

DOI:10.13656/j.cnki.gxkx.20180427.001

莫若果,招礼军,朱栗琼,等.南宁市4种绿化树种的滞尘效益评估[J].广西科学,2018,25(2):217-222.

MO R G,ZHAO L J,ZHU L Q,et al. Assessment on effect of dust-retention of the four green plants in Nanning[J]. Guangxi Sciences,2018,25(2):217-222.

南宁市4种绿化树种的滞尘效益评估*

Assessment on Effect of Dust-retention of the Four Green Plants in Nanning

莫若果,招礼军**,朱栗琼,化彬

MO Ruoguo,ZHAO Lijun,ZHU Liqiong,HUA Bin

(广西大学林学院,广西南宁 530004)

(Forestry College of Guangxi University,Nanning,Guangxi,530004,China)

摘要:【目的】研究常见道路绿化植物的滞尘能力和对粉尘污染的抗性能力,并对植物滞尘效益进行评价。【方法】选取南宁市4种常见行道绿化树种:扁桃(*Mangifera persiciformis*)、鱼尾葵(*Caryota ochlandra*),朱槿(*Hibiscus rosa-sinensis*)、黄金榕(*Ficus microcarpa*),在南宁市交通繁忙区、建筑工地、工业密集区和相对清洁的对照区对树种叶片的滞尘能力进行测定,选择植物的叶绿素含量变化、净光合速率、蒸腾速率3个光合生理指标分析其抗性。【结果】鱼尾葵的滞尘能力在交通繁忙区和建筑污染区中最强,黄金榕在各污染区中受到的影响相对较小。工业污染区中黄金榕的滞尘能力最高;交通繁忙区中,鱼尾葵的净光合速率和蒸腾速率受影响较大,朱槿的叶绿素含量下降率最高;在建筑污染区和工业污染区,扁桃受到滞尘的影响较大。综合评价4种绿化树种的滞尘效益,交通繁忙区和建筑污染区最高为黄金榕,工业污染区最高为朱槿。【结论】同种植物对不同污染源的抗逆性不同,其滞尘能力也不同。通过综合评价,能较为客观地为南宁绿化树种选择和配制提供参考依据。

关键词:绿化树种 叶面滞尘 抗逆性 综合效益

中图分类号:S718.43 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-9164(2018)02-0217-06

Abstract:【Objective】To study the dust-retention abilities of common road greening plants and their resistance to dust pollution, and to assess the effect of dust-retention. 【Methods】The study selected 4 kinds of common street greening trees in Nanning, which were *Mangifera persiciformis*, *Caryota ochlandra*, *Hibiscus rosa-sinensis* and *Ficus microcarpa*. In heavy traffic areas, construction sites, industrial dense areas and the relatively clean control areas of Nanning, the dust-retention ability of leaves of plant trees was determined. Three photosynthetic physiology indexes including the change of chlorophyll content, net photosynthetic rate and transpiration rate of the selected plants were used to analyze the resistance. 【Results】The dust-retention ability of *Caryota ochlandra* was the strongest in heavy traffic areas and contaminated

construction areas, and the impact of *Ficus microcarpa* in various contaminated areas was relatively small. The dust-retention ability of *Ficus microcarpa* in industrial pollution areas was the highest. In heavy traffic areas, the net photosynthetic rate and transpiration rate of *Caryota ochlandra* were greatly affected. And

收稿日期:2018-02-26

作者简介:莫若果(1992—),女,硕士研究生,主要从事森林生态学研究。

* 国家自然科学基金项目(31260093)资助。

** 通信作者:招礼军(1970—),男,教授,主要从事生态学和森林培育学研究,E-mail:zhlj-70@163.com。

the decline rate of chlorophyll content of *Hibiscus rosasinensis* was the highest. In contaminated construction areas and the industrial pollution areas, *Mangifera persiciformis* was greatly affected by the dust. Comprehensively assessing the dust-retention effects of the four types of greening tree species, in heavy traffic areas and contaminated construction areas *Ficus microcarpa* had the highest effect, and in industrial pollution areas *Hibiscus rosa-sinensis* had the highest effect. **【Conclusion】**The resistance of the same plant to different sources of pollution is different, and its dust-retention ability is also different. Through comprehensive evaluation, it can provide reference for the selection and configuration of greening tree in Nanning more objectively.

Key words: green plant, foliar dust-retention, stress resistance, comprehensive effect

0 引言

【研究意义】南宁作为面向东盟开放的前沿城市,是广西的政治经济中心。但随着城市现代化建设和经济的不断发展,城市工业和交通量增长迅速,城市空气中的硫氧化物、氮氧化物、金属粉尘等有害成分大大增加,大气颗粒物浓度值也显著增加。有研究表明城市市区内工商业发达和人口密集地区污染物浓度较高^[1],且二次扬尘和交通排放是市区颗粒物污染重要来源^[2]。空气中可吸入颗粒具有很强的吸附能力,能吸附空气中的各种有害成分,当人体吸收并由呼吸道进入肺泡后,可引发多种呼吸系统炎症^[3],威胁居民的健康。城市绿化是唯一能够自然净化城市空气的有效方法,绿化植物能够大范围、长时间地截留和吸附空气中的粉尘和污染物,从而起到净化作用,但是若超出了植物的生理忍耐程度,植物也会受到相应伤害。**【前人研究进展】**大气污染对植物的生理危害主要是对植物光合作用、气孔运动和酶活性等正常生理生化过程的影响。研究表明,大气中的粉尘会刺激叶片气孔不正常开放或关闭,干扰叶片的正常新陈代谢^[4],叶片滞尘会降低叶片的光合作用,令呼吸作用加快,叶片温度增加,使叶片蒸腾速度加快^[5-7];污染物中的硫化物和重金属氧化物落于叶片表面,会抑制光合色素的活性,促进叶绿素分解^[8-9];植物若长期暴露在污染物大气细颗粒物下,相对于生长在清洁环境中的植物,其碳水化合物和氨基酸的总量也会显著减少^[10]。目前为止,叶片滞尘对植物生理影响的研究已经多见报道,但把滞尘条件下植物的生理抗性能力作为评价植物综合滞尘效益指标的研究还较少。**【本研究切入点】**通过考察4种植物叶片生理指标在不同污染区中相对清洁区的下降率,分析植物在不同滞尘条件下的抗逆能力,并综合考虑植物叶片滞尘能力与不同环境下植物的抗性能力,将两者作为综合评价指标纳入滞尘效益的综合评价。**【拟解决的关键问**

题】讨论滞尘对植物的影响,研究植物的滞尘及抗性能力,筛选滞尘能力好、抗性能力强的树种,为南宁绿化树种选择和配制提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地及供试树种的选择

选择四周无大型工厂、基本无污染的河北苗圃作为相对清洁调查区,选择属于交通繁忙区的友爱立交桥路段、工业区的高新立交桥路段和建筑污染区的广西大学农场作为3个不同的污染调查区。

根据南宁行道树的统计资料和野外调查的结果,选择扁桃(*Mangifera persiciformis*)、鱼尾葵(*Caryota ochlandra*)、朱槿(*Hibiscus rosa-sinensis*)、黄金榕(*Ficus microcarpa*)4种常见道路绿化植物作为研究对象,其中扁桃和鱼尾葵为乔木,朱槿和黄金榕为灌木,同种植物选择年龄基本一致的植株。

1.2 方法

选择晴朗天气,使用CI310便携式光合测定系统,测定叶片净光合速率(P_n)、蒸腾速率(E)并记录。

每一株植物取树冠中部外侧的东、西、南、北共20~30片叶子样品,将所采集的样品用蒸馏水洗净,将冲洗样品后的悬浊液用已烘干称重的滤纸(W_1)过滤,将完全过滤后的滤纸烘至衡重(W_2),两次重量之差($W_2 - W_1$)即为采集样品上所附着的降尘颗粒物重量,最后根据叶面积(S)算出叶片单位面积滞尘量,其计算公式如下:

$$\text{单位面积滞尘量}(\text{g} \cdot \text{m}^{-2}) = (W_2 - W_1) / S.$$

同时,取新鲜植物叶片擦净剪碎,采用乙醇研磨法提取叶绿素并测定吸光度值,重复3次,计算出相应叶绿素含量^[11]。

1.3 植物滞尘效益评价指标

本研究参考赵勇等^[12]的评价方法,对植物滞尘

效益进行评估。将叶片单位面积滞尘量的大小作为叶片滞尘能力强弱的判断标准,并通过叶片生理指标在污染区相对清洁区下降程度的多重比较结果来评价植物叶片对滞尘的抗性能力大小,抗性强的记3分,中等强度记2分,抗性弱的记1分。令植物净光合速率、蒸腾速率、叶绿素含量3个抗性指标分别为 X_1 、 X_2 、 X_3 ,单位面积滞尘量为 X_4 ,将4个指标利用综合指数的方式计算,进行综合评价,综合指数 Y 越大,表示植物滞尘效益越高,计算过程如下:

①对于原始数据矩阵进行标准化处理: $X_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j(max)}$ (式中 i 为统计指标, j 为植物种);

②对标准化后的数据(X_{ij})运用主成分分析方法分别计算每种植物4个评价指标的权重,得到权重向量 A_j ;

③令植物滞尘效益的综合指数为 Y ,按 $Y = X_{ij} \times A_j$ 计算每种植物在各个区域的综合指数。

2 结果与分析

2.1 不同绿化树种叶片单位面积滞尘量的差异

将叶片单位面积滞尘量的大小作为叶片滞尘能力强弱的判断标准,单位面积滞尘量越大,植物滞尘能力越大。由表1可以看出,不同种类植物显示出不表1 不同调查区域4种植物叶面的单位面积滞尘量比较($g \cdot m^{-2}$)

Table 1 Comparison of per unit area dust-retention of four plants foliar in different investigation regions($g \cdot m^{-2}$)

类型 Type	植物种类 Plant type	清洁区 Clean zone	污染区 Contaminated zones		
		河北苗圃 Hebeimiaopu	交通繁忙区 Heavy traffic area	建筑污染区 Contaminated construction area	工业污染区 Industrial pollution area
乔木 Arbor	扁桃 <i>Mangifera persiciformis</i>	0.65±0.056	1.01±0.207	1.27±0.170	2.10±0.101
	鱼尾葵 <i>Caryota ochlandra</i>	0.77±0.080	1.50±0.085	2.80±0.090	0.67±0.148
灌木 Shrub	朱槿 <i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	1.19±0.049	1.35±0.044	1.35±0.273	2.10±0.162
	黄金榕 <i>Ficus microcarpa</i>	1.51±0.074	1.31±0.312	2.20±0.221	2.60±0.103

2.2 不同绿化树种抗性研究

以相对清洁的河北苗圃为对照,根据植物光合生理指标的变化来判断植物对滞尘的抗性。从表2可以看出,在污染调查区域中,试验树种的净光合速率(P_n)、蒸腾速率(T_s)、叶绿素含量(Chl)均比相对清洁区低,但降低幅度因植物种类和调查区域不同而异。以清洁区的数据作为对照,分析各污染区植物光合生理参数相对清洁区的下降率(表3),鱼尾葵的净光合速率和蒸腾速率在交通繁忙区中下降幅度最大,降幅分别达到93.3%和50%,但是叶绿素含量却显著上升47.2%,在建筑污染区中蒸腾速率降幅较为明显,达到64.7%;扁桃的净光合速率和叶绿素含量

同滞尘能力:在自然落尘下,朱槿和黄金榕的滞尘能力显著高于扁桃和鱼尾葵;在交通繁忙区和建筑污染区中,鱼尾葵滞尘能力最高,其次是黄金榕;工业污染区中鱼尾葵的滞尘能力较其他3种植物差。属于交通繁忙区的友爱立交路段,空气中的主要粉尘来源为汽车尾气及行驶扬尘;属于建筑污染区的广西大学农场,主要粉尘来源为施工所产生扬尘;而高新立交路段附近有大型工厂,空气中除有车辆行驶所产生的气体外,还有化工排放的废气。不同植物在不同污染区,其叶片单位面积滞尘量较清洁区分别有不同程度的变化:鱼尾葵在交通繁忙区和建筑污染区单位面积滞尘量上升率分别达94.9%和270.7%,滞尘量分别为 $1.5 g \cdot m^{-2}$ 和 $2.8 g \cdot m^{-2}$,在4种植物中最高,但在工业污染区滞尘量有所下降;扁桃在工业污染区的滞尘量上升率达到221.8%,在其余两个区域中也有明显上升;黄金榕在交通繁忙区的滞尘量有所下降,但在工业污染区的滞尘量比其他植物高,达 $2.6 g \cdot m^{-2}$;朱槿在3个污染区中的滞尘量也有不同程度上升。不同植物对不同类型扬尘的附着能力表现出差异性,总体来说,乔木在污染区中滞尘量的变化较大,灌木则相对稳定。

两个指标在建筑污染区中分别下降79.9%、58.1%,在工业污染区分别下降75.6%、53.7%,较同地区其他植物降幅大;朱槿的叶绿素含量在3个污染区域中下降幅度相对较大,净光合速率和蒸腾速率在建筑污染区下降幅度相对较小;黄金榕的蒸腾速率在工业污染区降幅高达78.6%,但其他光合生理指标下降率相对较低。下降率越高,说明植物受到滞尘的影响越大。比较各污染区对植物的影响发现,滞尘对植物净光合速率的影响大于蒸腾速率和叶绿素含量。另外,建筑污染区的扬尘对这4种植物的影响相对其他两个污染区小;交通繁忙区的扬尘对鱼尾葵和朱槿的影响较大;在建筑污染区和工业污染区,扁桃受滞尘的

影响较大,黄金榕在各污染区中受到的影响最小。

表 2 不同区域 4 种植物叶片的光合生理参数值

Table 2 Photosynthetic and physiological parameters of four plants in different investigation regions

植物种类 Plant type	调查区域 Investigation regions	净光合速率	蒸腾速率	叶绿素含量
		Net photosynthetic rate ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	Transpiration rate ($\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	Chlorophyll ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)
扁桃 <i>Mangifera persiciformis</i>	清洁区 Clean zone	1.36±0.079	0.27±0.022	1.41±0.121
	交通繁忙区 Heavy traffic area	0.44±0.020	0.22±0.035	0.95±0.029
	建筑污染区 Contaminated construction area	0.27±0.024	0.14±0.023	0.58±0.020
	工业污染区 Industrial pollution area	0.33±0.092	0.20±0.015	0.64±0.003
鱼尾葵 <i>Caryota ochlandra</i>	清洁区 Clean zone	2.83±0.324	0.36±0.060	1.53±0.042
	交通繁忙区 Heavy traffic area	0.19±0.027	0.18±0.057	2.20±0.026
	建筑污染区 Contaminated construction area	2.00±0.118	0.12±0.009	1.12±0.047
	工业污染区 Industrial pollution area	1.36±0.196	0.16±0.023	1.33±0.068
朱槿 <i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	清洁区 Clean zone	10.95±0.161	2.01±0.110	1.82±0.482
	交通繁忙区 Heavy traffic area	4.92±0.172	1.20±0.048	0.96±0.020
	建筑污染区 Contaminated construction area	8.52±0.184	1.95±0.090	1.12±0.037
	工业污染区 Industrial pollution area	5.10±0.269	1.55±0.054	0.94±0.032
黄金榕 <i>Ficus microcarpa</i>	清洁区 Clean zone	10.76±0.31	1.51±0.135	0.57±0.015
	交通繁忙区 Heavy traffic area	5.64±0.248	0.92±0.076	0.49±0.027
	建筑污染区 Contaminated construction area	6.89±0.277	1.39±0.018	0.79±0.048
	工业污染区 Industrial pollution area	5.64±0.392	0.32±0.019	0.46±0.015

表 3 不同污染区域 4 种植物光合生理参数的下降率

Table 3 Decline rate of photosynthetic and physiological parameters of four plants in different contamination zones

植物种类 Plant type	调查区域 Investigation regions	下降率		
		净光合速率 Net photosynthetic rate	蒸腾速率 Transpiration rate	叶绿素含量 Chlorophyll
扁桃 <i>Mangifera persiciformis</i>	交通繁忙区 Heavy traffic area	67.5%b	15.2%c	32.1%a
	建筑污染区 Contaminated construction area	79.9%a	49.4%b	58.1%a
	工业污染区 Industrial pollution area	75.6%a	24.6%c	53.7%a
鱼尾葵 <i>Caryota ochlandra</i>	交通繁忙区 Heavy traffic area	93.3%a	50.0%a	-47.2%c
	建筑污染区 Contaminated construction area	35.8%b	64.7%a	25.1%b
	工业污染区 Industrial pollution area	51.8%b	55%b	10.9%b
朱槿 <i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	交通繁忙区 Heavy traffic area	55.1%c	40.5%b	45.3%a
	建筑污染区 Contaminated construction area	22.1%c	1.9%c	36.8%b
	工业污染区 Industrial pollution area	53.4%b	22%c	47.0%a
黄金榕 <i>Ficus microcarpa</i>	交通繁忙区 Heavy traffic area	47.5%d	37.5%b	13.4%b
	建筑污染区 Contaminated construction area	35.7%b	6.7%c	-39.2%c
	工业污染区 Industrial pollution area	47.5%b	78.6%a	19.2%b

注:表中小写字母表示不同植物之间在 5% 水平差异显著

Note: The small letters indicate significance of different plants at the 5% levels respectively

2.3 不同绿化树种滞尘效益综合评价

在选择城市绿化树种时不仅仅需要考虑树种的滞尘能力,还需要考虑植物对滞尘的抗性^[13],这样才能挑选出更适宜本土种植的抗尘树种,便于生产实践运用。根据综合指数 Y 的计算结果,将不同区域的滞尘能力综合效益 Y 的大小进行排序,可以看出:

表 4 不同污染区域绿化植物滞尘的综合效益指数

Table 4 Comprehensive index of dust-retention effect of green plant in different contaminated zones

调查区 Investigation regions	植物种类 Plant type	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Y	排序
交通繁忙区 Heavy traffic area	扁桃 <i>Mangifera persiciformis</i>	2	3	1	1.015	0.566	2
	鱼尾葵 <i>Caryota ochlandra</i>	1	1	3	1.496	0.544	3
	朱槿 <i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	2	2	1	1.348	0.522	4
	黄金榕 <i>Ficus microcarpa</i>	3	2	2	1.309	0.676	1
建筑污染区 Contaminated construction area	扁桃 <i>Mangifera persiciformis</i>	1	2	1	1.270	0.431	4
	鱼尾葵 <i>Caryota ochlandra</i>	2	1	2	2.844	0.669	3
	朱槿 <i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	3	3	2	1.348	0.767	2
	黄金榕 <i>Ficus microcarpa</i>	2	3	3	2.198	0.843	1
工业污染区 Industrial pollution area	扁桃 <i>Mangifera persiciformis</i>	1	3	2	2.100	0.651	3
	鱼尾葵 <i>Caryota ochlandra</i>	2	2	3	0.669	0.618	4
	朱槿 <i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	2	3	2	2.097	0.750	1
	黄金榕 <i>Ficus microcarpa</i>	2	1	3	2.576	0.714	2

3 结论

本研究结果表明,4种植物的单位滞尘量总体呈现出灌木大于乔木的趋势,但乔木在污染区中滞尘量的变化较大,灌木的滞尘量则相对稳定;鱼尾葵的单位面积滞尘量在交通繁忙区和建筑污染区中较清洁区的增幅最高,但在工业污染区滞尘量比清洁区降低,朱槿和黄金榕滞尘量在各污染区都有一定变化,但变动幅度不大;抗性能力高低与灌木和乔木植物的分类没有明显关联。鱼尾葵的光合生理指标在交通繁忙区受到影响较大,扁桃的光合生理指标在建筑和工业两个污染区下降幅度最大,黄金榕的叶绿素含量在污染区中下降率最高。通过综合评价可知,交通繁忙区和建筑污染区滞尘综合效益最高的植物为黄金榕,工业污染区效益最高的为朱槿,且同种植物在不同污染区的滞尘效益不同。本文研究了4种南宁常见行道绿化树种的滞尘及抗性能力,建立了较为完善的植物滞尘能力综合评判体系,为在南宁典型粉尘污染区域中挑选滞尘能力高且抗性较强的绿化树种提够参考。

不同植物对不同性质的大气扬尘污染的滞尘能力和抗性能力是不同的,在为城市选择吸附尘埃、净

金榕在交通繁忙区和建筑污染区中滞尘效益最高;朱槿在建筑污染区和工业污染区滞尘效益较高,但是在交通繁忙区的滞尘效益最差;扁桃较适合作为交通繁忙区的滞尘树种,在其他两个污染区滞尘效益较差;鱼尾葵的滞尘效益在这4种植物中相对较差(表4)。

化空气的绿化树种时,必须考虑到植物的抗逆能力,有针对性地选择树种,注意树种的搭配,以达到最高的生态效益。本次实验,对污染区的树种抗性做出了比较,提出了树种选择的初步建议,为提高植物滞尘抗逆性和绿化植物选育提供了一定理论基础。后续研究可深入探讨粉尘粒级和成分对植物的影响,对某个具体污染源的树种配置、比例、密度等进行针对性调查研究。

参考文献:

- [1] 洪秀玲. 社区散生林木叶片滞留 PM_{2.5} 等大气颗粒物研究[D]. 北京:北京林业大学,2015.
HONG X L. Studies on leaves of trees scattered in communities in retention of PM_{2.5} and other atmospheric particulate matters[D]. Beijing:Beijing Forestry University,2015.
- [2] HARRISON R M, TILLING R, ROMERO M S C, et al. A study of trace metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in the roadside environment[J]. Atmospheric Environment,2003,37(17):2391-2402.
- [3] 俞学如. 南京市主要绿化树种叶面滞尘特征及其与叶面结构的关系[D]. 南京:南京林业大学,2008.
YU X Y. The characteristic of foliar dust of main afforestation tree species in Nanjing and association with

- leaf's surface micro-structure [D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2008.
- [4] 蔡燕徽. 城市基调树种滞尘效应及其光合特性研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2010.
CAI Y H. Study on dust-retention effect and photosynthetic characteristics of urban keynote tree[D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2010.
- [5] 余叔文. 二氧化硫对植物的伤害和植物对二氧化硫的抗性[J]. 植物生理学通讯, 1983(3): 7-14.
YU S W. Effects of sulfur dioxide to plants and plants resistance mechanism[J]. Plant Physiology Communications, 1983(3): 7-14.
- [6] BLACK V J. Effects of sulphur dioxide on physiological processes in plants[J]. Effects of Gaseous Air Pollution in Agriculture & Horticulture, 1981: 67-91.
- [7] 曹洪法. 我国大气污染及其对植物的影响[J]. 生态学报, 1990, 10(1): 7-12.
CAO H F. Air pollution and it's effect on plants in China[J]. Ecta Ecologica Sinica, 1990, 10(1): 7-12.
- [8] 童贯和. SO₂ 污染对树木叶片中可溶性糖及叶绿素含量的影响[J]. 淮北煤师院学报, 2002, 23(2): 55-57.
TONG G H. The impact of SO₂ pollution upon the dis-soluble sugar and the content of Chlorophyll of Lamina [J]. Journal of Huaibei Coal Industry Teachers College, 2002, 23(2): 55-57.
- [9] TSCHANZ A, LANDOLT W, BLEULER P, et al. LEfect of SO₂ on the activity of adenosine 5'-phosphosulfate sulfotransferase from spruce trees (*Picea abies*) in fumigation chambers and under field conditions [J]. Physiol Plant, 1986, 67(2): 235-241.
- [10] KUANG Y W, XI D, LI J, et al. Traffic pollution influences leaf biochemistries of *Broussonetia papyrifera* [J]. Open Journal of Forestry, 2012, 2(2): 71-76.
- [11] 李志丹, 韩瑞宏, 廖桂兰, 等. 植物叶片中叶绿素提取方法的比较研究[J]. 广东第二师范学院学报, 2011, 31(3): 80-83.
LI Z D, HAN R H, LIAO G L, et al. A comparative study on the different extraction techniques about the Chlorophyll concentration of plant leaf [J]. Journal of Guangdong University of Education, 2011, 31(3): 80-83.
- [12] 赵勇, 李树人, 阎志平. 城市绿地的滞尘效应及评价方法[J]. 华中农业大学学报, 2002, 21(6): 582-586.
ZHAO Y, LI S R, YAN Z P. The effect of greenland on absorbed dust and its assessment method [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2002, 21(6): 582-586.
- [13] 覃莉, 招礼军, 莫丽芬. 南宁市常见绿化树种滞尘综合效应研究[J]. 广西农业科学, 2010, 41(1): 55-58.
QIN L, ZHAO L J, MO L F. Dust accumulation effect of common green plants in Nanning City [J]. Guangxi Agricultural Sciences, 2010, 41(1): 55-58.

(责任编辑: 米慧芝)