

金叶女贞滞尘效应研究

王远森¹, 曲益涛², 张玉阳¹, 周春玲¹

(1. 青岛农业大学 园林与林学院, 山东 青岛 266109; 2. 青岛市崂山区农林局, 山东 青岛 266061)

摘要:以金叶女贞为试材, 研究比较了其在不同环境条件下滞尘量的差异及蒙尘后的生理响应。结果表明: 金叶女贞在所选择地点的平均单位面积滞尘量大小顺序依次为: 建筑区>商业区>工业区>校园区。对叶面尘粒径分析表明, 叶面尘中滞留的颗粒物中大多数是 TSP, 同时对 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 均有一定量的吸收。随着叶片蒙尘时间的延长, 相对含水量出现先下降后上升的趋势, 比叶重出现动态变化的趋势, 脯氨酸的含量则有增加的趋势。

关键词:金叶女贞; 滞尘; 粒径分析; 生理响应

中图分类号:S 687.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)15-0072-04

随着城市化和工业化的趋势不断加速, 大量人工环境的建成以及由此带来的环境污染等负面影响, 已给人类带来了生存危机, 也对城市本身的生存与发展提出严峻的挑战^[1]。大气污染中的粉尘污染被人们日益重视, 目前, 我国大气粉尘超标现象严重, 已经对城市居民的健康造成了严重影响^[2]。

不同种类的植物滞尘能力不同, 在城市园林植被中, 乔木类滞尘能力最强, 灌木类、草本类则依次降低。但是乔木冠层通常距地面较高, 其叶片滞尘主要来自大气沉降颗粒物, 而灌木类植物叶片靠近路面, 直接受机动车排放和地面扬尘影响, 尤其是生长高度为 1~2 m 的灌木植物位置处于行人呼吸带范围, 这一高度空气颗粒物浓度在距地 5 m 范围内为最大^[3], 同时能很好的防止二次扬尘。因此对城市道路绿地中重要的绿篱树种金叶女贞 (*Ligustrum × vicaryi*) 进行不同地点滞尘量差

异及植物蒙尘后的生理响应等进行研究, 对种子绿化具有较强的指导意义。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

城阳区地处青岛市区北部, 属温带季风大陆性气候, 同时具有典型的海洋性气候特点。年平均降水量 700 mm 左右, 年平均日照时数 2 622 h, 无霜期 180~200 d, 城区绿化覆盖率达 40%, 人均绿地面积为 17 m²。

1.2 试验材料

供试材料为金叶女贞。基于不同区域污染程度及研究的工作量与可行性, 试验选取金田热电供热公司、巴黎壹号建筑工地、春阳路、青岛农业大学校园内 4 个区域作为研究点, 分别代表工业区、建筑区、交通区、校园区。所选择的金叶女贞均是在其灌木丛中, 生长状况见表 1。粒度分析仪 (Rise-2206, 济南润之科技有限公司

表 1 不同采集地点金叶女贞生长状况

Table 1 The growth status of *Ligustrum × vicaryi* in different collection places

采样地点	地径/cm	高度/m
工业区	0.8	1.0
建筑区	0.6	0.8
商业区	0.6	0.7
校园区	0.5	0.7

第一作者简介:王远森(1987-), 男, 山东枣庄人, 硕士研究生, 研究方向为城市绿地生态效益。E-mail: wangyuansen6@163.com.

责任作者:周春玲(1975-), 女, 山东即墨人, 博士, 副教授, 研究方向为园林植物应用与城市绿地生态效益。E-mail: zhou_chl@163.com.

基金项目:山东省自然科学基金资助项目(2010CQ018)。

收稿日期:2013-04-08

Abstract: Taking one-year-old *Coleus blumei* Benth as test material, the effects of different sand-soil proportion on growth of shoot cutting was studied. In this way, the best sand-soil proportion was determined to meet the needs. The results showed that the treatment of 50% sand-soil proportion was better than other treatments, and the growth indicators of the treatment of the chlorophyll content, plant height, stem diameter, number of rooting, root-shoot ratio, nitrogen content and the survival rate were higher than other treatments. The processing made the cuttings to maintain high growth, promoted the chlorophyll content, and enhanced the value of fruit.

Key words: mixture ratio of sand and soil; *Coleus blumei* Benth; shoot; cutting

司);微电脑激光粉尘仪(LD-5C(B)型,北京绿林创新数码科技有限公司)。

1.3 试验方法

邱洪斌等^[3]研究表明,1 d 内大于 15 mm 的雨量就可以冲掉植物叶片上的降尘。雨后采集,每 3 d 同一时间采集 1 次样本。采样时带上聚乙烯塑料手套,分别从东、西、南、北、上、中、下均匀采集成熟叶片 12 片,样品选择能充分接受粉尘的植物叶片^[4-5],将叶片小心封存于锥形瓶内,带回实验室处理。连续调查 5 次,比较不同地点滞尘差异。采样时间分别为 6 月初和 10 月初。

1.3.1 叶片滞尘量及粒径测定方法 叶片滞尘量采用“干洗法”称量。采叶时选取成熟叶片测定,采后将叶片封存于装有蒸馏水的锥形瓶中,浸泡过程中注意要不断的搅拌,以保证尘粒充分融入水中。浸泡 3 h 后,用毛刷冲洗叶片,再次保证尘粒融入到水中。用镊子将叶片小心夹出,用已经烘干称重为 W_1 的滤纸将浸洗液过滤,将滤纸置于 60℃ 下烘干 12 h,再以万分之一天平称重 W_2 ,2 次称重之差,即采集样品上所附着的降尘颗粒物的重量。夹出的叶片晾干后,用 YAXIN-1241 叶面积测定仪测叶面积(A)。即可得出金叶女贞的滞尘量(g/m^2)为 $(W_2 - W_1)/A$ 。叶面尘粒径测定方法是将样品置于 70℃ 烘箱中烘干至恒重。称 2 g 降尘样过 40 目筛,取降尘样 1.0 g 溶解于 300 mL 蒸馏水,并使其充分扩散,用粒度分析仪进行粒径分析。 PM_{10} 浓度测定用微电脑激光粉尘仪。

1.3.2 叶片生理指标的测定方法 选取植物叶片样品进行各项生理指标的测定,每项试验重复测定 3 次。

1.4 项目测定

叶片相对含水量及比叶重的测定采用加热烘干法;脯氨酸含量测定采用酸性茚三酮法。

2 结果与分析

2.1 室外植物滞尘能力分析

从图 1、2 可以看出,夏季前 12 d 内,随着天数的累积,金叶女贞单位面积滞尘量不断增加,到第 12 天后,滞尘量变化不大。即在室外的情况下,金叶女贞夏季叶面滞尘量达到饱和时间约为 12 d。而秋季,金叶女贞叶面滞尘量达到饱和时间约为 15 d。据研究,植物叶片饱和滞尘量在不同城市和不同的环境下有所差异。王赞红等^[6]研究表明石家庄干道旁大叶黄杨单叶滞尘量约 15 d 达到饱和,而王珂^[7]研究的青岛市大叶黄杨约 25 d 时达到饱和。植物所处的环境中粉尘总量是影响叶片滞尘能力的一个因素,也是影响叶片滞尘量达到饱和时间长短的一个因素。

金叶女贞在 4 个监测点的平均单位面积滞尘量大小顺序为:建筑区>商业区>工业区>校园区。建筑区由于施工中,粉尘含量较高,车辆较多且绿化差,导致叶

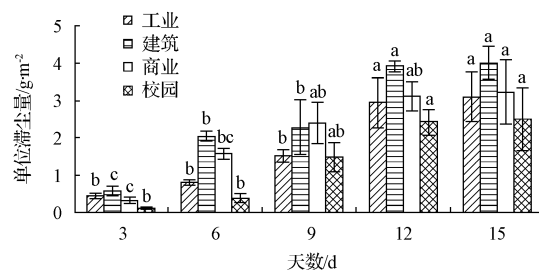


图 1 金叶女贞不同地点夏季叶片滞尘量

Fig. 1 The dust detaining amount of *Ligustrum × vicaryi* leaves at different sites in summer

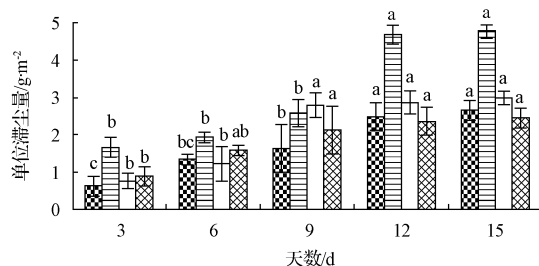


图 2 金叶女贞不同地点秋季叶片滞尘量

Fig. 2 The dust detaining amount of *Ligustrum × vicaryi* leaves at different sites in autumn

片单位面积滞尘量较高。商业区和工业区虽然污染较严重,但是绿化相对较好,叶片滞尘量依次降低。校园内叶片滞尘量最低,因为校园绿化覆盖率较高,且环境中粉尘含量较少。滞尘量的不同可能也与不同地点粉尘的种类不同有关。同时研究发现,金叶女贞秋季叶片平均滞尘量大于夏季叶片滞尘量,可能是由于秋季气候干燥,空气中悬浮颗粒较多,而夏季空气湿度较大,影响了滞尘量。

2.2 叶片滞尘颗粒物研究

该试验结果表明,不同地点的叶面尘中颗粒物粒径均呈现单峰分布。从表 2 可以看出,不同采样区降尘的粒径主要分布在 2.5~100 μm 之间。叶面降尘中颗粒物粒径集中分布在 100 μm 以下,占 99% 以上,说明降尘物主要为已在大气中经一定距离漂移的 TSP。庞博等^[8]对南京市城市大气降尘物的粒径研究表明,<100 μm 粒径的颗粒占 90% 以上。一般认为, PM_{10} (<10 μm) 是危害人类健康的最主要颗粒物,而 $\text{PM}_{2.5}$ (<2.5 μm) 则是能直接进入人体肺部导致肺泡发炎的颗粒物。降尘物中 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 和 TSP 相对含量均以清洁区最高,交通区和工厂区较低。降尘物的平均粒径校园区最小,商业区最大,这说明空气污染较小的校园区,其降尘颗粒也较细。单位面积滞尘量与叶面尘 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 累积分布不存在正相关关系,其原因可能是不同样点间大气环境中颗粒物组成不同。

表2 不同地点叶面降尘的粒径分布

Table 2 The size distribution of different locations foliar dust particle

地点	不同粒径的颗粒累积分布				粒径 / μm	比表面积 / $1/\text{m}$
	$\text{PM}_{2.5}$	PM_{10}	TSP	$>100\ \mu\text{m}$		
工业区	0.29±0.10	43.50±2.54	100	0	11.4	0.56
建筑区	0.80±0.06	46.50±1.72	99.90±0.13	0.07±0.03	10.4	0.60
商业区	0.76±0.32	40.40±4.12	99.90±0.06	0.02±0.04	11.6	0.55
校园区	1.30±0.35	53.00±4.28	100	0	9.60	0.69

注:同列不同小写字母间表示差异显著($P<0.05$)。下同。

用微电脑激光粉尘仪测定4个样点 PM_{10} 含量,经5次测定4个地点 PM_{10} 浓度差异不大,其中建筑区和商业区稍高,校园与工厂区差异不大。10月1日之后青岛地区发布了大气 $\text{PM}_{2.5}$ 的数据,连续统计了10d的数据,试验所处的城阳北部地区,平均空气污染指数约为100,空气质量级别为II级,空气质量为良,首要污染物为可吸入颗粒物,污染指数达到轻度污染的临界值。而金叶女贞叶片所吸收的灰尘中, PM_{10} 在不同地区均占了一定比例,说明金叶女贞能够滞留可吸入颗粒物,改善环境质量。

2.3 植物蒙尘后的生理响应

2.3.1 蒙尘后对植物相对含水量的影响 植物组织相对含水量是反映植物水分生理状况的重要指标。由表3可以看出,金叶女贞在蒙尘后相对含水量多是先下降,后又有回升,可能是植物蒙尘受到胁迫后的一种生理反应。工业区相对含水量变化最大,其它地区变化不显著。植物相对含水量夏季变化较为明显,而秋季变化相对较小,这可能是受气候的影响。

表3 不同地点金叶女贞叶片相对含水量的变化

Table 3 The change of relative water content of *Ligustrum*×*vicaryi* leaves in different locations %

天数 /d	工业区		建筑区		商业区		校园区	
	夏季	秋季	夏季	秋季	夏季	秋季	夏季	秋季
3	0.89ab	0.94a	0.88a	0.92a	0.89a	0.95a	0.91ab	0.91a
6	0.86b	0.93a	0.92a	0.92a	0.88a	0.96ab	0.90b	0.94a
9	0.92a	0.95a	0.93a	0.94a	0.91a	0.93b	0.92ab	0.94a
12	0.92a	0.95a	0.92a	0.92a	0.92a	0.94ab	0.93a	0.93a
15	0.91a	0.95a	0.93a	0.92a	0.92a	0.94a	0.93a	0.93a

2.3.2 蒙尘后对比叶重的影响 比叶重(LMA)是指单位面积叶片的干重,能反映出植物光和碳同化能力。比叶重能反映不同生育期光合作用制造有机物质及其分配趋势^[9],同时也是衡量叶片质量的一个稳定指标^[10]。由表4可以看出,不同地点的金叶女贞蒙尘后,比叶重呈现出动态的变化。校园的比叶重比其它地区的大,因为校园受到粉尘的影响最小,生长最好。商业区叶片比叶重受到粉尘的影响差异显著。秋季的比叶重普遍比夏季大,这可能是由于老叶的比叶重大于新叶的原因。

2.3.3 蒙尘后对脯氨酸含量的影响 脯氨酸是植物蛋白质的组成成分之一,研究表明,在逆境条件下,许多植物体内的脯氨酸大量积累,植物脯氨酸含量的增加是植物对逆境胁迫的一种生理生化反应^[11]。由表5可以看

出,金叶女贞在不同地点受到蒙尘的影响,都有不同程度的增加,不同地点下的植物脯氨酸含量差异很大,建筑区植物脯氨酸量积累的最多,工业区、商业区、校园区依次降低。同时试验得出金叶女贞秋季脯氨酸积累量大于夏季。

表4 不同地点金叶女贞叶片比叶重的变化

Table 4 The change of LMA of *Ligustrum*×*vicaryi* leaves in different locations

天数 /d	工业区		建筑区		商业区		校园区	
	夏季	秋季	夏季	秋季	夏季	秋季	夏季	秋季
3	72a	110a	79a	101a	74bc	105ab	75c	118a
6	77a	134a	84a	114a	76bc	96b	90ab	144a
9	86a	115a	92a	120a	83ab	98b	81bc	136a
12	80a	126a	82a	112a	91a	134a	95a	118a
15	75a	117a	86a	105a	66c	119ab	84abc	120a

表5 不同地点金叶女贞叶片脯氨酸含量的变化

Table 5 The change of proline content of *Ligustrum*×*vicaryi* leaves in different locations $\mu\text{g/g}$ FW

天数 /d	工业区		建筑区		商业区		校园区	
	夏季	秋季	夏季	秋季	夏季	秋季	夏季	秋季
3	21.01b	24.01a	16.18b	18.85d	17.01b	18.17c	14.06b	19.72a
6	30.81a	33.15a	29.22a	41.82a	27.79a	23.12bc	23.77a	26.12a
9	25.70ab	42.03a	26.90a	38.00b	22.75ab	31.08a	21.26a	28.92a
12	23.79b	23.79a	22.05ab	26.05c	20.31b	24.97abc	20.34ab	21.33a
15	25.47ab	29.11a	22.70ab	29.19c	27.9a	28.90ab	19.97ab	19.72a

3 结论与讨论

植物叶片滞尘过程是一个复杂的动态过程,叶片滞尘与粉尘脱落同时进行。在这个过程中,植物叶片滞尘作用始终处于主导地位,说明了植物滞尘能力的绝对性。在外界环境下,降雨和大风是影响植物叶片滞尘的主要外界因素。就金叶女贞叶片平均滞尘量而言,处于道路旁和建筑工地的叶片滞尘量明显大于工业园区和校园处,这可能是街头绿地靠近街道,人为干扰大,空气粉尘含量较高。该试验结果表明植物的滞尘能力与其所处的环境有很大的关系,在叶片的滞尘能力未达到饱和之前,植物的滞尘量随着环境中的粉尘的增多而增多。在植物叶片滞尘量达到饱和之后,滞尘量变化不大。与高金晖等^[12]、姜红卫等^[13]研究结果一致。空气污染较严重的地区植物叶片滞尘量较大。植物滞尘过程中除与植物本身、所处环境有关系外,还可能与风向、季节、采样点处在树木的迎风面与背风面等相关^[14]。

大气颗粒物主要通过干沉降或湿沉降到达植物叶表面,而地面扬尘等其它尘源也在其上积累形成叶面尘。建筑区植物滞尘量最大,粒径偏小,一定程度上反映了该区域的粉尘污染状况更为严重。位于城阳区交通要道的商业区样点滞尘量偏大,粒径也偏大,这可能是该样点种植金叶女贞一侧的人行道处于施工期,可能是由于该样点处于施工中,使得金叶女贞叶面尘中大颗粒物所占百分比比较重。邱媛等^[15]、程政红等^[16]的研究

也证实道路施工会对植物滞尘量有较大影响。校园区PM₁₀相对含量均显著大于其它地区,PM_{2.5}与PM₁₀的比例中,校园区均大于其它地区,说明叶面降尘与所处地区的环境状况有一种关系。不同功能区滞尘量与叶面尘可吸入颗粒物百分比变化不一致,可能是因为各样点大气环境中颗粒物组分不同^[17]。受下垫面性质影响,商业区和建筑区受自然源影响较其它样点大。

植物叶片蒙尘后对生理会造成影响,植物通过生理上的变化来抵御或减轻胁迫的损伤,叶片相对含水量是生理状态的一个重要指标,叶片能够维持较高含水量是其适应性的一种重要生理表现。试验中得出金叶女贞在蒙尘后相对含水量均有一定的下降,随着蒙尘时间的延长,植物相对含水量处于一定的稳定状态,且夏季的变化量大于秋季的。

比叶重是衡量叶片光合作用性能的一个参数^[18-19],许多研究表明,叶片的比叶重与叶片光合能力呈正相关^[20],许多大田作物的产量均与比叶重存在一定的相关性^[18]。植物在蒙尘后比叶重呈现出动态变化趋势。秋季的比叶重大于夏季,这可能与叶片的生长有一定的关系。

叶片蒙尘后脯氨酸含量均有升高,说明污染物胁迫下脯氨酸含量积累是对逆境的一种生理适应,该试验研究结论与杨志刚^[21]试验研究大气污染会导致脯氨酸含量增加一致。植物在不同地点蒙尘后,产生大量自由基,植物体内抗氧化酶与抗氧化物质活性提高,脯氨酸大量积累,以阻止和减轻细胞膜质过氧化程度,这是金叶女贞抗御大气污染胁迫的适应和表现。

参考文献

- [1] 童道琴. 城市生态绿地与城市可持续发展[J]. 中国林业, 2001, 12(24): 32.
- [2] 郑少文, 邢国明, 李军, 等. 北方常见绿化树种的滞尘效应[J]. 山西农业大学学报, 2008, 28(4): 383-387.
- [3] 邱洪斌, 祝丽玲, 张凤梅. 城市街道大气颗粒物污染特征及影响因素

的研究[J]. 黑龙江医药科学, 2002, 25(3): 3-4.

- [4] 柴一新, 祝宁, 韩焕金. 城市绿化树种的滞尘效应——以哈尔滨为例[J]. 应用生态学报, 2002, 13(9): 1121-1126.
- [5] 张秀梅, 李显平. 城市污染环境中适生树种滞尘能力研究[J]. 环境科学动态, 2001(2): 27-30.
- [6] 王赞红, 李纪标. 城市街道常绿灌木植物叶片滞尘能力及滞尘颗粒物形态[J]. 生态环境, 2006, 15(2): 327-330.
- [7] 王珂. 青岛市城阳区地被植物滞尘效益研究[D]. 青岛: 青岛农业大学, 2009.
- [8] 庞博, 张银龙, 王丹. 城市不同功能区叶面与地表灰尘的粒径和重金属特征[J]. 生态环境学报, 2009, 18(4): 1312-1317.
- [9] 徐克章, 王英典, 徐惠凤, 等. 高粱叶片比叶重的变化与产量关系的研究[J]. 吉林农业大学学报, 1998, 20(2): 11-13.
- [10] 张治安, 徐惠凤, 丁秀英, 等. 高粱核质杂种与双亲叶片比叶重的比较研究[J]. 吉林农业大学学报, 1998, 20(1): 24-26.
- [11] 陆雅芳. 大气污染梯度下树木附生苔鲜植物体内生理生化指标的变化[D]. 南京: 南京林业大学, 2005: 32-35.
- [12] 高金晖, 王冬梅, 赵亮, 等. 植物叶片滞尘规律研究——以北京为例[J]. 北京林业大学学报, 2007, 29(2): 94-99.
- [13] 姜红卫, 朱旭东, 孙志海. 苏州高速公路绿化滞尘效果初探[J]. 福建林业科技, 2003, 33(4): 95-99.
- [14] 黄慧娟. 保定常见绿化植物滞尘效应及尘污染对其光合特征的影响[D]. 保定: 河北农业大学, 2008: 26.
- [15] 邱媛, 管东生, 宋巍巍, 等. 惠州城市植被的滞尘效应[J]. 生态学报, 2008, 28(6): 2455-2462.
- [16] 程政红, 吴际友, 刘云国, 等. 岳阳市主要绿化树种滞尘效应研究[J]. 城市林业, 2004(2): 37-40.
- [17] 李宽, 孙婷, 刘鹏, 等. 铜对烟草光合特性的影响[J]. 广东农业科学, 2007(1): 15-17.
- [18] 彭丹, 陈进生, 任引. 厦门市行道树芒果和高山榕叶面生理化特性研究[J]. 福建林业科技, 2011, 38(2): 63-68.
- [19] 白岩, 张艳, 杨潮峰, 等. 白术比叶重与地下根茎干重变化规律及相关性研究[J]. 中药材, 2009, 32(7): 1013-1016.
- [20] 何春霞, 李吉跃, 张燕香, 等. 5种绿化树种叶片比叶重、光和色素含量和 $\delta^{13}C$ 的开度与方位差异[J]. 植物生态学报, 2010, 34(2): 134-143.
- [21] 杨志刚. 大气污染对香樟叶片几种生理生化指标的影响[J]. 常熟高专学报, 2003, 17(2): 73-75.

Research on Dust-retention Effect of *Ligustrum* × *vicaryi*

WANG Yuan-sen¹, QU Yi-tao², ZHANG Yu-yang¹, ZHOU Chun-ling¹

(1. College of Garden and Forest, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109; 2. Agriculture and Forestry Bureau of Laoshan District, Qingdao, Shandong 266061)

Abstract: Taking *Ligustrum* × *vicaryi* as experimental material, the effect of different environmental conditions on the dust catching quantity difference and disgraceful after physiological response were studied. The results showed that *Ligustrum* × *vicaryi* in selected locations of the average unit area dust catching quantity ordered Construction areas > Commercial area > Industrial areas > Campus area. On the surface of dust particle size analysis showed that foliar dust retention of particles in most was TSP, while PM₁₀ and PM_{2.5} had a certain amount of absorption. As the blade disgraceful time prolonging, the relative water content appears first decreased then increased, LMA of dynamic change trend, the proline content tended to increase.

Key words: *Ligustrum vicaryi*; dust-retention; particle size analysis; physiological response