

七种园林树木滞尘量对脯氨酸含量的影响

丁艳丽, 张雷, 付涌玉

(北京联合大学 特殊教育学院, 北京 100075)

摘要:以龙爪槐(*Sophora japonica* var. *pendula*)、金银花(*Lonicera japonica*)、洋白蜡(*Fraxinus chinensis*)、枫杨(*Pterocarya stenoptera*)、二乔玉兰(*Magnolia* × *Soulangeana*)、桑树(*Morus alba*)和银杏(*Ginkgo biloba*)为研究对象,采用洗脱法对7种园林树木单位面积的叶片吸附总颗粒物和PM_{2.5}能力进行了测定,并测定了7种树木叶片滞尘前后叶片脯氨酸含量的变化,以研究不同种树木叶片滞尘效应,以及叶片滞尘后对植物生理活动的影响。结果表明:不同树种单位面积的滞尘量不同,银杏滞尘量较高,为0.034 mg·cm⁻²,桑滞尘量仅有0.010 mg·cm⁻²。叶片滞尘之后,银杏、枫杨、龙爪槐、桑、二乔玉兰叶片脯氨酸含量均有21.73%~338.25%不同程度的升高,脯氨酸增长量由大到小排列为银杏、枫杨、龙爪槐、桑、二乔玉兰;而金银花和洋白蜡叶片脯氨酸含量不升反降,洋白蜡降低了59.77%,金银花降低了66.14%。综上说明银杏滞尘(PM>2.5)能力最强,桑滞尘(PM>2.5)最弱。

关键词:滞尘能力;脯氨酸;逆境

中图分类号:S 727.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)20-0100-05

如何降低空气中可吸入颗粒物的浓度,改善人类生存环境,已经成为一项非常重要的研究课题。多位研究者对多种园林植物滞尘能力进行了测定^[1-6],研究发现在北京常用绿化植物,不同树种的滞尘能力不同。植物体内脯氨酸含量的积累变化,可作为植物对逆境胁迫反应敏感的胁迫指标值。研究表明绝大部分植物在污染加重情况下脯氨酸含量均表现出升高趋势^[7-10],但滞尘对园林树木脯氨酸含量的影响尚鲜见报道。该研究以二乔玉兰、桑、枫杨、金银花、龙爪槐等7种园林树木为研究对象,测定了树木的滞尘能力及滞尘前后叶片脯氨酸含量的变化,以探讨叶面滞尘与叶片内脯氨酸含量变化之间的关系,为进一步探究滞尘对植物生理活动的影响提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

植物样品采集点为北京联合大学特殊教育学院校园内。主要以北方常见的阔叶树种为主,包括龙爪槐(*Sophora japonica* var. *pendula*)、金银花(*Lonicera japonica*)、洋白蜡(*Fraxinus chinensis*)、枫杨(*Pterocarya stenoptera*)、二乔玉兰(*Magnolia* × *Soulangeana*)、桑树(*Morus alba*)和银杏(*Ginkgo biloba*)等7种树木。除金银花外,其它树种叶片采集高度为1.6 m左右,在树冠东、南、西、北方向采集叶片^[11]。金银花是小灌木状,叶片采集高度为1 m左右,在植物体的顶层周围均匀采集叶片。

1.2 试验方法

植物样品第1次采集时间在2016年7月1日12:30—13:00,为最近降雨后的第1天;第2次采集时间在2016年7月7日12:30—13:00,

第一作者简介:丁艳丽(1976-),女,硕士,讲师,研究方向为园林植物。E-mail:dyl9588@sina.com.

收稿日期:2017-04-05

在最近降雨后的第 7 天。所有样品采集均在 1 d 内完成。根据各树种叶片大小,分别采集足量(叶面积)的叶片,将同种植物的叶片分成数量相同的 3 组,每组叶片因大小不同,数量在 30~50 片,分别装入自封袋中,放入 4 ℃冰箱冷藏备用^[12]。

1.3 项目测定

叶片滞尘量的测定:采用洗脱法^[14]测定各树木单位叶面积吸附 PM_{2.5} 等颗粒物的量,每种植物测定 3 组重复样本。将每种树木的叶片用蒸馏水浸泡 2 h,用软毛刷清洗叶片的粉尘,将叶片用蒸馏水冲洗后夹出晾干。将所得的浸洗液用已经称重的 PM_{2.5} 孔径滤膜(W_1)过滤,过滤后的溶液用已经称重的三角瓶(W_2)盛放。过滤后的滤膜和过滤液放入 60 ℃下烘干 24 h,烘干后用 1/1 000 电子天平分别称重(滤膜质量 W_3 , 过滤液质量 W_4)。滞尘量计算公式:PM>2.5 的质量 = $W_3 - W_1$, PM≤2.5 的质量 = $W_4 - W_2$ 。

试验中夹出晾干的叶片用叶面积仪扫描获得每种树木试验用叶片的总面积(S),单位面积吸

附的颗粒物量(W_1)计算公式: $W_1 = W/S$,式中, W 为前面试验测得的颗粒物质量, S 为叶片总面积。采用水合茚三酮法测定滞尘前后叶片脯氨酸的含量。

1.4 数据分析

采用 Excel 2003 软件对试验数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同树种叶片滞尘量的差异

对比树木滞尘 PM>2.5 的能力,龙爪槐、金银花、二乔玉兰、银杏与桑差异显著,其它无明显差异(表 1);对比树木滞尘 PM≤2.5 的能力,各种间均无明显差异(表 2);对比树木滞尘总颗粒物的能力,洋白蜡和银杏、二乔玉兰差异明显,其它各树种差异不明显(表 3)。可见不同树种滞尘量的差异主要体现在对 PM>2.5 的颗粒物的阻滞能力。

表 1 不同树木叶片面积及滞尘 PM>2.5 总量

Table 1 Leaf area of different trees and the amount dust retention(PM>2.5)

树种 Species	试验用叶面积			测定叶片滞尘量			单位叶面积滞尘量			单位叶面积滞尘量平均值
	Leaf area in experiment			Amount dust retention			Amount dust retention per			Average of amount
	/cm ²			/mg			unit leaf area/(mg • cm ⁻²)			dust retention per unit
	重复 1	重复 2	重复 3	重复 1	重复 2	重复 3	重复 1	重复 2	重复 3	leaf area/(mg • cm ⁻²)
龙爪槐 <i>Sophora japonica</i> var. <i>pendula</i>	301.396	484.460	401.132	7.6	16.5	8.8	0.025	0.034	0.022	0.027±0.006a
金银花 <i>Lonicera japonica</i>	254.764	264.798	222.134	5.4	4.8	4.2	0.021	0.018	0.019	0.019±0.002b
洋白蜡 <i>Fraxinus chinensis</i>	387.336	581.542	431.618	9.6	21.3	6.7	0.025	0.037	0.016	0.026±0.011a
枫杨 <i>Pterocarya stenoptera</i>	314.296	692.612	436.448	15.1	3.1	8.9	0.048	0.004	0.020	0.024±0.022a
桑 <i>Morus alba</i>	1 146.712	590.646	875.770	5.4	8.3	10.3	0.005	0.014	0.012	0.010±0.004bc
二乔玉兰 <i>Magnolia</i> × <i>Soulangeana</i>	397.632	364.124	414.950	1.8	16.5	20.7	0.005	0.045	0.050	0.033±0.025ab
银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	393.020	463.548	330.300	18.2	12.5	9.9	0.046	0.027	0.030	0.034±0.010a

注:同列不同字母代表差异显著性($P<0.05$)。下同。

Note: Different letters represent significant difference in the same column($P<0.05$). The same below.

表 2 不同树木叶面积及滞尘 PM≤2.5 总量

Table 2 Leaf area of different trees and the amount dust retention(PM≤2.5)

树种 Species	试验用叶面积			测定叶片滞尘量			单位叶面积滞尘量			单位叶面积滞尘量平均值
	Leaf area in experiment			Amount dust retention			Amount dust retention per			Average of amount
	/cm ²			/mg			unit leaf area/(mg · cm ⁻²)			dust retention per unit
	重复 1	重复 2	重复 3	重复 1	重复 2	重复 3	重复 1	重复 2	重复 3	leaf area/(mg · cm ⁻²)
龙爪槐 <i>Sophora japonica</i> var. <i>pendula</i>	301.396	484.460	401.132	31	88.5	14.9	0.103	0.183	0.037	0.108±0.073a
金银花 <i>Lonicera japonica</i>	254.764	264.798	222.134	42	30.1	9.5	0.165	0.114	0.043	0.107±0.061a
洋白蜡 <i>Fraxinus chinensis</i>	387.336	581.542	431.618	42	29.0	16.4	0.108	0.050	0.038	0.065±0.377a
枫杨 <i>Pterocarya stenoptera</i>	314.296	692.612	436.448	50	85.2	22.1	0.159	0.123	0.051	0.111±0.056a
桑 <i>Morus alba</i>	1 146.712	590.646	875.770	99	260.0	32.0	0.086	0.440	0.037	0.188±0.220a
二乔玉兰 <i>Magnolia</i> × <i>Soulangeana</i>	397.632	364.124	414.950	76	55.9	38.2	0.191	0.154	0.092	0.146±0.050a
银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	393.020	463.548	330.300	60	50.7	53.2	0.153	0.109	0.161	0.141±0.028a

表 3
Table 3 不同树木总叶面积及滞尘 PM 总量
Leaf area of different trees and the total amount dust retention

树种 Species	单位叶面积滞尘 PM>2.5 总量 Amount dust retention per unit leaf area/(mg·cm ⁻²)	单位叶面积滞尘 PM≤2.5 总量 Amount dust retention per unit leaf area/(mg·cm ⁻²)	单位叶面积滞尘总量平均值 Total amount dust retention per unit leaf area/(mg·cm ⁻²)
龙爪槐 <i>Sophora japonica</i> var. <i>pendula</i>	0.027	0.108	0.135±0.073
金银花 <i>Lonicera japonica</i>	0.019	0.107	0.126±0.107
洋白蜡 <i>Fraxinus chinensis</i>	0.026	0.065	0.091±0.077
枫杨 <i>Pterocarya stenoptera</i>	0.024	0.111	0.135±0.119
桑 <i>Morus alba</i>	0.010	0.188	0.198±0.052
二乔玉兰 <i>Magnolia</i> × <i>Soulangeana</i>	0.033	0.146	0.179±0.113
银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	0.034	0.141	0.175±0.115

2.2 叶片滞尘前后脯氨酸含量的变化

由表 4 可知,每种树种叶片在滞尘前后脯氨酸含量变化差异显著。金银花、洋白蜡、二乔玉兰、龙爪槐、桑之间叶片滞尘前后脯氨酸的增长率均差异显著,银杏和枫杨增长最高,但二者间差异不显著。

在测定的树种中,叶片滞尘前后脯氨酸增长量超过 100% 的有银杏和枫杨,银杏增长了 338.25%,枫杨增长了 116.12%;二乔玉兰和龙爪槐增长率分别为 21.73%和 57.25%;金银花和洋白蜡叶片滞尘前后脯氨酸出现了负增长,分别为-66.14%和-59.77%。

表 4
Table 4 不同树木叶片滞尘前后脯氨酸增长量
The increase of proline content before and after dust retention in different trees

树种 Species	脯氨酸含量 Proline content/(μg · g ⁻¹)									增长量平均值	增长率
	Ⅰ			Ⅱ			Ⅲ			Average of the growth	Growth rate/%
	无尘	有尘	增长量	无尘	有尘	增长量	无尘	有尘	增长量	/(μg · g ⁻¹)	
龙爪槐 <i>Sophora japonica</i> var. <i>pendula</i>	1.61	2.53	0.92	1.53	2.52	0.99	1.68	2.53	0.85	0.92±0.07b	57.25
金银花 <i>Lonicera japonica</i>	2.88	0.98	-1.90	2.85	0.99	-1.86	2.98	0.98	-2.00	-1.92±0.07c	-66.14
洋白蜡 <i>Fraxinus chinensis</i>	6.75	2.69	-4.06	6.83	2.72	-4.11	6.65	2.73	-3.92	-4.03±0.10d	-59.77
枫杨 <i>Pterocarya stenoptera</i>	1.78	3.89	2.11	1.78	3.87	2.09	1.83	3.89	2.06	2.09±0.03a	116.12
桑 <i>Morus alba</i>	3.06	4.54	1.48	2.98	4.56	1.58	3.12	4.55	1.43	1.50±0.08e	49.02
二乔玉兰 <i>Magnolia</i> × <i>Soulangeana</i>	1.34	1.62	0.28	1.33	1.66	0.33	1.38	1.65	0.27	0.29±0.03f	21.73
银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	0.81	3.07	2.26	0.80	3.94	3.14	0.83	3.68	2.85	2.75±0.45a	338.25

2.3 不同树种叶片滞尘量与脯氨酸含量变化的关系

根据不同树种叶面滞尘量和脯氨酸增长率,得出滞尘量(PM>2.5)与脯氨酸增长率之间的相关系数, $R^2=0.439\ 2$;滞尘量(PM≤2.5)与脯氨酸增长率之间的相关系数, $R^2=0.243\ 5$;总颗粒物量与脯氨酸增长率之间的相关系数, $R^2=0.305\ 5$ 。可见 PM>2.5 的颗粒物对叶片脯氨酸含量的变化影响较大。

根据不同树种叶面滞尘量和脯氨酸增长量,得出滞尘量(PM>2.5)与脯氨酸增长量之间的相关系数, $R^2=0.015\ 5$;滞尘量(PM≤2.5)与脯

氨酸增长量之间的相关系数, $R^2=0.452\ 9$;总颗粒物量与脯氨酸增长量之间的相关系数, $R^2=0.531\ 9$ 。可见,PM≤2.5 颗粒物和总颗粒物量是脯氨酸含量增加的主要原因。

3 讨论

刘旻霞等^[13]研究表明 6 种植物叶片内脯氨酸含量随阴坡、半阴半阳坡、阳坡环境变化都有不同程度的增加,植物品种不同,增加幅度有差异。罗音等^[14]研究发现在严重干旱胁迫下脯氨酸含量及其变化率均急剧增加;赵志红等^[15]研究了月季切花采后水分胁迫耐性与脯氨酸积累的关联

性,结果表明随着水分胁迫的加强,脯氨酸的积累显著增加;汤华等^[16]发现脯氨酸含量随盐胁迫浓度升高而升高;高灿红等^[17]的研究表明低温处理期间,2个自交系根部脯氨酸含量均显著高于对照。以上研究结果表明在逆境胁迫下植物体内脯氨酸含量最初都呈现出不同程度的增加,而且增加量越大,说明植物对逆境胁迫的反应能力越强。该试验与上述试验结果一致,在滞尘之后,银杏、枫杨、龙爪槐、桑、二乔玉兰叶内脯氨酸含量都有不同程度的增加。在该试验中,金银花和洋白蜡滞尘后叶片脯氨酸含量出现了负增长,而它们的叶片滞尘量不足够多。金银花生于山谷、溪边阴湿处,喜阳(光)也耐阴^[18-19],叶面滞尘对于金银花来讲,或许不是逆境,所以脯氨酸含量不升反降。洋白蜡也具有一定的耐阴能力,滞尘后脯氨酸含量与金银花一样,也是不升反降。脯氨酸含量的负增长,说明耐阴植物具有较强的抗尘能力。

参考文献

- [1] 王蕾,高尚玉,刘连友,等.北京市 11 种园林植物滞留大气颗粒物能力研究[J].应用生态学报,2006,17(4):597-601.
- [2] 么旭阳,胡耀升,刘艳红.北京市 8 种常见绿化树种滞尘效应[J].西北林学院学报,2014,29(3):92-95.
- [3] 范舒欣,宴海,齐石若月,等.北京市 26 种落叶阔叶绿化树种的滞尘能力[J].植物生态学报,2015,3(97):736-745.
- [4] 谢滨泽,王会霞,杨佳,等.北京常见阔叶绿化植物滞留 PM_{2.5} 能力与叶面微结构的关系[J].西北植物学报,2014,34(12):2432-2438.
- [5] 李新宇,赵松婷,李延明.北方常用园林植物滞留颗粒物能力评价[J].中国园林,2015,(3):72-75.
- [6] 梁丹,王彬,王云琦,等.北京市典型绿化灌木阻滞吸附 PM_{2.5} 能力研究[J].环境科学,2014,35(9):3605-3611.
- [7] 李海亮,赵庆芳,王秀春,等.兰州市大气污染对绿化植物生理特性的影响[J].西北师范大学学报,2005,41(1):55-60.
- [8] 梁淑英,胡海波,夏尚光.大气污染对 3 种行道树光合与生理生化的影响[J].林业科技开发,2008,22(3):29-32.
- [9] 庞发虎,杨建伟,王正德,等.南阳市环境污染对植物生理特征的影响[J].河南农业科学,2012,41(10):79-82.
- [10] 李巧云,关振寰,殷芙蓉,等.浮沉对冬小麦叶片光合作用及细胞膜透性的影响[J].生态环境学报,2012,20(8):1387-1391.
- [11] 郭鑫,张秋亮,唐力,等.呼和浩特市几种常绿树种滞尘能力的研究[J].中国农学通报,2009,25(17):62-65.
- [12] 柴一新,祝宁,韩焕金.城市绿化树种的滞尘效应[J].应用生态学报,2002,13(9):1121-1126.
- [13] 刘旻霞,马建祖.6 种植物在逆境胁迫下脯氨酸的累积特点研究[J].草业科学,2010,27(4):134-138.
- [14] 罗音,孙明高.干旱胁迫对 5 种叶片中脯氨酸含量的影响[J].山东林业科技,1999(4):1-4.
- [15] 赵志红,吴红芝.月季切花水分胁迫耐性差异与脯氨酸的关联性[J].林业科学,2010,46(2):74-79.
- [16] 汤华,柳晓磊.盐胁迫下玉米苗期农艺性状和脯氨酸含量变化的研究[J].植物生理科学,2007,23(3):244-249.
- [17] 高灿红,胡晋,郑响晔,等.玉米幼苗抗氧化酶活性、脯氨酸含量变化及与其耐寒性的关系[J].应用生态学报,2006,17(6):1045-1050.
- [18] 陈有民.园林树木学[M].北京:中国林业出版社,1990.
- [19] 陈俊愉,程绪珂.中国花经[M].上海:上海文化出版社,1990.

Effects of Dust Retention Amount on Proline Content in Seven Garden Trees

DING Yanli, ZHANG Lei, FU Yongyu

(Special Education College, Beijing Union University, Beijing 100075)

Abstract: Taking the leaves of *Sophora japonica* var. *pendula*, *Lonicera japonica*, *Fraxinus chinensis*, *Pterocarya stenoptera*, *Magnolia* × *Soulangeana*, *Morus alba*, *Ginkgo biloba* as test materials, the effect of the dusty leaves' physiological activities was studied, the captured amount of TSP and PM_{2.5} per unit leaf area for seven trees were measured by water washing method. In the same time, the proline content change was measured between seven kinds of trees before and after the dust retention. The results showed that the dust retention amount per unit leaf area of different tree species was different, such as *Ginkgo biloba*, the higher amount dust retention per unit area of the trees' leaves was 0.034 mg · cm⁻², such as *Morus alba*, the lower amount dust retention per unit area of the trees' leaves was only 0.010 mg · cm⁻². Among *Ginkgo biloba*, *Pterocarya stenoptera*, *Sophora japonica*

doi:10.11937/bfyy.20170643

不同基质配比对黑果腺肋花楸容器苗生长及叶片生理特性的影响

张衡锋^{1,2}, 韦庆翠¹, 汤庚国^{2,3}, 孙燕³

(1. 江苏农牧科技职业学院 园林园艺系, 江苏 泰州 225300; 2. 南京林业大学 生物与环境学院, 江苏 南京 210037; 3. 江苏中药科技园, 江苏 泰州 225528)

摘要:以泥炭、珍珠岩、蛭石、沤制锯末和腐熟松树皮为试材,配置成18种黑果腺肋花楸容器苗栽培基质,研究了不同基质比对黑果腺肋花楸容器苗生长及叶片生理特性的影响,以期筛选出最适宜培育黑果腺肋花楸容器苗的基质,为完善黑果腺肋花楸容器育苗技术和提高苗木质量提供参考依据。结果表明:泥炭50%+蛭石30%+松树皮20%配方基质培育的黑果腺肋花楸容器苗的地径、株高、地上部鲜质量和干质量、根系鲜质量和干质量、叶绿素含量、可溶性糖含量和可溶性蛋白质含量均显著高于对照,而且该基质容重小,保水性和持水性俱佳,最适宜作为黑果腺肋花楸容器育苗基质进行推广应用。

关键词:黑果腺肋花楸;基质;容器苗;生长;生理特性

中图分类号:S 723.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)20-0104-06

黑果腺肋花楸(*Aronia melanocarpa* Elliot)属蔷薇科腺肋花楸属落叶灌木,原产于美国东北部,其花束密集,艳丽芳香,花期较长,秋色叶强烈,素有“秋天魔术”之称^[1],浆果富含黄酮、花青素和多酚等物质,其提取物对治疗心脏病、高血压等心脑血管疾病有特殊疗效^[2],在匈牙利、波兰、

乌克兰等国大规模栽植且加工产业成熟。我国引种黑果腺肋花楸近20年,在黑龙江、吉林、辽宁、山西、河北、山东和江苏等12个省市均有栽培,栽培面积约133.3~166.7 hm²^[3],是我国近期重点推广发展的珍贵树种之一。目前,生产上多采用大田或传统基质培育2~3年生苗造林,普遍存在苗木质量差、造林成活率低和苗木生长缓慢等问题。因此,筛选适宜培育黑果腺肋花楸容器苗的轻质基质,对培育高品质容器苗和高效发展黑果腺肋花楸产业具有重要意义。

容器苗与普通裸根苗相比,具有育苗周期短、苗木出圃率高、苗木规格和质量容易控制、造林成

第一作者简介:张衡锋(1980-),男,博士,讲师,研究方向为药用植物栽培和生理特性。E-mail: 584189434@qq.com

基金项目:江苏省林业三新工程资助项目(LYSX[2016]31);泰州市科技支撑计划(农业)资助项目(TN201515)。

收稿日期:2017-04-06

var. *pendula*, *Morus alba*, *Magnolia* × *Soulangeana*, the proline content in leaves was different degree in increase with the variation ranges of 21.73%—338.25%. The growth of proline had ranged from large to small, *Ginkgo biloba*, *Pterocarya stenoptera*, *Sophora japonica* var. *pendula*, *Morus alba*, *Magnolia* × *Soulangeana*; but *Fraxinus chinensis* and *Lonicera japonica*, the proline content in leaves declined, the content of reduction was 59.77%, 66.14%. So *Ginkgo biloba* was the highest ability of dust retention (PM_{2.5}). *Morus alba* was the weakest ability of dust retention (PM_{2.5}).

Keywords: dust retention ability; proline; adversity