

# 安顺市区典型绿化植物滞尘能力与杀菌作用研究

张来<sup>1,2</sup>, 张显强<sup>2</sup>

1. 安顺学院化学与生物农学系, 贵州安顺 561000
2. 西南大学生命科学学院三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400715

**摘要** 园林绿化作为城市生态系统的子系统,在美化城市环境、保持城市生态平衡、维持城市可持续发展方面起着积极的作用。本文在对安顺城区绿化植物进行调查的基础上对典型植物的叶面积、滞尘能力和杀菌能力的研究表明:区内绿化植物种类较少,结构单一,树种均匀度低。叶面积指数以乔木树种最大,攀援植物次之,花卉和草本植物第3,灌木最小。不同绿化植物滞尘能力随时间而逐渐增加,杜鹃的滞尘能力最强,滞尘四周后达 $6.6298\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{周})$ ,比第一周结束时的 $3.3376\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{周})$ 增大近2倍;其次为马尾松,达 $5.7413\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{周})$ ;攀援植物滞尘能力最小。空旷区域的含菌量明显高于有植物的区域,香樟等11种植物杀菌效果极强,杀菌率达40%以上。

**关键词** 安顺城区;绿化植物;滞尘;杀菌

中图分类号 S688

文献标识码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2011.31.007

## Sluggishing Dust and Disinfection of Typical Green Plants in Anshun City Proper

ZHANG Lai<sup>1,2</sup>, ZHANG Xianqiang<sup>2</sup>

1. Department of Chemistry and Bio-agronomy, Anshun University, Anshun 561000, Guizhou Province, China
2. Key Laboratory of Eco-environments in Three Gorges Reservoir Region(MOE), School of Life Science, Southwest University, Chongqing 400715, China

**Abstract** The garden greening as a subsystem of the urban ecosystems beautifies the urban environment; it plays an active role for maintaining urban ecological balance and sustainable development. On the basis of surveying the green plants in Anshun city proper, the capability of sluggishing dust and disinfection involving typical plants is studied, and results show that the plant species is few, structure is unitary, species evenness is low; in terms of the index of leaf area, the order is the arbors, climbing plants, flowers and herbs, and shrubs one by one. With the time increasing, the capability of sluggishing dust is increasing for different green plants. Among them, the strongest is *Rhododendron simsii* that the capability of sluggishing dust reaches  $6.6298\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{week})$  four weeks late, compared with  $3.3376\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{week})$  in the end of the first week, it increases nearly two-fold; the second place belongs to *Pinus massoniana*, it is up to  $5.7413\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{week})$ ; the last place belongs to climbing plants. For the open area, the bacterial number is significantly more than that for the plant areas, 11 species of them including *Cinnamomum camphora* have strong bactericidal effects, their sterilization rates are above 40%.

**Keywords** Anshun city proper; greening plants; sluggishing dust; disinfection

### 0 引言

城市化是人类社会经济发展的必然趋势,是人类走向文明的重要标志<sup>[1]</sup>。但这种进步始于对自然资源的掠夺性和破坏性开发<sup>[2]</sup>。随着城市化的发展,城市人口膨胀、空气污染、水

域污染、噪音污染、温室效应等一系列环境问题,已给人们带来了生存危机,也对城市本身的生存与发展提出了严峻的挑战<sup>[3]</sup>。因此,利用植物来改善城市环境引起了人们的高度重视。城市植物景观所构成的美化的城市环境和休憩空间,其

收稿日期:2011-09-14;修回日期:2011-10-27

基金项目:三峡库区生态环境与生物资源省部共建国家重点实验室开放基金项目(SKL-1010-03);2011年安顺市科技人才专项

作者简介:张来,副教授,研究方向为资源植物,电子信箱:zhanglai197725@126.com

提高居民生活质量的生态效益日益被人们所重视<sup>[4-5]</sup>。城市绿化植物不仅能改变城市面貌,而且能改善人民生活质量,综合体现了生态效益、社会效益、经济效益的有机统一,是城市植被以外的其他生态因子所不能提供的,具有不可替代性<sup>[6-7]</sup>。但现在对城市绿化植物的研究主要集中在宏观领域,着眼于绿地的数量指标、绿地的布局、景观效果等数量和形式指标等方面<sup>[8-9]</sup>,而对于城市绿化植物的个体与群体的生理、生态机制及其与环境因子间关系等领域的研究却不多,对绿地建设实践缺乏应有的实质性的指导意义。因此,定量评价城市绿化植物的生态功能,是探讨城市绿化植物生态效益的重要基础<sup>[10-11]</sup>。现阶段城市绿化植物研究最多的还是绿地在改善城市环境质量方面起到的作用<sup>[20-21]</sup>,而较少涉及城市绿地的各种植物的环境生态效益,特别是碳氧平衡能力、滞尘能力、增湿降温能力、杀菌能力等方面。

贵州安顺属喀斯特高原城市,城区土壤贫瘠而偏碱性,这一土壤基质造就了早生、石生和喜钙岩溶植被<sup>[16]</sup>。随着安顺优秀旅游城市的建设和大黄果树旅游圈的形成,安顺城市环境质量也引起了人们的高度关注。因此,在对贵州安顺城区绿化植物调查的基础上,选择区内生长较好的典型绿化植物为研究对象,研究其滞尘和杀菌的生态效应,评价其在城市环境条件下的生态功能,以期对喀斯特高原生态城市建设、人居环境改善、城市生态可持续发展提供基础的参考资料和有价值的建议。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

根据安顺市区的地理气候特点,全面调查安顺市区和近郊 120 余种绿化植物种类和生长状况。在此基础上,选取城区 4 种乔木(香樟、荷花玉兰、马尾松、柏木),4 种灌木(小叶女贞、杜鹃、大叶黄杨、海桐),4 种花卉草本(三叶草、高羊茅、一串红、万寿菊)和 4 种攀援植物(爬山虎、金银花、紫藤、常春藤)为研究对象。按树龄和分布特征,每种植物取 5 株进行叶面积指数、滞尘能力和杀菌能力测定,其结果取平均值计算。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 叶面积指数的测定

本试验采用剪纸称重法测定叶面积<sup>[22]</sup>。即用标准方格纸将每片叶画在方格纸上并剪下纸模,称其重量,然后按重量与面积成正比的关系可得:叶面积=整纸面积×剪下纸片重÷整纸重。乔木、灌木和攀援植物全树叶量均采用标准枝法估测,即测定一组叶片的叶面积,经 60℃干燥箱烘干 48h,测定干重和平均单位叶片的叶面积,再估测整株树的总叶面积并测定植物的冠幅;花卉草本植物进行实际计数和测量。总叶面积与冠幅之比,即得叶面积指数(LAI)

$$LAI = \frac{\text{总叶面积}}{\text{土地面积}}$$

#### 1.2.2 植物滞尘能力的测定

植物滞尘能力是指单位叶面积单位时间内滞留的粉尘

量,一般认为 15mm 以上的雨量就会冲掉植物叶片上的降尘。2010 年 7 月 9 日和 10 日,安顺市区连续降雨,雨量较大,平均为 27mm。叶片上灰尘已基本被雨水冲洗干净,可假定此时叶片灰尘积累量为零,本试验从 7 月 11 日开始逐周测定叶片滞尘量。具体做法是在植株不同部位随机摘取 10 枚叶片,在尽量不抖动的情况下密封带回实验室,先用 Sartorius 电子天平(精度 0.0001g)称量一片叶重量,然后用蒸馏水浸泡 2h,充分浸洗叶片上的附着物。2h 后将叶片用镊子夹出,晾干。用已烘干的经电子天平称重( $W_1$ )的滤纸过滤冲洗液。将滤纸置于 120℃烘箱 12h,烘干后进行称重( $W_2$ )。两次重量之差,即为采集样品上附着的灰尘重量。

### 1.2.3 绿化植物杀菌功能的测定

用室外自然沉降法测定植物杀菌作用<sup>[16]</sup>。测定时间为 2010 年 8 月 6 日、13 日和 19 日的上午 9—11 点,天气晴朗,无风,气温分别为 23、25、29℃。选择晴朗无风的上午,以保证把天气情况的影响降到最小,且上午 9—11 点植物的光合蒸腾作用等生理活动正处于高峰期,分泌的杀菌物质亦达到高峰。在每个供试植物周围离地面 1.2m,水平距离 30cm 处,放 3 个直径 12cm 的盛有牛肉膏-蛋白胨细菌培养基的培养皿,开盖暴露 5min,封盖后置入恒温培养箱,28℃培养 48h,计算菌落数。以无绿化空地作为对照。

$$\text{杀菌效果} = \frac{\text{对照菌落数} - \text{处理菌落数}}{\text{对照菌落数}} \times 100\%$$

## 2 结果与分析

### 2.1 安顺城区主干道常见绿化植物种类

对安顺城区 14 条主要干道调查发现,乔木、灌木、攀援植物、花卉及草本植物等绿化植物共 120 余种。表 1 是调查中常见的街道绿化植物,可以看出安顺城区行道树主要为香樟、法国梧桐、马尾松和荷花玉兰等少数几个树种。裸子植物中以马尾松、柏木和银杏最多。香樟、法国梧桐数量占总数的 57.01%,其他树种较少,结构较为单一,树种均匀度很低。灌木以小叶女贞和杜鹃最多,约占绿化植物的 20%左右,数量远不及乔木,种类和个体数量均较少。花卉与草本地被物的种类较少,只见于节日期间盆栽摆设或一些较为宽敞的公园,种类有限,季节性较强。安顺城区主干道上绿化植物的布局结构简单,乔、灌、花卉草本植物三层相结合的立体结构绿化种植较少。

### 2.2 绿化植物叶面积指数

表 2 看出,叶面积指数在乔木树种中以法国梧桐最大,为 6.89,其次为香樟 6.12。灌木可以分成两类,一类与树木差不多,叶面积指数大于 3,如小叶女贞、杜鹃和大叶黄杨。另一类小于 3,如海桐 2.81。从单株总叶面积来看,乔木总是较大的,法国梧桐的总叶面积最大,香樟次之。灌木杜鹃虽然叶面积指数为 4.29,达到甚至超过一些乔木树种的叶面积指数,但其单株叶面积仅为 4.27m<sup>2</sup>,远比乔木树种小得多。花卉和一些绿化草坪,虽然叶面积指数不小,但由于总叶面积较小,生

表 1 安顺城区主干道常见绿化植物名录  
Table 1 Lists of the green plants on the trunk of Anshun city proper

类型	植物名称	数量 /株	分布 类型
乔木	香樟 <i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl.	5872	+++
	荷花玉兰 <i>Magnolia grandiflora</i> L.	818	++
	法国梧桐 <i>Platanus acerifolia</i> (Ait.) Willd.	3652	+++
	马尾松 <i>Pinus massoniana</i> Lamb.	1569	+++
	柏木 <i>Cupressus funebris</i> Endl.	23	+
	加杨 <i>Populus Canadensis</i> Moench.	630	++
	槐树 <i>Sophora japonica</i> L.	295	+
	银杏 <i>Ginkgo biloba</i> L.	128	+
	构树 <i>Broussonetia papyrifera</i> (Linn.) Vent	5	+
	桂花 <i>Excoecaia cochinchinensis</i> Lour.Var. Viridis (Pax et Hoffm) Merr.	647	++
	云南樱花 <i>Prunus cerasoides</i> (D.Don) Sok.	328	++
	榕树 <i>Ficus microcarpa</i> L.	125	+++
灌木	小叶女贞 <i>Ligustrum quiuoni</i> Carr.	1825	+++
	杜鹃 <i>Rhododendron simsii</i> L.	1166	+++
	大叶黄杨 <i>Euonymus japonicus</i> Thunb.	246	+
	海桐 <i>Erythrina variegata varorientalis</i> L.	240	+
	红叶李 <i>Prunus cerasifera</i> f.at-ropurpurea	415	+
	八角莲 <i>Dysosma pleiantha</i> L.	217	++
十大功劳 <i>Mahonia bealei</i> (Fort.)Carr.	128	+++	
花卉	高羊茅 <i>Festuca arundnacea</i> L.	28	+
	一串红 <i>Salvia splendens</i> Ker. -Gawl.	8432	++
	万寿菊 <i>Tagetes erecta</i> L.	5680	++
	三叶草 <i>Trifolium pretens</i> L.c.v.Haifa	137	+
草本	绣球花 <i>Lydlangea macrophylla</i> L.	1218	+++
	虎耳草 <i>Saxifraga stolonifera</i> Curt.	1349	++
	爬山虎 <i>Parthenocissus treuspadata</i> L.	28	+
	紫藤 <i>Wisteria floribounda</i> (Sims) Sweet.	315	++
攀援植物	金银花 <i>Lonicera masckii</i> (Pupr.) Maxim.	10	+
	常春藤 <i>Hedara nepalensis</i> var.sinensis	342	++
	三叶木通 <i>Akebia trifoliata</i> (thunb.) koidz.	480	+++
	蔷薇 <i>Rosa multiflora</i> L.	1255	++
香豌豆 <i>Lathyrus odoratus</i> L.	166	++	

注: +++表示所调查的地点均有分布; ++表示 60%以上调查地点有分布; +表示分布率低于 50%。

Notes: +++ represents 100% distribution; ++ represents distribution > 60%; + represents distribution <50%.

态功能要远小于乔木。4种攀援植物的叶面积指数较大,如爬山虎的叶面积指数为 5.10,常春藤为 4.68,可与乔木相媲美,但单株植物叶面积最小。值得一提的是,爬山虎可以在乔木、灌木、花卉草本植物达不到的空间进行绿化,尤其在高楼林立的墙壁上更能显示出其广阔的应用前景,是城市中垂直绿化的优良植物材料。

### 2.3 绿化植物滞尘能力

图 1 显示,不同绿化植物滞尘量随着时间的积累而逐渐增加。4 周后,乔木以马尾松的滞尘能力最强,滞尘量达

5.7413g·m<sup>-2</sup>/周,比第 1 周滞尘量 5.0606g·m<sup>-2</sup>/周增加近 0.6g; 法国梧桐和香樟次之,为 2.8448g·m<sup>-2</sup>/周和 2.4435g·m<sup>-2</sup>/周;荷

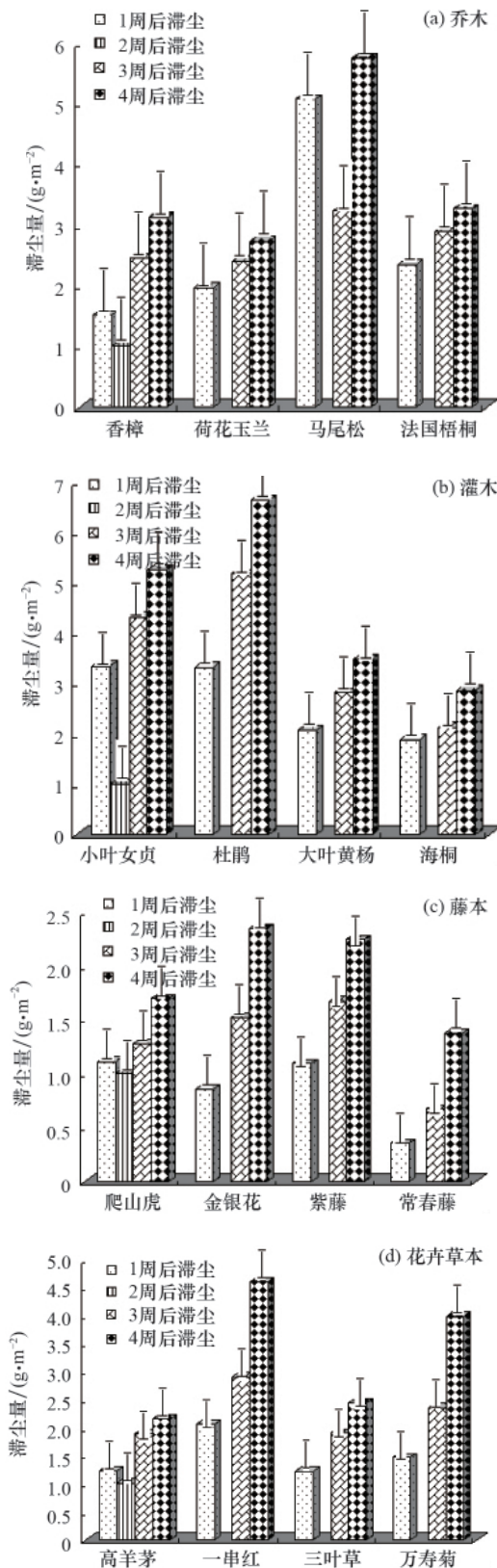


图 1 不同类型绿化植物八月份的滞尘能力  
Fig. 1 Capability of slugging dust for the different green plants in August

花玉兰最小。灌木植物中以杜鹃的滞尘能力最强,为  $6.6298\text{g}\cdot\text{m}^{-2}/\text{周}$ ,比第一周结束时的  $3.3376\text{g}\cdot\text{m}^{-2}/\text{周}$ 增加近 2 倍;小叶女贞其次,为  $5.2435\text{g}\cdot\text{m}^{-2}/\text{周}$ ;海桐最小,为  $2.8453\text{g}\cdot\text{m}^{-2}/\text{周}$ 。花卉草本植物滞尘能力以一串红的最大,第 4 周时滞尘量达  $4.5964\text{g}\cdot\text{m}^{-2}/\text{周}$ ;其次为万寿菊,第 4 周时为  $3.9763\text{g}\cdot\text{m}^{-2}/\text{周}$ ,而高羊茅最小,为  $2.1516\text{g}\cdot\text{m}^{-2}/\text{周}$ 。攀援植物滞尘能力比其他绿化植物小得多,一周后滞尘量基本上保持为  $1\text{g}\cdot\text{m}^{-2}/\text{周}$ 左右,4 周后的滞尘量也未超过  $3\text{g}\cdot\text{m}^{-2}/\text{周}$ 水平。上述分析可以得出结论,灌木杜鹃的滞尘能力最强,其次为乔木马尾松,其他植物也具有不同程度的滞尘能力。在一些特殊地带,如污染重的工厂和尘土飞扬的街道,应重点栽植这些滞尘能力较强树种。同时为了避免绿化树种的单一性,也应适当选择一些滞尘能力较弱的绿化植物。

### 2.4 绿化植物杀菌能力

谢慧玲等<sup>[2]</sup>的测定表明,超过 70%的植物的杀菌效果在

8 月份最高,因为这个时候植物生长旺盛,枝繁叶茂;每天 8 点和 10 点为植物光合蒸腾等生理活动最强和释放杀菌物质最多的时间点。为了把天气状况的影响降到最低,本实验选择天气晴朗的 8 月 6 日上午 10 点、13 日上午 8 点和 19 日 10 点进行杀菌实验。实验表明,不同绿化植物的杀菌效果不同。乔木杀菌能力的排列顺序为:香樟>法国梧桐>马尾松>荷花玉兰。其中香樟的杀菌能力最强,平均杀菌率为 62.9%;法国梧桐和马尾松的杀菌率均在 50%以上,而荷花玉兰最低,为 48.9%。4 种灌木以杜鹃的杀菌率最强,为 58.5%,大叶黄杨和海桐的杀菌率相差不大,均在 39%左右,而小叶女贞的杀菌率最低,仅为 36.7%。花卉草本植物有中以万寿菊的 54.4%最高,一串红的杀菌率也在 50%以上,三叶草和高羊茅的杀菌率也不低,均达到 43.5%以上。攀援植物的杀菌率差别较大,最高为爬山虎,达 43.7%;最低为常春藤,仅为 26.9%。

表 2 安顺城区典型绿化植物叶面积指数

Table 2 Leaf area index of typical green plants in Anshun city proper

类型	植物名称	冠面积/ $\text{m}^2$	单株总叶面积/ $\text{m}^2$	叶面积指数
乔木	香樟 <i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl.	22.12±0.728	123.16±0.588	6.12±0.082
	荷花玉兰 <i>Magnolia grandiflora</i> L.	17.85±0.793	58.67±0.612	3.65±0.285
	法国梧桐 <i>Platanus acerifolia</i> (Ait.) Willd	29.44±0.708	202.80±0.565	6.89±0.094
	马尾松 <i>Pinus massoniana</i> Lamb.	18.22±1.068	76.53±0.948	4.20±0.365
灌木	小叶女贞 <i>Ligustrum quiuoni</i> Carr.	3.65±0.463	9.08±0.409	3.69±0.309
	杜鹃 <i>Rhododendron simsii</i> L.	3.49±1.617	9.27±0.918	4.29±0.12
	大叶黄杨 <i>Euonymus japonicus</i> Thunb.	5.14±0.828	5.88±0.671	3.52±0.13
	海桐 <i>Erythrina variegata varorientalis</i> L.	6.16±0.814	6.95±0.711	2.81±0.052
花卉草本	高羊茅 <i>Festuca arundnacea</i> L.	2.52±0.625	8.82±0.547	3.51±0.801
	三叶草 <i>Trifolium pretens</i> L.cv.Haifa	3.12±0.902	7.66±0.715	2.46±0.049
	一串红 <i>Salvia splendens</i> Ker. -Gawl.	5.57±0.419	8.50±0.366	3.86±0.602
	万寿菊 <i>Tagetes erecta</i> L.	2.88±0.388	5.65±0.415	4.24±0.804
攀援植物	爬山虎 <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	0.25±0.854	1.25±0.611	5.10±0.96
	金银花 <i>Lonicera masckii</i> (Pupr.) Maxim.	0.72±0.667	1.58±0.498	2.20±0.651
	紫藤 <i>Wisteria floribounda</i> (Sims) Sweet.	2.13±0.515	7.33±0.501	3.44±0.408
	常春藤 <i>Hedera nepalensis</i> var. <i>sinensis</i>	0.68±0.521	3.18±0.467	4.68±0.088

### 3 讨论

城市绿化植物是改造城市自然环境,保护城市生态环境的主力。将乔木、灌木、攀援植物、花卉草本植物相结合,就能取得极为显著的环境保护效益<sup>[18]</sup>。高大乔木枝叶繁茂,占据上层的空间;灌木植株较为矮小,占据中下层空间;花卉草本植物占据地面空间;攀援植物占据垂直墙面空间。安顺城区绿化植物调查表明:区内植物种类单一、均匀度较低。其主要原因是:(1)苗木容易获得,因此集中栽植。例如香樟、法国梧桐;(2)常绿树种的可选择范围小,集中在樟树、女贞、柏木等;(3)居民偏爱某些树种,如荷花玉兰、樟树等;(4)经营者受传统理念的影响等。此外一个重要原因是历史问题,即不同年代行道树变化较大、具有时代特色。如 20 世纪 50—60

年代以法国梧桐、加杨、柏木等为主;20 世纪 70—80 年代则主要栽植槐树、女贞、广玉兰、樟树和银杏;20 世纪 90 年代以后种类增加较多,如棕榈科的蒲葵等。因此,城市森林优势种的种类较少,树种选择单一化,人为干扰也起到一定作用<sup>[10]</sup>。

通常情况下,不同种植物的叶面积指数(LAI)有一个最适宜,此时光通过叶冠被均匀吸收时达到最强的光合作用<sup>[12]</sup>。研究表明,具有水平叶的草本植物群丛最适宜 LAI 在 4—6,万寿菊和一串红基本上处于这个范围,而三叶草和高羊茅低于这一范围,这与安顺属于高原地带,植物的叶型等指标要受到海拔高度的影响有关。

测定植物的滞尘能力是城市绿地系统设计的依据,高大的乔木能起到滞阻、过滤外界降尘的作用,较密的灌草则能

表 3 不同绿化植物的杀菌效果  
Tbale 3 Bactericidal effect of different green plants

植物名称	8月6日			8月13日			8月19日			平均 杀菌率/%
	处理 组菌 落数/ 个	对照 组菌 落数/ 个	杀菌率/%	处理 组菌 落数/ 个	对照 组菌 落数/ 个	杀菌率/%	处理 组菌 落数/ 个	对照 组菌 落数/ 个	杀菌率/%	
香樟 <i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl.	28	76	63.2±0.021	31	81	61.7±0.011	29	80	63.8±0.208	62.9±0.08
荷花玉兰 <i>Magnolia grandiflora</i> L.	37	71	47.6±0.040	40	80	49.6±0.037	42	83	48.8±0.315	48.9±0.131
法国梧桐 <i>Platanas acerifolia</i> (Ait.) Willd	45	100	55.0±0.042	47	107	56.1±0.018	51	106	52.3±0.09	54.2±0.05
马尾松 <i>Pinus massoniana</i> Lamb.	64	133	52.2±0.081	72	141	48.7±0.472	80	174	53.9±0.121	51.6±0.225
小叶女贞 <i>Ligustrum quiuoni</i> Carr.	48	76	36.8±0.14	53	81	34.6±1.053	49	80	38.8±0.388	36.7±0.527
杜鹃 <i>Rhododendron simsii</i> L.	33	76	56.6±0.035	32	81	60.5±0.088	33	80	58.5±0.406	58.5±0.176
大叶黄杨 <i>Euonymus japonicus</i> Thunb.	206	312	34.0±0.045	182	293	37.9±0.063	140	264	47.0±0.394	39.6±0.167
海桐 <i>Erythrina variegata varorientalis</i> L.	129	208	38.0±0.380	137	220	37.7±0.051	148	253	41.5±0.104	39.1±0.178
高羊茅 <i>Festuca arundnacea</i> L.	113	161	42.7±0.071	109	155	41.8±0.074	116	252	44.2±0.605	43.5±0.265
三叶草 <i>Trifolium pretens</i> L.cv.Haifa	78	188	44.3±0.087	82	149	45.1±0.69	75	170	46.1±0.345	45.5±0.374
一串红 <i>Salvia splendens</i> Ker. -Gawl.	63	121	51.4±0.011	68	128	53.2±0.016	58	112	48.2±0.803	50.9±0.277
万寿菊 <i>Tagetes erecta</i> L.	52	113	53.7±0.065	58	106	55.2±0.102	61	109	54.3±0.406	54.4±0.191
爬山虎 <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	84	144	41.7±0.019	88	155	43.2±0.356	102	190	46.3±0.012	43.7±0.129
金银花 <i>Lonicera masckii</i> (Pupr.) Maxim.	51	76	32.9±0.026	52	81	35.8±0.483	49	80	38.3±0.707	35.7±0.405
紫藤 <i>Wisteria floribounda</i> (Sims) Sweet.	49	72	31.9±0.083	51	75	32±0.059	57	88	35.2±0.367	33.1±0.170
常春藤 <i>Hedara nepalensis</i> var.sinensis	134	184	27.2±0.016	147	205	28.3±0.019	127	170	25.3±0.122	26.9±0.052

有效减少地面扬尘。不同植物间滞尘量差异明显,这与树冠、叶片特性有很大关系<sup>[20]</sup>。杜鹃树冠窄小,呈倒圆锥形,能最大限度地接受粉尘。其叶片簇生,叶片密度大,粉尘不易抖落,防止第二次扬尘。此外,杜鹃叶片上下表面密生绒毛和腺体,加强了对灰尘的吸附黏连能力。因此,杜鹃是通过叶片整体起作用来拦截粉尘,滞尘功能较强。小叶女贞枝条平展,叶片着生密集,叶片上下表面绒毛同样密集,因其不具腺体,朝下的一面粉尘量较少。马尾松的滞尘能力在乔木中最大,多皱、表面粗糙、多绒毛或多油脂的叶面,都有利于阻挡、吸附和黏滞大气颗粒物;此外,马尾松的滞尘量与树冠结构、枝叶密度、叶面倾角也有一定关系。安顺市区和郊区环城林带有大量的马尾松分布,无疑起到了抵御石漠化扬尘的作用。法国梧桐叶片较大,叶片的绒毛密集并具有较多的腺体,滞尘能力相对较强。花卉和草本植物虽有较大的叶表面积,但对灰尘的黏附能力较弱,在风、雨等物理因素的影响下,尘土迅速坠落,因而滞尘量较灌木和乔木小得多。在雨后第3周,各绿化植物滞尘量都呈现出下降的趋势,滞尘能力随时间递减。这是因为叶表面积有限,在雨水冲洗后,开始滞尘力强,以后随尘土量的增加而减弱。

特别值得指出的是在贵州安顺这个石漠化非常严重的地区,经常受到因石漠化灾害而产生粉尘的侵害,根据本文结果,可以筛选喀斯特适生绿化植物在石漠化地区种植,这样既恢复了生态,又起到防风固土和吸滞粉尘的作用,对于石漠化的治理是非常重要的。

植物的杀菌能力是诸多生态因子综合作用的结果。如

Nowak 等<sup>[21]</sup>指出,植物杀菌力与太阳的总辐射强度和光照强度正相关,但当太阳的总辐射量和光照强度超过树木分泌植物杀菌素相应的最高数值时,就会减弱植物的杀菌力。植物净化空气,主要表现在能稀释、分解、吸收和固定大气中的有毒有害物质,通过光合作用将其转化为一些无毒的有机物质。本文证实,不同植物的杀菌效果是不一致的。乔木中香樟的杀菌能力最强,而荷花玉兰最低。灌木以杜鹃的杀菌率最强,而小叶女贞的杀菌率最低。花卉和地被物中以万寿菊的杀菌率最高。攀援植物的杀菌率差别较大,最高为爬山虎,最低为常春藤。绿化植物能减少空气中细菌污染与传播,各类林地和草地都有一定的灭菌作用。花晓梅<sup>[22]</sup>认为植物具有明显的杀菌能力。许恩珠等<sup>[23]</sup>证明,柏、松等所产生的杀菌素可杀死白喉、结核、霍乱和痢疾等病原菌。香樟杀菌能力最强,与其所含有丰富的樟脑和其他化学成分有关。总之,空气含菌量主要受气候条件、尘埃颗粒、人为活动强度、土壤、化学污染物质、地面植被状况的影响,特别是植物种类,郁闭度及其杀菌作用强度,对空气含菌量的影响最为重要。

#### 4 结论

(1) 安顺城区行道树主要为香樟、法国梧桐、马尾松和荷花玉兰等乔木植物,其中香樟、法国梧桐数量占总数的57.01%;灌木以小叶女贞和杜鹃最多,约占绿化植物的20%;花卉草本植物的种类较少。

(2) 对于叶面积指数,乔木中以法国梧桐最大(6.89),香樟次之(6.12),马尾松(4.2)和荷花玉兰(3.65)相对较小,但均

在3以上。灌木以杜鹃最大(4.29),小叶女贞(3.69)和大叶黄杨(3.52)次之,海桐花最低(2.81)。在花卉草本植物中,以万寿菊最大(4.24),三叶草最低(2.46)。攀援植物以爬山虎最大(5.10),常春藤次之(4.68),金银花(2.2)和紫藤(3.44)相对较小。

(3)滞尘能力测定结果指出,在滞尘4周后,乔木中马尾松的滞尘能力最强(5.7413g·m<sup>-2</sup>/周),法国梧桐和香樟次之,依次为2.8448g·m<sup>-2</sup>/周和2.4435g·m<sup>-2</sup>/周;荷花玉兰最小。灌木中杜鹃最大(6.6298g·m<sup>-2</sup>/周),小叶女贞其次(5.2435g·m<sup>-2</sup>/周);海桐最小(2.8453g·m<sup>-2</sup>/周)。花卉草本植物中以一串红的最大(4.5964g·m<sup>-2</sup>/周);其次为万寿菊(3.9763g·m<sup>-2</sup>/周),而高羊茅最小(2.1516g·m<sup>-2</sup>/周)。攀援植物滞尘能力比其他绿化植物小得多。

(4)实验表明,乔木中香樟的杀菌能力最强,平均为62.9%;法国梧桐和马尾松均在50%以上,而荷花玉兰最低,仅为48.9%;灌木中以杜鹃最强,为58.5%,大叶黄杨和海桐次之,但均在39%左右,而小叶女贞最低,仅为36.7%;花卉草本植物中万寿菊(54.4%)和一串红(50.9%)的杀菌率较高,三叶草和高羊茅则相对较低。攀援植物中为爬山虎最高(达43.7%),最低为常春藤,仅为26.9%。

#### 参考文献 (References)

- [1] Gómez F, Tamarit N, Jabaloyes J. Green zones, bioclimatic studies and human comfort in the future development of urban planning [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2001, 55(3): 151-161.
- [2] 余济云, 朴银玥. 长株潭城市群城市森林效益评价研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2011, 31(6): 91-96.  
She Jiyun, Piao Yinyue. *Journal of Central South University of Forestry & Technology*, 2011, 31(6): 91-96.
- [3] 冷平生. 城市植物生态学[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1992.  
Leng Pingsheng. *City Phytoecology*[M]. Beijing: Architecture and Industry Press, 1992.
- [4] 陈自新, 苏雪痕. 北京城市园林绿化生态效益的研究(2)[J]. 中国园林, 1998, 14(2): 51-54.  
Chen Zixin, Su Xuehen. *Chinese Landscape Architecture*, 1998, 14(2): 51-54.
- [5] 宋健. 城市景观生态效益与经济效益的协调发展研究[J]. 科技信息, 2009, 23(16): 61-62.  
Song Jian. *Science & Technology Information*, 2009, 23(16): 61-62.
- [6] 陈自新, 苏雪痕. 北京城市园林绿化生态效益的研究(6) [J]. 中国园林, 1998, 14(6): 55-56.  
Chen Zixin, Su Xuehen. *Chinese Landscape Architecture*, 1998, 14(6): 55-56.
- [7] 陶杰, 秦书林, 吕炳锡. 谈城市绿化与可持续发展[J]. 河南科技, 2005, 20(7): 21-22.  
Tao Jie, Qin Shulin, Lu Bingxi. *Henan Science and Technology*, 2005, 20(7): 21-22.
- [8] 宁晨, 叶生晶, 孙吉慧, 等. 喀斯特城市亮叶桦意杨混交林生态系统生物量及生产力研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2011, 31(5): 161-166.  
Ning Chen, Ye Shengjing, Sun Jihui, et al. *Journal of Central South University of Forestry & Technology*, 2011, 31(5): 161-166.
- [9] 纪芙蓉, 赵先贵, 朱艳. 西安城市生态环境质量评价体系研究[J]. 干旱区资源与环境, 2011, 25(10): 48-51.
- Ji Fu Rong, Zhao Xian Gui, Zhu Yuan. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2011, 25(10): 48-51.
- [10] 聂磊, 陆璃. 广州村镇绿地生态效应研究[J]. 广东林业科技, 2011, 27(3): 32-39.  
Nie Lei, Lu Li. *Forestry Science and Technology of Guangdong Province*, 2011, 27(3): 32-39.
- [11] 王忠君. 福州植物园绿量与固碳释氧效益研究[J]. 中国园林, 2010, 26(10): 1-6.  
Wang Zhong Jun. *Chinese Landscape Architecture*, 2010, 26(10): 1-6.
- [12] 张美萍, 高淑英. 城市绿化地被植物混种模式试验[J]. 中国城市林业, 2010, 8(4): 39-41.  
Zhang Meiping, Gao Shuying. *Journal of Chinese Urban Forestry*, 2010, 8(4): 39-41.
- [13] 吴淑梅. 城市园林植物配置的生态方法[J]. 亚热带植物科学, 2010, 39(2): 60-63.  
Wu Shumei. *Subtropical Plant Science*, 2010, 39(2): 60-63.
- [14] Ong B L. Green plotratio: An ecological measure for architecture and urban planning [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2003, 63(4): 197-211.
- [15] Jessie L S, David R. Betters Economic analysis of urban tree replacement decisions[J]. *Journal of Arboriculture*, 2000, 26(2): 69-76.
- [16] 王安华, 牟军, 黄道光, 等. 贵州安顺旧州晚二叠世龙潭期沉积特征及地质意义[J]. 贵州地质, 2010, 27(4): 241-245.  
Wang Anhua, Mu Jun, Huang Daoguang, et al. *Guizhou Geology*, 2010, 27(4): 241-245.
- [17] 古润泽, 李延明, 谢军飞. 北京城市园林绿化生态效益的定量经济评价[J]. 生态科学, 2007, 26(6): 519-524.  
Gu Runze, Li Yanming, Xie Junfei. *Ecological Science*, 2007, 26(6): 519-524.
- [18] 谭鑫鑫, 常江, 谭莹莹. 三维绿量-城市森林评价指标的新方法[J]. 山东林业科技, 2009, 29(3): 114-115.  
Tan Xinxin, Chang Jiang, Tan Yingying. *Journal of Shandong Forestry Science and Technology*, 2009, 29(3): 114-115.
- [19] 韩焕金. 哈尔滨市主要植物生理生态功能研究[J]. 江苏林业科技, 2005, 32(4): 5-10.  
Han Huanjin. *Journal of Jiangsu Forestry Science & Technology*, 2005, 32(4): 5-10.
- [20] 蔺银鼎. 城市绿地生态效益研究[J]. 中国园林, 2003, 19(11): 36-38.  
Lin Yinding. *Journal of Chinese Landscape Architecture*, 2003, 19(11): 36-38.
- [21] 尹俊光, 彭鹤, 章君果, 等. 城市近自然森林生态效益研究[J]. 华东师范大学学报: 自然科学版, 2009, 32(5): 63-75.  
Yin Jinguang, Peng Yuan, Zhang Junguo, et al. *Journal of East China Normal University: Natural Science*, 2009, 32(5): 63-75.
- [22] 花晓梅. 树木杀菌作用研究初报[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1992.  
Hua Xiaomei. Preliminary study on the bactericidal effect of trees[M]. Beijing: China Environmental Science Press, 1992.
- [23] Nowak D J, Crane D E. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA[J]. *Environmental Pollution*, 2002, 116(3): 381-389.
- [24] 谢慧玲, 袁秀云. 植物挥发性分泌物对空气微生物杀灭作用的研究[J]. 河南农业大学学报, 1999, 33(2): 127-133.  
Xie Hui Ling, Yuan Xiu Yun. *Journal of Henan Agricultural University*, 1999, 33(2): 127-133.
- [25] 许恩珠. 保健型人工植物群落的研究和实施 [M]. 北京: 园林杂志社, 1993.  
Xu En'zhu. Research and implementation of artificial health plantcommunity[M]. Beijing: Garden Magazine, 1993.

(责任编辑 马骁骁)