

城市街道绿地不同配置模式植物群落的抑菌功能

罗英¹, 李晓储^{2,3}, 黄利斌³, 何小弟⁴, 蔡丹丹¹, 唐亮¹

(1. 淮阴工学院 园艺与景观系, 江苏 淮安 223001; 2. 江苏省老科技工作者协会 农林厅分会, 江苏 南京 210036; 3. 江苏省林业科学研究院, 江苏 南京 211153; 4. 扬州大学 园艺与植物保护学院, 江苏 扬州 225009)

摘要:通过对不同配置植物群落的生态效应分析研究, 为城市绿地植物的选择、配置、布局等提供有力的依据, 并为构建最佳的城市绿地模式进行研究与探讨。在秋冬季节对江苏省淮安市城市街道绿地不同配置模式的植物群落抑菌功能采用自然沉降法测定并计算。结果表明, 秋季10月上旬不同植物群落均具有一定的抑菌作用; 淮海西路处理2-5(乔木层为大叶榉树 *Zelkova schneideriana* 和雪松 *Cedrus deodara*, 灌木层为紫荆 *Cercis chinensis* 和黄杨 *Buxus sinica*, 地被为葱兰 *Zephyranthes candida*)和北京北路处理1-4(乔木层为广玉兰 *Magnolia grandiflora*, 灌木层为石楠 *Photinia serrulata*)复层配置植物群落的抑菌效果最佳, 抑菌率分别达51.93%和47.10%。合理的植物群落配置的抑菌效果在秋冬季节对改善街道空气质量具有积极意义。图1表7参10

关键词: 森林生态学; 城市森林; 街道绿地; 植物群落配置模式; 抑菌功能

中图分类号: S718.56 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5692(2009)06-0859-06

Antibacterial effect of street-side plant arrangement in Huai'an, Jiangsu

LUO Ying¹, LI Xiao-chu^{2,3}, HUANG Li-bin³, HE Xiao-di⁴, CAI Dan-dan¹, TANG Liang¹

(1. Huaiyin Institute of Technology, Huai'an 223001, Jiangsu, China; 2. Science and Technological Association by the Older, Nanjing 210036, Jiangsu, China; 3. Jiangsu Academy of Forestry, Nanjing 211153, Jiangsu, China; 4. School of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou 225009, Jiangsu, China)

Abstract: To provide basis for plant selection and arrangement on street-side greening in Huai'an City, Jiangsu Province, the antibacterial effect was conducted on different plant arrangements along streets in autumn of 2006 and winter of 2007. The depositing method by nature and bacteria cultivation of beef-protein medium were adopted. Results showed that the best antibacterial growth on Huaihai West Road was a tree layer of *Zelkova schneideriana* and *Cedrus deodara*, a shrub layer of *Cercis chinensis* and *Buxus sinica*, and a ground cover of *Zephyranthes candida* with an antibacterial effect of 51.9%. On Beijing North Road a tree layer of *Magnolia grandiflora* and a shrub layer of *Photinia serrulata* revealed an antibacterial effect of 47.1%. Thus, depending on the arrangement, antibacterial effect can improve the urban street-side environment in autumn and winter. [Ch, 1 fig. 7 tab. 10 ref.]

Key words: forest ecology; urban forests; streetside greening; plant arrangement; antibacterial effect

随着社会经济的发展, 城市生态失调, 环境质量下降。空气中漂浮的细菌数量多少是评价空气质量的指标之一, 其中病原细菌是引起人类疾病的重要病原菌^[1-2]。园林树木可通过分泌植物杀菌素、滞尘、减弱风速等作用直接或间接地净化空气, 减少细菌数量并防止其传播, 这一作用被称为园

收稿日期: 2009-01-06; 修回日期: 2009-07-01

基金项目: “十五”国家科学技术攻关项目(2002BA516A15-07); “十一五”国家林业科技支撑计划专题(2006BAD03A1*2)

作者简介: 罗英, 讲师, 从事园林和园林植物等研究。E-mail: lycxjw@yahoo.com.cn。通信作者: 李晓储, 研究员, 从事城市森林优新景观树种引种栽培等研究。E-mail: xiaochuli@yeah.net

林树木的抑菌作用^[3]。因此,城市森林绿地营建在改善城市生态环境,保障经济持续发展,提高人民生活质量具有重大意义;城市街道景观保健型绿地的构建可以减少城市污染,提高环境质量,为城市发展提供重要环境生态支撑。春夏期间,树木生长旺盛,生态效果显著,树木的抑菌功能强^[4]。对于城市环境,尤其是街道环境在秋冬季节空气质量不佳,合理的树种配置在秋冬季节也可有效发挥其抑菌功能,有效地改善空气质量,这对于改善城市秋冬季节空气质量有着积极的意义。笔者选择江苏省淮安市3条城市主干道的绿地为研究对象,在秋冬季节测定不同配置模式植物群落的环境抑菌功能,为城市街道绿地景观保健型^[5]植物群落配置构建提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

本研究选择的典型3条交通干道为:翔宇大道、淮海西路和北京北路。翔宇大道属于城市主干道,道路中央绿带较宽,过往的机动车基本是大型车辆;淮海西路的植物群落配置较好,绿化面积较大,有大型车辆通过;北京北路虽属城市主干道,但周边居民小区多,又有老年活动广场,人为活动较密集,大型车辆通过少,植物群落配置较好。各供试植物群落的结构状况详见表1。北京北路:处理1-1的乔木层为雪松 *Cedrus deodara*;处理1-2的乔木层为三角枫 *Acer buergerianum*,地被为月季 *Rosa chinensis*;处理1-3的灌木层为海棠 *Malus spectabilis*,地被为火棘 *Pyracantha fortuneana* 和小叶女贞 *Ligustrum quihoui*;处理1-4的乔木层为广玉兰 *Magnolia grandiflora*,灌木层为石楠 *Photinia serrulata*。淮海西路:处理2-1的乔木层为垂柳 *Salix babylonica*,灌木层为黄杨 *Buxus sinica*;处理2-2的灌木层为紫荆 *Cercis chinensis* 和黄杨,地被为葱兰 *Zephyranthes candida*;处理2-3的乔木层为垂柳,地被为葱兰;处理2-4的乔木层为垂柳,地被为八角金盘 *Fatsia japonica*;处理2-5的乔木层为大叶榉树 *Zelkova schneideriana* 和雪松,灌木层为紫荆 *Cercis chinensis* 和黄杨,地被为葱兰。翔宇大道:处理3-1的地被为小龙柏 *Sabina chinensis* 'Kaizuca',刺柏 *Sabina chinensis*,月季和小叶女贞;处理3-2的乔木层为雪松,地被为葱兰;处理3-3的灌木层为紫薇 *Lagerstroemia indica*,地被为狭叶十大功劳 *Mahonia fortunei* 和刺柏;处理3-4的乔木层为槐树 *Sophora japonica*,灌木层为夹竹桃 *Nerium indicum*,地被为龙柏 *Sabina chinensis*,刺柏和小叶女贞。

对照(ck)为每条街道设置的无植被硬质路面空地。对照距供试绿地景观保健植物群落25~30 m。

1.2 测定方法

1.2.1 植物群落空气含菌量的测定 空气中细菌含量用自然沉降法采集测定^[4-6]。选择晴朗天气,连续3 d采样测定,对照地同步测定。同时,测定环境温度湿度及道路环境的车流量。

采样时,取牛肉膏培养基在空气中暴露时间为15 min。采样后放入恒温培养箱中经37℃连续培养24 h后取出,取出平皿并统计各平皿长出的菌落数。运用奥梅梁斯基算法公式来推算每立方米空气中所含的细菌数 $N^{[7-8]}$: $N = \frac{n \times 100 \times 100}{\pi \times r^2}$ 。其中: n 为培养皿上的菌落数, r 为培养皿内表面半径(cm)。重复测定3次·处理⁻¹。

1.2.2 植物群落抑菌效果估算 抑菌率(%) = (对照值 - 测定值) / 对照值 × 100^[7-8]。

表1 供试街道绿地植物群落配置结构

Table 1 Structure of plant arrangements in streets for testing

道路	植物群落配置	郁闭度 / %	样地面积 / m ²
北京北路	处理 1-1	30	150
	处理 1-2	50	150
	处理 1-3	40	150
	处理 1-4	35	150
淮海西路	处理 2-1	45	150
	处理 2-2	40	150
	处理 2-3	40	150
	处理 2-4	45	150
	处理 2-5	50	150
翔宇大道	处理 3-1	-	150
	处理 3-2	30	150
	处理 3-3	35	150
	处理 3-4	40	150

说明:北京北路和淮海西路绿地率均为30%,绿化覆盖率约为35%;翔宇大道绿地率为35%,绿化覆盖率约为40%。

1.2.3 抑菌日变化测定 从 7:30 - 17:30 时, 2 h 测定 1 次, 1 d 测定 6 次。

1.2.4 抑菌季节变化测定 秋季测定为 2006 年 10 月中旬, 每天 7:30 - 17:30, 2 h 测定 1 次; 冬季为 2007 年 1 月初, 每天 8:00 - 16:00, 2 h 测定 1 次。

1.2.5 统计分析 对测定数据分别进行单因素(同一植物群落与空旷地)方差分析和有交互作用的两因素(植物群落、时间)方差分析。

2 结果与分析

2.1 街道绿地不同植物群落的空气含菌量

秋季(10 月上旬)测定结果表明, 不同街道绿地植物群落间, 空气含菌量均有显著差异(表 2~4)。

北京北路各供试植物群落的含菌量为: 处理 1-1 > 处理 1-2 > 处理 1-3 > 处理 1-4。郁闭度较大的乔灌型植物群落广玉兰与石楠配置的抑菌作用较佳。同时看出, 对照和各植物群落的空气含菌量与测定时间之间也有一定的差别。这是由于测定环境气候变化所致。

从表 3 可以看出, 在淮海西路街道绿地各供试植物群落的含菌量为: 处理 2-5 < 处理 2-4 < 处理 2-3 < 处理 2-2 < 处理 2-1。其中以处理 5 的植物群落含菌量最少, 抑菌效果最佳, 这与该群落乔灌木多层配置, 并含有雪松、黄杨等树叶挥发物具抑菌功能的树种有关^[4]。

从表 4 看出, 翔宇大道各测试植物群落的含菌量为: 处理 3-4 < 处理 3-3 < 处理 3-2 < 处理 3-1。其中, 处理 3-4 的植物群落含菌量最少, 抑菌效果最佳。由于该群落空间多层次配置, 常绿刺柏叶具芳香味, 能分泌挥发性抑菌物质和杀菌素, 故能抑制和杀死空气中的病菌^[9-10]。而处理 3-1 的群落配置结构是模纹绿篱, 层次单一且高度只有 0.8 m, 故在人均采样高度 1.3 m 左右的抑菌效果较差。而处理 3-2 的植物群落配置, 结构较单一, 故其抑菌效果也没有处理 3-4 植物群落的抑菌效果好。

2.2 街道绿地不同植物群落的抑菌效果

从表 5 看出, 供试植物群落都有一定的抑菌效果; 灌木 + 地被配置群落或单一乔木配置群落的抑菌效果 < 乔木 + 灌木或乔木 + 灌木 + 地被复层植物群落。其中淮海西路处理 2-5 的植物群落的抑菌效果最佳, 抑菌率达 51.93%。其次为北京北路处理 1-4 即广玉兰与石楠配置的群落, 翔宇大道处理 3-4 的植物群落, 抑菌率分别达 47.10%, 43.34%。

表 6 结果表明, 各植物群落的抑菌

表 2 北京北路绿地植物群落的空气含菌量

Table 2 Content of bacteria in different arrangements of plants on Beijing North Road

供试植物群落	空气含菌量 / (个·m ⁻³)				抑菌量 / (个·m ⁻³)
	第 1 天	第 2 天	第 3 天	平均值	
处理 1-1	2 883	2 202	2 412	2 499	- 769
处理 1-2	3 277	1 887	1 966	2 377	- 891
处理 1-3	2 333	1 415	2 281	2 010	- 1258
处理 1-4	1 861	1 127	1 520	1 503	- 1765
对照	4 692	2 333	2 779	3 268	
方差分析	$F_{\text{植物群落含菌量}} = 7.03^*$				
空气湿度/%	55 ~ 66	34 ~ 55	46 ~ 54		
气温/°C	21.0 ~ 28.0	20.0 ~ 27.0	20.0 ~ 28.5		
车流量/(辆·h ⁻¹)	150 ~ 200	120 ~ 170	120 ~ 180		

表 3 淮海西路绿地植物群落的空气含菌量

Table 3 Content of bacteria in different arrangements of plants on Huaihai West Road

供试植物群落	空气含菌量 / (个·m ⁻³)				抑菌量 / (个·m ⁻³)
	第 1 天	第 2 天	第 3 天	平均值	
处理 2-1	3 303	2 516	1 730	2 516	- 587
处理 2-2	2 674	1 887	2 359	2 306	- 787
处理 2-3	2 202	2 831	1 573	2 202	- 891
处理 2-4	1 415	2 516	1 573	1 835	- 1258
处理 2-5	1 101	1 415	1 730	1 415	- 1678
对照	3 617	3 145	2 516	3 093	
方差分析	$F_{\text{植物群落含菌量}} = 15.40^{**}$				
空气湿度/%	54 ~ 79	50 ~ 79	40 ~ 83		
气温/°C	21.5 ~ 27.0	21.0 ~ 27.5	20.0 ~ 28.5		
车流量/(辆·h ⁻¹)	70 ~ 160	75 ~ 120	90 ~ 130		

表 4 翔宇大道绿地植物群落的空气含菌量

Table 4 Content of bacteria in different arrangements of plants on Xiangyu Road

供试植物群落	空气含菌量 / (个·m ⁻³)				抑菌量 / (个·m ⁻³)
	第 1 天	第 2 天	第 3 天	平均值	
处理 3-1	2 674	1 258	2 988	2 307	-209
处理 3-2	1 887	1 101	2 988	1 992	-524
处理 3-3	2 516	629	2 516	1 887	-629
处理 3-4	1 415	786	2 202	1 468	-1 048
对照	2 831	1 573	3 145	2 516	
方差分析	<i>F</i> 植物群落含菌量 = 18.72**				
空气湿度 / %	40 ~ 80	55 ~ 78	45 ~ 84		
气温 / °C	21.7 ~ 28.0	21.7 ~ 28.5	22.0 ~ 29.0		
车流量 / (辆·h ⁻¹)	140 ~ 200	120 ~ 370	120 ~ 300		

效果均比翔宇大道处理 3-1 的模纹绿篱的效果好。具中淮海西路处理 2-4 的植物群落、北京北路处理

表 5 不同街道道旁绿带各植物群落的抑菌功能

Table 5 Restraining bacteria function of different arrangements of plants on roadside

道路	道旁绿带植物群落配置	空气含菌量 / (个·m ⁻³)	与对照比 / (个·m ⁻³)	抑菌率 / %
北京北路	处理 1-4	1 503	- 1 765	47.10
	处理 1-1	2 499	- 769	19.12
淮海西路	处理 2-5	1 415	- 1 678	51.93
	处理 2-2	2 306	- 787	24.10
翔宇大道	处理 3-3	1 887	- 629	13.71
	处理 3-4	1 468	- 1 048	43.34

表 6 不同街道分车绿带各植物群落的抑菌功能

Table 6 Restraining bacteria function of different arrangements of plants in road

道路	分车绿带植物群落配置	空气含菌量 / (个·m ⁻³)	与对照比 / (个·m ⁻³)	抑菌率 / %
北京北路	处理 1-3	2 010	-1 258	35.85
	处理 1-2	2 377	-891	26.18
淮海西路	处理 2-4	1 835	-1 258	39.45
	处理 2-3	2 202	-891	26.19
翔宇大道	处理 2-1	2 516	-587	19.97
	处理 3-2	1 992	-524	22.78
	处理 3-1	2 307	-209	10.19

1-3 的植物群落抑菌效果较佳，抑菌率分别达 39.45% 和 35.85%。因此，分车绿带的植物群落应采用乔木 + 灌木复层结构。

2.3 街道绿地植物群落空气含菌量的日变化

从图 1 看出北京北路供试植物群落空气含菌量的日变化的规律基本为：7：30 - 9：30 呈上升趋势，于 9：30 达到最高值，然后呈下降，13：30 呈现低谷，以后又有所上升。9：30 空气含菌量达峰值是因为此时温湿度最适宜细菌的生长繁殖；相对 13：30 气温偏高而空气湿度降低，不适宜细菌的生长繁殖，加之 13：30 车流量又较少，又值正午，阳光紫外线较强能杀死一部分的细菌，故此时空气含菌量达到全天最低值。

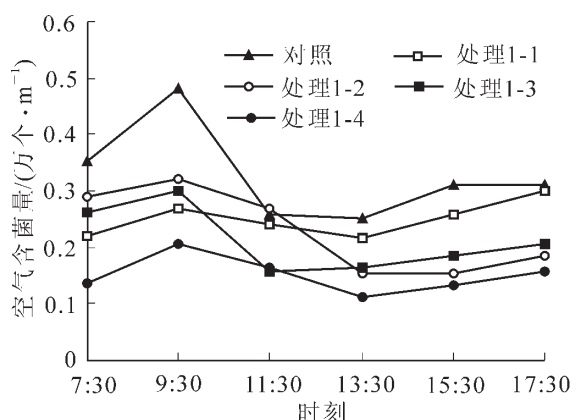


图 1 秋季北京北路不同植物群落空气含菌量的日变化曲线

Figure 1 Diurnal change of bacteria content in different arrangements of plants on Beijing North Road in autumn

2.4 植物群落抑菌的季节差异

2.4.1 植物群落空气含菌量在不同季节的日变化差异 由于冬季大部分的树木都落叶，只有一些常绿的树木有一定光合作用，因此，选择广玉兰与石楠配置的植物群落进行对比测定。从表 7 看出，无论秋季还是冬季，供试植物群落环境的空气含菌量均低对照，且秋季 < 冬季。广玉兰与石楠配置的供试植物群落冬季抑菌效果明显低于秋季的原因主要是冬季气温寒冷，植物生理代谢活动弱所致。

2.4.2 植物群落抑菌的季节差异 从表 7 看出，供试植物群落秋季各个测定时段的抑菌效果都比冬季好。从秋冬两季对照环境来看，冬季街道环境的空气含菌量较大，空气质量不佳。而冬季有常绿树群落的抑菌效果比只有落叶阔叶树配置的群落好，其抑菌效果较强，可以有效改善冬季街道环境的空气质量；只有落叶阔叶树配置的群落，冬季抑菌率很低。

表 7 北京北路植物群落的抑菌功能的日进程变化

Table 7 Diurnal change of the restraining bacteria function of different arrangements of plants in Beijing North Road

测定时刻	处理 1-2 (三角枫与月季配置)				处理 1-4 (广玉兰与石楠配置)				对照	
	秋季		冬季		秋季		冬季		秋季	冬季
	空气含菌量/ (个·m ⁻³)	抑菌率/ %	空气含菌量/ (个·m ⁻³)	抑菌率/ %	空气含菌量/ (个·m ⁻³)	抑菌率/ %	空气含菌量/ (个·m ⁻³)	抑菌率/ %	空气含菌量/ (个·m ⁻³)	空气含菌量/ (个·m ⁻³)
7:30	2 883.0	17.91	3 081.0	5.20	1 363.0	61.19	1 678.0	48.37	3 512.0	3 250.0
9:30	3 198.0	33.69	3 393.0		2 045.0	57.60	2 097.0	21.58	4 823.0	2 674.0
11:30	2 674.0		2 975.0		1 625.0	36.75	1 730.0	33.99	2 569.0	2 621.0
13:30	1 520.0	39.59	3 122.0	13.45	1 101.0	56.25	2 988.0	17.16	2 516.0	3 607.0
15:30	1 520.0	50.86	3 324.0	16.57	1 311.0	57.62	1 678.0	57.88	3 093.0	3 984.0
17:30	1 835.0	40.67	3 530.0	12.65	1 573.0	49.15	1 798.0	55.51	3 093.0	4 041.0
平均	2 272.0	29.77	2 904.0	3.73	1 512.0	53.09	1 995.0	40.68	3 268.0	3 363.0

方差分析 $F_{\text{群落含菌量}} = 12.05^{**}$; $F'_{\text{群落含菌量}} = 5.88^{**}$ 。 $F_{\text{时间段}} = 5.32^{**}$; $F'_{\text{时间段}} = 3.46^{**}$ 。 $F_{\text{树种} \times \text{距离}} = 0.93$; $F'_{\text{树种} \times \text{距离}} = 0.91$ 。

环境因子	秋季	冬季
湿度/%	46 ~ 54	32 ~ 44
温度/°C	20.0 ~ 28.5	2.0 ~ 11.0
车流量/(辆·h ⁻¹)	120 ~ 180	130 ~ 170

说明： F 为秋季方差分析数值， F' 为冬季方差分析数值。

3 结论与讨论

3.1 秋季城市街道植物群落均有显著的抑菌保健功能

复层植物群落：北京北路处理 1-4 群落和淮海西路处理 2-5 群落的抑菌效果最佳，其空气含菌量在 1 d 内平均减少 1 765 和 1 678 个·m⁻³，抑菌率分别为 47.10% 和 51.93%。测试数据表明在不同时间、不同环境、不同配置的植物群落其抑菌效应不同；由于各树种的高度和郁闭度不同，是否能分泌抑菌物质，其抑菌效应也会有所差异。但与对照相比，各群落均有一定的抑菌效果，因此，街道绿地景观保健型植物群落的构建对改善和提高城市环境质量有重大意义。

3.2 乔灌草型多层配置植物群落的抑菌效果最佳

乔灌草型多层配置植物群落的抑菌率比乔草型和灌草型的抑菌率高，如淮海西路处理 2-5 乔灌草型植物群落的抑菌率达 51.93%，而乔草型植物群落淮海西路处理 2-4 和淮海西路处理 2-3 群落的抑菌率分别达 39.45% 和 26.19%，灌草型植物群落淮海西路处理 2-2 抑菌率为 24.1%。植物群落中发挥主要抑菌作用的是乔木和灌木，且乔木层和灌木层树种种类多的群落抑菌效尤佳。建议选择抑菌效果强

的树种;乔木选择广玉兰、雪松、大叶榉树和槐树;灌木选择石楠、紫荆、黄杨和夹竹桃;绿篱选择龙柏、刺柏和小叶女贞;地被选择为八角金盘。

3.3 秋冬季节合理的植物群落结构可有效改善街道环境的空气质量

测定结果表明,冬季街道环境的空气含菌量较大,空气质量不佳。北京北路处理 1-4 广玉兰与石楠配置的植物群落在冬季仍能发挥较好的抑菌功能,有效改善冬季街道环境的空气质量。建议在城市绿化建设中,尤其是在街道环境的植物群落构建中,提高常绿与落叶树的比值。加大常绿乔木与常绿灌木的选择应用,尤其在分车绿带和道旁绿化中多选常绿树种,可有效增强绿地对行人的保健作用,对秋冬季街道环境空气质量的改善具有重要作用。

参考文献:

- [1] 彭镇华, 王成. 论城市森林的评价指标[J]. 中国城市林业, 2003, **1** (3): 4 - 9.
PENG Zhenhua, WANG Cheng. On the indicators for urban forest evaluation [J]. *J Chin Urban For*, 2003, **1** (3): 4 - 9.
- [2] 殷舒, 毛胜凤, 杨琼霞, 等. 山核桃叶片提取物的抑菌作用[J]. 浙江林学院学报, 2007, **24** (5): 604 - 607.
YIN Shu, MAO Shengfeng, YANG Qionxia, et al. Bacteriostasis and fungistasis with extracts from *Carya cathayensis* leaves [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2007, **24** (5): 604 - 607.
- [3] 戚继忠, 由士江, 王红俊. 园林树木净菌作用及其主要影响因子[J]. 中国园林, 2000, **16** (4): 74 - 75.
QI Jizhong, YOU Shijiang, WANG Hongjun. Effect of cleaning bacteria of gardening trees and its affecting factors [J]. *J Chin Landscape Arch*, 2000, **16** (4): 74 - 75.
- [4] 李晓储, 蒋继宏, 陈凤美, 等. 扬州古运河沿岸生态林主要绿化树种抑菌功能的初步研究[J]. 林业科学, 2006, **42** (6): 129 - 133.
LI Xiaochu, JIANG Jihong, CHEN Fengmei. The primary study of the antimicrobial function of main tree species in the woodland along the Grand Canal in Yangzhou [J]. *Sci Silv Sin*, 2006, **42** (6): 129 - 133.
- [5] 李晓储, 万志洲, 徐海兵, 等. 城市生态风景林——中山陵景区异龄复层景观林抑菌功能研究[J]. 江苏林业科技, 2008, **35** (5): 1 - 7.
LI Xiaochu, WAN Zhizhou, XU Haibing, et al. Study on the bacteriostatic ability of uneven-aged aesthetic forests at the Sun Yat-sen Mausoleum scenic area [J]. *J Jiangsu For Sci Technol*, 2008, **35** (5): 1 - 7.
- [6] 张浩, 王祥荣. 城市绿地降低空气中含菌量的生态效应研究[J]. 环境污染与防治, 2002, **24** (2): 101 - 103.
ZHANG Hao, WANG Xiangrong. Preliminary study on ecological effect of urban greenspace on decreasing bacterium number in the air [J]. *Environ Pollut Control*, 2002, **24** (2): 101 - 103.
- [7] 花晓梅. 树木杀菌作用研究初报[J]. 林业科学, 1980, **16** (3): 236 - 240.
HUA Xiaomei. A primary study on function of trees sterilization [J]. *Sci Silv Sin*, 1980, **16** (3): 236 - 240.
- [8] 罗英, 李晓储, 何小弟, 等. 城市森林不同类型绿地植物配置抑菌效应初析[J]. 中国城市林业, 2005, **3** (6): 23 - 25.
LUO ying, LI Xiaochu, HE Xiaodi, et al. Effects of different plant deployment models on bacteria control in urban green areas [J]. *J Chin Urban For*, 2005, **3** (6): 23 - 25.
- [9] 李晓储, 徐海兵, 何开跃, 等. 秃杉异龄复层混交林群落抑菌功能研究[J]. 林业科技开发, 2007 (6): 26 - 28.
LI Xiaochu, XU Haibing, HE Kaiyue, et al. Study on bacteriostasis by uneven-aged multi-storied mixed forest community of *Taiwanic flousiana* [J]. *China For Sci Technol*, 2007 (6): 26 - 28.
- [10] 杨统一, 李晓储, 樊英鑫, 等. 异龄针阔混交林群落抑菌功能日变化的测定[J]. 江苏林业科技, 2006, **33** (4): 6 - 8.
YANG Tongyi, LI Xiaochu, FAN Yingxin. Study on the daily variation of inhibiting bacteria function of different age mixed forest on campus [J]. *J Jiangsu For Sci Technol*, 2006, **33** (4): 6 - 8.