

不同行道树降温增湿及滞尘效应

贺立静¹, 周述波¹, 贺立红², 林伟¹, 朱清清¹

(1. 海南热带海洋学院 热带生物与农学院, 海南 三亚 572022; 2. 仲恺农业工程学院 生命科学学院, 广东 广州 510225)

摘要:以海南热带海洋学院(三亚校区)校园行道树优势树种高山榕、大叶相思、印度胶树、菩提树、非洲楝、火焰木、马占相思、香樟、鸭脚木、小叶榄仁、垂叶榕、隆缘桉为研究对象, 比较了乔木绿化树种的降温增湿和滞尘能力。结果表明:在相同环境生长的种龄相当的树种, 降温增湿效应不同, 高山榕、大叶相思、印度胶树的降温增湿能力最好; 降温增湿效应比较差的是隆缘桉、小叶榄仁和垂叶榕。不同树种的滞尘能力也有差异, 其中滞尘能力较强的乔木树种是火焰木、菩提树、高山榕和印度胶树。该研究结果对校园绿化和城市行道树的规划选择都具有一定的参考价值。

关键词:乔木树种; 降温增湿; 滞尘能力

中图分类号:S 718.45 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)23-0083-03

校园是独特的场所, 人多、建筑物多、绿化植物也多, 如草本植物、灌木、行道树等, 合理的校园绿化配置可以美化环境、改善校园小气候, 为师生提供身心愉悦的生活环境。绿化植物行道树作为校园绿化的主体, 除了可以美化环境, 还具有净化空气、遮光、降温、调节空气湿度和滞尘作用。现通过对海南热带海洋学院主要行道树的降温增湿及滞尘能力的研究, 以期在校园行道树种的选择提供参考, 规划更加美丽舒适的绿化校园。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

海南热带海洋学院现有三亚、五指山 2 个校区, 校园总占地面积 133.4 hm², 调查校区为三亚校区, 位于海南省三亚市。三亚市位于北纬 18°09'34"~18°37'27"、东经 108°56'30"~109°48'28", 属热带海洋性季风气候区, 年平均气温约为 25.5℃, 年平均降水量约为 1 347.5 mm, 年平均日照时数约为 2 534 h。

1.2 试验材料

选取海南热带海洋学院(三亚校区)校园行道树代表植物高山榕、小叶榄仁、非洲楝、印度胶树、菩提树、火焰木、大叶相思、马占相思、香樟、垂叶榕、鸭脚木、隆缘桉

第一作者简介:贺立静(1976-), 女, 博士, 副教授, 现主要从事生态学方面的科研与教学等工作。E-mail:ljhe2007@qq.com.

责任作者:贺立红(1970-), 女, 博士, 教授, 现主要从事植物生理生化科研与教学等工作。E-mail:helihong70@163.com.

基金项目:海南省自然科学基金资助项目(314085)。

收稿日期:2016-09-05

表 1 试验乔木

排名	树种	拉丁名	科名	属名
Sequence	Species	Latin name	Family name	Genus name
1	高山榕	<i>Ficus altissima</i>	桑科	榕属
2	菩提树	<i>Ficus religiosa</i>	桑科	榕属
3	印度胶树	<i>Ficus elastica</i>	桑科	榕属
4	垂叶榕	<i>Ficus benjamina</i>	桑科	榕属
5	大叶相思	<i>Acacia auriculiformis</i>	含羞草科	金合欢属
6	马占相思	<i>Acacia mangium</i>	含羞草科	金合欢属
7	火焰木	<i>Spathodea campanulata</i>	紫葳科	火焰树属
8	非洲楝	<i>Khaya senegalensis</i>	楝科	非洲楝属
9	鸭脚木	<i>Alstonia scholaris</i>	夹竹桃科	鸡骨常山属
10	香樟	<i>Cinnamomum camphora</i>	樟科	樟属
11	隆缘桉	<i>Eucalyptus exserta</i>	桃金娘科	桉属
12	小叶榄仁	<i>Terminalia mantaly</i>	使君子科	诃子属

为研究对象, 12 种树均为生长健壮、种龄相当的植株(表 1)。

1.3 试验方法

1.3.1 降温、增湿效应的测定 选择天气晴朗的 2015 年 1 月 5、15、25 日, 在不同行道树树冠的阴影中心设置试验点, 在试验前 10~15 min 把温度计和湿度计放置在树冠阴影中心且距地面垂直高度 1.5 m 的位置上。于观测日的 08:00—18:00 每隔 2 h 对每种树木树冠下的空气温度和空气相对湿度进行测定, 各指标每次测定时重复 3 次, 取其平均值。同时测定相同环境下空地的同样高度的空气温度和空气相对湿度作为对照。

为了比较不同行道树种降温能力的大小, 引入平均降温率的概念, 其公式为:

$$\text{平均降温率 } t(\%) = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \left\{ \frac{T_i - T_z}{T_i} \right\} \times 100.$$

式中, T_i 为对照点(空地)各时间整点气温, T_{i2} 为行道树下各时间整点气温。

为了比较不同绿化树种的增湿效应, 引入平均增湿率的概念, 其公式为:

$$\text{平均增湿率 } h(\%) = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \left\{ \frac{H_{i2} - H_i}{H_i} \right\} \times 100。$$

式中, H_i 为对照点(空地)各时间整点大气湿度, H_{i2} 为行道树下各时间整点的大气湿度^[1-2]。

1.3.2 滞尘量的测定 在2015年1月的大雨后第3天对12种校园行道树采样, 每个树种采集3株, 采样位置选择树冠外围多个方向^[3], 每株随机摘取叶片10~20枚封存于塑料袋中带回实验室处理^[4], 然后每隔3d采样一次, 连续采样4次。将样品用蒸馏水浸泡2~3h, 用镊子小心夹住叶片用洗瓶反复冲洗每个叶片两面, 浸洗叶片上附着物, 直至干净^[5]。用镊子将叶片夹出, 用已烘干称质量(m_1)的滤纸过滤浸洗液, 将滤纸于70℃下烘干, 冷却, 再称质量(m_2), 2次质量之差即采集的叶片样品上所附着的降尘物质量。利用打孔称重法, 计算出每一样品植株全部叶片的面积(S)。单位面积滞尘量 = $(m_2 - m_1) / S$ ^[3,5]。

1.4 数据分析

试验数据的统计与分析及表格的制作采用 Microsoft Excel 2010、SPSS 20.0 和 Microsoft Word 2010 软件完成。

2 结果与分析

2.1 不同乔木行道树的降温效应

对所测定的乔木降温效应进行 F 检验达到差异极显著水平, 用新复极差检验(SSR法)进行多重比较, 乔木两两之间都达到了极显著水平。说明不同的乔木降温效果不同。由表2可知, 降温效应最明显的是高山榕、大叶相思和印度胶树, 降温效应较差的是香樟、垂叶榕、隆缘桉和小叶榄仁。这可能与植物自身结构特性有关, 降温效果较好的高山榕、大叶相思和印度胶树都有茂密的枝叶, 树叶的层次都比较多, 树冠高, 并且相对较大, 因此这些植物更容易挡太阳光线、降温的效果就明显; 降温效果差的植物也有相同的共性, 如隆缘桉、小叶榄仁树冠高, 树冠的层次少, 叶片面积相对小、树冠相对小等因素都不利于遮光, 因此降温效果不明显。降温能力最好的高山榕降温作用显著, 其降温能力是小叶榄仁的10.74倍、是隆缘桉的6.61倍、是垂叶榕的4.99倍。

2.2 不同树种行道树的增湿效应

对所测定的乔木增湿效应进行 F 检验达到差异极显著水平, 用新复极差检验(SSR法)进行多重比较, 由表3可知, 高山榕和大叶相思的增湿能力较强, 平均增湿率分别为11.80%和10.37%, 且2种乔木的增湿能力与其它乔木的增湿能力达到差异显著水平; 小叶榄仁、垂叶榕和隆缘桉的增湿能力较差并与除马占相思外的

其它乔木树种存在极显著差异; 增湿能力居中的树种是非洲楝、香樟、火焰木、鸭脚木、菩提树和马占相思。增湿效应最好的高山榕的平均增湿率是小叶榄仁的6.90倍、垂叶榕的7.47倍、隆缘桉的13.41倍。总之, 降温效应好的植物增湿效应也好, 降温能力差的植物增湿效果也差, 平均降温率和平均增湿率在绿化树种间的差异具有一致性, 主要受植物特性的影响。

表2 不同绿化树种平均降温率

Table 2 Average reducing air temperature percentage of different greening trees

排名 Sequence	树种 Species	测定日期 Date of measure/(月-日)	01-05	01-15	01-25	平均值 %
1	高山榕		8.61	8.87	8.29	8.59
2	大叶相思		8.08	8.10	7.43	7.87
3	印度胶树		6.56	6.77	6.74	6.69
4	菩提树		4.59	5.89	6.28	5.59
5	马占相思		4.36	5.30	5.55	5.07
6	火焰木		3.87	4.60	3.78	4.08
7	非洲楝		2.95	3.33	3.10	3.13
8	鸭脚木		2.78	2.72	2.95	2.82
9	香樟		1.84	1.95	2.72	2.17
10	垂叶榕		1.67	1.21	2.29	1.72
11	隆缘桉		1.21	0.97	1.71	1.30
12	小叶榄仁		0.69	0.52	1.18	0.80

表3 不同绿化树种平均增湿率和平均增湿差异显著性(SSR)检验

Table 3 Average increasing humidity percentage of different greening trees and significant differences among different average increasing humidity with SSR test method

排名 Sequence	树种 Species	测定日期 Date of measure/(月-日)	01-05	01-15	01-25	平均值	差异性 a=0.05 a=0.01	Significant
1	高山榕		12.05	13.72	9.63	11.80	a	A
2	大叶相思		10.53	12.40	8.18	10.37	a	A
3	印度胶树		7.18	11.35	7.25	8.59	b	AB
4	非洲楝		5.99	9.74	6.50	7.41	b	B
5	香樟		4.87	7.26	5.16	5.76	bc	BC
6	火焰木		5.07	6.98	4.46	5.50	c	C
7	鸭脚木		3.74	6.63	3.24	4.54	c	C
8	菩提树		3.04	5.09	2.07	3.40	cd	C
9	马占相思		2.88	3.08	1.42	2.46	d	CD
10	小叶榄仁		2.38	1.75	1.01	1.71	d	D
11	垂叶榕		2.25	1.19	1.29	1.58	de	D
12	隆缘桉		1.00	0.81	0.82	0.88	e	D

2.3 不同树种行道树的滞尘效应

从表4可以看出, 行道树累积滞尘12d后, 火焰木和菩提树单位叶面积的滞尘能力最好, 小叶榄仁和非洲楝的滞尘能力最差。其中, 第12天单位叶面积的降尘量, 火焰木为 $2.75 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 小叶榄仁为 $0.59 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 火焰木单位叶面积的降尘量是小叶榄仁的4.66倍。不同树种行道树滞尘能力的差异与叶片结构有关, 火焰木、菩提树叶片背腹面被密集的绒毛, 其滞尘能力强; 而小叶榄仁、非洲楝和香樟的叶片表面均被蜡质结构, 且叶面脉络不深, 皱褶少, 叶片较光滑, 其滞尘能力差。

表4 不同绿化树种单位叶面积滞尘量

Table 4 Amount of absorbed dust by different greening trees

排名 Sequence	树种 Species	雨后天数 Days of after rain/d			
		3	6	9	12
1	火焰木	0.95	1.12	2.35	2.75
2	菩提树	0.81	0.92	1.40	2.57
3	高山榕	0.37	0.83	1.69	2.53
4	印度胶树	0.33	1.31	1.85	2.47
5	马占相思	0.59	0.78	1.26	1.94
6	隆缘桉	0.20	0.56	1.12	1.80
7	鸭脚木	0.22	0.47	1.30	1.58
8	垂叶榕	0.45	0.57	0.81	1.29
9	大叶相思	0.25	0.89	1.15	1.23
10	香樟	0.32	0.51	0.61	0.88
11	非洲楝	0.21	0.59	0.68	0.85
12	小叶榄仁	0.17	0.35	0.50	0.59

3 结论与讨论

由于行道树树冠的遮阴作用、枝叶对太阳光辐射的反射与吸收作用,树下温度变化减慢^[6]。同时,由于吸收热能散失水分的蒸腾过程的共同作用,使得局部空气温度降低、湿度增加,起到降温增湿调节周围小气候的作用^[1]。

树木降温增湿效应大小与植株的高矮、树冠的大小和层次、叶片的厚薄及面积大小、叶表面有无蜡质等因素有关,树冠大且相对矮、叶片大且茂密、无蜡质结构的树木降温增湿效果好。据观测校园内主要行道树下平均降温率为0.80%~8.59%;由于树木的降温和蒸腾作用,使空气相对湿度明显增加,平均增湿率为0.88%~11.80%。校园内主要行道树不同树种降温增湿效应有差异,通过对比发现,高山榕、大叶相思、印度胶树的降温增湿效应较大,隆缘桉、小叶榄仁、垂叶榕较差。

大气污染随着城市的发展越来越严重,大气灰尘和粉尘影响人类的健康,植物具有通过滞尘达到净化空气的作用。研究发现,乔木树种是城市绿化植物滞尘的主体^[4],树木的叶片和树皮都具有滞尘能力^[7],树木滞尘能力的大小与叶片特性、树冠的高低大小和结构、枝干分枝角度、枝叶密度及气象等因素有关^[8-9]。该研究发现校园内不同行道树的滞尘能力有差异,其中火焰木、菩提树、高山榕和印度胶树具有较强的滞尘能力。

研究校园绿化树种的降温增湿、滞尘作用可为校园绿化树种的配置提供有益的参考。在校园绿化规划中,水泥路面的两侧选择降温增湿能力强的树种,在灰尘较大的环境首选滞尘效应强的树种,以营造舒适的校园小气候。

参考文献

- [1] 马秀枝,李长生,陈高娃,等. 校园内行道树不同树种降温增湿效应研究[J]. 内蒙古农业大学学报,2011,32(1):125-130.
- [2] 刘振威,孙丽,沈军. 校园内不同树种行道树生态效应研究[J]. 中国生态农业学报,2007,15(4):208-210.
- [3] 朱凤荣,周君丽. 二十种园林绿化树木滞尘量比较[J]. 北方园艺,2013(12):48-50.
- [4] 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.
- [5] 刘颖,李朝伟,邢文岳,等. 城市交通道路绿化植物滞尘效应研究[J]. 北方园艺,2015(3):77-81.
- [6] 华国峰,谢正生. 海南蒲桃+阴香林带的降温增湿效应[J]. 广东林业科技,2007,23(1):58-61.
- [7] 戚继忠,魏进华,张倩,等. 城市树木滞尘能力研究及存在的问题与对策[J]. 世界林业研究,2013,26(3):52-57.
- [8] 廖莉团,苏欣,李小龙,等. 城市绿化植物滞尘效益及滞尘影响因素研究概述[J]. 森林工程,2014,30(2):21-24,28.
- [9] 周晓伟,亢秀萍. 几种校园绿化植物滞尘能力研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(24):10431-10432.

Effect of Different Shade Trees on Influencing of Reducing Temperature , Increasing Humidity and Dust Retention Capacity

HE Lijing¹, ZHOU Shubo¹, HE Lihong², LIN Wei¹, ZHU Qingqing¹

(1. College of Tropical Biology and Agronomy, Hainan Tropical Ocean University, Sanya, Hainan 572022; 2. College of Life Science, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou, Guangdong 510225)

Abstract: The capacity of arbor on reducing temperature, increasing humidity and dust retention was studied on campus shade trees in Hainan Tropical Ocean University (Sanya campus), such as *Ficus altissima*, *Acacia auriculaeformis*, *Ficus elastica*, *Ficus religiosa*, *Khaya senegalensis*, *Spathodea campanulata*, *Acacia mangium*, *Cinnamomum camphora*, *Alstonia scholaris*, *Terminalia mantaly*, *Ficus benjamina*, *Eucalyptus exserta*. The results shown that reducing temperature and increasing humidity were showed difference in tree species of the similar ages in the same environment. The effects of reducing temperature and increasing humidity were the best on *Ficus altissima*, *Acacia auriculaeformis* and *Ficus elastica* and were worse on *Eucalyptus exserta*, *Terminalia mantaly* and *Ficus benjamina*. The capacities of dust retention showed difference in different tree species, which were better capacities of dust retention focus on *Spathodea campanulata*, *Ficus religiosa*, *Ficus altissima* and *Ficus elastica*. The results of this study supplied some reference value for campus greening and city street planning.

Keywords: tree species; reducing temperature and increasing air humidity; dust retention capacity