

十一种园林植物增湿降温效应研究

陈丽文¹, 尹娟²

(1. 信阳农林学院 学生处, 河南 信阳 464000; 2. 信阳农林学院 林学院, 河南 信阳 464000)

摘要:以白玉兰等 11 种园林植物为试材, 采用方框、SHY-150 扫描式活体面积测定仪和 LI-6400XT 便携式光合测定仪, 测定植物的蒸腾生理生态指标和主环境因子, 分析相关性的方法, 研究了 11 种园林植物蒸腾强度季节变化特征与环境湿度、温度的关系, 进一步研究城市园林植物的生理生态特性, 探讨植物对城市环境的适应性及配置合理性, 评价其对城市环境的湿度、温度的影响, 以期在城市园林绿化植物的选择、养护提供科学依据。结果表明: 11 种园林植物蒸腾作用、增湿效应值和降温效应值均随季节变化呈现明显规律性。夏季的 7 月增湿效果最为显著, 10 月次之, 4 月更弱, 冬季的 1 月最弱; 3 种乔木中, 白玉兰增湿效果最好, 达 1.51%, 紫叶李最低, 为 1.35%; 6 种灌木植物中, 小叶女贞最好, 达 2.95%, 栀子较高, 达 2.24%, 迎春最低, 为 0.65%; 2 种藤本中, 爬山虎较高, 为 1.87%, 紫藤较低, 为 1.68%; 7 月降温效果最为显著, 10 月次之, 4 月更弱, 冬季的 1 月最弱; 3 种乔木中, 白玉兰降温效果最好, 达 0.55℃, 紫叶李最低, 为 0.39℃; 6 种灌木植物中, 栀子最高, 达 1.29℃, 迎春最低, 为 0.27℃; 2 种藤本中, 爬山虎较高, 为 0.75℃, 紫藤较低, 为 0.61℃。白玉兰、栀子、小叶女贞、爬山虎蒸腾作用较强, 增湿效果较为显著, 降温效果也较为显著, 可优先选作园林绿化植物, 养护方面适当多浇水。

关键词:园林植物; 绿化; 增湿; 降温; 生态效应

中图分类号:S 716.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)20-0067-04

城市热岛效应、城市干岛效应、植被覆盖空洞、热浪、雾霾等对城市生态系统、水资源系统、公众健康等方

面产生极大的负面影响, 也是近些年科研工作者关注的焦点问题^[1-3]。信阳市位于北亚热带和暖温带的分界线上, 四季分明, 多次获得“全国十佳宜居城市”殊荣^[4]。但是随着近 2 年城市发展的加快, 热岛、雾霾等也给市民生活带来影响, 城市的发展对城市生态环境的服务功能提出了更高的要求^[5]。城市绿地通过遮挡、吸收、反射太阳辐射和蒸腾作用等调节空气温度和湿度, 有效缓解热岛效应、干热风效应、雾霾天气等, 在维护城市生态平

第一作者简介:陈丽文(1981-), 女, 河南信阳人, 硕士, 讲师, 现主要从事林业经营管理和林业技术等研究工作。E-mail: clw803@163.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(11371306); 河南省科技厅计划资助项目(2013-332)。

收稿日期:2016-07-28

increased along the increasing elevations, however, mass of 1 000 grains, pedicel length and plant height decreased. One-way ANOVA indicated that there were no significant differences ($P>0.05$) in the number of ovule per flower and mass of 1 000 grains among five different altitudes plots. However, differences of pedicel length and plant height among different altitudes plots were significant ($P<0.05$). There was a clumped distribution at the scale 0—5.82 m, 0—8.6 m, 0—8.8 m, 0—9.2 m and 0—20 m in plot 1(4 452 m), plot 2 (4 215 m), plot 3 (4 081 m), plot 4 (3 841 m) and plot 5 (3 681 m) respectively. It was significantly different in the space scale of spatial distribution pattern among different altitudes plots. Specifically, the population clumped spatial scale decreased along the increasing altitudes. Pearson correlation analysis indicated positive correlations between the pedicel length and the clumped spatial scale, between the plant height and the clumped spatial scale, between the mass of 1 000 grains and the clumped spatial scale. By contrast, correlation between the number of ovule per flower and the clumped spatial scale was negative. There was no significant correlation between seed dispersal functional traits and the clumped spatial scale among five different altitudes plots.

Keywords: *Meconopsis integrifolia*; seed dispersal; functional traits; population; spatial distribution pattern

衡、改善城市生活品质等方面起着至关重要的作用^[6-7]。该研究选取信阳农林学院校园内的常见的乔木、灌木、藤本 3 类共 11 种植物,通过分析其蒸腾作用随季节变化以及与环境湿度、温度的关系,以进一步研究城市园林植物生理生态效应,探讨其对环境湿度、温度的影响,以期改善城市热岛效应和城市园林绿化树种选择、配置和养护提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

研究区位于信阳市东北部科教园区信阳农林学院校园内(东经 114°04′,北纬 31°49′)。信阳市地处亚热带与暖温带的地理分界(秦岭-淮河)线上,属亚热带向暖温带过渡的气候,日照充足,年均温 15.1~15.3℃,有效积温充足,无霜期长达 250 d;雨量充沛,年均降雨量 900~1 300 mm^[8]。

1.2 试验材料

试验材料均栽植于信阳市郊东北部科教园区信阳农林学院校园内:紫叶李(*Prunus cerasifera* Ehrhart f.)、白玉兰(*Magnolia denudate*)和四季桂(*Osmanthus fragrans* var. *semperflorens*)3 种常见乔木,小叶女贞(*Ligustrum quihoui* Carr)、栀子(*Gardenia jasminoides* Ellis)、红花檵木(*Loropetalum chinense* var. *rubrum* Yieh)、蔷薇(*Rosa chinensis* Jacq)、迎春(*Jasminum nudiflorum* Lindl)和海桐(*Pittosporum tobira* (Thunb.) Ait.)6 种常见灌木,紫藤(*Wisteria sinensis* (Sims) Sweet)和爬山虎(*Parthenocissus tricuspidata*)2 种常见藤本植物,均为豫南地区常见绿化树种。所选乔木树形整齐,树冠完整,枝叶茂盛;所选灌木均有适当修剪并保留了原有自然形状;所选藤本生长良好。

1.3 试验方法

于 2015 年 1、4、7、10 月,选择晴朗无风天气 08:00—18:00 测定,每间隔 2 h 测定 1 次,每种植物重复 3 株,取平均值记录。用正方体木框和 SHY-150 扫描式活体面积测定仪测定叶面积指数,具体方法为:用 0.5 m×0.5 m×0.5 m 的木框随机套取被选植物枝叶,记录框内的叶片总数 C,并在木框内随机摘取 5 片叶,用 SHY-150 扫描式活体面积测定仪测定每片叶片的单面积,求叶片面积平均值 \bar{s} ,乘以叶片总数 C,得到木框内所有叶片总面积 S,总面积 S 除以木框总面积 A,得到该植物的叶面积指数^[9-10]。用 LI-6400XT 便携式光合测定仪测定光合蒸腾作用,供试 11 种植物,每种植物选取 5 片向阳的大小相近、生长健壮的叶片,每片叶片读取 5 个瞬时光合速率值,即每种植物重复 25 次,为保证各种植物间测定结果的可比性,尽量在相对一致的环境条件下完成对所有研究对象植物的测定^[11-12]。

1.4 数据分析

试验数据采用 Microsoft Excel 2010 软件分析处理和图表制作,采用 Origin 8.5 辅助绘图,采用 SPSS 19.0 软件辅助相关数据分析处理。

2 结果与分析

2.1 11 种园林绿化植物蒸腾强度

信阳市 1971—2000 年 30 年的气象资料表明,信阳市年均日照时数为 1 900~2 100 h,年均气温 15.1~15.3℃,无霜期(以日均温度高于 10℃粗略计算)长,30 年年均无霜期 220~280 d;雨量充沛,30 年年均降雨量 900~1 300 mm;空气湿润,30 年年均相对湿度为 77%。假定无霜期为植物生长时期,那么多数植物在信阳的年均生长天数计算为 250 d,起止日期为 3 月 16 日至 11 月 20 日,此期内日照时数为 1 154.8 h,以此为植物 1 年中有蒸腾作用的时数^[13]。

从图 1 可以看出,11 种绿化园林植物时均蒸腾强度方面,3 种乔木树种中,白玉兰最高,为 271.78 J·m⁻²·h⁻¹,紫叶李最低,为 193.22 J·m⁻²·h⁻¹;6 种灌木植物中,栀子最高,达 635.74 J·m⁻²·h⁻¹,迎春最低,为 127.89 J·m⁻²·h⁻¹;2 种藤本中,爬山虎较高,为 375.24 J·m⁻²·h⁻¹,紫藤较低,为 322.33 J·m⁻²·h⁻¹。从植物类别方面分析,植物蒸腾强度强弱为:348.78 J·m⁻²·h⁻¹>338.39 J·m⁻²·h⁻¹>236.98 J·m⁻²·h⁻¹,即藤本>灌木>乔木,藤本植物蒸腾作用最强,生产中应适当多浇水。从一年四季分析,11 种植物蒸腾强弱均表现为夏季>秋季>春季>冬季,夏季蒸腾作用最强,冬季蒸腾作用最弱,这主要与环境温湿度和植物自身生长特性有关。

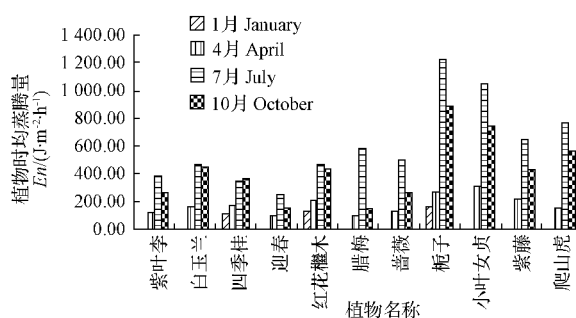


图 1 11 种植物四季蒸腾强度

Fig. 1 11 kinds of plant transpiration intensity histogram of the four seasons

2.2 11 种园林绿化植物增湿效应

活体植物主要通过蒸腾作用不断地与空气进行着水分和热量的交换,实现其对空气的增湿效应^[14]。因此,仍然以底面积 10 m²、高 100 m 的气体柱为计算单位,根据所测定的植物日均蒸腾强度,计算植物使其周围 1 000 m³ 范围内增加的空气相对湿度 Δf ,这里园林

植物增湿效应的平均值,是通过分别先求水汽压增加值 Δe 和空气饱和水汽压 e_s 的均值,再计算出植物增湿效应的均值^[15]。

由表1可知,3种乔木中,白玉兰增湿效果最好,达1.51%,四季桂最低,为1.35%;6种灌木植物中,小叶女贞最好,达2.95%,栀子较高,达2.24%,迎春最低,为

0.65%;2种藤本中,爬山虎较高,为1.87%,紫藤较低,为1.68%,基本差别不大。11种园林植物蒸腾作用和增湿效应值均随季节变化呈现明显规律性,夏季的7月增湿效果最为显著,秋季的10月次之,春季的4月更弱,冬季的1月最弱。另外,受样本数量的限制,并不能据此数据测算乔木、灌木、藤本植物间蒸腾作用的规律。

表1

11种园林植物增湿效应

Table 1

Humidifying effects of 11 kinds of landscape plants

类别	植物名称	空气相对湿度增加值 $\Delta f/\%$				均值 Mean		
Class	Plant name	1月	4月	7月	10月	水汽压增加值 $\Delta e/\text{hPa}$	空气饱和水汽压均值 $\Delta e_s/\text{hPa}$	植物增湿均值 $\Delta f/\%$
乔木	紫叶李	0.00	0.63	1.23	1.51	0.40	27.58	1.45
	白玉兰	0.00	0.86	1.38	2.22	0.45	29.79	1.51
	四季桂	1.21	0.85	1.12	1.97	0.41	30.31	1.35
藤本	爬山虎	0.00	0.73	2.40	2.52	0.59	31.60	1.87
	紫藤	0.00	1.00	1.96	1.80	0.52	30.95	1.68
	迎春	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	40.05	0.65
灌木	红花檵木	1.24	1.16	1.52	2.57	0.45	29.19	1.54
	腊梅	0.00	0.54	1.66	0.69	0.35	30.36	1.15
	蔷薇	0.00	0.67	1.59	1.51	0.42	34.21	1.23
	栀子	1.47	1.35	3.88	4.64	0.71	31.69	2.24
	小叶女贞	0.00	1.77	3.35	3.93	1.02	34.62	2.95

2.3 11种园林绿化植物降温效应

植物主要通过自身蒸腾作用消耗周围空气中的热量来达到对周围环境的降温效应^[16-17]。根据测定的植物日均蒸腾强度,可以得到植物每平方米蒸腾作用所消耗的来自于其周围底面积 10 m^2 、高 100 m 的气体柱的这部分热量,从而算出植物使其周围 $1\ 000\text{ m}^3$ 范围内降温数值 ΔT ,根据测定数据统计计算出园林植物使其周围环境降温的结果如图2所示。

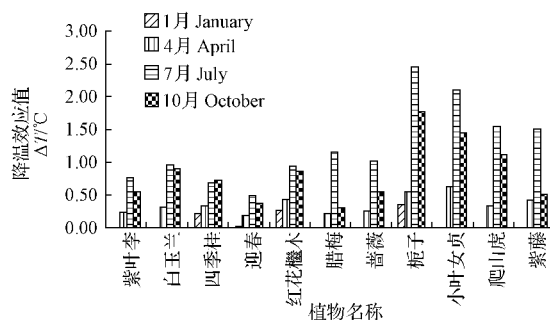


图2 11种园林植物降温效应

Fig. 2 Cooling effect of 11 kinds of garden plants

从图2可以看出,3种乔木中,白玉兰降温效果最好,达 $0.55\text{ }^{\circ}\text{C}$,紫叶李最低,为 $0.39\text{ }^{\circ}\text{C}$;6种灌木植物中,栀子最高,达 $1.29\text{ }^{\circ}\text{C}$,迎春最低,为 $0.27\text{ }^{\circ}\text{C}$;2种藤本植物中,爬山虎较高,为 $0.75\text{ }^{\circ}\text{C}$,紫藤较低,为 $0.61\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。植物类别方面,植物降温能力强弱为 $0.68\text{ }^{\circ}\text{C}=0.68\text{ }^{\circ}\text{C}>0.47\text{ }^{\circ}\text{C}$,即藤本=灌木>乔木,此数据显示藤本植物和灌木植物降温能力等值,可能是受样本数据数量的限制,实际是相近但并不完全等值;从一年四季分析,乔木、灌木、藤本蒸腾强弱均表现为夏季>秋季>春季>冬季,这主要与不同季节的环境温度高低有关。

3 结论与讨论

该研究结果表明,蒸腾强度方面,3种乔木树种中,白玉兰蒸腾作用最强,紫叶李蒸腾作用最弱;6种灌木植物中,栀子蒸腾作用最强,迎春蒸腾作用最弱;2种藤本植物中,爬山虎蒸腾作用较强,紫藤蒸腾作用较弱。蒸腾作用随季节变化表现为夏季蒸腾作用最强,春秋季弱,冬季最弱,某些植物在冬季进入休眠状态,几乎没有蒸腾作用。

植物增湿效应方面,植物增湿能力强弱表现为藤本最强,灌木次之,乔木最弱;从一年四季增湿数据看,乔木、灌木、藤本增湿能力均表现为夏季最强,秋季次之,春季更弱,冬季最弱。紫叶李、白玉兰、腊梅、蔷薇、爬山虎、紫藤等植物在冬季几乎对环境没有增湿效果。尽管11种园林植物总体上的增湿效应随季节变化表现出相似一致的季节规律性,但是每种植物自身效应却又不尽相同,这也反映在每个季节11种绿化植物增湿效应能力高低有所不同上。

植物的降温效应方面,植物降温能力强弱表现为藤本和灌木降温能力相近,乔木最弱;从一年四季看,乔木、灌木、藤本降温能力均表现为夏季最强,秋季次之,春季更弱,冬季最弱。紫叶李、白玉兰、腊梅、蔷薇、爬山虎、紫藤等植物在冬季几乎没有降温效果。尽管这11种园林植物降温效应总体上随季节变化表现出相似一致的季节规律性,但是每种植物自身效应却又不尽相同,这也反映在11种绿化植物在每个季节降温效应能力高低有所不同上。

大环境温湿度、土壤湿度、植物蒸腾作用等因素均不同程度的影响着植物周边微环境的温湿度。该研究

获得的数据仅是单体植物增湿、降温效应的相对值,如何利用单体生态效应合理配置绿化植物种群,以及测定群体植物在相对一致的外界生境条件下的相应的生态温度、湿度转化效能,以提高人体环境舒适感,仍是今后研究的方向。

参考文献

- [1] 薛雪,李娟娟,郑云峰,等. 5个常绿园林树种的夏季光合蒸腾特性[J]. 林业科学,2013,13(9):150-156.
- [2] 彭保发,石忆邵,王贺封,等. 城市热岛效应的影响机理及其作用规律:以上海市为例[J]. 地理学报,2013,11(9):150-156.
- [3] 刘宇峰,原志华,孔伟,等. 1993—2012年西安城区城市热岛效应强度变化趋势及影响因素分析[J]. 自然资源学报,2015,30(6):974-916.
- [4] 陈丽文,王辉,王福娟. 信阳油茶发展规划[J]. 农学学报,2014,4(7):73-77.
- [5] 陈梅花,张欢欢,赵俊远. 信阳旅游资源整合开发研究[J]. 信阳农业高等专科学校学报,2013,23(9):53-58.
- [6] 王晓默,谷山青,董宁. 城市化发展对相对湿度的影响:以济宁市为例[J]. 中国农学通报,2014,30(26):242-247.
- [7] 高美蓉,贾宝全,王成,等. 厦门本岛城市森林树冠覆盖于热岛效应关系[J]. 林业科学,2014,50(3):63-68.
- [8] 刘晓东,潘晶晶. 哈尔滨市居住区绿化效果评价研究[J]. 森林工程,2014,30(1):36-40.
- [9] 胡晓静,宋于洋,王伟. 杨树无性系叶面积测定模型的建立[J]. 湖北农业科学,2015,22(11):5736-5739.
- [10] 万信,李巧珍,方德彪,等. 一种马铃薯叶面积校正系数的确定方法[J]. 资源科学,2012,34(8):1533-1537.
- [11] 李玲,刘开泉,张继祥,等. 樱桃水状态参数日变化特性的研究[J]. 北方园艺,2015(1):23-26.
- [12] 梁哲军,齐宏立,王玉香,等. 不同滴灌定额对玉米光合性能及水分利用效率的影响[J]. 中国农学通报,2014,30(36):74-78.
- [13] 赵平,邹绿柳,饶兴权,等. 成熟马占相思林的蒸腾耗水及年际变化[J]. 生态学报,2011,31(20):6038-6048.
- [14] 刘娇妹. 给劲城市绿地温湿效应研究[D]. 北京:中国农业大学,2007.
- [15] 张彪,高吉喜,谢高地,等. 北京城市绿地的蒸腾降温功能及其经济价值评估[J]. 生态学报,2012,32(24):7698-7705.
- [16] 韩庆典,谢宝东. 3种绿化藤本植物降温增湿效应的研究[J]. 中国农学通报,2014,30(31):224-228.
- [17] 秦吉中,童开林. 6种藤本植物的生态效应比较[J]. 西北林学院学报,2013,28(5):63-65.

Effect Research of Eleven Kinds of Landscape Plants of Humidification and Cooling

CHEN Liwen¹, YIN Juan²

(1. Department of Students' Affairs Office, Xinyang Agriculture and Forestry University, Xinyang, Henan 464000; 2. Department of Forestry, Xinyang Agriculture and Forestry University, Xinyang, Henan 464000)

Abstract: With 11 kinds of magnolia etc. garden plants for test materials, used the box, SHY-150 scanning living area meter and LI-6400XT portable photosynthetic apparatus, physiological ecology of plants transpiration and the main environmental factors, correlation analysis method, the 11 kinds of garden plants transpiration intensity of seasonal change characteristics and environmental humidity, temperature, the relationship between physiological and ecological characteristics of urban garden plant were studied, further research to explore plant adaptability to the urban. The results showed 11 kinds of garden plant transpiration and the humidifying effect value with the season variety showed obvious regularity, in the summer of July was the most significant effect of humidification, October and April were weaker, January was the weakest in winter; three kinds of trees, *Magnolia denudate* humidification effect was the best, 1.51%, and the *Prunus cerasifera* Ehrhart f. was the lowest, 1.35%; six kinds of shrubs plants, *Ligustrum quihoui* Carr was the best 2.95%, *Gardenia jasminoides* Ellis was higher, 2.24%, *Jasminum nudiflorum* Lindl was the lowest, 0.65%; two kinds of vines, *Parthenocissus tricuspidata* was higher, 1.87%, *Wisteria sinensis* (Sims) Sweet was low, 1.68%. July next October, April weaker, on January the weakest in winter; three kinds of trees, *Magnolia denudate* cooling effect was best, up to 0.55 °C, the *Prunus cerasifera* Ehrhart f. was the lowest, 0.39 °C; 6 kinds of shrubs plants, *Gardenia jasminoides* Ellis was the highest, 1.29 °C, *Jasminum nudiflorum* Lindl was the lowest, 0.27 °C; two kinds of vines, *Parthenocissus tricuspidata* was higher, 0.75 °C, *Wisteria sinensis* (Sims) Sweet, lower to 0.61 °C. *Magnolia denudate*, *Gardenia jasminoides* Ellis, *Ligustrum quihoui* Carr, *Parthenocissus tricuspidata* had more significant effect of humidification and parthenocissus tricuspidata transpiration, cooling effect, giving priority to chose for landscaping plants, watering more was appropriate maintenance.

Keywords: botanical garden plants; greening; humidification; cooling; ecological effect