

# 三种灌木的蒸腾耗水特性研究

王 鹏, 李海梅

(青岛农业大学 园林园艺学院, 山东 青岛 266109)

**摘 要:**利用 Lcpro+ 便携式光合仪, 对青岛市 3 种主要灌木树种连翘、金银木、锦带花的蒸腾耗水规律进行了测定和研究。结果表明:在水分充足条件下连翘呈典型的双峰曲线, 金银木和锦带花呈单峰曲线;金银木在 1 d 的各时间段耗水速率明显高于连翘和锦带花的耗水速率;3 种灌木晴天的耗水速率明显大于阴天的耗水速率;此外,在春季,连翘对土壤含水量比金银木、锦带花敏感。试验的结果能够为植物的合理选择、水分的量化管理提供科学依据。

**关键词:**灌木;蒸腾耗水;耗水特性

**中图分类号:**S 718.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)02-0092-03

目前中国北方水资源严重不足,南方也存在季节性缺水问题,干旱缺水已成为制约城市绿化建设的主要限制因子<sup>[1]</sup>。园林植物自身耗水量大,这导致了水资源匮乏与园林景观用水之间的矛盾日益突出<sup>[2]</sup>。虽然以往对植物蒸腾耗水特性有较多的研究,但大多集中在自然林方面,对园林绿化植物蒸腾耗水特性的研究甚少。研究植物的蒸腾耗水规律和耗水特性对水资源的优化利用具有重要意义<sup>[3-4]</sup>。在城市园林绿地中,灌木和小乔木占有相当大的比例,该试验以 3 种青岛主要的灌木树种为研究对象,对其蒸腾耗水特性进行研究,以期在城市绿化低耗水树种的选择、水资源的量化管理提供科学依据。

## 1 研究区域概况

研究区域设在青岛农业大学实验基地,青岛地处太平洋西岸,东经 119°30′~121°00′,北纬 35°35′~37°09′,濒临黄海,东与朝鲜半岛、日本隔海相望,是山东及沿黄河流域最大的出海口,属温带季风气候,具有明显的海洋性气候特点,空气湿润,温度适中,年平均气温 12.7℃。最热的 8 月份,平均气温 25℃;最冷的 1 月份,平均气温 1.3℃,年降雨量 420 mm 左右,无霜期 195 d。

## 2 材料与方法

### 2.1 试验材料

选择青岛市 3 种主要花灌木连翘(*Forsythia suspensa*)、金银木(*Lonicera maackii*)、锦带花(*Weigela*

*florida*)为研究对象。选择 2~3 a 生健康植株,要求植株株形及大小基本相同。于 3 月 31 日将苗木从苗圃中起出栽于花盆中(花盆为直径 30 cm,高 28 cm),盆土取自苗圃。浇足定根水,进行常规管理,确保苗木成活。

### 2.2 试验设计

该试验选用连翘、金银木、锦带花 3 种植物作为参试苗木。每种植物 12 株,每 6 株为 1 组,一组为控水组,另一组充分供水作为对照组。观测期为 2010 年 5 月 5~21 日,在观测日前一天将所有参试苗木浇透水,控水组植物不再浇水,对照组植物每天正常浇水,观测期内每天 18:00 时用电子秤(30 kg,1 g)对盆栽苗木称重,为防止土壤蒸发散失水分,用塑料薄膜将盆体严密包扎,确保苗木蒸腾耗水是土壤水分流失的唯一途径。

### 2.3 试验方法

**2.3.1 蒸腾速率的测定** 观测期内每隔 2~3 d 选择 5 个典型晴天,利用 Lcpro+ 光合系统从 6:00~18:00,每隔 2 h 观测 1 次。在参试植物体上随机选取向阳面叶片,每株取 3~5 片叶,每叶片取 3~5 个瞬时蒸腾速率值,取其平均值。

**2.3.2 植物蒸腾量的测定** 观测期内每天 18:00 时用电子秤称取各盆参试苗木的重量,当日与前一日花盆重量的差值即为当日植物的蒸腾量。

**2.3.3 土壤含水量的测定** 采用烘干法测定土壤的重量含水量,每个观测日蒸腾速率测定结束后取控水组花盆的土壤,利用电子天平称铝盒得数据  $m_0$ ,用铝盒取土样,称重得数据  $m_1$ ,之后放入烘干箱内 105℃ 下烘干 12 h,然后取出再次称重,得数据  $m_2$ ,计算土壤含水量:土壤含水量(%) =  $(m_1 - m_2) / (m_1 - m_0) \times 100\%$ 。

**2.3.4 叶面积的测定** 采用方格纸法测定植物叶面积,首先测定单叶叶面积,然后点数叶片数量,计算总叶面积。

**2.3.5 数据分析** 将观测数据利用 Excel 软件处理,进

**第一作者简介:**王鹏(1984-),女,山东省章丘市人,硕士,现主要从事城市生态研究。E-mail: wangpeng\_1130@163.com。

**通讯作者:**李海梅(1975-),女,博士,副教授,研究方向为城市生态学。E-mail: lihaimei75@163.com。

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(30871485);山东省青年基金资助项目(ZR2010CQ010)。

**收稿日期:**2010-11-10

行相应的曲线分析,评价植物的蒸腾耗水特性。

### 3 结果与分析

#### 3.1 水分充足条件下3种灌木蒸腾速率日变化规律

土壤中的水分进入植物根系后,通过茎输导组织向上运送到达树冠层,经由气孔蒸腾(包括角质层及皮孔蒸腾)转化为气态水扩散到大气中去,蒸腾速率是植物耗水特性的主要指标之一<sup>[5]</sup>。从图1可以看出,水分充足条件下,连翘呈典型的双峰型曲线,金银木和锦带花呈单峰曲线。连翘蒸腾速率的峰值分别出现在午前10:00~12:00和午后14:00~16:00;金银木和锦带花蒸腾速率日变化趋势一致,6:00~14:00一直升高,在14:00~16:00达到最高峰,之后急剧下降。金银木蒸腾速率日变化幅度大于锦带花蒸腾速率日变化幅度。

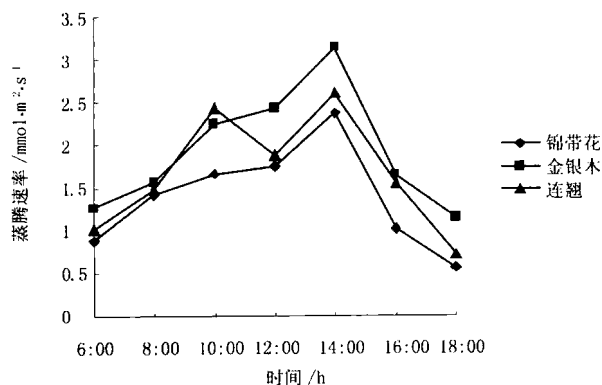


图1 水分充足条件下3种灌木蒸腾速率日变化

#### 3.2 控水条件下3种灌木蒸腾速率日变化规律

在控水条件下,3种灌木蒸腾速率随控水时间的延续而下降(图2~4)。结果表明,在控水的第1天,3种灌木蒸腾速率与充分供水情况相同,连翘蒸腾速率呈现双峰曲线,峰值出现在10:00和14:00,最大蒸腾速率出现在14:00。金银木和锦带花呈单峰曲线,峰值均出现在午后14:00;控水第4天,连翘由双峰变单峰曲线,峰值出现在12:00,而金银木和锦带花由单峰变双峰曲线,中午前后有明显的暂缓期;控水第8天,3种灌木都呈单峰曲线,峰值出现在12:00;控水第12天,3种灌木蒸腾速率都呈单峰曲线,峰值都出现在上午10:00;控水第16天,由于干旱胁迫的加重,蒸腾速率变化平缓,单峰曲线不明显。16 d以后,光合仪已测不出3种灌木的蒸腾作用,至此,控水试验结束。

综上所述,随着控水时间的延长,土壤含水量的下降,3种灌木的蒸腾速率降低,高峰期提前。

#### 3.3 3种灌木耗水速率的日变化

单位面积上的耗水量即耗水速率,能衡量不同树种的蒸腾耗水能力<sup>[6]</sup>。从图5可知,金银木和锦带花全天耗水速率最大值出现在12:00~14:00,而连翘全天耗水速率最大值出现在14:00~16:00,并且金银木在各阶段的耗水速率都明显高于连翘和锦带花的耗水速率,金银木最大耗水速率为147.77 g/m<sup>2</sup>,最小蒸腾速率为

99.53 g/m<sup>2</sup>,而连翘的最大值为85.76 g/m<sup>2</sup>,最小值为34.48 g/m<sup>2</sup>,锦带花最大值为62.29 g/m<sup>2</sup>,最小值为21.92 g/m<sup>2</sup>,说明5月金银木耗水量大于连翘和锦带花。

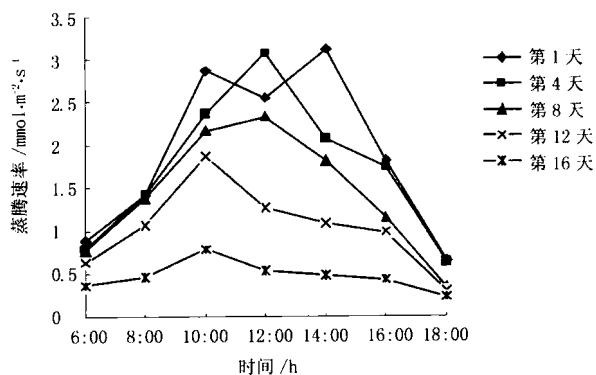


图2 连翘控水时间与蒸腾速率日变化的关系

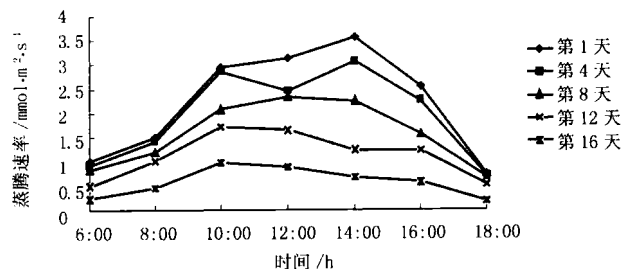


图3 金银木控水时间与蒸腾速率日变化关系

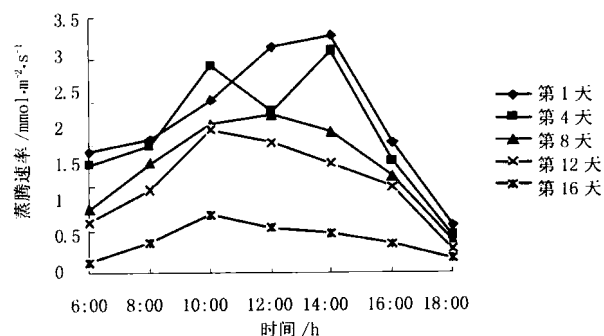


图4 锦带花控水时间与蒸腾速率日变化的关系

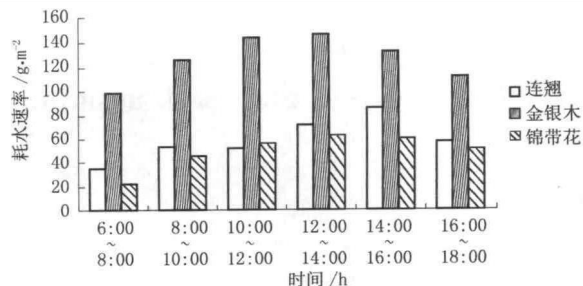


图5 3种灌木耗水速率日变化

#### 3.4 天气状况对3种灌木耗水速率的影响

耗水速率在不同的天气情况下差异较大。了解树木在不同天气情况下的耗水差异,对于准确计算绿地需水量,并根据天气情况有针对性的选择灌溉方案具有重要意义。从图6可知,3种灌木耗水速率均为晴天>阴

天,其中金银木耗水速率差异最大,由  $1\ 018.91\ \text{g/m}^2$  降为  $448.83\ \text{g/m}^2$ ,阴天耗水速率仅为晴天的 44.1%,并且金银木在 2 种天气情况下的耗水速率都明显高于连翘和锦带花的耗水速率。连翘的耗水速率由  $575\ \text{g/m}^2$  降为  $279.54\ \text{g/m}^2$ ,阴天耗水速率为晴天的 48.6%,锦带花由  $391.56\ \text{g/m}^2$  降为  $199.95\ \text{g/m}^2$ ,阴天耗水速率为晴天的 51.1%。由此可见,金银木耗水速率受天气情况的影响最大,其次为连翘,受天气情况影响最小的是锦带花。

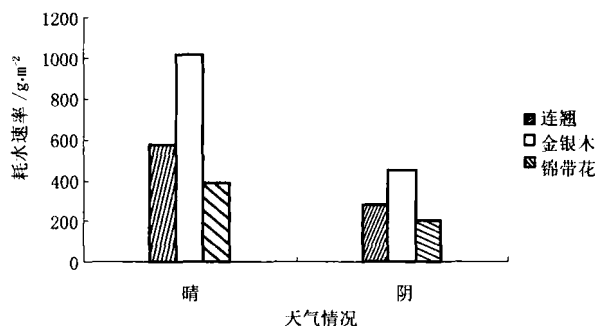


图 6 天气状况对 3 种灌木耗水速率的影响

### 3.5 土壤含水量与蒸腾速率的关系

土壤含水量是影响植物蒸腾耗水的主要因子之一<sup>[7]</sup>,土壤含水量与植物蒸腾速率的关系见图 7。从图 7 可知,3 种灌木的蒸腾速率与土壤含水量呈明显的正比关系。在观测日一天将所有参试苗木浇透水,第 2 天早晨土壤处于饱和含水量状态,即 3 种灌木土壤含水量相差不大,在 23.65% 左右。在土壤含水量减少的过程

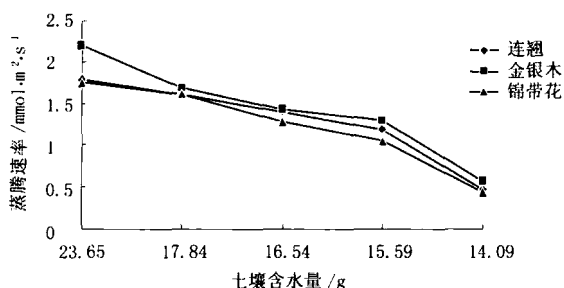


图 7 3 种灌木蒸腾速率与土壤含水量的关系

中,连翘、金银木和锦带花的蒸腾速率呈下降趋势。控水开始阶段,连翘、金银木和锦带花的蒸腾速率与充分供水下蒸腾速率相同,当土壤含水量低于 15.59% 时,3 种灌木的蒸腾速率迅速下降。

### 4 结论与讨论

水分充足条件下,连翘的蒸腾速率呈典型的双峰曲线,其峰值出现在午前 10:00 和午后 14:00;金银木和锦带花的蒸腾速率呈单峰曲线,其峰值出现在午后 14:00 时。

金银木和锦带花全天耗水速率最大值出现在 12:00~14:00,而连翘全天耗水速率最大值出现在午后 14:00~16:00。春季 3 种灌木耗水速率表现为金银木 > 连翘 > 锦带花,金银木最大耗水速率达  $1\ 018.91\ \text{g/m}^2$ ,连翘、锦带花的耗水速率相对较低。

土壤含水量与植物蒸腾作用呈显著正相关,控水第 1 天,由于水分充足,控水组 3 种灌木蒸腾速率与充分供水条件下相同,随控水时间的加长,土壤水分含量的下降,3 种灌木蒸腾速率降低,高峰期提前。

在进行园林植物配置时,应综合考虑多种因素,合理高效的利用园林植物。如在植物配置时可以选择低耗水性植物,选择日耗水进程不同的多种植物进行合理配置,有利于全天土壤水分的均衡供应,从而达到减少水量支出的目的,进而减轻水资源供需矛盾。

### 参考文献

- [1] 刘江. 全国生态环境建设规划[M]. 北京: 中华工商联合出版社, 1999.
- [2] 李吉跃, 周平, 招礼军. 干旱胁迫对苗木蒸腾耗水的影响[J]. 生态学报, 2002, 22(9): 56-58.
- [3] 王瑞辉, 马履一, 奚如春, 等. 北京 7 种园林植物及典型配置绿地用水量测算[J]. 林业科学, 2008, 44(10): 63-68.
- [4] 武金翠. 合肥市主要园林植物及典型绿地耗水规律的研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2007.
- [5] 王得祥, 康博文, 刘建军, 等. 主要城市绿化树种苗木耗水特性研究[J]. 西北林学院学报, 2004, 19(4): 20-23.
- [6] 朱妍, 李吉跃, 史剑波. 北京六个绿化树种盆栽蒸腾耗水量的比较研究[J]. 北京林业大学学报, 2006, 28(1): 65-70.
- [7] 付海曼. 城市环境下银杏蒸腾耗水特性及其调节机制[D]. 北京: 北京林业大学, 2009.

## Study on Characteristics of Transpiration Water Consumption of Three Types of Shrubs

WANG Peng, LI Hai-mei

(College of Landscape Architecture and Horticulture, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

**Abstract:** In this study, Lcpro+ portable photosynthesis system was adopted, the three major shrub species in Qingdao *Forsythia suspensa*, *Lonicera maackii*, *Weigela florida* transpiration water consumption was measured and studied. The results indicated that in the water sufficient conditions, *Forsythia suspensa* was a typical bimodal curve, *Lonicera maackii* and *Weigela florida* were a single peak curve; *Lonicera maackii* all in one day time rate of water consumption was significantly higher than *Forsythia* and *Weigela* water consumption rate; three kinds of shrubs the water consumption rates in sunny were significantly greater than cloudy water consumption rates. In addition, in spring the *Forsythia* on the soil moisture was more content than *Lonicera* and *Weigela*. Test results could provide scientific reasonable irrigation, and could make full use of green plants choice.

**Key words:** bush; transpiration; character of water consumption