

刘雪燕,申亚梅,朱栩梁,等. 8 个玉兰种质的光合特性研究[J]. 江苏农业科学,2014,42(7):179-182.

# 8 个玉兰种质的光合特性研究

刘雪燕,申亚梅,朱栩梁,孟 辉

(浙江农林大学,浙江临安 311300)

**摘要:**测定了浙江省与河南省的芙蓉(*Manolia × soulangeana* ‘Furong’)、红运(*M. × soulangeana* ‘Red Lucky’)等 8 个品种的光合特性。结果表明,8 个品种叶片生长过程中净光合速率( $P_n$ )、蒸腾速率( $T_r$ )、气孔导度( $G_s$ )均逐渐增加,最后趋于稳定,并且不同生长期各个品种间多差异极显著( $P < 0.01$ );红运与早莲光合日变化比较结果显示,二者  $P_n$ 、 $T_r$ 、 $G_s$  差异不显著( $P > 0.05$ ),但 WUE 差异显著,说明北方区域品种耐旱性高于南方区域品种。

**关键词:**木兰属;光合特性;水分利用率;耐旱性

**中图分类号:** S685.150.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)07-0179-03

光合作用直接影响植物生长、发育、生殖、生存竞争、环境适应及进化,而叶片的光合速率与其叶绿素含量、厚度、成熟度、叶面积指数等密切相关,同时也受光照强度、气温、空气相对湿度、土壤含水量等外界因子影响。不同植物在生长过程中进行光合作用的能力不同,同一植物不同生长时期的光能利用率也不同,一般以营养生长期为最强,叶面积指数越大其光合量越大,且与叶绿素含量成正比。如白玉兰在生长旺盛期的光能利用率高于末期<sup>[1]</sup>。本研究选择了所收集资源中的 8 个种质作为研究对象,分别是源自浙江省的芙蓉(*M. × soulangeana* ‘Furong’)、红运(*M. × soulangeana* ‘Red Lucky’)、长花(*M. ‘Chameleon’*)、常春(*M. × soulangeana* ‘Semperflores’),源自河南省的早莲(*M. campbellii* ‘Hanlian’)、舞钢(*M. wugangensis*)、腋花(*M. axilliflora*)、玉灯(*M. denudata* ‘Lamp’)。这 8 个种质被广泛应用于园林绿化,常用作行道树、孤植树、庭院树等。本研究通过测定其叶片生长季光合速率,揭示木兰属植物的光合能力与环境适应能力,为木兰属植物优异种质的筛选、异地栽培及推广应用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

本试验在浙江农林大学平山苗圃进行。苗圃地处浙江省临安市锦城镇北面,北纬 30°14′,东经 119°42′,属于山区,地势北高南低,试验地相对平坦,土壤为黄壤。气候类型属于中纬度北亚热带季风气候,四季分明,气候温和,雨量充沛,气候在垂直方向上差异悬殊。多年平均气温为 15.8℃,7 月为最热月,历年平均为 28.10℃,1 月为最冷月,历年平均为 3.40℃,极端高温 41.90℃(1996 年 8 月 6 日),极端低温 -13.30℃(1967 年 1 月 16 日)。历年平均日照明数

1 939 h,无霜期 234 d。常年偏东风最多,以东北风和东东北风为主,出现频率分别为 12%、11%;偏西风也较多,以西南风和西西南风为主,出现频率分别为 10%、9%,静风占 30%;年平均风速为 1.8 m/s(2 级风),最大风速出现在 1981 年 7 月 15 日,为 18.0 m/s(8 级风)。

### 1.2 试验材料

选用浙江农林大学苗圃中源自浙江省嵊州市、河南省新乡市的 8 个玉兰品种(表 1)。

### 1.3 测定方法

**1.3.1 8 个玉兰品种光合参数的测定** 于 2009 年 4 月 15 日、4 月 25 日、5 月 3 日、5 月 10 日、5 月 16 日 09:00—11:00,利用 Licor-6400 便携式光合仪测定玉兰属 8 个品种的光合参数。每品种随机选取规格一致、生长状态良好的植株 3 株,对高度一致的向阳枝条上倒数第 3 张叶片进行测定,每个枝条上同一叶片重复测 3 次。测定的光合生理指标为净光合速率(photosynthetic rate,  $P_n$ )、蒸腾速率(transpiration rate,  $T_r$ )和气孔导度(stomatal conductance,  $G_s$ ),并计算水分利用率(water use efficiency, WUE)。测定时选用人工光源,设定光合有效辐射(photosynthetically active radiation, PAR)为 800  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,空气流量 500  $\mu\text{mol}/\text{s}$ 。

**1.3.2 光合参数日变化的测定** 于 2009 年 5 月 4 日(天气晴朗少云)07:30—17:30 测定红运玉兰、早莲玉兰光合日变化进程,每隔 1 h 测定 1 次,参照外界实际光照强度设置测定时的光照强度。根据测定数据绘制净光合速率( $P_n$ )日变化进程。以全天中光合作用较强时间段(即 10:00 左右)的测定值作为研究不同种源光合速率的比较数据,测定参数包括净光合速率( $P_n$ )、气孔导度( $G_s$ )与蒸腾速率( $T_r$ ),并计算水分利用率(WUE)等。每个品种选 3 株,测定叶片为植株上部第 5~7 张成熟向阳叶片,每个枝条上同一叶片重复测 3 次。

**1.3.3 数据处理** 水分利用效率  $WUE = P_n/T_r$ 。利用 Excel 2007、SPSS 19.0 统计分析软件进行数据分析和作图;采用 Duncan's 法进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 8 个玉兰品种光合特性比较

**2.1.1 8 个玉兰品种净光合速率( $P_n$ )比较** 净光合速率是

收稿日期:2013-09-24

基金项目:浙江省重点创新团队花卉产业创新团队子项目(编号:2009R0034);浙江省“十二五”规划花卉育种专项(编号:2012C12909-4);浙江省科技厅面上项目(编号:2008C32019)。

作者简介:刘雪燕(1988—),女,河南焦作人,硕士研究生,研究方向为园林植物育种及应用。E-mail:289645945@qq.com。

通信作者:申亚梅,博士,副教授,主要从事园林植物育种及应用方面的研究。Tel:(0571)63748611;E-mail:sssyyymm@126.com。

表 1 试验材料名录

| 序号 | 中文名及拉丁名                                   | 产地   |
|----|-------------------------------------------|------|
| 1  | 芙蓉 <i>M. × soulangeana</i> ‘Furong’       | 浙江嵊州 |
| 2  | 红运 <i>M. × soulangeana</i> ‘Red Lucky’    | 浙江嵊州 |
| 3  | 长花 <i>M.</i> ‘Chameleon’                  | 浙江嵊州 |
| 4  | 常春 <i>M. × soulangeana</i> ‘Semperflores’ | 浙江嵊州 |
| 5  | 早莲 <i>M. spriend</i> ‘Hanlian’            | 河南新乡 |
| 6  | 舞钢 <i>M. wugangensis</i>                  | 河南新乡 |
| 7  | 腋花 <i>M. axilliflora</i>                  | 河南新乡 |
| 8  | 玉灯 <i>M. denudata</i> ‘Lamp’              | 河南新乡 |

植物生长的重要指标,反映植物利用光的能力,直接影响着植物的生长<sup>[2]</sup>。研究结果(图 1)显示,在不同生长期,8 个玉兰品种的净光合速率( $P_n$ )呈现不同的变化趋势,且差异极显著(表 2,  $P<0.01$ )。经比较得知,在生长初期(4 月 15 日),玉灯叶片净光合速率最高,其余依次为芙蓉、舞钢、早莲、红运、

腋花、长花、常春,到生长中期(5 月 3 日),8 个品种净光合速率由大到小依次为长花、常春、早莲、腋花、红运、舞钢、玉灯、芙蓉,之后 8 个品种呈现不同的变化,长花与腋花呈现下降趋势;早莲与常春 5 月 3 日之后呈现平稳趋势;红运、芙蓉、舞钢在 5 月 10 日达到最高,之后呈现平稳趋势。

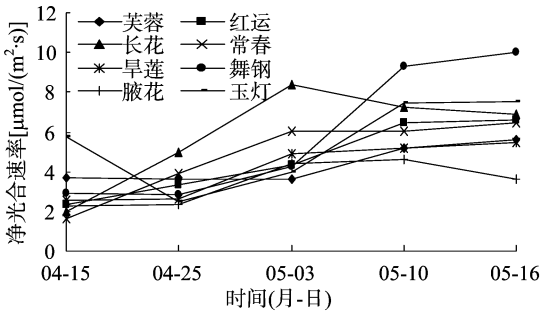


图 1 8 个玉兰品种净光合速率的变化

表 2 8 个品种不同生长期光合作用差异分析

| 项目  | $P_n$    |          | $G_s$    |          | $T_r$    |          | $WUE$   |        |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|
|     | 品种       | 生长期      | 品种       | 生长期      | 品种       | 生长期      | 品种      | 生长期    |
| 平方和 | 78.37    | 280.70   | 0.03     | 0.01     | 13.89    | 7.18     | 604.90  | 50.82  |
| F 值 | 13.81 ** | 86.55 ** | 25.15 ** | 21.54 ** | 25.62 ** | 23.19 ** | 9.01 ** | 1.33 * |

注: \* 表示差异显著( $P<0.05$ ), \*\* 表示差异极显著( $P<0.01$ )。

2.1.2 8 个玉兰品种气孔导度( $G_s$ )的比较 植物通过气孔运动,与外界进行气体交换,直接影响着光合、呼吸以及蒸腾作用。气孔导度主要表现为气孔开张程度,与蒸腾作用成正比<sup>[3]</sup>。本研究结果(图 2)显示,在不同的生长期中,8 个品种气孔导度呈现不同的变化,且品种间差异极显著(表 2,  $P<0.01$ )。其中长花、常春、舞钢、腋花、玉灯在 5 月 3 日达到最高值,芙蓉、红运、早莲在 5 月 16 日达到最高。结果表明,到 5 月 3 日,前 5 个品种与外界气体交换程度高于后 3 个品种。

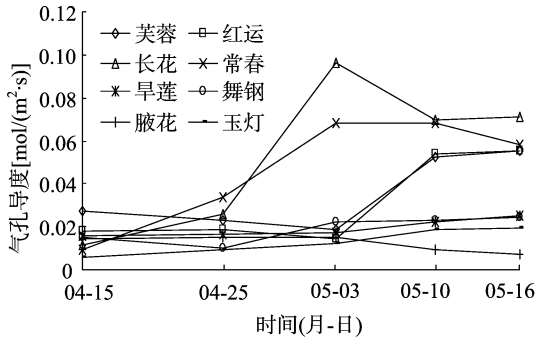


图 2 8 个玉兰品种气孔导度的变化

2.1.3 8 个玉兰品种蒸腾速率( $T_r$ )的比较 植物通过蒸腾作用吸收和运输水分,并促进矿物质溶解,从而被植物各个部分吸收。同时,蒸腾能有效降低叶片表面温度。本研究结果(图 3)显示,在不同的生长期中,不同品种的蒸腾速率呈现不同的变化趋势,并且差异极显著(表 2,  $P<0.01$ )。其中到 4 月 25 日,腋花叶片蒸腾速率达到最高,随后下降;舞钢到 5 月 3 日时达到最高;芙蓉与红运到 5 月 10 日达到最高;长花、常春、早莲、玉灯一直呈现上升趋势,到 5 月 16 日达到最高。

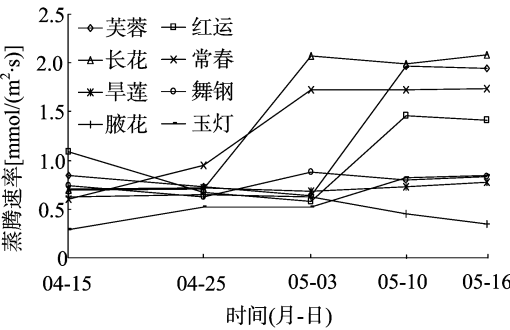


图 3 8 个玉兰品种蒸腾速率的变化

4) 显示,在 8 个品种中,源自浙江省嵊州市的 4 个品种水分利用率明显高于源自河南省新乡市的 4 个品种,且各品种间差异极显著(表 2,  $P<0.01$ )。同一品种不同生长期间差异也呈现显著水平(表 2,  $P<0.05$ )。其中芙蓉、红运、早莲到 5 月 3 日水分利用率最高,长花、常春、腋花到 4 月 25 日达最高值,舞钢到 5 月 16 日达最高,玉灯在 4 月 15 日达到最高,随后呈现下降趋势。

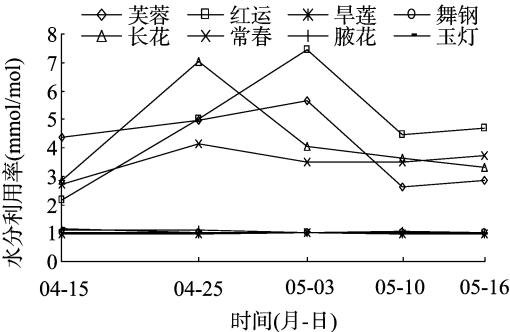


图 4 8 个玉兰品种水分利用率的变化

2.1.4 8 个玉兰品种水分利用率( $WUE$ )的比较 水分利用率反映植物在生长过程中所消耗的水分量。本研究结果(图

## 2.2 红运玉兰与早莲玉兰日变化比较

2.2.1 净光合速率的日变化比较 图 5 显示,河南省新乡市引进品种早莲净光合速率在 07:30 最高,随后下降,直至中午 12:30 达到最低谷,随后上升,到 16:30 出现一个峰值;红运净光合速率日变化相对较平缓,在上午 10:30 达到一个峰值,到 11:30 进入低谷,随后上升,到 15:30 达到最高。方差分析结果(表 3)显示,二者差异不显著。

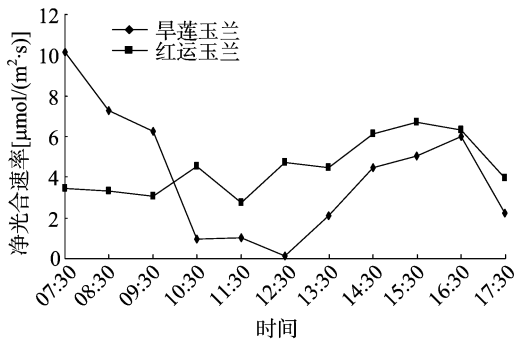


图5 净光合速率日变化比较

表 3 早莲玉兰和红运玉兰光合特性日变化比较方差分析

| 指标    | 平方和       | df | F 值        |
|-------|-----------|----|------------|
| $P_n$ | 1.928 41  | 1  | 1.597 70   |
| $G_s$ | 0.000 01  |    | 0.089 17   |
| $T_r$ | 0.201 38  |    | 2.091 81   |
| WUE   | 29.485 29 |    | 6.284 92 * |

注同表 2。

2.2.2 气孔导度的日变化比较 图 6 显示,早莲气孔导度最高值出现在 07:30,随后一直下降,在 10:30—12:30 期间到达低谷,此后气孔导度变大,在 13:30 出现小高峰,之后又大体呈现下降趋势;红运变化趋势与净光合速率一致,在上午 10:30 与 12:30 出现小高峰,到 15:30 达到最高,然后逐渐下降。方差分析结果(表 3)显示,二者差异不显著。

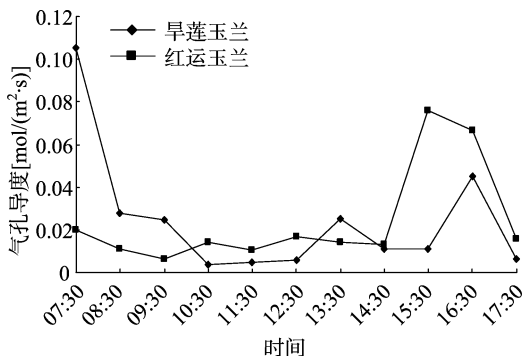


图6 气孔导度日变化比较

2.2.3 蒸腾速率的日变化比较 图 7 显示,早莲蒸腾速率在 10:30—12:30 出现谷值,随后在 13:30、15:30 分别出现峰值,而后下降;红运在 15:30 之前变化相对平缓,此后急剧上升,呈现较大的高峰,而后下降。方差分析结果(表 3)显示,二者差异不显著。

2.2.4 水分利用率的日变化比较 图 8 显示,早莲水分利用率一直处于下降趋势,直到 12:30 达到最小值,随后逐步上升,在 15:30 时到达最高峰,水分利用率的第 2 个低峰出现在

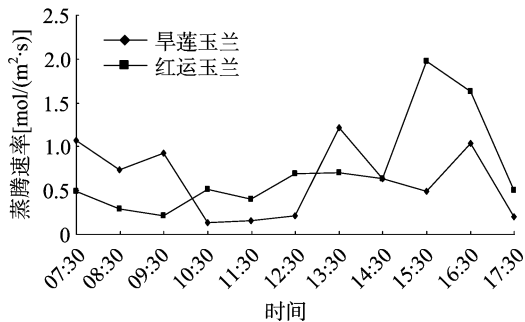


图7 蒸腾速率日变化比较

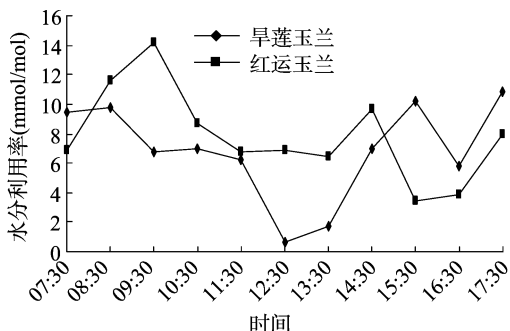


图8 水分利用率日变化比较

16:30;红运的水分利用率变化趋势略有不同,水分利用最高峰出现在 09:30,随后开始下降,10:30 以后下降速率减慢并于 13:30 到达谷底,而后于 14:30 出现小高峰,之后呈现先下降后上升的趋势,日变化的最低值出现在 15:30。方差分析结果(表 3)显示,二者差异显著( $P < 0.05$ )。

## 3 结论与讨论

植物在不同季节时,生长所进行光合作用是不同的<sup>[4]</sup>,在植物的生长初期叶片光合能力比成熟叶强<sup>[5]</sup>,随着植物的生长,叶片净光合速率( $P_n$ )应有所增加。本研究中,8 个品种叶片净光合速率逐渐增加,到一定时期趋于稳定,并且 8 个品种之间差异极显著( $P < 0.01$ )。这符合植物的生长规律。

不同植物的光合作用是由植物本身与环境共同决定的。因此,一般而言阔叶树水分利用率与蒸腾速率高于针叶树<sup>[6]</sup>,耐旱性品种的水分利用率相对较低<sup>[3]</sup>。本研究中,源自浙江省嵊州市的芙蓉、红运、长花、常春的蒸腾速率( $P_n$ )与水分利用率(WUE)要高于源自河南新乡的早莲、舞钢、腋花、玉灯,并且差异显著( $P < 0.05$ )。说明南方的芙蓉、红运、长花、常春的耗水量高于北方的早莲、舞钢、腋花、玉灯,源自浙江省嵊州市的木兰品种耐旱能力低于源自河南省新乡市的品种。

在自然状态下,植物光合日变化大多呈现“单峰型”与“双峰型”,并且具有一定的午休现象<sup>[7-11]</sup>。本研究中,红运与早莲的光合日变化趋势略有不同:红运呈现“单峰型”,并且接近傍晚时光合速率最高;早莲则呈现“双峰型”,主峰出现在 07:00,10:00—12:00 之间出现“午休”现象,下午 15:30 左右出现另一个峰值。“午休”是由环境引起的,可能是因为长时间强光作用下,植物产生光抑制,导致光合速率下降,引起气孔关闭,从而蒸腾速率下降,水分利用率降低<sup>[11]</sup>。在

肖国增,吴雪莲,安运华,等. 江汉平原乡村景观功能评价[J]. 江苏农业科学,2014,42(7):182-185.

# 江汉平原乡村景观功能评价

肖国增<sup>1,2</sup>, 吴雪莲<sup>3</sup>, 安运华<sup>1</sup>, 费永俊<sup>1</sup>

(1. 长江大学园艺园林学院, 湖北荆州 434025; 2. 北京林业大学林学院, 北京 100083;

3. 华中农业大学经济管理学院, 湖北武汉 430070)

**摘要:**在特定的乡村中,景观会有不同的类型和功能特征,从而直接影响了乡村景观功能的发挥和外在表现。结合江汉平原乡村景观的特征和景观功能,构建了项目层、因素层、指标层的乡村景观功能评价指标体系;再利用层次分析法和多目标线性函数法建立了综合评判模型,并对湖北省公安县埠河镇的景观功能进行了实证研究。综合评价结果为良好,生产功能和生态功能较好,美学功能欠佳。针对江汉平原的乡村景观功能,该评价体系与模型能较好地量化分析所属区域的景观功能优劣程度,能为评价区域的乡村景观规划、产业发展和生态环境建设提供较充足的理论和实践依据。

**关键词:**江汉平原;乡村景观;景观功能;评价;指标体系

**中图分类号:** TU985.12<sup>+</sup>8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)07-0182-04

由不同土地单元镶嵌组成的景观大多数具有明显的视觉特征,从而使其兼具经济、生态和美学价值,这种价值判断是景观规划和管理的基础<sup>[1]</sup>。乡村景观区别于城市景观,具有其独特的景观功能性。在特定的乡村中,景观会有不同的类型和功能特征,并直接影响乡村景观功能作用的发挥和外在表现。乡村景观功能评价的目的是对乡村景观所发挥的经济功能、社会功能、生态功能和美学功能进行合理评价,揭示现有乡村景观中存在的问题并确定将来发展的方向,从而为乡村景观规划与设计、产业发展与生态环境建设提供理论依据<sup>[2]</sup>。

国内外学者对乡村景观评价进行了大量的研究,分别提

收稿日期:2013-10-19

基金项目:湖北省教育厅科学技术项目(编号:Q20121202)。

作者简介:肖国增(1979—),男,湖南永州人,博士研究生,讲师,主要从事乡村景观规划的研究工作。E-mail: x\_gz99@163.com。

差异分析中,二者的净光合速率、气孔导度、蒸腾速率差异不显著,但是水分利用率存在显著差异,红运水分利用率高于旱莲,这也进一步验证了旱莲的耐旱性高于红运,说明北方区域的种质耐旱性高于南方区域的种质。

以上结果表明,不同来源种质的净光合速率、蒸腾速率、气孔导度是一致的,但是水分利用率存在差异。水分利用率低的植株生长所消耗的水分少,说明该植株抗旱能力强。因此,可以水分利用率作为衡量木兰属植物种质抗逆性强弱的标准,为木兰属植物资源保育、筛选耐旱品种提供依据。

致谢:感谢张明如教授、金松恒博士给予指导与帮助!

## 参考文献:

- [1] 张苏峻,阮宏华,胡海波,等. 绿化树种白玉兰的光合特性[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2002,26(5):64-66.
- [2] 王冉,何茜,李吉跃,等. 中国12种珍稀树种光合生理特性[J]. 东北林业大学学报,2010,38(11):15-20.
- [3] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 6版. 北京:高等教育出版社,2008:18-24.

出了景观评价的指标体系。Willemsen 等通过研究乡村景观的经济和社会特征,提出了一个能够准确利用景观指标描述景观功能的方法论框架<sup>[3]</sup>。Fagerholm 等通过民众参与及 GIS 技术 2 种方法,测量与分析多功能文化景观,从而解释当地的文化和不同社会景观价值<sup>[4]</sup>。谢花林等采用城市边缘区乡村景观评价方法研究城市边缘区乡村景观的特征,构建了包括社会效应、生态质量、美感效果 3 方面 4 层次的评价指标体系<sup>[5]</sup>。

在我国快速推进城市化的过程中,乡村景观也受到了深刻的影响和发生了巨大变化。本研究通过实地调查、地理数据收集,利用层次分析法,应用地理信息系统和景观格局分析软件,在构建江汉平原乡村景观功能评价指标体系的基础上,对位于江汉平原的湖北省公安县埠河镇进行景观功能评价研究,目的是验证该评价指标体系的合理性,并为该镇的乡村景观规划提供理论支持。

- [4] 林新春,俞志雄. 木兰科植物的叶表皮特征及其分类学意义[J]. 浙江林学院学报,2004,21(1):33-39.
- [5] Wittmann C, Aschan G, Pflanz H. Leaf and twig photosynthesis of young beech (*Fagus sylvatica*) and aspen (*Populus tremula*) trees grown under different light regime[J]. Basic and Applied Ecology, 2001,2(2):145-154.
- [6] 胡红玲,张健,万雪琴,等. 巨桉与 5 种木本植物幼树的耗水特性及水分利用效率的比较[J]. 生态学报,2012,32(12):3873-3882.
- [7] 李新国,许大全,孟庆伟. 银杏叶片光合作用对强光的响应[J]. 植物生理学报,1998,24(4):354-360.
- [8] 柯世省,金则新,陈贤田. 浙江天台山七子花等 6 种阔叶树光合生态特性[J]. 植物生态学报,2002,26(3):363-371.
- [9] 高鹤,宗俊勤,陈静波,等. 7 种优良观赏草光合生理日变化及光响应特征研究[J]. 草业学报,2010,19(4):87-93.
- [10] 时慧君,杜峰,张兴昌. 毛乌素沙地几种主要植物的光合特性[J]. 西北林学院学报,2010,25(4):29-34,39.
- [11] 张向峰,王玉杰,王云琦,等. 苦竹叶片光合及水分利用率特性[J]. 水土保持通报,2012,32(1):122-126.