

# 水分胁迫对宜昌楠苗期叶片光合特征的影响

贾德华<sup>1</sup>, 费永俊<sup>1</sup>, 戈祖国<sup>2</sup>

(1. 长江大学 园艺园林学院 湖北 荆州 434025; 2. 荆州市城隍市政园林设计咨询有限公司 湖北 荆州 434000)

**摘要:** 对1 a生宜昌楠幼苗进行水分胁迫试验, 测定宜昌楠苗光合速率、蒸腾速率、气孔导度、叶绿素含量等光合特征。结果表明: 宜昌楠苗木蒸腾速率、净光合速率、气孔导度的变化趋势基本上一致, 这表明气孔的开闭直接会影响与之相关的蒸腾作用, 宜昌楠在轻微干旱情况下气孔导度变化不明显, 在水分胁迫情况下维持较高的水平。在水分胁迫强度不大的情况下, 叶绿素含量反应不敏感。当水分胁迫达到一定程度宜昌楠苗木会积极的进行自我调节, 以适应逆境。综上所述, 宜昌楠苗木有一定的耐涝能力。

**关键词:** 宜昌楠; 水分胁迫; 幼苗; 光合作用; 抗性表现

**中图分类号:** S 792.24 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)19-0098-03

植物的生长实质上是净光合作用的结果, 其光合作用能力的高低直接决定了植物的总生长力, 并在一定程度上影响植物净生产力的状况<sup>[1]</sup>。土壤水分胁迫对植物的生长和代谢的影响是多方面的, 其中对光合作用的影响尤为突出。一方面, 水是光合作用的原料, 没有水, 光合作用就不能进行; 另一方面, 虽然光合本身需水不多, 但供水不足能影响植物的其它代谢和物质及气体交换, 从而间接或直接影响光合速率的大小<sup>[2-3]</sup>。

对宜昌楠苗期在水分胁迫下光合特征进行测定, 旨在了解宜昌楠光合特征与生产力的关系, 为宜昌楠壮苗培育和栽培管理提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

宜昌楠 1 a 生小苗取材于荆州市森生苗木研究所。试验仪器有 UV-2102PC 型紫外可见分光光度计, LF-6400 型便携式光合仪, 高速冷冻离心机, 冷冻离心机, 离心机, 石英双重纯水蒸馏器, 真空抽滤, DDBJ-350 型便携式电导率仪, SPAD-502 型叶绿素仪, 电子天平, 恒温干燥箱, 颗粒制冰机。

**第一作者简介:** 贾德华(1978), 男, 河南平舆人, 硕士, 讲师, 现主要从事园林规划设计的教学与研究工作。

**通讯作者:** 费永俊(1965-), 男, 硕士, 教授, 现从事植物学和生态学的教学与科研工作, 研究方向侧重于园林植物种质资源的研究及评价工作。E-mail: fyj2010@163.com。

**基金项目:** 2006 年湖北省科技厅和湖北省财政厅资助项目(鄂科技发计[2006] 82 号); 2009 年三峡移民局资助项目(鄂移[2009] 176 号); 2009 年湖北省科技厅资助项目(国科发农[2009] 51 号)。

**收稿日期:** 2010-05-25

### 1.2 试验方法

**1.2.1 材料培养与处理** 试验苗木栽植于陶盆(高 30 cm, 直径 15 cm)中, 基质组成: 20%蛭石+20%椰壳棕+40%泥碳土+10%陶粒。并将试验材料在长江大学园艺园林苗圃基地进行养护管理。

**1.2.2 水分胁迫试验** 于 2008 年 3 月 24 日进行, 采用双套盆法, 在陶盆外加套一个塑料桶, 桶高于陶盆 10 cm, 6 个处理, 每个处理 30 株, W1—完全不浇水, W2—每天浇水, W3—隔天 1 次水, W4—水位为苗木土痕处 30%, W5—水位为苗木土痕处 50%, W6—水位为苗木土痕处 100%。每天观察苗木的变化情况, 记录苗木形态变化。于淹水 3、6、9、12、15 d 取样, 并立即测定形态指标和叶绿素含量。

**1.2.3 气体交换特征的测定** 采用 LF-6400 型光合测定系统测定, 输出的数据主要有: 净光合速率( $P_n/\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ), 蒸腾速率( $E/\text{mmol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ), 气孔导度( $P_{\text{ond}}/\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ), 细胞间  $\text{CO}_2$  浓度( $C_i/\mu\text{mol} \cdot \text{mL}^{-1}$ ), 气温( $T_a/^\circ\text{C}$ ), 叶温( $T_l/^\circ\text{C}$ )等。测定时间: 4 月 4~7 日连续 4 d 在同一时段(上午 9:00~11:00)进行, 重复 3 次取平均值。为了获得较为理想的测定结果, 测定时在晴朗、无浮云干扰的天气进行。叶片选取自芽端数起的第 5 片完全展开的叶子。

**1.2.4 叶绿素含量测定** 将采回的样叶快速洗净擦干, 称取 0.1 g, 剪碎后放入 25 mL 已配好的浸提液的玻璃瓶中, 密封后置于黑暗低温处。待瓶中叶肉组织完全变为白色后, 将浸提液于分光光度计上测定叶绿素在 645 nm ( $D_{645}$ ) 和 663 nm ( $D_{663}$ ) 波长下的光密度。浸提液为丙酮:95%乙醇:蒸馏水=4.5:4.5:1。测出的值

再根据以下公式分别计算叶绿素 a(Ca)、叶绿素 b(Cb)和叶绿素总含量(Ct): 叶绿素 a 浓度=  $12.7 \times D_{663} - 2.69 \times D_{645}$ ; 叶绿素 b 浓度=  $22.9 \times D_{645} - 4.68 \times D_{663}$ ; 叶绿素总浓度=  $20.20 \times D_{645} - 8.02 \times D_{663}$ ; 叶绿素总含量( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ )= 叶绿素浓度( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) $\times$  取液总体积(L) $\times$  稀释倍数/样品鲜重(g)。

1.3 统计分析

试验数据均以平均值表示, 用 Excel 进行数据图表分析, 用 DPS 软件进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 水分胁迫对叶片光合速率的影响

由图 1 可看出, W1、W2、W3 净光合速率变化幅度较大; W4、W5、W6 净光合速率变化幅度不显著。W1、W2 净光合速率呈现下降趋势; W3、W4、W5、W6 净光合速率显现先升高后下降趋势。W3、W6 在第 2 天光合速率上升显著随后出现下降趋势; W3 光合速率在随后的下降趋势中变化幅度较大; W6 光合速率在随后的下降趋势中变化幅度不大。W4、W5 在第 2 天的光合速率上升不显著变化幅度不大, 在随后的下降趋势中净光合速率的变化幅度相对 W1、W2、W3 较小, 相对 W6 较大。W6 的光合速率上升和下降的变化幅度均较小。

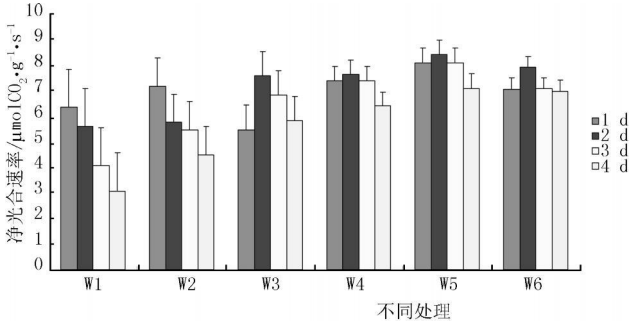


图 1 不同水分处理宜昌楠净光合速率的变化

2.2 水分胁迫对叶片蒸腾速率的影响

由图 2 可看出, W2、W3、W4、W5、W6 的宜昌楠苗木的蒸腾速率变化呈上升趋势, 其中 W2、W4、W5 在淹水 1 d 后, 蒸腾速率增加显著, 加强其耗水量, 以便适应水分过度的环境。其次是 W3, 在第 3 天表现出较强的自我调节能力, W6 表现的调节能力较差。W1 呈现出下降趋势, 下降水平不显著。

2.3 水分胁迫对叶片气孔导度的影响

由图 3 可看出, W1 在处理后的气孔导度变化不明显, W2 呈现下降趋势, W3 先是升高然后呈现下降趋势, W4、W5、W6 气孔导度维持较高的水平, 在处理的过程中有升有降。方差分析表明( $F=142.981, P<0.01$ ), 不

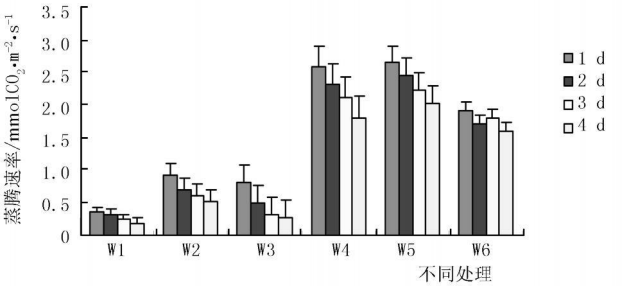


图 2 宜昌楠蒸腾速率的变化

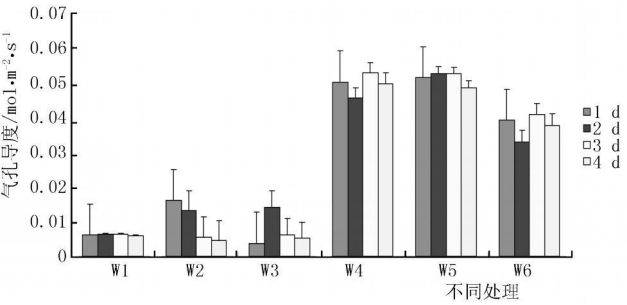


图 3 水分胁迫下气孔导度变化

同处理间存在极显著差异。W1、W4、W5 变化幅度小于 W2、W3。

2.4 水分胁迫对宜昌楠叶绿素含量的影响

从图 4 可知, 在淹水胁迫的条件下, 各个处理的宜昌楠叶绿素含量变化趋势不尽相同。W1 变化不显著, 但是基本上有所降低。W2 在处理 3 d 后有所升高, 并且维持较高的叶绿素水平, W3 同样在处理 3 d 后叶绿素含量升高, 但在第 9 天后, 出现下降。W4、W5、W6 在处理的第 1 天含量明显高于其它各组, 随后在处理的第 3 天大幅下降, 第 6 天和第 9 天含量保持平稳状态, 第 12 天再次下降。

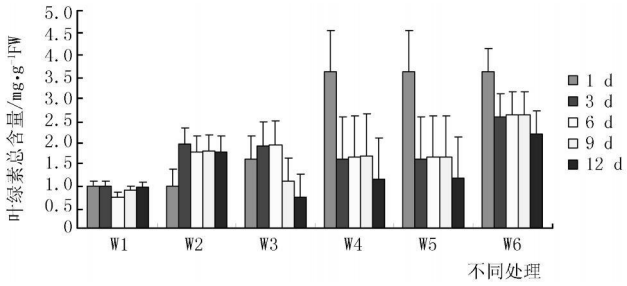


图 4 不同水分胁迫处理下的叶绿素含量

3 结论与讨论

光合速率反应了光合的快慢, 所以光合速率的变化可以说是水分胁迫对植物影响最有说服力的指标之一。试验表明, 宜昌楠叶片光合速率在干旱情况下呈现下降

趋势, 在水分胁迫增强下变化不大。

蒸腾速率是指植物在单位时间内, 单位叶面积上通过蒸腾而散失的水量。在轻度的干旱胁迫下宜昌楠的蒸腾速率变化差异不大。在水分胁迫下蒸腾速率增加显著, 加强其耗水量, 以便适应水分过度的环境, 表明宜昌楠有一定的抗旱和抗涝能力。

气孔导度是气孔阻力的倒数, 而气孔阻力的大小决定于气孔开闭程度, 是衡量植物气孔开闭程度的指标。宜昌楠在轻微干旱情况下气孔导度变化不明显, 在水分胁迫情况下维持较高的水平, 表明宜昌楠在水分胁迫下有抗涝能力。

高等植物叶肉细胞内的叶绿体是光合作用的细胞器, 叶绿素具有收集光能、将光能转化为电能的作用, 因此, 测定叶片中的叶绿素含量, 对于研究植物的光合作用及植物的生长状况具有重要意义。试验表明, 宜昌楠在水分胁迫强度不大的情况下, 叶绿素含量反应不敏感。当水分胁迫达到一定程度宜昌楠苗木, 积极地进行自我调节, 以适应逆境, 这也展示了宜昌楠苗木本身就有一定的耐涝能力。

宜昌楠苗木蒸腾速率、净光合速率、气孔导度的变

化趋势基本上一致。在淹水胁迫后的第 2 天, 除 W3 外的各个处理组均出现了下降, 这表明气孔的开闭直接影响与之相关的蒸腾作用; W1 处理后气孔导度变化不显著, 但是净光合速率下降显著。综合分析认为, 净光合速率下降是由气孔导度和净蒸腾速率的下降, 叶肉细胞光合能力的下降综合作用的结果。

W1 处理, 叶绿素含量变化幅度不明显, 试验第 1 天与第 2 天, 相差不显著, 随后出现小幅下降然后是幅度不明显的增高。这可能是因为干旱对叶绿素含量的影响不明显。W2、W3、W4、W5、W6 叶绿素含量均出现了下降, 并且 W4、W5、W6 叶绿素含量在胁迫后的第 1 天剧烈下降。这说明宜昌楠叶绿素含量的变化在淹水条件下比干旱条件下表现的更明显。

#### 参考文献

- [1] 陆钊华, 徐建民, 陈儒香, 等. 桉树无性系苗期光合作用特性研究[J]. 林业科学研究 2003 16(5): 575-580.
- [2] 张其德, 赵福洪, 许春辉. 光合作用[M]. 北京: 人民教育出版社, 1986.
- [3] 庞士铨. 植物逆境生理学基础[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1989.

## Effects of Water Stress on Photosynthetic Characteristics of Leaf *Phoebe zhennan* Yichang Seedlings

JIA De-hua<sup>1</sup>, FEI Yong-jun<sup>1</sup>, GE Zu-guo<sup>2</sup>

(1. College of Horticulture and Gardening, Yangtze University, Jingzhou, Hubei 434025; 2. Jingzhou Chenglong Municipal and Landscape Architecture Design Limited Company, Jingzhou, Hubei 434000)

**Abstract:** Through waterlogging stress on the annual seedling of *Phoebe zhennan*, the photosynthetic rate, transpiration rate, stomatal conductance, chlorophyll content and other photosynthetic characteristics of *Phoebe zhennan* seedlings were measured. The results showed that *Phoebe zhennan* Yichang seedling transpiration rate, net photosynthetic rate, stomatal conductance trends in basically the same, which indicated that stomata opening and closing will directly affect the associated transpiration, *Phoebe zhennan* Yichang in a slight drought conditions, stomatal conductance changes in not obvious, in the case of water stress to maintain a high level. In the water stress was not the case, the chlorophyll content was not sensitive to. When the water reaches a certain level of stress Yichang, a positive self-nan seedlings adjusted to adapt to adversity. And *Phoebe zhennan* Yichang seedlings had a certain ability to waterlogging tolerance.

**Key words:** *Phoebe zhennan* Yichang; water stress; young seedling; photosynthesis; resistance