

淹水时水翁幼苗光合特性与不定根的关系 (简报)

靖元孝, 陈兆平, 程惠青, 莫熙穆

(华南师范大学生物系, 广东 广州 510631)

摘要: 淹水引起水翁幼苗净光合速率、气孔导度和蒸腾速率发生变化。淹水 5 d 后, 水翁幼苗净光合速率、气孔导度和蒸腾速率慢慢下降。但从淹水第 35 天开始, 部分水翁幼苗在淹水的茎部产生不定根, 有不定根的水翁幼苗的净光合速率、气孔导度和蒸腾速率逐渐提高, 到第 80 天后维持在较高水平。有不定根的水翁幼苗的净光合速率、气孔导度和蒸腾速率的日进程呈双峰型, 回归分析表明, 净光合速率与气孔导度呈正相关 ($r=0.69, p<0.05$)。

关键词: 水翁; 淹水; 净光合速率; 气孔导度; 蒸腾速率

中图分类号: Q945.17

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2000)04-0361-04

THE RELATIONSHIP BETWEEN PHOTOSYNTHETIC CHARACTER AND ADVENTITIOUS ROOTS IN FLOODED *CLEISTOCALYX OPERCULATUS* SEEDLINGS

JING Yuan-xiao, CHEN Zhao-ping, CHENG Hui-qing, MO Xi-mu

(Department of Biology, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

Abstract: Flooding induced the changes in net photosynthetic rate (Pn), stomatal conductance (Gs) and transpiration rate (Tr) of 17-month-old seedlings of *Cleistocalyx operculatus*. Pn, Gs and Tr began to decline progressively after 5 days of flooding. However, a few seedlings which developed adventitious roots (AR) on submerged portion of the stem starting on the 35th day of flooding showed a gradual increase in Pn, Gs and Tr, and maintained a higher level of Pn, Gs and Tr by the 80th day of flooding. The daily courses of Pn, Gs and Tr of seedlings with AR showed a pattern of two peaks, and the regression analysis indicated that Pn was positively correlated with Gs ($r=0.69, P<0.05$).

Key words: *Cleistocalyx operculatus*; Flooding; Net photosynthetic rate; Stomatal conductance; Transpiration rate

近年来, 世界各国都十分重视防涝抗洪、水土保持等问题的研究, 在国外, Loucks^[1]提出在水位容易出现波动的地区(如水库库岸及库岛、河岸、堤岸等湿地)种植耐淹木本植物可减少水土流失从而保护湿地, 许多学者^[2-6]对耐淹木本植物的筛选、淹水对木本植物形态和生理

的影响等问题进行了较深入的研究,但国内有关报道极少。水翁属桃金娘科,高大乔木,主要分布于华南地区,一般生长在溪边沟旁。我们初步发现水翁幼苗具有一定的耐淹能力,全淹条件下能存活 60 d,半淹条件下能维持正常的生长,但有关淹水对水翁幼苗光合作用及水分代谢的影响未进行系统、深入的研究。

1 材料和方法

实验材料及处理方法 水翁 (*Cleistocalyx operculatus* (Roxb.) Merr. et Perry) 由华南师范大学生物系固氮中心提供,植株为 17 个月的幼苗,平均株高 150 cm、平均胸径 11 mm,设两种处理,分别是:对照组,生长在自然状态下;半淹组,在水池中进行,地上部分高度的一半淹水,而且淹水深度随植株高度的变化而改变。每组处理 50 株,实验从 1999 年 2 月开始,数据收集暂到 1999 年 6 月,并将继续收集。

净光合速率、蒸腾速率及气孔导度的测定 每个处理中,在具代表性的 3 株幼苗各选取 3 片成熟叶(共 9 片),擦去表面的水汽与尘埃,利用美国制造的 Li-cor 6200 光合作用测定仪测定。

2 结果与分析

2.1 淹水期对水翁净光合速率、气孔导度及蒸腾速率的影响

数据收集从 1999 年 3 月至 6 月,测定时间在上午 9:30-10:30,光照强度为 800-900 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。结果表明淹水处理 35 d 后,78% 的水翁在淹水的茎部产生水生不定根。从图 1 可见,在不定根产生之前,淹水水翁的净光合速率、气孔导度和蒸腾速率逐渐下降;不定根形成后(淹水处理 35 d 后),净光合速率、气孔导度和蒸腾速率慢慢上升,到第 80 天稳定在较高的水平,幼苗正常生长。没有不定根的水翁的净光合速率、气孔导度和蒸腾速率继续下降,最后植株死亡。由此可见,在淹水条件下,水生不定根的形成是维持水翁正常生理功能所必需的。

2.2 淹水对净光合速率、气孔导度及蒸腾速率日进程的影响

在淹水处理的第 50 天,分别测定有不定根和没有不定根水翁的净光合速率、气孔导度及蒸腾速率的日变化。从图 2 可以看出,淹水处理中,有不定根的水翁的净光合速率、气孔导度及蒸腾速率在早上最高,中午下降,午后回升,接着又下降,日进程呈明显的双峰曲线,峰值分别出现在上午 11 时和下午 4 时(图 2B),而没有不定根的水翁幼苗的净光合速率、气孔导度及蒸腾速率日变化规律性不强(图 2C)。对照组也呈典型的双峰曲线,但峰值的出现较淹水处理早,分别在上午 10 时和下午 2 时。

表 1 净光合速率与气孔导度的相关性 ($n=12-2=10$)

Table 1 Correlation between net photosynthetic rate and stomatal conductance

处理 Treatment	回归方程 Regression equation	相关系数 Relative coefficient
对照 Control	$Y=0.27+5.45X$	$r=0.83 (P<0.01)$
淹水 Flooding 有不定根的植株 Seedlings with AR	$Y=1.71+4.18X$	$r=0.69 (P<0.05)$
没有不定根的植株 Seedlings without AR	$Y=0.35+3.87X$	$r=0.48 (P>0.05)$

Y: 净光合速率 Net photosynthetic rate; X: 气孔导度 Stomatal conductance; AR: Adventitious roots.

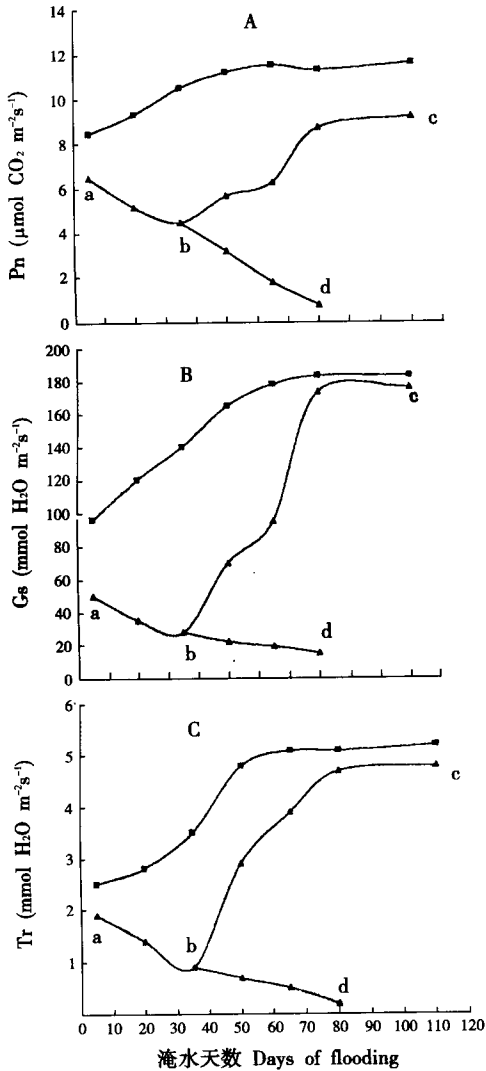


图1 不同淹水期对水翁叶片净光合速率(A)、气孔导度(B)及蒸腾速率(C)的影响

Fig. 1 Effect of days of flooding on net photosynthetic rate (A), stomatal conductance (B) and transpiration rate (C) in leaves of *C. operculatus*

■ 对照处理 Control; ▲ 淹水处理 Flooding treatment; abc: 有不定根的植株 Seedlings with adventitious roots; abd: 没有不定根的植株 Seedlings without adventitious roots.

2.3 气孔导度与净光合速率相关性分析

气孔导度与净光合速率密切相关, 可作为净光合速率的重要估量标准^[7,8]。图2中净光合速率与气孔导度的日变化趋势相似, 以此作一元线性回归分析表明(表1): 对照组中, 净光合速率与气孔导度相关性极显著($P < 0.01$); 淹水处理中, 有不定根的水翁的净光合速率与气孔导

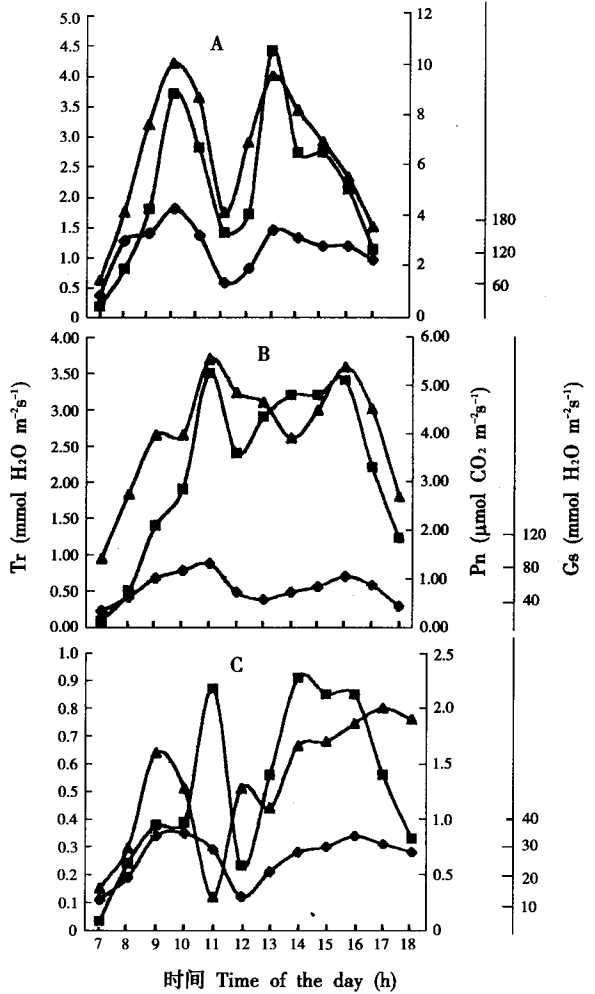


图2 淹水对水翁叶片净光合速率(▲)、气孔导度(◆)及蒸腾速率(■)日进程的影响

Fig. 2 Effect of flooding on daily courses of net photosynthetic rate (▲), stomatal conductance (◆) and transpiration rate (■) in leaves of *C. operculatus*

A 对照 Control; B 淹水处理, 有不定根的幼苗 Flooding treatment, seedlings with adventitious roots; C 淹水处理, 没有不定根的幼苗 Flooding treatment, seedlings without adventitious roots.

度相关性显著 ($P < 0.05$)；而没有不定根的水翁的净光合速率与气孔导度相关性不显著 ($P > 0.05$)。

在淹水条件下，氧气供应减少，加速了厌氧呼吸，乙醇、乙醛等对植物有害物不断积累，从而导致不耐淹植物产生淹水伤害，而耐淹植物可通过形态上和生理上的变化来适应淹水环境，不定根的形成是木本植物适应淹水环境所需的一个重要条件^[2]。水翁在淹水处理 35 d 后，部分水翁幼苗在被水淹的茎部形成发达的不定根，这些不定根的形成往往靠近水面，这里相对于土壤有较多的氧和较少的有毒物质，从而弥补了地下根系的贫氧状态；因此，在淹水条件下，虽然开始时净光合速率、气孔导度和蒸腾速率等生理指标与对照相比明显降低，但在形成不定根后，有不定根的水翁的生理指标开始逐渐恢复，最后稳定在较高的水平，而且净光合速率与气孔导度变化相关性显著 ($P < 0.05$)。而没有不定根的水翁，生理功能发生紊乱，以上生理指标持续下降，净光合速率与气孔导度变化相关性不显著 ($P > 0.05$)，最后植株死亡。

水翁在淹水条件下，通过形成水生不定根来维持正常的新陈代谢活动，从而适应淹水环境。因此，可考虑在水位易出现波动的地方（如水库库岸及库岛、河岸、堤岸等湿地）种植这种植物以减少水土流失和保护湿地。

参考文献：

- [1] Loucks W L. Flood-tolerant trees [J]. *J For*, 1987, 85:36-40.
- [2] Sena Gomes A R, Kozlowski T T. Growth responses and adaptations of *Fraxinus pennsylvanica* seedlings to flooding [J]. *Plant Physiol*, 1980, 66:267-271.
- [3] Tang Z C, Kozlowski T T. Responses of *Pinus banksiana* and *Pinus resinosa* seedlings to flooding [J]. *Can J For Res*, 1983, 13:633-639.
- [4] Tang Z C, Kozlowski T T. Physiological, morphological, and growth responses of *Platanus occidentalis* seedlings to flooding [J]. *Plant Soil*, 1982, 66:243-255.
- [5] Missouri Department of Conservation. The effect of flooding on tree [J]. *Missouri For Manag Notes*, 1993, 5:1-2.
- [6] Kawase M. Anatomical and morphological adaptation of plants to waterlogging [J]. *HortScience*, 1981, 16(1):30-34.
- [7] Surano K, Daley P, Houpis J. Growth and physiological responses of *Pinus ponderosa* Dougl ex P. Laws to long-term elevated CO₂ concentration [J]. *Tree Physiol*, 1986, 2:254-259.
- [8] Wong S C, Farquhar G D, Cowan I R. Stomatal conductance correlates with photosynthetic capacity [J]. *Nature*, 1979, 282:424-426.