

乙烯利对野生马缨杜鹃光合作用日变化的影响

洪 鲲¹, 张习敏¹, 乙 引¹, 张冬林¹, 陈 训², 高贵龙²

(1. 贵州师范大学 生命科学学院 贵州 贵阳 550001; 2. 贵州科学院 贵州 贵阳 550001)

摘 要: 研究了乙烯利对野生马缨杜鹃叶片光合作用日变化的影响。结果表明: 喷施乙烯利后, 马缨杜鹃光合作用的各参数的日变化趋势不变, 但 P_n 、 Tr 、 Gs 和 WUE 均降低, 而 C_i 升高。随着乙烯利浓度的提高, 增强了其对 P_n 、 Tr 和 WUE 的效果, 但对 Gs 、 Gs 和 C_i 影响不显著。

关键词: 马缨杜鹃; 乙烯利; 光合作用; 日变化

中图分类号: S 685.21 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2010)23-0082-03

马缨杜鹃 (*Rhododendron delavayi* Franch.) 是杜鹃花科杜鹃花属具有很高园艺观赏价值的植物。因其树形独特、花朵繁茂、花色鲜艳, 盛开时蔚为壮观, 成为贵州百里杜鹃景区的主要标志。有研究表明, 通过喷施植物激素的方式可以实现野生马缨杜鹃的花期调控^[1], 对于提升贵州百里杜鹃景区的旅游价值和品位具有重要意义。但是, 外源激素的喷施是否会损害野生马缨杜鹃的正常生长, 这一问题亟待得到解决。

植物必须通过光合作用合成有机物才能维持其正常生长^[2]。由于植物的光合作用特征在很大程度上可以反映其生理变化及其对生境的适应能力, 现通过乙烯利喷施试验, 研究野生马缨杜鹃光合作用的日变化规律, 以期为野生马缨杜鹃资源的保护与合理利用提供科

学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

马缨杜鹃为贵州百里杜鹃景区马缨林带的野生种。乙烯利(分析纯)购于上海蓝季科技发展有限公司。

1.2 试验设计

分别将乙烯利配制成不同浓度(100、200 mg/kg), 以清水为对照(CK)。于晴天 9:00~11:00 对马缨杜鹃植株进行喷施。喷洒时, 药液均匀喷洒于叶片上、下表面。1 周后, 采用 Li-6400 便携式光合仪活体测定马缨杜鹃叶片光合生理指标, 测定时, 选择植株上生长健康完整的叶片且保持叶片自然着生角度和方向不变, 每隔 2 h 采集 1 次数据, 每个处理测定 3 片树叶, 4 次重复。测定指标: 叶片的光合速率(P_n , $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、蒸腾速率(Tr , $\text{mmol} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、气孔导度(Gs , cm^2/s)、胞间 CO_2 浓度(C_i , $\mu\text{mol}/\text{mol}$)、叶片水分利用率(WUE , $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{mmol}^{-1}$) 和气孔限制值(Ws , %), 其中 $WUE = P_n/Tr$, $Ws = 1 - C_i/C_a$ ^[3]。

2 结果与分析

2.1 光合速率(P_n)的日变化特征

喷施乙烯利及清水(对照)后, 野生马缨杜鹃叶片净光合速率的日变化趋势相同, 曲线均为典型的“双峰”曲

第一作者简介: 洪鲲(1973-), 男, 硕士, 讲师, 现主要从事植物学及生物化学研究工作。

通讯作者: 乙引(1967-), 男, 博士, 教授, 现主要从事植物生理生态和生物化学研究工作。E-mail: yiyin@gznu.edu.cn

基金项目: 贵州省重大科技攻关资助项目(黔科合重大专项字 2007[6005]); 国家农业成果转化资助项目(2007GB2F200289); 贵州省科技创新人才团队建设资助项目(黔科合人才团队[2009 4007 号])。

收稿日期: 2010-09-07

ground mass, ranging root > leaf or root > stem > leaf. However, plumbum accumulation increases in different organs of all 3 species along with soil plumbum raises, which the increasing rate was higher in root than in both leaf and stem. Plumbum in *C. polyodonta* root of 1 500 mg/kg treatment (506.54 $\mu\text{g/g}$) was 9.67 times as much as that of 500 mg/kg treatment (52.36 $\mu\text{g/g}$), suggesting a significant difference ($P < 0.05$). However, Plumbum in *C. polyodonta* leaf slightly increased 1.26 $\mu\text{g/g}$ from 500 mg/L to 1 500 mg/kg soil treatments. The ration between Pb content in above ground mass and in root was low, indicating slow transformation from root to above ground mass, this transformation rate declined in the higher Pb lever treatment, the *Camellia polyodonta*, Pb transformation rate in 500 mg/kg Pb treatment (0.06) was significantly lower than that in 1 500 mg/kg Pb treatment (0.19) ($P < 0.01$).

Key words: ornamental species; soil restoration; Plumbum stress; Plumbum accumulation

线 分别出现在 11:30 和 15:30 左右, 在 13:30 左右有明显的“午休”现象。100、200 mg/kg 乙烯利的第 1 个峰值分别为 5.69、5.01 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 均低于对照的 8.29 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; 第 2 个峰值分别为 5.72 和 3.33 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 均低于对照的 7.42 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; 低谷值分别为 5.14 和 3.07 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 低于对照的 7.26 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。由此可见, 随着喷施浓度的增加 光合速率降低, 其中, 第 2 个峰值的降幅更为明显(图 1)。

2.2 蒸腾速率(Tr)的日变化特征

由图 2 可看出, 对照和乙烯利处理均有 2 个 Tr 峰值, 前者出现在 9:30 和 13:30 左右, 而后者则将第 2 个峰值出现时间推迟到 15:30 左右。经对照, 100、200 mg/kg 乙烯利处理, 在第 1 个 Tr 峰的峰值分别为 1.90、1.86、1.52 $\text{mmol} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 在第 2 个 Tr

峰的峰值分别为 2.13、1.85、1.62 $\text{mmol} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 低谷值分别为 1.52、1.39、1.10 $\text{mmol} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。从总体上看, 蒸腾速率(Tr)的日变化表现为: 对照> 100 mg/kg 乙烯利> 200 mg/kg 乙烯利, 喷施乙烯利使 Tr 第 2 个峰值出现的时间推迟了约 2 h。

2.3 气孔导度(Gs)的日变化

由图 3 可看出, 乙烯利不能改变野生马缨杜鹃气孔导度的日变化趋势, 即在 11:30 和 15:30 左右出现 2 个峰值且第 2 个峰值不明显, 但是, 它却能显著降低 Gs 值。100、200 mg/kg 乙烯利在第 1 个 Gs 峰值分别为 0.37、0.35 cm^2/s 。远低于对照的 0.63 cm^2/s 。在第 2 个 Gs 峰值均为 0.23 cm^2/s , 也低于对照的 0.37 cm^2/s 。由此可见, 气孔导度的日变化为对照> 100 mg/kg 乙烯利 \approx 200 mg/kg 乙烯利, 激素浓度的影响不明显。

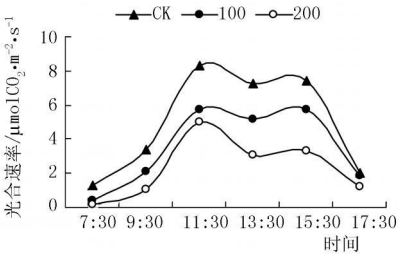


图 1 乙烯利对马缨杜鹃叶片光合速率日变化的影响

注:CK 清水; 100 mg/kg 乙烯利; 200 mg/kg 乙烯利, 下同。

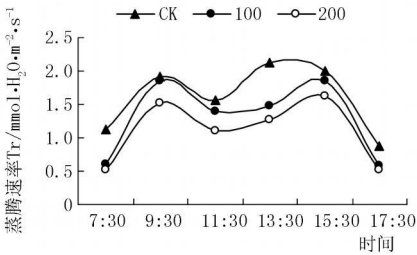


图 2 乙烯利对马缨杜鹃叶片蒸腾速率日变化的影响

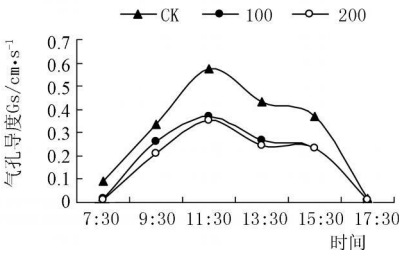


图 3 乙烯利对马缨杜鹃叶片气孔导度日变化的影响

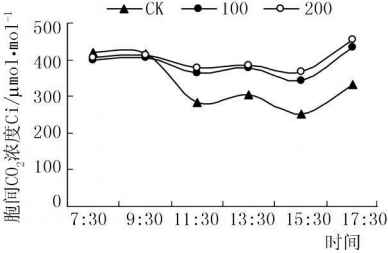


图 4 乙烯利对马缨杜鹃叶片胞间 CO₂ 浓度日变化的影响

2.4 胞间 CO₂ 浓度(Ci)的日变化

由图 4 可看出, 乙烯利显著增加 Ci 值, 但其作用时间在 9:30 以后。此外, 随着乙烯利浓度的增大, Ci 值变化不明显。

2.5 气孔限制值(Ls)的日变化

由图 5 可看出, 乙烯利不能改变 Ls 的日变化趋势, 2 个峰值分别出现在 11:30 和 15:30 左右, 且 2 个峰值差异不明显, 但它却能显著降低 Ls, 且对照> 100 mg/kg 乙烯利> 200 mg/kg 乙烯利。其中, 乙烯利浓度间的差异不显著。

2.6 水分利用率(WUE)的日变化

由图 6 可看出, 对照的 WUE 日变化曲线为“双峰”型, 峰值分别出现在 11:30 和 15:30 左右。乙烯利不改变 WUE 趋势, 但降低了 WUE 值, 其中, 随乙烯利浓度的增加, WUE 下降幅度越大。经 100、200 mg/kg 乙烯利处理, 马缨杜鹃的第 1 个 WUE 峰值分别为 5.17、3.60 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mmol}^{-1}$, 第 2 个 WUE 峰值分别为 4.23、2.73 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mmol}^{-1}$ 。

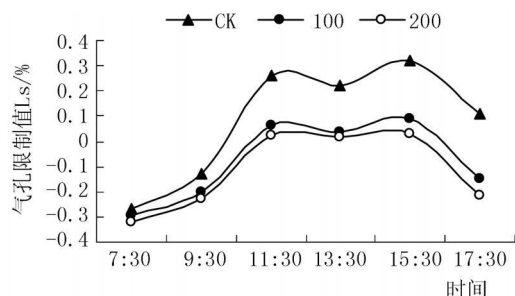


图5 乙烯利对马缨杜鹃叶片气孔限制值日变化的影响

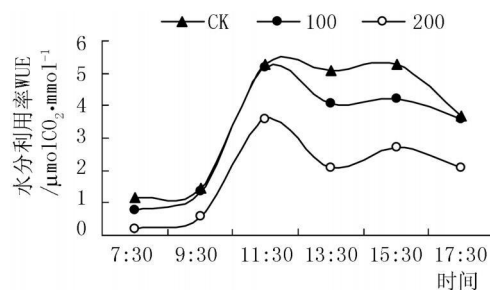


图6 乙烯利对马缨杜鹃叶片水分利用率日变化的影响

3 讨论

光合作用是植物十分复杂的生理过程, 叶片光合效率既受自身因素的影响, 又与外界因子密切相关。在自然界, 植物光合作用在中午降低是一个普遍的现象, 即光合午休^[3]。该研究表明, 喷洒乙烯利并未改变马缨杜鹃光合作用各参数的日变化趋势, 只改变各参数的具体数值。

影响植物光合作用的因素有内部因素和外部因素, 内部因素包括气孔频度、气孔大小、气孔开度等, 外部因素包括光照、温度、大气湿度、大气风速等^[4]。气孔导度是衡量气孔因素的重要指标^[3], 试验表明, 随着处理浓度的增加导致蒸腾速率和气孔导度减小(图2~3), 推测乙烯利可能是通过减弱气孔导度, 使环境CO₂不能进入叶肉细胞, 从而降低野生马缨杜鹃光合作用。水分利用率是由植物的光合速率和蒸腾速率二方面决定的, 即植物消耗单位重量的水所固定的CO₂量^[5,6]。喷施乙烯利后, 导致马缨杜鹃的水分利用率降低, 且与乙烯利浓度呈负相关(图6), 推测外源高浓度乙烯利进入叶片导致叶片内乙烯利胁迫, 从而迫使细胞水分用于稀释高浓度的乙烯利, 使参与光合作用的水分减少, 最终降低了水分利用率。Ci和Ls是影响光合速率的重要参数, 它们

分别属于影响叶片光合速率的非气孔限制因素和气孔限制因素, 前者使胞间CO₂浓度升高, 后者使胞间CO₂浓度降低^[7]。该研究表明, 乙烯利使Ci升高(图4), 这可能是由于其减少叶肉细胞活性、降低光合速率所致。

综上所述, 乙烯利可以通过气孔因素和非气孔因素降低野生马缨杜鹃的光合速率, 对马缨杜鹃的自然生长造成了一定的不利影响。但是, 该试验数据有限, 不能阐明乙烯利的作用机制, 这有待于进一步深入研究。

参考文献

- [1] 宋庆发, 张习敏, 乙引, 等. 喷施植物激素对野生马缨杜鹃花期的影响[J]. 林业实用技术, 2010, 101(5): 52-53.
- [2] 刘玉华, 贾志宽, 史纪安, 等. 旱作条件下不同苜蓿品种光合作用的日变化[J]. 生态学报, 2006, 26(5): 1468-1477.
- [3] 许大全, 李德耀, 沈允钢, 等. 田间小麦叶片光合作用“午睡”现象研究[J]. 植物生理学报, 1984(10): 269-276.
- [4] 陈永金, 陈亚宁, 薛燕. 干旱区植物耗水量的研究与进展[J]. 干旱区资源与环境, 2004, 18(6): 152-158.
- [5] 李洁, 郭小平, 朱清科. 果树蒸腾光合及水分利用率与土壤含水量关系研究[J]. 水土保持研究, 2007, 14(4): 302-305.
- [6] 付在秋, 王建林. 叶面肥“天达2116植物细胞膜稳态剂”对烟草叶片气体交换特征的影响[J]. 中国农学通报, 2009, 25(18): 245-248.
- [7] 韩瑞宏, 田华, 张亚光, 等. 北京地区公农1号紫花苜蓿叶片光合作用日变化特征[J]. 草业科学, 2008, 25(6): 34-38.

Effects of Spraying Ethephon on Diurnal Courses of Photosynthesis of Wild *Rhododendron delavayi*

HONG Kun¹, ZHANG Xi-min¹, YI Yin¹, ZHANG Dong-lin¹, CHEN Xun², GAO Gui-long²

(1. School of Life Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang, Guizhou 550001; 2. Guizhou Academy of Science, Guiyang, Guizhou 550001)

Abstract: This article studied the effect of spraying ethephon on diurnal courses of photosynthesis in *Rhododendron delavayi* by portable Li-6400 photosynthesis system. The results showed that ethephon had no influence on the trend of diurnal courses, but decreased Pn, Tr, Ls, Gs, WUE, and increased Ci. Moreover, higher concentration of ethephon enhanced the decrease of Pn, Tr and WUE, but made no role on Gs, Ls and Ci.

Key words: *Rhododendron delavayi*; ethephon; photosynthesis; diurnal courses