

喷施赤霉素对野生马缨杜鹃光合作用日变化的影响

洪 颢¹, 张习敏¹, 乙 引¹, 陈 训², 高贵龙², 张冬林¹

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

摘 要: 利用 Li-6400 便携式光合系统仪研究了喷施赤霉素后野生马缨杜鹃叶片光合特征的日变化规律。结果表明: 赤霉素不能改变马缨杜鹃叶片 P_n 、 Tr 、 C_s 、 C_i 、 WUE 和 L_s 的日变化趋势, 但可显著提高 P_n 的第 1 个峰值、 Tr 的第 2 个峰值和 L_s 值, 但却降低了 C_i 值。以 100 mg/kg 赤霉素溶液的效果为佳。

关键词: 马缨杜鹃; 赤霉素; 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(2011)07-0084-03

马缨杜鹃 (*Rhododendron delavayi* Franch.) 为杜鹃花科杜鹃花属小乔木。该植物顶生伞形花序, 有 10~20 朵花, 花冠钟状, 长 3.5~4 cm, 深红色, 基部疏生紫色斑点, 具有很高的园艺观赏价值。近年来, 有关马缨杜鹃的研究已有一些报道, 涉及马缨杜鹃林区枯落物与土壤持水量的关系^[1]、马缨杜鹃种群结构变化^[2]、快速繁殖^[3-5]、种子萌发^[6]、种苗生长规律^[7]、花期调控^[8]等。曾使用赤霉素对马缨杜鹃叶片进行喷施, 可有效提前始花期, 增加花朵数^[8]。但是, 赤霉素处理是否会影响到马缨杜鹃叶片的光合作用, 继而对其生存造成影响, 至今仍不清楚。现通过比较自然条件和激素条件下野生马缨杜鹃叶片光合特征的日变化规律, 试图阐明激素影响马缨杜鹃光合作用的生理机制, 为该物种的产业化引种栽培奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试材为贵州百里杜鹃景区金坡马缨林带的马缨杜鹃。赤霉素 (Gibberellin-A₃) 为分析纯, 购于上海蓝季科技发展有限公司。

1.2 试验设计

配制 100、200 mg/kg 赤霉素溶液作为喷施药液, 以

清水为对照 (CK)。于 2009 年 9 月 27 日 9:00~11:00, 对马缨杜鹃植株进行喷施, 药液均匀喷洒于叶片上下表面。于晴天 (即 2009 年 10 月 11~13 日) 采用美国 Licor 公司生产的 Li-6400 便携式光合测定系统测定其叶片光合生理指标, 测定时间为 7:30~17:30。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 测定 1 次, 每片树叶测量 4 次, 每个处理测定 3 片树叶, 取平均值。连续测定 3 d 取平均值。测定指标包括: 叶片的光合速率 (P_n , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)、蒸腾速率 (Tr , $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)、气孔导度 (G_s , cm^2/s) 和胞间 CO_2 浓度 (C_i , $\mu\text{mol mol}^{-1}$)。此外, 叶片水分利用率 (WUE , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol}^{-1}$) = P_n/Tr , 气孔限制值 (L_s , %) = $1 - C_i/C_a$ ^[9]。

1.3 数据分析

所有数据均采用 SPSS 13.0 和 Excel 2007 进行统计分析和图表制作。

2 结果与分析

2.1 光合速率 (P_n) 和蒸腾速率 (Tr) 的日变化特征

由图 1 可知, 在正常情况下, 马缨杜鹃叶片净光合速率 (P_n) 的日变化曲线均为典型的“双峰”曲线。第 1 个峰值和第 2 个峰值分别出现在 11:30 和 15:30 左右, 分别为 8.29 和 7.42 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 第 1 个峰值大于第 2 个峰值; 在 13:30 左右有明显的光合“午休”现象, 低谷值为 7.26 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。喷施赤霉素后, 虽然不能改变 P_n 日变化的“双峰”曲线特征, 但却显著影响 P_n 的数值。100、200 mg/kg 赤霉素的第 1 个峰值分别为 11.60 和 10.10 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 第 2 个峰值分别为 9.41 和 9.42 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 低谷值分别为 9.50 和 8.66 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。以 100 mg/kg 赤霉素的促进效果为佳。

由图 2 可知, 在正常情况下, 马缨杜鹃叶片蒸腾速

第一作者简介: 洪颢 (1973-), 男, 硕士, 讲师, 现主要从事植物学和生物化学研究工作。E-mail: zhxm409@yahoo.cn。

责任作者: 乙引 (1967-), 男, 博士, 教授, 现主要从事植物生理生态研究和生物化学教学工作。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: 2011-01-11

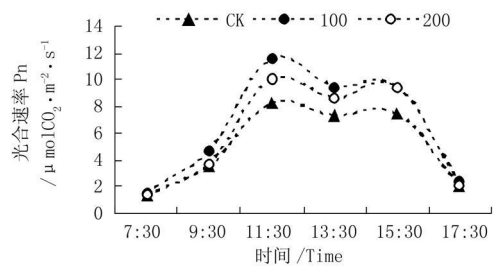


图 1 赤霉素对马缨杜鹃叶片光合速率日变化的影响

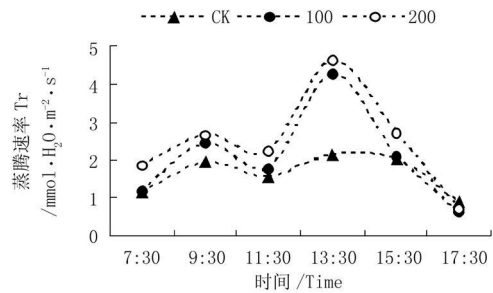


图 2 赤霉素对马缨杜鹃叶片蒸腾速率日变化的影响

率(T_r)的日变化曲线也为典型的“双峰”曲线。峰值分别出现在 9:30 和 13:30 左右,分别为 1.92 和 2.13 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$,第 1 个峰值低于第 2 个峰值;低谷出现在 11:30 左右。喷施赤霉素后,也不能改变 T_r 日变化的“双峰”曲线特征,但却可影响 T_r 值。100、200 mg/kg 赤霉素的第 1 个峰值的蒸腾速率分别为 2.44 和 2.64 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$,第 2 个峰值的蒸腾速率分别为 4.26 和 4.62 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 。由此可见 赤霉素显著提高第 2 个峰值,但 100 和 200 mg/kg 赤霉素的作用效果差异不明显。

2.2 气孔导度(G_s)的日变化

由图 3 可知,从凌晨开始, G_s 值增加较快,到 11:30 达到最大值,此时,100 和 200 mg/kg 赤霉素及对照的值分别为 0.68、0.63、0.57 cm^2/s 。此后, G_s 开始下降,到 13:30 左右出现最低值,然后逐渐升高,到 15:30 左右出现第 2 个峰值,该峰不明显,其峰值分别为 0.46、0.43、0.37 cm^2/s 。从整个日变化的过程来看,赤霉素对马缨杜鹃 G_s 的影响主要反映在 11:30 左右。

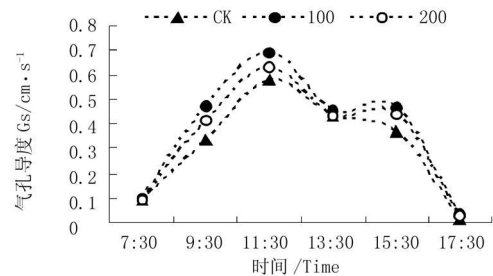


图 3 赤霉素对马缨杜鹃叶片气孔导度日变化的影响

2.3 胞间 CO_2 浓度(C_i)与气孔限制值(L_s)的日变化

马缨杜鹃胞间 CO_2 浓度(C_i)日变化呈“双低谷”,低谷值分别出现在 11:30 和 15:30 左右(图 4)。赤霉素显

著降低 C_i 值。100、200 mg/kg 赤霉素和对照的 C_i 值在第 1 个低谷分别为 174、199 和 283 $\mu\text{mol/mol}$,在第 2 个低谷分别为 192、221 和 253 $\mu\text{mol/mol}$ 。

气孔限制值(L_s)的日变化趋势与 P_n 基本一致,呈现“双峰”型的变化趋势,2 个峰值分别出现在 11:30 和 15:30 左右,但 2 个峰值的变化不明显。赤霉素显著提高马缨杜鹃叶片的 L_s 值,且 100 和 200 mg/kg 浓度的作用效果差异不显著(图 5)。

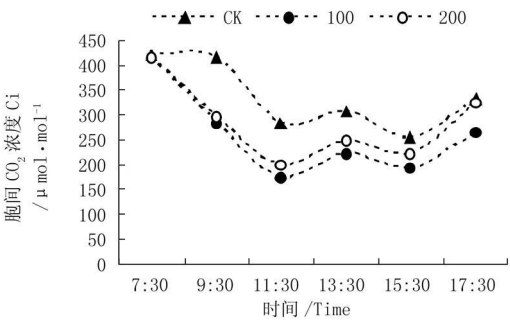


图 4 赤霉素对马缨杜鹃叶片胞间 CO_2 浓度日变化的影响

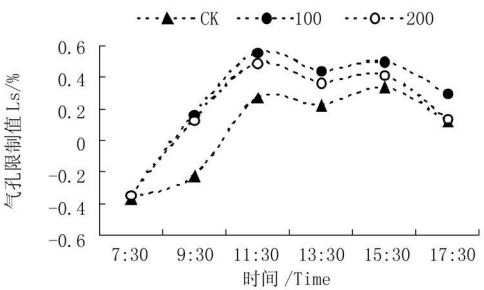


图 5 赤霉素对马缨杜鹃叶片气孔限制值日变化的影响

2.4 水分利用率(WUE)的日变化

野生马缨杜鹃水分利用率(WUE)的日变化与 P_n 日变化的趋势相同,赤霉素处理显著影响第 1 个峰值,对第 2 个峰值影响较小(图 6)。在 100、200 mg/kg 赤霉素条件下,第 1 个峰值分别为 6.51 和 4.52 $\mu\text{mol CO}_2 \text{mmol}^{-1}$,前者高于对照 后者低于对照;第 2 个峰值分别为 4.43 和 3.50 $\mu\text{mol CO}_2 \text{mmol}^{-1}$,前者略高于对照,后者与对照相同。

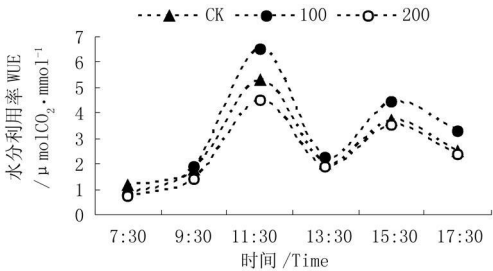


图 6 赤霉素对马缨杜鹃叶片水分利用率日变化的影响

3 结论与讨论

赤霉素作为植物生长的必需激素之一,是一种高效的广谱性植物生长促进物质。它能促进植物细胞及

茎伸长, 叶片扩大, 加速生长和发育, 使作物提早成熟, 并增加产量或改进品质; 能打破休眠, 促进发芽, 减少器官脱落, 提高果实的结实率或形成无籽果实; 还能改变一些植物雌雄比率, 并使野生马缨杜鹃提前开花和某些2 a 生的植物在当年开花^[8,10-14]。因此, 赤霉素可广泛用于植物生长、花期调节、品质改进等。

有研究表明, 一些经济作物如大豆、冬枣、甜菜、甘蔗等叶片喷洒外源赤霉素后, 其光合效率增加^[15-18]。该研究结果支持这一观点(图1)。此外, 赤霉素增加了野生马缨杜鹃叶片 L_s 值(图5), 降低了 C_i (图4), 表明其光合作用的 CO_2 固定过程受气孔因素和非气孔因素共同影响, 其中, 非气孔因素有可能在光合作用的第1个峰值起主导地位。再有, 赤霉素导致蒸腾作用、光合作用的第2个峰值的显著提高(图1、2), 此时, G_s 也有增加(图3), 推测这可能是因为赤霉素通过扩大气孔开放程度, 提高蒸腾作用, 从而有利于降低叶片温度, 提高光合效率。这一推断可以从图6得到证实, 因为赤霉素对WUE的第2个峰值的促进作用远小于第1个峰值。

植物的生长是依靠植物的光合作用制造有机物来实现的, 很大程度上反映了植物的生存能力和竞争能力。由以上结果可知, 赤霉素喷施不会伤害马缨杜鹃叶片光合作用, 反而有利于提高光合效率, 增加马缨杜鹃的生存能力。然而, 赤霉素的这一功能是否与其马缨杜鹃花期的调节作用相关, 至今仍有待于进一步深入研究。

参考文献

- [1] 李苇洁, 陈训. 马缨杜鹃林区枯落物与土壤持水量性研究[J]. 贵州科学, 2005, 23(2): 60-65.
- [2] 李苇洁, 陈训. 百里杜鹃森林公园马缨杜鹃种群结构与更新初步研究[J]. 贵州科学, 2005, 23(3): 46-49.

- [3] 周艳, 陈训. 马缨杜鹃继代培养基配方研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(29): 9213-9214.
- [4] 程雪梅, 赵明旭, 何承忠, 等. 马缨杜鹃的组织培养与快速繁殖[J]. 植物生理学通讯, 2008, 44(2): 297-298.
- [5] 周艳, 陈训. 马缨杜鹃组织培养过程中外植体褐变与多酚氧化酶及酚类物质的关系[J]. 种子, 2009(7): 61-63.
- [6] 段旭, 陈训, 赵洋毅. 马缨杜鹃种子萌发研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(29): 9199-9200.
- [7] 段旭, 陈训, 赵洋毅. 马缨杜鹃播种苗的生长规律研究[J]. 种子, 2007, 26(10): 82-84.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [11] Razem F A, Baron K, Hill R D. Turning on gibberellin and abscisic acid signaling[J]. Current Opinion in Plant Biology, 2006(9): 454-459.
- [12] Davies P J. Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology[M]. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1995.
- [13] Yamauchi Y, Ogawa M, Kuwahara A, et al. Activation of gibberellin biosynthesis and response pathways by low temperature during imbibition of Arabidopsis thaliana seeds[J]. Plant Cell, 2004, 16: 367-378.
- [14] Itoh H, Ueguchi-Tanaka M, Kawade H, et al. The gene encoding tobacco gibberellin 3-hydroxylase is expressed at the site of GA action during stem elongation and flower development[J]. Plant J., 1999, 20: 15-24.
- [15] Yuan L, Xu D Q. Stimulatory effect of exogenous GA_3 on photosynthesis and the level of endogenous GA_{1+3} in soybean leaf[J]. Journal of plant physiology and molecular biology, 2002, 28(4): 317-320.
- [16] 曹柳青. 赤霉素对冬枣光合作用和内源激素的影响[D]. 保定: 河北农业大学, 2006.
- [17] 黄兆峰, 李彩凤, 孙世臣, 等. 赤霉素对甜菜当年抽苔及光合作用的调控[J]. 作物杂志, 2009(2): 41-43.
- [18] 邢永秀, 杨丽涛, 李杨瑞. 乙烯利对不同甘蔗品种光合特性的影响[J]. 广西农业生物科学, 2003, 22(2): 109-113.

Spraying Gibberellin- A_3 Affects Diurnal Courses of Photosynthesis of Wild *Rhododendron delavayi*

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

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

Abstract: The influence of spraying gibberellin- A_3 on diurnal courses of photosynthesis in *Rhododendron delavayi* was monitored using portable Li-6400 photosynthesis system. The results showed that GA_3 couldn't change the trend of diurnal courses of P_n , Tr , C_s , C_i , WUE and L_s but remarkably increased P_n value at the first peak, Tr value at the second peak and L_s value, and decreased C_i value. In addition, 100 mg/kg GA_3 had the greater effect than 200 mg/kg GA_3 .

Key words: *Rhododendron delavayi*; gibberellin- A_3 ; photosynthesis; diurnal courses