

高温强光对花叶蔓长春花生理指标的影响

廖飞勇¹, 李修清²

(1. 中南林业科技大学 环艺学院 湖南 长沙 410004; 2. 信阳农业高等专科学校 规划与设计系 河南 信阳 464000)

摘要: 于2009年4月和8月对花叶蔓长春花的色素、光合和荧光参数的变化进行测定。结果表明: 花叶蔓长春花的总叶绿素含量相对较高, 不同叶位间成熟叶片的叶绿素含量相差不大。花叶蔓长春花为强阳性植物, 光补偿点为 $16 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 光饱和点为 $652 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 最大的光合速率为 $6.470 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 呼吸速率为 $0.923 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; 其 CO_2 补偿点为 $57.6 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, CO_2 饱和点为 $691.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。花叶蔓长春花的净光合速率的日变化在4月份呈现出单峰曲线, 最大值为 $6.1 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 出现在12:00; 8月份净光合速率的日变化呈现出双峰曲线, 最大值分别出现在12:00点和14:00点, 其最大值分别是6.2和 $6.1 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。高温强光虽然对花叶蔓长春花有一定的影响, 荧光产量增加, 表现为 F_o 、 F_m 、 F_o' 和 F_m' 值增加; 电子传递速率 ETR 值下降; PSII 实际的光化学量子效率 ΦPSII 下降; 但是整体变化幅度较小。花叶蔓长春花能适应8月23日平均气温为 32°C , 最高光强达 $2130 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 的高温强光, 也与净光合速率的日变化、光饱和点的测定数据相一致。

关键词: 花叶蔓长春花; 高温; 强光; 生理指标

中图分类号: S 687.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)11-0076-04

随着对观赏植物的要求越来越高, 人们在不断地驯化、引进和人工培育新物种或品种以便在园林中使用。花叶蔓长春花 (*Vinca major* 'Variegata') 为夹竹桃科蔓长春花属半蔓性灌木^[1], 其花紫色, 观赏性极强, 近年来在上海、长沙等地园林绿地中开始大量应用, 但对其研究较少^[2-4], 其生理生态习性还没有系统研究。为了更好地应用花叶蔓长春花, 营造出更美的植物景观, 对高温和强光对其的影响进行了研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以种植于中南林业科技大学内的花叶蔓长春花为材料, 标定选定的植株, 于2009年4月28日和2009年8月23日2次对各项指标进行测定。4月28日平均为 22°C , 最高气温为 28°C , 最低气温 18°C , 最大光强为 $1160 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。8月23日平均气温为 32°C , 最高气温为 38°C , 最低气温 29°C , 最大光强为 $2130 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。湿度为自然湿度。测定时每次测定6个个体, 取其平均数进行分析。

1.2 试验方法

第一作者简介: 廖飞勇(1973-), 男, 博士, 副教授, 主要研究方向为园林植物和园林生态学。

基金项目: 湖南省教育厅资助项目(05C332)。

收稿日期: 2010-02-10

1.2.1 叶绿素相对含量的测定 用美能达 SPAD502 (日本美能达公司生产) 叶绿素仪测定从叶先端到叶枝干方向不同叶位叶片叶绿素含量的相对变化, 并进行分析和比较, 每株树测定5个枝条取其平均值。SPAD 叶绿素仪通过测量叶片在2种波长范围内(650 nm 和 940 nm) 的透光系数来确定叶片当前叶绿素的相对数量, 并不是测定叶片中色素的绝对含量, 所以是相对值。

1.2.2 光曲线 用 Licor6400 便携式光合仪进行测定, 设定测定光强为 2 000、1 600、1 200、800、500、200、100、50、20、10.0 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 最小等待时间和最长等待时间分别为 2 min 和 4 min, 自动记录数据并进行分析^[5]。

1.2.3 A-Ci 曲线 用 Licor6400 便携式光合仪进行测定, 测定温度为自然温度, 日平均气温为 26°C , 设定测定光强为 800 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 设定 CO_2 浓度为 2 000、1 600、1 200、800、600、400、200、100、50 μmol , 最小等待时间和最长等待时间分别为 2 min 和 4 min, 自动记录数据并保存。

1.2.4 光合速率的日变化 早上 8:00~18:00 每隔 1 h 测定其光合速率, 绘制作曲线并进行分析。

1.2.5 荧光参数 自然温度和湿度下, 测定的主要荧光参数有: 暗适应 20 min 以后测定其最小荧光 (F_o)、最大荧光 (F_m)、可变荧光 (F_v); 在 800 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 光强

下进行光适应,待 F_v/F_t 在 ± 5 以内时测定光下的 F_o' 、 F_m' 、 F_v' 、表观光合电子传递速率(ETR)和 $\Phi PSII$ (作用光存在时 $PSII$ 实际的光化学量子效率)(光化光的光强为 $800 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)。

2 结果与分析

2.1 叶绿素相对含量的变化

表 1 表明,随着叶位的变化从第 1~8 叶片叶绿素的含量不断增加,在 4 月 28 日和 8 月 23 日 2 次测定中

表 1	花叶蔓长春花不同叶位的叶绿素相对含量							
	第 1 片叶	第 2 片叶	第 3 片叶	第 4 片叶	第 5 片叶	第 6 片叶	第 7 片叶	第 8 片叶
4 月 28 日	11.2±1.3a	15.6±1.9a	22.1±3.0a	27.4±3.7a	32.7±3.8a	41.9±5.0	42.7±4.9	45.3±5.2
8 月 23 日	18.6±2.3a	22.5±2.9b	29.7±3.1b	33.3±2.6b	36.5±2.2b	41.3±4.0	42.2±4.5	46.1±4.8

注 a b 代表 $\alpha=0.01$ 下的差异达显著水平。

2.2 光曲线

图 1 表明,花叶蔓长春花的光曲线非常典型,光合速率较高。通过光曲线拟合^[3],得到了花叶蔓长春花的光饱和点为 $652 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$,光补偿点为 $16 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$,其呼吸速率为 $0.923 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$,最大光合速率为 $6.470 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ 。

一般来说,耐荫植物的光补偿点较低,2~6 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$,而阳性树则为 20 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ 以上。耐荫性强的树种其光饱和点较低,有的为 100~200 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$,一些阳性树光饱和点可达 1 000 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ 。以上数据表明,花叶蔓长春花是强阳性植物,但光饱和点较低,在强阳性环境下生长较好,一般情况下不会受到阳光的伤害。这个结果也与野外观察到的在 2 500 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ 光强植物仍然正常生长的现象相一致。

2.3 A-Ci 曲线

CO₂ 是植物光合作用的基本原料,CO₂ 浓度升高植物的光合作用增强,但达到一定浓度以后,光合速率不再增加。根据 A-Ci 曲线的数据可以求出 CO₂ 补偿点和饱和点。花叶蔓长春花的 A-Ci 曲线如图 2。通过方程拟合,求出了其 CO₂ 补偿点为 57.6 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$,CO₂ 饱和点为 691.2 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ 。这些数据表明,花叶蔓长春花在 CO₂ 浓度较高时能加快生长,这也表明花叶蔓长春花的光合系统的光能转换效率较高。利用这一特点可以在育苗阶段和局部 CO₂ 浓度较高的地方加快其生长。

2.4 光合速率的日变化

表 2	花叶蔓长春花荧光参数的变化							
	Fo	Fm	Fo'	Fm'	Fw/Fm	Fv'/Fm'	$\Phi PSII$	ETR
4 月 28 日	120±13a	646±68a	522±54a	876±93a	0.814±0.076	0.404±0.043a	0.237±0.031a	92.4±10.4
8 月 23 日	114±15b	583±55b	504±56b	761±66b	0.805±0.091	0.337±0.028b	0.172±0.029b	87.9±7.9

注 a b 代表 $\alpha=0.01$ 下的差异达显著水平。

其结果都一致,且 2 次测定中色素的相对含量变化不大,其原因是因为花叶蔓长春花是常绿灌木,且叶片较厚,色素含量稳定,因而 2 次测定中不同叶位色素含量变化不大。但是在 4 月 28 日的测定中,且第 1~4 叶片由于是新叶,因而的叶绿素含量相对较低,而 8 月 23 日测定的叶片则是完全成熟的叶片,其色素含量则变化不大。

图 3 表明,4 月 28 日,气温较低,光照强度相对较弱,最强光强只有 $652 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$,因而净光合速率呈现出单峰曲线,其最大光合速率出现在 13:00,其最大速率有 6.2 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$,然后开始下降。净光合速率变化的原因是最强的光强只有 $652 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$,虽然超过了花叶蔓长春花的饱和光强,但是通过光合系统本身的调节作用,还没有形成光抑制,因而花叶蔓长春花的日变化表现为单峰曲线。

8 月 23 日温度高、光照强,远远超过了花叶蔓长春花的饱和光强 $652 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$,因此,随着光强的不断增强,花叶蔓长春花出现了光抑制现象,净光合速率日变化呈现出双曲线,其最高值分别出现在 12:00 和 14:00,其值分别是 6.2、6.1 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ 。出现光合午休现象的原因是随着强光和高温,植物水分供应不足,叶片的气孔关闭,导致了光合速率的降低。但是在高温和强光条件下,花叶蔓长春花的光合速率明显要高于 4 月 28 日的光合速率。这些变化说明,花叶蔓长春花是强光植物,在强光条件下生长较好,但强光和高温会使其光合速率短时间内下降。

2.5 荧光参数

植物叶绿素在吸收光能后,主要有 3 个用途:一是以热的形式消耗,一是以电子形式传递,另一个是以荧光的形式耗散。通过测定其荧光参数,可以了解植物对光能的利用和转换状况。因而根据荧光参数的变化并结合光合参数的变化,可以判断高温强光胁迫对花叶蔓长春花的影响。高温高光胁迫下花叶蔓长春花主要荧光参数的变化见表 2。

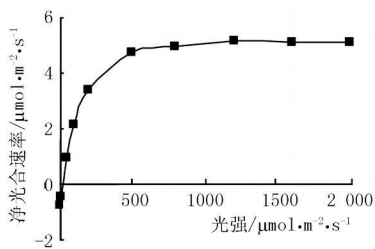


图1 花叶蔓长春花的光曲线

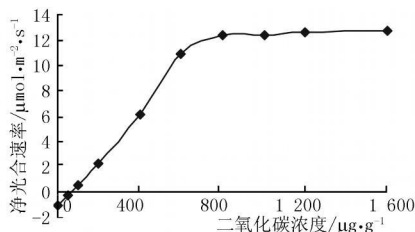


图2 花叶蔓长春花的 A-Ci 曲线

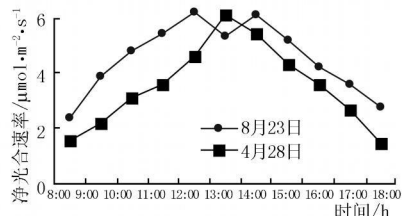


图3 花叶蔓长春花光合作用的日变化

测定的参数 F_0 为初始荧光, 指经过充分暗适应的光系统II(PSII)反应中心完全开放时的叶绿素荧光发射强度。一般情况下, 光照强, 叶绿素吸收的光能多, 以热和荧光形式耗散的能量也会增多; 另一种情况就是在受到某种胁迫时, 形成海拔电子的能量减少, 而以荧光发射的能量增加, 2 种情况下, F_0 值会下降, 这与测定得 F_0 值的变化相一致。

F_m 是最大荧光, 指经过充分暗适应的 PSII 反应中心完全关闭时叶绿素荧光发射强度。 F_m 的变化与 F_0 的变化完全一致。

F_v/F_m 是光化学量子效率, 指没有遭受任何环境胁迫并经过充分暗适应叶片的 PSII 最大的光化学量子效率。一般植物恒定在 0.80~0.85 之间, 但在受到环境因子胁迫时, 其值会下降⁹。花叶蔓长春花光化学量子效率的变化表明, 8 月 23 日虽然受高温和强光的影响, 但是其值为 0.805, 在植物正常的变化范围内, 这说明花叶蔓长春花能忍受强光和高温的影响, 这说明花叶蔓长春花能适应强光和高温环境, 对叶绿素荧光的影响不大。

Φ_{PSII} 是作用光存在时 PSII 实际的光化学量子效率, 反映了光下 PSII 的光能转换效率。花叶蔓长春花 Φ_{PSII} 的变化表明, 在高温强光环境下, PSII 的光化学量子效率下降, 但是差异不明显。

ETR 为表观光合电子传递速率, 反映了叶绿素分子将光能转变为电能后, 通过电子传递链传递的电子数量, ETR 的变化表明, 高温强光下其电子传递速率下降, 可用于转变为化学能的能量减少, 意味着以热能和荧光形式耗散的能量增加, 最后表现为净光合速率下降, 植物生长减缓。这些数据的变化与花叶蔓长春花光合速率的日变化相一致。

3 结论

花叶蔓长春花由于其良好的观赏性, 在园林中开始

广泛应用。

测定结果表明, 花叶蔓长春花有总叶绿素含量相对较高, 不同叶位间成熟叶片的叶绿素含量相差不大。花叶蔓长春花为强阳性植物, 其光补偿点为 $16 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 光饱和点为 $652 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 最大的光合速率为 $6.470 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 呼吸速率为 $0.923 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; 其 CO_2 补偿点为 $57.6 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, CO_2 饱和点为 $691.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

花叶蔓长春花的净光合速率的日变化在 4 月份呈现出单峰曲线, 最大值为 $6.1 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; 8 月份净光合速率的日变化呈现出双峰曲线, 最大值分别出现在 12:00 和 14:00, 其最大值分别是 6.2 、 $6.1 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

叶绿素荧光参数的变化表明, 高温强光虽然对花叶蔓长春花的一定的影响: 荧光产量增加, 表现为 F_0 、 F_m 、 F_0' 和 F_m' 值增加; 电子传递速率 ETR 值下降; PSII 实际的光化学量子效率 Φ_{PSII} 下降; 但是整体变化幅度较小。叶绿素荧光参数的变化表明, 花叶蔓长春花能适应 8 月 23 日平均气温为 32°C , 最高光强达 $2130 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 的高温强光, 也与净光合速率的日变化、光饱和点的测定数据相一致。

参考文献

- [1] 中国科学院植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 第36卷. 北京: 科学出版社, 1977.
- [2] 何家骅, 雷海清. 花叶蔓长春花全光自动喷雾扦插初探[J]. 浙江农业科学, 2004(6): 316-318.
- [3] 魏钰. 彩叶植物新成员[J]. 植物杂志, 2003(4): 26-27.
- [4] 何小弟. 园林绿化新树种[J]. 当代农业, 2001(12): 14-15.
- [5] Godbold D L, Hendry T H, Kaduk J, et al. Models of photosynthesis[J]. Plant Physiology, 2001, 125: 42-45.
- [6] Kevin Oxborough. Imaging of chlorophyll a fluorescence: theoretical and practical aspects of an emerging technique for the monitoring of photosynthetic performance[J]. Journal of Experimental Botany, 2004 55(400): 1195-1205.

叶面喷施多效唑对醉蝶花的生长和开花的影响

徐洪辉^{1,2}, 陈晓德^{1,2}, 谢世友³, 何 琴^{1,2}, 马璐璐^{1,2}, 卢高峰^{1,2}, 李朝政^{1,2}

(1. 西南大学 生命科学学院 重庆 北碚 400715; 2. 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 北碚 400715;

3. 西南大学地理科学学院, 重庆 北碚 400715)

摘 要: 以 1 a 生草本醉蝶花为材料, 研究叶面喷施不同浓度的多效唑对其生长和开花的影响。结果表明: 与对照组相比, 随着处理浓度的增加, 其它处理组植株株高、主茎高随之降低, 且处理浓度越高与对照组相比差异越显著; 基径除 1 000 mg/L 处理外, 其它处理组与对照组相比均无显著差异; 主花枝长也无显著差异; 花枝基茎随浓度增大, 差异性越显著; 在群落水平上, 与对照组相比, 其它处理组的花蕾期和盛花期与对照相比差异不大, 而始花期和凋谢期均有一定时间的推迟和延长, 各处理始花期比对照推迟了 6~9 d 不等; 凋谢期比对照延长了 14~24 d 不等; 其中盛花期持续时间和平均每株的花数量均以 800 mg/L 为最好。

关键词: 多效唑; 醉蝶花; 生长; 开花

中图分类号: S 681.9 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2010)11-0079-04

第一作者简介: 徐洪辉(1985-), 男, 江西临川人, 硕士, 现从事应用生态学研究。E-mail: xuhonghui2008@163.com。
通讯作者: 陈晓德(1955-), 男, 硕士, 副教授, 硕士生导师, 现从事植物生态和园林生态研究工作。E-mail: cxde@swu.edu.cn。
基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划资助项目(2006BAC01A16); 国家星火计划资助项目(2006EA105025)。
收稿日期: 2010-03-16

醉蝶花(*Cleome spinosa* L.), 属白花菜科醉蝶花属, 又叫蜘蛛花、凤蝶草、紫龙须、西洋白花菜。其为 1 a 生草本花卉, 总状花序, 花大且密, 具有很高观赏价值。但是, 在正常生长条件下, 醉蝶花植株株型较高, 而基径较小, 容易倒伏; 下部叶片老化较快, 极大的影响了观赏价值。目前, 多效唑(PP333)在控制株形上应用广泛, 效果好, 极少产生药害。应用于菊花, 多表现为茎秆矮化, 硬

The Effect of High Temperature and Intensity Light on the Physio-ecological Indexs of *Vinca major* ‘Variegata’

LIAO Fei-yong¹, LI Xiu-qing²

(1. Environmental Art Design College, Central South University of Forestry and Technology, Changsha, Hunan 410004; 2. Layout and Design Department, Xinyang Agricultural College, Xinyang, Henan 464000)

Abstract: The contents of pigment, photosynthesis parameters and fluorescence parameters of *Vinca major* ‘Variegata’ were tested at April and August in 2009. The results showed that the total relative contents of pigment were higher, and the different of pigment contents among different leaves were not different. The *Vinca major* ‘Variegata’ was sun plant. The light compensation point was $16 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, light saturation point was $652 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, the maximal photosynthetic rate was $6.470 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, the respiration rate was $0.923 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Its CO_2 compensation point was $57.6 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, CO_2 saturation point was $691.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. The diurnal change of net photosynthetic rate was a single-apex curve at April, the maximal value was $6.1 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ at 12:00. The diurnal change of net photosynthetic rate was a double-apex curve at April; the maximal values were 6.2 and $6.1 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ at 12:00 and 14:00 respectively. The changes of fluorescence parameters showed that the high temperature and intensity light affect the growth of *Vinca major* ‘Variegata’. The yield of fluorescence increased, which behaved by the increasing of F_0 , F_m , F_0' and F_m' . The electron transferring rate and efficiency of photochemical quantum yield of PSII decreased, but the ranges were small. The changes of fluorescence parameters showed that the could adapt the climate of August 23rd in 2009, the average temperature of 32°C the maximal intensity light of $2130 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, Those changes were corresponding with the diurnal change of net photosynthetic rate and light saturation point.

Key words: *Vinca major* ‘Variegata’; high temperature; intensity light; physiological index