

高温强光对双荚决明的影响及其园林应用

廖飞勇

(中南林业科技大学 环艺学院 湖南 长沙 410004)

摘要: 对双荚决明的色素、光合和荧光参数的高温强光下的变化进行了测定研究。结果表明: 双荚决明的总叶绿素含量相对较高, 不同叶位成熟叶片的叶绿素含量相差不大。双荚决明为强阳性植物, 其光补偿点为 $12 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 光饱和点为 $632 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 最大的光合速率为 $5.840 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 呼吸速率为 $0.819 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; 其 CO_2 补偿点为 $70.4 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$, CO_2 饱和点为 $883.2 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。双荚决明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 $4.6 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 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 时和 14:00 时, 其最大值分别是 4.2 和 $4.6 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。高温强光虽然对双荚决明的一定的影响但是整体变化幅度较小。双荚决明能适应 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。根据测定的结果, 建议双荚决明在园林中的主要应用形式为中篱、丛植、片植、高速公路或铁路边坡绿化和剪成球形观赏。

关键词: 双荚决明; 高温; 强光; 园林应用

中图分类号: S 687.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)07-0096-04

双荚决明(*Cassia bicapsularis*), 豆科决明属落叶蔓性灌木^[1], 高达 3.5 m, 羽状复叶, 小叶 3~5 对, 倒卵形至长圆形, 叶面灰绿色, 叶缘金黄色。花金黄色, 灿烂夺目; 总状花序, 花期 9 月至翌年 1 月, 具有较强的观赏性。原产美洲热带地区, 我国广东、广西地区 20 世纪 90 年代从国外引进并用于园林绿化。现已人工种植于上海、杭州、南京、南通、淮安、宿迁等地。温暖小气候环境中长

势较好, 长江以南可露地栽培。近年来在上海、长沙等地园林绿地中开始应用, 但对其深入研究较少^[2,3], 而在生理生态习性方面尚未见报道。为了更好地应用双荚决明, 营造出更美的植物景观, 现对其生理生态习性进行研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为种植于中南林业科技大学内的双荚决明, 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 日平均气温为 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 $2130 \mu\text{mol} \cdot$

Effects of a Slow Release Fertilizer Special for Ornamental Plants on the Growth of *Agrostis stolonifera* L.

LIU Guang-hua¹, HUANG Xiao-feng², LI Yong-sheng¹, XIAO Yun³, LIANG Jian-feng¹, YE Ri-liang², HE Sheng-gen¹, CAI Chu-xiong²
(1. Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou, Guangzhou 510225; 2. Dongguan Botanic Garden, Dongguan, Guangzhou 523086; 3. Shenzhen Nanshan District Three-high Agriculture Development Centre, Shenzhen, Guangzhou 518052)

Abstract: The paper studied the effects of a slow release fertilizer (SRF) special for ornamental plants on *Agrostis stolonifera*. The results showed that the SRF had obvious positive effects on the growth of *Agrostis stolonifera* seedlings. The SRF could significantly increase the creeping area, leaf length, leaf width, fresh weight, dry weight, content of chlorophyll a and b. Additionally, the SRF could also obviously enhance the root growth, the parameter leaf length, leaf width

Key words: *Agrostis stolonifera*; slow release fertilizer; turf grass; growth

$\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。湿度为自然湿度。每次测定 6 个个体,取其平均数进行统计分析。

1.2 测定方法

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 and 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量,所以是相对值。

1.2.2 光曲线测定 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^[9],重复 3 次,取其平均值。

1.2.3 A-Ci 曲线测定 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℃,设定测定光强为 800 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,设定 CO₂ 浓度为 2 000、1 600、1 200、800、600、400、200、100、50 $\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$,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^[6],重复 3 次,取其平均值。

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,绘制曲线并进行分析,重复 3 次,取其

平均值。

1.2.5 荧光参数测定 测定的温度和湿度为自然温度和自然湿度,主要荧光参数有:暗适应 20 min 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'、ETR(表观光合电子传递速率)和 ΦPSII(作用光存在时 PSII 实际的光化学量子效率)^[7],重复 3 次,取其平均值。

2 结果与分析

2.1 叶绿素相对含量的变化

不同叶位叶绿素含量见表 1,随着叶位的变化从第 1 片叶到第 8 叶片叶绿素的含量不断增加,在 4 月 28 日和 8 月 23 日 2 次测定中其结果都一致。但是在 4 月 28 日的测定中,第 1~4 叶片的叶绿素含量相对较低,而 8 月 23 日测定的叶片中则相关不大,其原因是海滨木槿是落叶灌木,在 4 月份叶片刚长出,在不断成熟中,因而不同叶位叶绿素的含量迅速增加。在 8 月 23 日的测定中,由于不同叶位的叶片已经完全成熟,因而叶片中色素相对含量相差不大。4 月 28 日与 8 月 23 日相比,前 4 片叶色素含量的差异达显著水平,但是第 5~8 片叶的差异不明显。此结果与王景燕等^[8]测定的光叶子花不同叶位叶色素含量的变化相一致。

表 1 双荚决明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	23.1±3.2a*	28.7±3.1a	35.6±3.4a	39.8±4.8a	45.2±3.8	48.7±5.0	52.4±5.6	53.7±6.1
8 月 23 日	41.0±5.1b	44.1±5.0b	44.8±3.5b	45.7±4.4b	46.4±3.7	51.1±5.3	52.7±6.7	53.8±6.2

注: *a、b 代表α=0.01 下的差异达显著水平。

2.2 光曲线

双荚决明的光曲线见图 1,双荚决明的光曲线非常典型,光合速率较高。通过光曲线拟合^[3],得到了双荚决明的光补偿点为 12 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,光饱和点为 632 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,最大的光合速率为 5.840 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,呼吸速率为 0.819 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

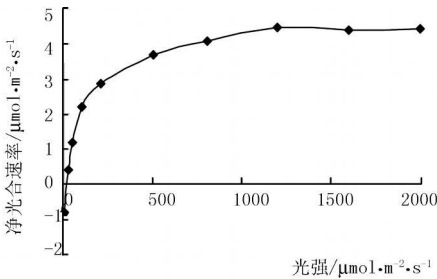


图 1 双荚决明的光曲线

一般来说,耐阴植物的光补偿点较低,2~6 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,而阳性树则为 20 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上。耐阴性强的树种其光饱和点较低,有的为 100~200 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,一些阳性树光饱和点可达 1 000 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ^[9]。表明,双荚决明是强阳性植物,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测到的在 2 500 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 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。双荚决明的 A-Ci 曲线见图 2。

通过方程拟合,求出了双荚决明 CO₂ 补偿点为 70.4 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,CO₂ 饱和点为 883.2 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。表明,双荚决明在 CO₂ 浓度较高时能加快生长,并

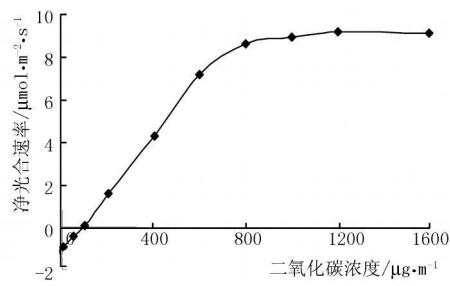


图2 双莢决明的 A-Ci 曲线

且其光合系统的光能转换效率较高。可以利用这一特点在育苗阶段和局部 CO₂ 浓度较高的地方加快其生长。

2.4 光合速率的日变化

双莢决明光合速率的日变化见图 3, 4 月 28 日气温较低, 光照强度相对较弱, 最大光强只有 1 160 μmol · m⁻² · 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, 为 4.2 μmol · m⁻² · s⁻¹, 然后开始下降。净光合速率这种变化的原因是最大光强只有 1 160 μmol · m⁻² · s⁻¹, 虽然超过了双莢决明的饱和光强, 但是通过光合系统本身的调节作用, 还没有形成光抑制, 因而双莢决明的日变化表现为单峰曲线。

8 月 23 日温度高、光照强, 远远超过了双莢决明的饱和光强 632 μmol · m⁻² · s⁻¹, 因此, 随着光强的不断

增强, 双莢决明出现了光抑制现象; 另外随着强光和高温, 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, 双莢决明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, 双莢决明是强光植物, 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。

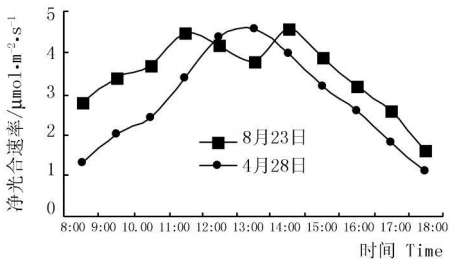


图3 双莢决明光合作用的日变化

2.5 荧光参数

植物叶绿素在吸收光能后, 主要有 3 个用途: 以热的形式消耗, 以电子形式传递和以荧光的形式耗散^[9]。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双莢决明的影响。高温高光胁迫下双莢决明荧光参数的变化见表 2。

	Fo	Fm	Fo'	Fm'	Fv/Fm	Fv'/Fm'	Φ _{PSII}	ETR
4 月 28 日	98±9a	556±48a	487±53	1106±121 a	0.839±0.078	0.560±0.063	0.441±0.056	75.6±8.5a
8 月 23 日	86±8b	534±59b	474±42	950±97b	0.824±0.082	0.501±0.072	0.391±0.047	68.3±7.8b

注: * a b 代表α=0.01 下的差异达显著水平。

Fo 为初始荧光, 指经过充分暗适应的光系统II(PS II)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, Fo 值会下降, 这与测得的 Fo 值的变化相一致。

Fm 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。Fm 的变化与 Fo 的变化完全一致。

Fv/Fm 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就叶片的 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^[11]。双莢决明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 0.824, 在植物正常的变化范围内, 这说明双莢决明能忍受强光和高温的影响, 强光和高温环境对双莢决明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。双莢决明 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, 差异达显著水平。这些数据的变化与双莢决明光合速率的日变化相一致。叶绿素荧光参数的变化表明, 高温强光虽然对双莢决明有一定的影响: 荧光产量增加, 表现为 Fo、Fm、Fo'和 Fm'值增加; 电子传递速率 ETR 值下降; PSI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, 双莢决明能适应 8 月 23 日平均气温为 32℃, 最大光强达 2 130 μmol · m⁻² · 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。

3 结论与讨论

研究双莢决明的目的是为其园林应用提供指导, 该

研究表明, 双荚决明是强阳性植物, 但是光饱和点较高, 因而最佳的光环境是强光直射环境。研究表明, 长沙地区高温强光对双荚决明光系统的结构和功能影响不大, 其能适应长沙地区高达 37°C 的高温强光环境。根据双荚决明的生态习性及其测定的生理特性数据, 建议双荚决明在园林中的应用可以采取以下方式:

I 中篱: 双荚决明观赏性强, 耐修剪, 应用于园林效果相当好。

II 丛植: 3.5 株小范围种植就能构成一个小的群落。群植开花时其景观效果相当漂亮。

III 片植: 片植于庭院、林缘、路旁、湖缘, 其金黄之花给人以愉悦、亮丽、壮观之美, 恰好营造出清凉氛围。

IV 高速公路、铁路边坡绿化: 由于距离较远, 较大面积的双荚决明可以应用, 但从水土保持角度最好是和其它灌木间隔种植。

V 单株修剪成球形观赏: 单株的植株经过 5 a 以上培育, 主干能达 2 m 以上, 上部修剪成球形盛花时观赏相当好。

双荚决明在野外的自然分布中, 生长好、观赏性强, 在园林绿地中表现相当不错。但是, 双荚决明对高温、低温的忍受极限是多少, 其理想的温度、光照、土壤条件是什么, 多个环境因子综合胁迫时会对双荚决明有何影响,

以上种植管理等方面的问题有待进一步研究, 而这些问题的解决也将有利于双荚决明更好地在不同区域推广及应用。

参考文献

- [1] 张天麟. 园林树木 1200 种 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005: 276.
- [2] 农淑霞. 城乡绿化观赏花树种—双荚决明 [J]. 中国林业, 2008(8): 33.
- [3] 韩珊, 石大兴, 王米力, 等. 双荚决明的组织培养与植株再生 [J]. 植物生理学通讯, 2006, 42(2): 245.
- [4] 中国科学院植物志编辑委员会. 中国植物志 第三十九卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1988.
- [5] Godbold D L, Hendry T H, Kaduk J, et al. Models of photosynthesis [J]. Plant Physiology, 2001(125): 42-45.
- [6] Warren C R. Estimating the internal conductance to CO_2 movement [J]. Functional Plant Biology, 2006, 33(5): 431-442.
- [7] 李红, 冯永忠, 杨改河, 等. 铜胁迫对芥菜光合特性及叶绿素荧光参数的影响 [J]. 农业环境科学学报, 2009, 28(8): 1630-1635.
- [8] 王景燕, 龚伟, 胡庭兴, 等. 光叶子花不同叶位叶片叶绿素含量和光合作用研究 [J]. 四川林业科技, 2006, 27(6): 1-55.
- [9] 陈有民. 园林树木学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1990: 70-71.
- [10] 廖飞勇, 何平. SO_2 处理对洞桐叶片光合能量传递效率的影响 [J]. 广西植物, 2004, 24(1): 86-90.
- [11] Oxborough K. 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.

The Effect of High Temperature and Intensity Light on the Physico-ecological Indexs of *Cassia bicapsularis* and its Application in the Landscape and Architecture

LIAO Fei-yong

(Environmental Art Design College, Central South University of Forestry and Technology, Changsha Hunan 410004)

Abstract: The contents of pigment, photosynthesis parameters and fluorescence parameters of *Cassia bicapsularis* were tested. The results showed that the *Cassia bicapsularis* was sun plant. The light compensation point was $20 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, light saturation point was $632 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, the maximal photosynthetic rate was $5.840 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, the respiration rate was $0.819 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Its CO_2 compensation point was $70.4 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$, CO_2 saturation point was $883.2 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$. The diurnal change of net photosynthetic rate was a single-apex curve at April, the maximal value was $4.6 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ at 12:00. The diurnal change of net photosynthetic rate was a double-apex curve at April; the maximal values were $4.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ and $4.6 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ at 12:00 and 14:00 respectively. The changes of fluorescence parameters showed that the high temperature and intensity light affect the growth of *Cassia bicapsularis*, 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. On the basis of these results, we suggested that the application mode of *Cassia bicapsularis* in the landscape and architecture should be as middle-fense, clump planting, linear planting, greening planting on the road and railway slope and plastic reshaping.

Key words: *Disanthus cercidifolius*; high temperature; intensity light; application in the landscape and architecture