

刘忆文, 董彦娜, 白靖怡, 等. 加拿大美女樱的耐荫性[J]. 江苏农业学报, 2017, 33(6): 1438-1440.  
doi:10.3969/j.issn.1000-4440.2017.06.035

# 加拿大美女樱的耐荫性

刘忆文, 董彦娜, 白靖怡, 刘冬云  
(河北农业大学园林与旅游学院, 河北 保定 071000)

关键词: 加拿大美女樱; 耐荫性; 形态; 生理特性; 光合特性

中图分类号: S685.99 文献标识码: A 文章编号: 1000-4440(2017)06-1438-03

## Study on the shade tolerance of *Verbenr hybrida*

LIU Yi-wen, DONG Yan-na, BAI Jing-yi, LIU Dong-yun

(College of Gardens and Tourism, Agricultural University of Hebei, Baoding 071000, China)

**Keywords:** *Verbenr hybrida*; shade tolerance; morphology; physiological characteristics; photosynthetic characteristics

随着经济的发展和生态环境建设意识的加强, 营造出多种植物种类混合应用和结构层次丰富的近似天然植物群落结构景观的生态环境<sup>[1]</sup>。但在城市可供绿化的面积十分有限, 建筑物北侧、树阴下及室内等许多地方缺乏足够的光照, 这些弱光条件限制了许多造景植物的生存和生长<sup>[2]</sup>。目前, 对绝大多数植物耐荫性的认识和应用多限于经验, 但人们已经逐渐开始重视对园林植物耐荫性的研究工作。研究和利用植物耐荫性是发展城市绿地立体绿化, 相对增加城市绿化面积, 有效改善生态环境的必由之路。

加拿大美女樱(宿根美女樱), 为马鞭草科马鞭草属多年生草本, 其姿态优美, 花色丰富, 色彩艳丽。加拿大美女樱在生活中应用越来越广泛, 大多花境、花坛的设计中都会用到加拿大美女樱。但是目前关于加拿大美女樱耐荫性的研究还未有详细的研究报道, 因此在使用中也会有一定的限制性。本研究拟通过对加拿大美女樱进行不同遮荫度的处理, 探讨加拿大美女樱的耐荫程度, 以期为加拿大美女樱在园林中的应用提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料为加拿大美女樱(*Verbenr hybrida*)三年生苗,

来自于北京绿普方圆园林工程有限公司。

试验地点设在河北农业大学苗圃试验田。春季干旱多风, 夏季炎热多雨, 秋季气候凉爽, 冬季寒冷少雪, 四季分明, 属于暖温带亚湿润气候区。年平均气温 12.5℃, 7月平均最高气温 27℃, 年均降雨量 575.4 mm, 无霜期 198 d。

### 1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验于 2016 年 4 月下旬选择长势一致、无病虫害的植株进行田间种植, 采用随机区组分布种植, 每个小区 30 株苗。植株缓苗 20 d 后开始进行遮荫处理。为避免相邻小区间的交叉遮荫, 小区间距 0.5 m。各处理采用不同规格的黑色遮荫网进行遮荫, 高度 1.5 m。试验共设置 4 个不同的遮荫度, 其遮光率分别为 30%、50%、70%、90%, 以全光照为对照(CK)。2016 年 6 月开始每隔 15 d 对形态指标进行测定, 其他各项指标于 8 月进行测定。

#### 1.2.2 形态指标测定

1.2.2.1 叶面积、株高、花期的测定 选取生长势旺盛且一致的植株作为测量样本, 用扫描仪扫描叶片, 然后用 AutoCAD 软件测量植物叶片的叶长、叶宽、叶面积。在试验开始和结束时分别测量植株的高度。用精确到毫米的刻度尺对植株节间长进行测量, 每个处理 3 次重复。观察开花期并记录开花量。

1.2.2.2 比叶重的测定 采用熊庆娥<sup>[3]</sup>的方法。采集不同遮荫处理下同一位置且长势相近的成熟叶片 10 枚, 用蒸馏水清洗干净并擦干, 用扫描仪扫描叶片, 再用 AutouCAD 软件测定其叶面积, 在 105℃下杀青 2 h, 再将烘箱调至 80℃烘干至恒质量, 称量干质量。再根据以下公式进行比叶重计算:

收稿日期: 2017-06-19

基金项目: 河北省科技厅项目(17226320D)

作者简介: 刘忆文(1993-), 女, 河北廊坊人, 硕士研究生, 研究方向:

园林植物资源与应用, (E-mail) 634826509@qq.com

通讯作者: 刘冬云, (E-mail) dongyunliu@hebau.edu.cn

比叶重 ( $SLW, \text{mg}/\text{cm}^2$ ) = 叶片干质量/叶面积

### 1.2.3 生理指标测定

1.2.3.1 叶绿素含量的测定 采用分光光度计法<sup>[4]</sup>。准确称取 0.2 g 叶片,剪成小条放入盛 10 ml 萃取液(丙酮:无水乙醇:水=4.5:4.5:1.0)的刻度试管中,在黑暗处放置 24 h,期间用玻璃棒搅拌 2~3 次,直到叶组织完全变白为止。然后取出 3 ml 浸提液置于比色皿中,用萃取液作空白对照,用 721 型分光光度计测定在 663 nm、652 nm、646 nm 和 440 nm 处的光密度值,依据 Lichtenthaler 公式计算叶绿素含量:

$$\text{叶绿素 a 含量} = (12.21 \times D_{663} - 2.81 \times D_{646}) \times V / (1000 \times W)$$

$$\text{叶绿素 b 含量} = (20.13 \times D_{645} - 5.03 \times D_{663}) \times V / (1000 \times W)$$

$$\text{叶绿素总含量} = D_{652} \times V / (34.5 \times W)$$

$D_{663}$ 、 $D_{652}$ 、 $D_{646}$ 、 $D_{440}$  分别为色素提取液在波长 663 nm、652 nm、646 nm 和 440 nm 处的光密度值; $V$ :浸提液的最终体积(ml); $W$ :叶片鲜质量(g)。

1.2.3.2 相对电导率的测定 采用电导率仪测定法<sup>[5]</sup>。取植株相同部位的叶片,先用自来水洗去表面灰尘,再用去离子水冲洗 2 次,用洁净滤纸吸净表面水分,采用同一规格的打孔器打成小圆片(打孔时注意避开主脉),取 10 片,放入洁净干燥的三角瓶中,加入 10 ml 去离子水,封上瓶口,重复 3 次,另 1 组不加叶片作为空白对照。置于室内静置 12 h,用 DDS-30TA 型电导仪测其电导值  $S_1$ ,测定后,再放入 100 ℃沸水中煮 15 min,冷却至室温后,再次测其电导值  $S_2$ 。以不加叶片的去离子水为对照,煮前电导值为  $S_3$ ,沸水煮 15 min 后测其电导值  $S_4$ 。以相对电导率表示细胞质膜透性的大小,计算公式如下:

$$\text{相对电导率}(\%) = [(S_1 - S_3) / (S_2 - S_4)] \times 100\%$$

1.2.4 叶片光合参数的测定 光响应曲线的测定于 2016 年 8 月选择晴朗无风的天气进行,时间段选取在 9:00~11:00,每个遮荫处理下测定 3 片叶子。利用 Li-6400 光合仪控温为 25 ℃并将参比室的  $\text{CO}_2$  浓度稳定在 380  $\mu\text{mol}/\text{mol}$ ,手动设置人工光源光照度( $PAR$ )从高到低为 2000  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、1700  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、1400  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、1200  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、1000  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、800  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、600  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、400  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、200  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、150  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、100  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、50  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、20  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、0  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  共 14 个光照度梯度。利用叶子飘<sup>[6]</sup>设计的光合计算软件对光响应曲线进行拟合,并根据曲线求得光饱和点( $LSP$ )、光补偿点( $LCP$ )、最大净光合速率( $P_n$ )、暗呼吸速率( $R_d$ )、最大净光合速率( $A_{\text{max}}$ )以及表现量子效率( $AQY$ )。

1.2.5 叶绿素荧光参数的测定 试验在 2016 年 8 月晴朗无风的天气进行,选择生长旺盛植株,利用 FP100 手持式荧光仪对植株叶片的叶绿素荧光参数进行测定,每个处理 5 次重复,取其平均值作为该参数的测定值。测定  $F_0$ 、 $F_m$ 、 $F_v/F_m$ 、

$F_v/F_0$  等参数时,测定之前要用暗适应夹将叶片暗适应 30 min。

## 2 结果与分析

### 2.1 遮荫对加拿大美女樱花期及开花量的影响

加拿大美女樱的花期较长,最长可达到 163 d,在全光照下开花最早,在 30%遮荫处理下开花量最多且花期最长,与全光照相比,多开花 5 d,其次为全光照下和遮荫 50%处理,分别为 158 d 和 160 d。在遮光率为 90%处理下未见开花。说明,加拿大美女樱在遮荫度为 30%的情况下开花效果最好,观赏时间最长。

### 2.2 遮荫对加拿大美女樱叶面积、叶长、叶宽的影响

叶片是植物对光最敏感的部位,也是进行光合作用最主要的器官,当植物置于不同遮荫处理下,植物为了适应新的光环境会在叶片形态上进行自身的调节变化<sup>[7-8]</sup>。加拿大美女樱在 30%遮荫条件下的叶面积达到最大值(61.32  $\text{cm}^2$ ),随着遮荫度的增加,叶面积逐渐减小。在全光照条件下与 70%遮荫处理之间差异不显著,其他遮荫处理间均差异显著。在遮光率为 30%时,叶长达到了最大值,为 12.60 cm。比全光照条件下增加了 2.82 cm,50%和 70%遮荫处理之间差异不显著,其他遮荫处理间均差异显著。叶宽也是在 30%遮荫条件下达到最大值(6.87 cm),比全光照条件下增加 1.17 cm,50%和 70%遮荫处理之间差异不显著,其他遮荫处理间均差异显著。

### 2.3 遮荫对加拿大美女樱株高增量的影响

加拿大美女樱的株高增量在不同遮荫处理下有很大的差异性。随着遮荫度的增加株高增量逐渐减小,但在 90%遮荫处理下株高增量明显低于其他遮荫处理,加拿大美女樱在 30%遮荫处理下的株高增量最大,为 58.81 cm。在 50%和 70%遮荫条件下株高增量差异不显著。说明为适应荫蔽的环境,植物增加植株高度逐渐向高空生长以获取更多的光能来满足自身生长的需要,但是重度遮荫情况下对植株的高度有明显的抑制作用。

### 2.4 遮荫对加拿大美女樱叶片生理特征的影响

2.4.1 遮荫对叶片叶绿素含量及叶绿素 a/b 值的影响 叶绿素含量及叶绿素 a/b 值是衡量植物耐荫程度的重要指标<sup>[9]</sup>。加拿大美女樱叶片叶绿素 a 含量随着遮荫度的增加而逐渐减小,在 30%遮荫处理下达到最大值(1.62),且各遮荫处理下均显著高于全光照处理。而各遮荫处理下叶绿素 b 含量与全光照条件下差异均不显著。叶绿素总量呈现出逐渐减少的趋势,在遮荫处理 30%时叶绿素总量最大,除 90%遮荫处理外,其他遮荫处理叶绿素总量均高于全光照处理。叶绿素 a/b 值是衡量植物耐阴性的一个重要指标之一<sup>[10]</sup>,叶绿素 a/b 值随着遮荫度的增加,其变化趋势为先减小后增加,30%遮荫处理时比值最大,为 4.31。由此说明,在 30%遮荫处理下加拿大美女樱的生长情况最好。

2.4.2 遮荫对叶片相对电导率的影响 细胞膜透性在耐荫性研究中是一个负向指标,可以用来衡量植物的耐荫性<sup>[11]</sup>。加拿大美女樱的相对电导率随遮荫度的增加呈现出先上升后下降的变化趋势,在遮光率30%时相对电导率最小,与全光照条件下的差异不显著,其他各组遮荫条件下电导率均显著高于全光照处理。说明加拿大美女樱在30%遮荫处理下生长情况良好。

## 2.5 遮荫对加拿大美女樱光合参数的影响

加拿大美女樱的叶片净光合速率随光照度的降低先增加后降低,在光照度小于  $800 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  时,随光照度的增加,净光合速率迅速增加,光照度进一步增大时,净光合速率趋于平稳。在一定环境条件下,叶片的最大净光合速率反映了植物叶片的最大光合能力<sup>[12]</sup>。加拿大美女樱在遮光率30%和50%处理下表现出更强的光合能力,在90%遮荫处理下光合能力最弱,说明过度遮荫对其造成不利的影响。

通过进一步运用光合计算软件进行拟合<sup>[6]</sup>,得出了加拿大美女樱在各处理下的光响应参数。遮荫对加拿大美女樱的光饱和点、光补偿点以及暗呼吸速率均有较为显著的影响,且均呈现出随遮荫度的增加而依次减小的趋势。加拿大美女樱的最大净光合速率随着遮荫度的增加,呈现出先增加后减小的趋势,在遮光率50%处理下最大,为  $21.44 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,与全光照条件下差异显著。加拿大美女樱随着遮荫度的增加,表观量子效率呈现出先增加后减小的趋势,且在90%遮荫处理下达到最小值,与对照组相比降低了  $0.025 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。

## 2.6 遮荫对加拿大美女樱叶绿素荧光参数的影响

叶绿素荧光参数的变化可以有效地衡量植物的受害程度和光合潜能,是研究植物在逆境胁迫中生长状况的理想探针<sup>[13-14]</sup>。

2.6.1 遮荫对 PSII 最大光化学效率 ( $F_v/F_m$ ) 的影响 叶绿素荧光参数  $F_v/F_m$  是指开放的 PSII 反映中心捕获激发能的效率,即最大光化学效率<sup>[15]</sup>。随着遮荫程度的增加,加拿大美女樱  $F_v/F_m$  值呈现出先增加后减小的趋势,50%遮荫处理时  $F_v/F_m$  的值最大,为 0.83,与对照差异显著。从遮光率70%开始  $F_v/F_m$  值开始逐渐下降,在90%遮光处理下小于全光照条件下的  $F_v/F_m$  值。

2.6.2 遮荫对 PSII 潜在活性 ( $F_v/F_o$ ) 的影响 加拿大美女樱植物叶片的  $F_v/F_o$  值均随着光照度逐渐减弱,而出现先上升后下降的趋势,在50%遮荫处理下达到最大值,最大值为 4.53。比全光照条件下显著增加。从70%遮荫处理下开始出现明显的下降趋势,在90%遮荫处理下小于全光照条件下的  $F_v/F_o$  值,差异显著。30%和50%遮荫处理下  $F_v/F_o$  值差异不显著,同样全光照条件下和70%遮光处理下差异也不显著。

2.6.3 遮荫对 PSII 初始荧光 ( $F_o$ ) 的影响 加拿大美女樱的初

始荧光  $F_o$  值均随着遮荫度的逐渐增加呈现出先上升后下降的变化趋势,在70%遮荫处理下达到最大值,为 8.100,与全光照处理差异显著,说明遮光率70%环境下对  $F_o$  造成显著影响。

## 3 结论

对加拿大美女樱在不同遮光条件下所反映出的各项指标进行分析后可以得出,加拿大美女樱可以在遮光率为30%到70%的环境下正常生长,但遮荫度过大时,则会抑制植株的生长,所以在园林植物配置时,可将其配置于全光照及疏林下应用,密林下不适合种植。

## 参考文献:

- [1] 王祥荣. 生态园林与城市环境保护[J]. 中国园林, 1998(2): 4-16.
- [2] 余莉. 几种地被植物的引种栽培及适应性研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2005.
- [3] 熊庆娥. 植物生理学实验教程[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2003: 28.
- [4] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 135.
- [5] 陈建勋, 王晓峰. 植物生理学实验指导[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2006.
- [6] 叶子飘. 光合作用对光和  $\text{CO}_2$  响应模型的研究进展[J]. 植物生态学报, 2010, 34(6): 727-740.
- [7] 刘菲. 遮荫对11种园林植物形态及光合生理特性的影响[D]. 武汉: 华中农业大学, 2011.
- [8] 唐雪辉. 四种野生地被植物耐荫性研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2006.
- [9] 胡昕. 干旱和遮荫对2种百合生长及生理特性的影响[D]. 长春: 吉林农业大学, 2012.
- [10] 王建华, 任士福, 史宝胜, 等. 遮荫对连翘光合特性和叶绿素荧光参数的影响[J]. 生态学报, 2011, 31(7): 1811-1817.
- [11] 滕开琼. 樟科三种常绿阔叶树种抗寒生理的研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2000.
- [12] 刘圣恩, 林开敏, 石丽娜, 等. 夹竹桃与珊瑚树光合响应及 PSII 叶绿素荧光特性比较[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2015, 44(4): 384-390.
- [13] 李鹏民, 高辉远, RETO J S. 快速叶绿素荧光诱导动力学分析在光合作用研究中的应用[J]. 植物生理与分子生物学报, 2005, 31(6): 559-566.
- [14] 刘彤, 崔海娇, 吴淑杰, 等. 东北红豆杉幼苗光合和荧光特性对不同光照条件的响应[J]. 北京林业大学学报, 2013, 35(3): 65-70.
- [15] 贾浩, 郝建博, 曹洪波, 等. 遮荫对‘保佳红’桃树叶快速叶绿素荧光诱导动力学曲线的影响[J]. 西北植物学报, 2015, 35(9): 1861-1867.

(责任编辑: 陈海霞)