

遮荫对 12 种阴生园林植物光合特性的影响*

王 瑞^{1,2} 丁爱萍³ 杜林峰⁴ 张卓文^{2* *}

1. 深圳市国艺园林建设有限公司, 深圳 518038; 2. 华中农业大学园艺林学学院, 武汉 430070;
3. 深圳市园林科学研究所, 深圳 518003; 4. 湖北省太子山林管局, 荆门 448000

摘要 为了探讨阴生植物在遮荫条件下的光合特性,以 12 种阴生园林植物为试材,对其在不同光照条件下的净光合速率日变化、日平均净光合速率、表观量子效率及光补偿点进行比较研究。结果表明:植物净光合速率日变化随光照条件的不同而发生改变,当光强较弱时,植物的净光合速率日变化由双峰曲线变为单峰曲线;在一定光照条件范围内,日平均净光合速率及表观量子效率随着遮荫度的增大而增强,在某一遮荫度条件下达到最大值,此后则随遮荫度增加而递减;植物在不同光强环境下的光补偿点随着遮荫度的增加而减小。方差分析表明,不同光照处理对 12 种植物各光合指标的影响均达极显著差异。适度遮荫有利于阴生植物生长和光合性能的提高。

关键词 园林植物;耐荫性;光合特性

中图分类号 S 687. 901 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2010)03-0369-06

随着我国经济的发展,高大建筑物和立交桥的数量不断增加,园林绿化中层次配置逐渐丰富,产生了大量的荫蔽地。目前对绝大多数植物耐荫性的认识和应用多限于经验,因此弄清植物生长所需的环境条件及其生理生化特点迫在眉睫。范燕萍等^[1]研究了遮荫对匙叶天南星生长及光合特性的影响,得出在 75% 和 50% 的遮荫条件下,匙叶天南星净光合速率较大,植株生长快,叶片较大,叶片数增多,适度遮荫有利于促进匙叶天南星的生长和提高其观赏品质。黄娟等^[2]研究了遮光处理对 3 种耐性钝叶草的生长习性与光合特性的影响,3 种钝叶草都表现出了耐荫能力,普通钝叶草的耐荫性最强,森特钝叶草较喜光,在光照下生长最好。陈丽飞等^[3]根据遮荫对大花萱草光合特性的影响,得出 3 种大花萱草都有较强的耐荫能力,黄色的耐荫性最强,红色品种的耐荫性中等,金黄色品种的耐荫较差。

紫娇花 (*Tulbaghia violacea* Harv.)、半边红 [*Alternanthera ficoidea* (L.) R. Br. 'Party Time']、鱼腥草 (*Houttuynia cordata* Thunb.)、蔓绿绒 (*Philodendron tuxtlanum* G. S. Bunting)、万寿竹 [*Disporum cantoniense* (Lour.) Merr.]、金粟

兰 [*Chloranthus spicatus* (Thunb.) Makino]、垂茉莉 (*Clerodendrum wallichii* Merr.)、大苞鸭趾草 (*Commelina paludosa* Bl.)、白绢草 (*Tradescantia sillamontana* Matuda)、闭鞘姜 [*Costus speciosus* (Koen.) Smith]、彩纹闭鞘姜 (*Costus* sp.) 及橙红闭鞘姜 [*Costus comosus* (Jacq.) Rosc. var. *bakeri*] 等 12 种园林植物观赏价值高,适应性强,容易繁殖,管理粗放,在园林绿化中具有广阔的推广应用前景,但对其适合生长的光照环境尚不甚了解,容易造成绿化中盲目利用。笔者通过对其在不同光照条件下的生长及光合特性进行研究,探讨其生态适应性,旨在为其在园林中合理配置和科学栽培管理措施的制定提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验于 2006 年 9 月至 2007 年 7 月在深圳市园林科学研究所沙湾苗圃进行。深圳市园林科学研究所地处深圳市东北部的梧桐山脚下,位于北纬 22°30', 东径 114°29', 处于北回归线以南,属于南亚热带海洋性气候,平均气温 22.4℃,极端最高温

收稿日期:2009-11-25; 修回日期:2010-03-18

* 广东省科技项目(2004B32608)和深圳市城市管理局课题资助

* * 通讯作者. E-mail: zhwzhang@mail. hzau. edu. cn

王 瑞,女,1981 年生,硕士研究生. 研究方向:园林植物栽培与生理. E-mail: wangrui19810805@163. com

36.6℃, 极端最低温 1.4℃, 1 月平均气温 14.1℃, 7 月平均气温 28.2℃; 年降雨量 1 948.4 mm, 5—9 月为雨季; 年日照时数为 2 120 h; 常年主导风向为东南风, 夏季多台风。全年气候温和, 雨量充足, 日照时间长。土壤类型为赤红壤。

1.2 试验材料

试验材料引种于西双版纳植物园和仙湖植物园, 分别为紫娇花、半边红、鱼腥草、蔓绿绒、万寿竹、金粟兰、垂茉莉、大苞鸭趾草、白绢草、闭鞘姜、彩纹闭鞘姜及橙红闭鞘姜等 12 种植物。

用常规扦插或分株法育苗, 不同遮荫处理的供试植物用同一规格的塑料花盆种植, 种植土为市场上购买的花卉营养土, 各待测植物每一遮荫处理试材 5 盆, 其植株大小一致, 长势良好, 栽培条件一致。遮荫处理从 2007 年 2 月下旬开始, 遮荫处理 4 个月后进行净光合速率日变化和光响应曲线的测定。

1.3 遮荫处理

试验方法设全光照(CK), 全光照的 50%(A)、35%(B)、15%(C)和 3%(D)共 5 个处理。各处理用不同规格的遮荫网搭建, 用照度计测定光照强度。

1.4 光合特性指标测定

选取植株第 3、4 叶(从展开心叶向下数), 2007 年 6 月中旬至 7 月中旬晴朗无风条件下, 利用 Li-6400 光合分析仪测定 12 种植物在不同光照条件下的净光合速率日变化和光响应曲线^[4]。

1) 净光合速率(P_n)日变化测定。采用开放式气体回路, 活体测定, 测定时间 08:00—18:00, 每 2 h 测定 1 次, 全天共测定 6 次, 每处理重复 3 次, 每次读 3 个数值, 最后求其平均值。

2) 光响应曲线测定。采用人工光源的光合作用系统在晴天 09:00—11:30 测定。通过光合仪控制温度在 25℃, 控制二氧化碳浓度在 380 $\mu\text{mol}/\text{mol}$, 设 11 个光强梯度: 0、20、50、100、200、300、400、600、800、1 100 及 1 500 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 每个光强下适应 1 min, 测定每种光强下的净光合速率。以光强为横坐标, 净光合速率为纵坐标, 绘制光响应曲线。依据 Bassman 等^[5]的方法拟合光响应曲线方程:

$$P_n = P_{\max} \times [1 - C_0 \times \exp(-a \times \text{PAR} / P_{\max})]$$

同时按下列公式计算光补偿点(LCP):

$$\text{LCP} = P_{\max} \times \ln(C_0) / a$$

式中: PAR 为光合有效辐射, P_{\max} 为最大净

光合速率; a 为弱光下光量子利用效率, 即表观量子效率(AQY); C_0 为度量弱光下净光合速率趋近于 0 的指标。最后取测定的平均值拟合植物的光响应曲线^[5], 获得各种植物的光补偿点^[6]。

1.5 数据分析

对测定数据用 Excel 及 SAS 进行作图、方差分析及多重比较。

2 结果与分析

2.1 遮荫对植物净光合速率日变化曲线的影响

不同遮荫条件对 12 种园林植物净光合速率日变化的影响结果见图 1, 可以看出 12 种植物在不同光照条件下的净光合速率日变化有明显的差异, 方差分析表明这种差异达到极显著水平, 结果见表 1 及表 2。半边红、鱼腥草、蔓绿绒、万寿竹、垂茉莉、大苞鸭趾草、白绢草在全光照、透光率 50% 和透光率 35% 条件下净光合速率日变化为双峰曲线, 中午有午休现象, 随着遮荫度增加, 在透光率 15% 和透光率 3% 条件下净光合速率日变化由双峰曲线变为单峰曲线; 而紫娇花、金粟兰、闭鞘姜、彩纹闭鞘姜、橙红闭鞘姜在全光照、透光率 50%、透光率 35%、透光率 15% 条件下为双峰曲线, 在透光率 3% 条件下净光合速率日变为单峰曲线。

每种植物在不同光照条件下, 峰值高低不同。在全光照条件下, 由于光照过强, 植物不能忍受强光, 净光合速率低。在透光率 3% 条件下, 由于光照极弱, 不能满足植物的生长, 净光合速率非常低, 净光合速率在 1 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 左右。12 种植物在中度遮荫条件(透光率 50% 或透光率 35%) 中净光合速率较高。

净光合速率日变化可以反映植物在不同的遮荫环境下的生长状况, 净光合速率高, 植物生长好, 叶色翠绿, 观赏价值高; 净光合速率低, 说明植物受到光胁迫, 生长状况不好, 茎细弱, 叶色浓绿, 叶片变得大而薄, 观赏价值降低。总之, 植物在适度的遮荫环境下净光合速率较大。

2.2 日平均净光合速率在不同光照条件下的变化

每种植物在不同光照条件下的净光合速率的变化可以通过日平均净光合速率来反应, 结果见表 1。从表 1 中可知, 12 种植物在不同光照条件下的日平均净光合速率, 在一定光照范围内, 随着遮荫度的增加而增加, 在某一遮荫度条件下达到最大值, 在此基

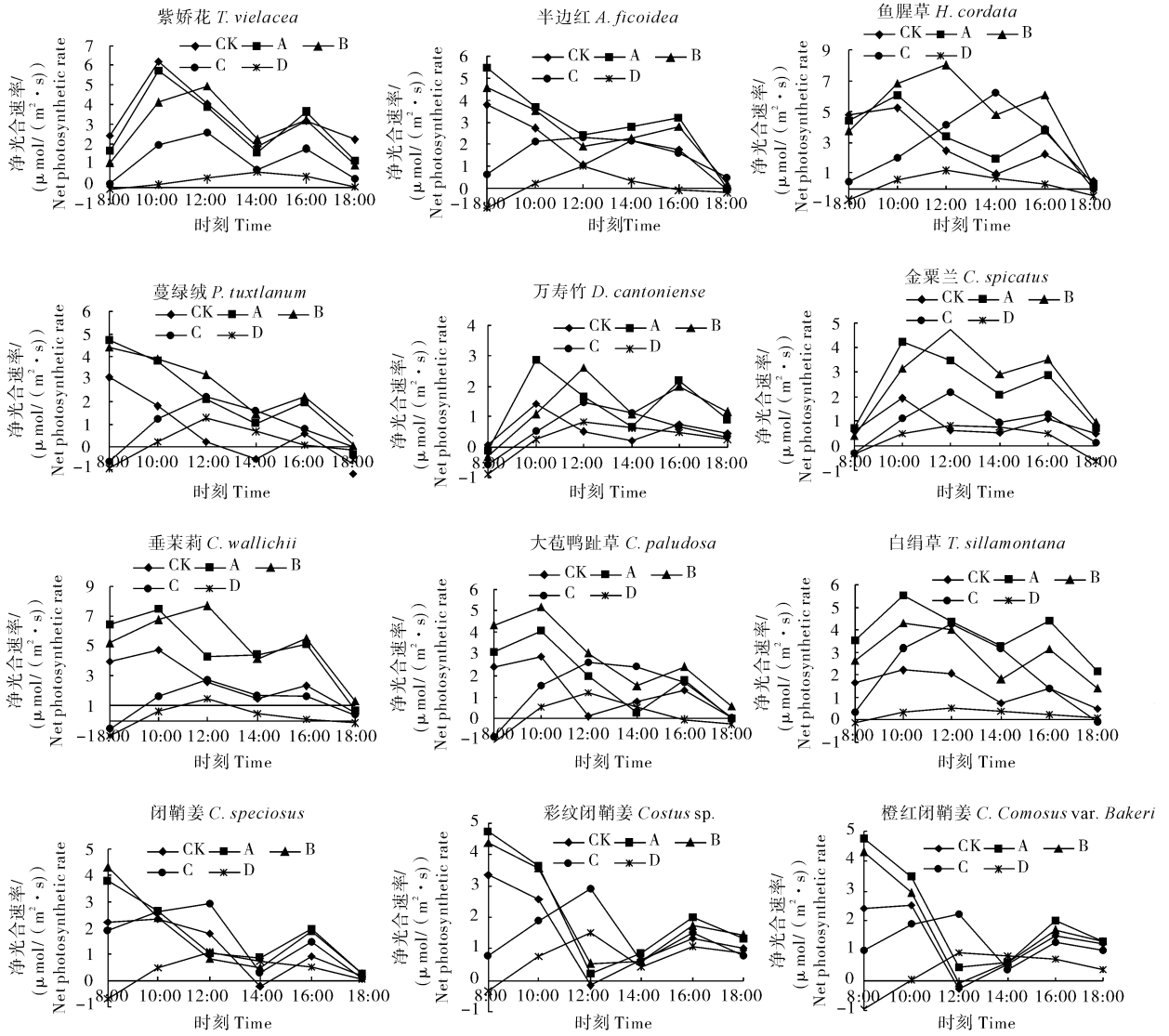


图 1 遮荫对 12 种植物净光合速率日变化的影响

Fig. 1 Effects of different shading degree on net photosynthetic rate diurnal variations of 12 garden plant species

基础上再增加遮荫度则递减,变化规律一致。方差分析结果表明,12 种植物在不同处理间日平均净光合速率都达到极显著差异,遮荫对日平均净光合速率的影响大。

紫娇花在全光照条件下日平均净光合速率最大,表明其比较喜光,在强光照条件下也可以较好地生长。蔓绿绒、万寿竹、金粟兰、大苞鸭趾草、闭鞘姜在全光照条件下的净光合速率低,都小于 $1 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,表明这 5 种植物不耐强光;栽培结果也表明,这 5 种植物在全光照条件下不能正常生长,植物叶片出现不同程度的灼伤现象,甚至会出现死亡。在透光率 3% 条件下,由于光照极弱,不利于植物生长,12 种植物在此光照条件下的日平均净光合速率都很低。半边红、万寿竹、白绢草、闭鞘姜、

彩纹闭鞘姜、橙红闭鞘姜在透光率 50% 条件下日平均净光合速率最大;鱼腥草、蔓绿绒、金粟兰、垂茉莉、大苞鸭趾草在透光率 35% 条件下日平均净光合速率最大,除紫娇花外,11 种植物都是在中度遮荫条件(透光率 50% 或透光率 35%)中日平均净光合速率高。

每种植物在不同光照条件下的日平均净光合速率在一定程度上反映了植物对光能的利用能力,也反映了植物光照生长范围和植物耐荫性的强弱,值越大,说明其光照条件越适合,是植物耐荫性评价的一个重要指标。

2.3 遮荫对植物光补偿点、表观量子效率的影响

植物在光强普遍较低的荫蔽环境降低自身的光补偿点,就能积累更多的干物质以提供生命活动

的需要。从表 1 可以看出,12 种供试植物光补偿点随着遮荫度增加均呈现出规律性变化,其大小依次为:全光照 > 50%透光率 > 35%透光率 > 15%透光率 > 3%透光率。12 种植物中只有垂茉莉在全光照条件下的光补偿点为 33.313 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,半边红在全光照条件下的光补偿点为 21.495

$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,其它 10 种植物的光补偿点都不到 20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,供试 12 种植物的光补偿点都较低,并且栽培试验结果表明这 12 种植物都是在适度遮荫条件下生长最好,供试 12 种植物都属于阴生植物。不同植物在同一光照条件下光补偿点不同可能是由遗传特性所决定的。

表 1 12 种植物在不同光照条件下光合参数值¹⁾

Table 1 Comparison on photosynthetic parameters of 12 garden plant species under different light

植物 Plant species	指标 Index	全光照 Full light	50%透光率 50% full light	35%透光率 35% full light	15%透光率 15% full light	3%透光率 3% full light
紫娇花 <i>T. violacea</i>	LCP	17.761±1.925 A	17.594±1.109 A	14.533±2.419 A	10.576±2.334 B	5.920±0.699 C
	AQY	0.064±0.007 A	0.071±0.006 A	0.066±0.006 A	0.046±0.006 B	0.026±0.004 C
	日均 P_n	3.206±0.337 A	2.776±0.201 A	2.760±0.467 A	0.987±0.095 B	0.106±0.011 C
半边红 <i>A. ficoidea</i>	LCP	21.495±2.429 A	20.567±2.417 A	19.923±1.838 A	18.974±1.457 A	18.232±1.959 A
	AQY	0.032±0.004 C	0.064±0.005 A	0.058±0.008 AB	0.051±0.005 B	0.039±0.004 C
	日均 P_n	1.930±0.059 C	2.746±0.217 A	2.299±0.261 B	1.431±0.134 D	0.005±0.003 E
鱼腥草 <i>H. cordata</i>	LCP	14.583±2.168 A	12.452±2.035 AB	9.684±1.367 BC	8.536±1.493 CD	6.344±0.786 D
	AQY	0.038±0.004 BC	0.059±0.005 A	0.046±0.006 B	0.031±0.005 C	0.022±0.004 D
	日均 P_n	2.680±0.212 C	3.335±0.107 B	4.587±0.355 A	3.264±0.215 B	0.202±0.021 D
蔓绿绒 <i>P. tuxtlanum</i>	LCP	18.241±1.680 A	15.013±2.364 AB	13.614±2.027 BC	11.185±1.948 C	5.188±0.977 D
	AQY	0.043±0.004 C	0.052±0.004 B	0.071±0.004 A	0.042±0.004 C	0.029±0.004 D
	日均 P_n	0.545±0.074 D	2.092±0.172 B	2.482±0.219 A	0.843±0.090 C	0.007±0.004 E
万寿竹 <i>D. cantoniense</i>	LCP	8.545±1.695 A	6.023±1.008 AB	5.761±1.958 AB	3.929±1.904 B	3.663±1.294 B
	AQY	0.028±0.004 D	0.045±0.006 B	0.061±0.002 A	0.036±0.003 C	0.027±0.003 D
	日均 P_n	0.553±0.112 B	1.328±0.073 A	1.326±0.215 A	0.657±0.170 B	0.261±0.036 C
金粟兰 <i>C. spicatus</i>	LCP	18.610±3.758 A	15.352±2.803 AB	11.423±1.748 BC	10.876±3.113 BC	7.479±2.641 C
	AQY	0.021±0.003 D	0.038±0.003 B	0.046±0.003 A	0.028±0.002 C	0.021±0.002 D
	日均 P_n	0.878±0.095 C	2.408±0.210 B	2.693±0.146 A	0.879±0.108 C	0.260±0.055 D
垂茉莉 <i>C. wallichii</i>	LCP	33.313±4.472 A	20.494±3.403 B	17.581±2.582 B	17.482±3.939 B	7.856±2.449 C
	AQY	0.023±0.003 D	0.042±0.004 B	0.056±0.002 A	0.034±0.003 C	0.017±0.002 E
	日均 P_n	2.447±0.193 C	4.548±0.105 B	5.080±0.088 A	1.165±0.065 D	0.117±0.017 E
大苞鸭趾草 <i>C. paludosa</i>	LCP	14.276±2.609 A	12.621±2.527 A	10.597±2.433 AB	7.876±1.648 BC	4.512±1.985 C
	AQY	0.055±0.002 AB	0.051±0.002 BC	0.059±0.004 A	0.047±0.002 C	0.023±0.003 D
	日均 P_n	0.752±0.106 D	1.558±0.024 B	2.539±0.222 A	1.185±0.132 C	0.003±0.002 E
白绢草 <i>T. sillamontana</i>	LCP	15.493±3.236 A	15.020±2.443 A	13.831±2.232 A	11.414±2.590 AB	7.293±2.504 B
	AQY	0.040±0.003 A	0.041±0.002 A	0.044±0.003 A	0.034±0.004 B	0.017±0.002 C
	日均 P_n	1.427±0.136 D	3.881±0.118 A	2.875±0.070 B	2.050±0.149 C	0.230±0.088 E
闭鞘姜 <i>C. speciosus</i>	LCP	12.226±2.179 A	11.241±2.756 A	10.337±1.776 A	9.552±1.190 A	8.993±1.569 A
	AQY	0.055±0.002 C	0.075±0.003 B	0.081±0.003 A	0.052±0.003 C	0.039±0.002 D
	日均 P_n	0.956±0.018 C	1.562±0.124 A	1.454±0.134 AB	1.262±0.181 B	0.203±0.017 D
彩纹闭鞘姜 <i>Costus sp.</i>	LCP	13.444±2.658 A	12.533±2.814 A	12.058±2.855 A	6.634±1.608 B	3.352±1.473 B
	AQY	0.060±0.003 BC	0.062±0.004 B	0.069±0.004 A	0.054±0.003 C	0.035±0.003 D
	日均 P_n	1.398±0.128 B	1.854±0.169 A	1.850±0.189 A	1.127±0.127 B	0.696±0.130 C
橙红闭鞘姜 <i>C. comosus</i> var. <i>bakeri</i>	LCP	13.124±2.217 A	11.963±1.514 AB	9.573±0.946 BC	8.780±2.295 C	3.951±0.861 D
	AQY	0.042±0.003 D	0.070±0.005 A	0.060±0.004 B	0.049±0.004 C	0.037±0.002 D
	日均 P_n	1.193±0.166 C	1.781±0.116 A	1.599±0.219 AB	1.392±0.161 BC	0.118±0.015 D

1) LCP:光补偿点/ $(\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}))$ Light compensation point; AQY:表观量子效率 Apparent quantum yield; 日均 P_n :日平均净光合速率/ $(\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}))$ Average net photosynthetic rate.

表2 遮荫对植物光合作用差异方差分析

Table 2 Variance analysis for 12 garden plant species under different light

变差异源 Variance origin	DF	日平均净光合速率		光补偿点		表观量子效率		F _{0.01}
		Daily average net photosynthetic rate		Light compensation point		Apparent quantum yield		
		SS	F	SS	F	SS	F	
物种 Species	4	47.04	28.29**	672.35	31.04**	0.008	41.54**	3.78
光照 Light	11	22.00	4.81**	902.96	15.16**	0.005	9.54**	2.68
误差 Error	44	18.29		238.24		0.002		
总计 Total	59	87.34		1 813.56		0.015		

表观量子效率是光响应曲线初始部分的斜率,表观量子效率大说明植物在弱光下具有更强的捕获光量子用于光合作用的能力^[7]。从表1可以看出,12种植物在不同光照条件下的表观量子效率,随着遮荫度的增加而增加,在某一遮荫度条件下达到最大值,在此基础上再增加遮荫度则递减,与日平均净光合速率变化规律一致。

12种植物在不同光照条件下光补偿点及表观量子效率存在差异,方差分析结果表明,不同遮荫处理对12种植物光补偿点、表观量子效率的影响均达到显著差异。表观量子效率与植物的生长状况关系很大,在适合植物生长的光照条件下,表观量子效率大,植物观赏价值高,不适合植物生长的光照条件下,表观量子效率也会随之减小,植物观赏性明显降低。12种植物在不同光照条件下的表观量子效率大小比较结果为:紫娇花、半边红、鱼腥草、橙红闭鞘姜在透光率50%条件下表观量子效率最大;蔓绿绒、万寿竹、金粟兰、垂茉莉、大苞鸭趾草、白绢草、闭鞘姜、彩纹闭鞘姜在透光率35%条件下表观量子效率最大。表观量子效率是体现植物在弱光条件下光合作用能力的重要指标,可以反映植物耐荫性。

3 讨论

随着遮荫度增加,12种植物的净光合速率日变化由双峰曲线变为单峰曲线,这与前人的研究结果^[8-10]一致。本研究结果表明,紫娇花、金粟兰、闭鞘姜、彩纹闭鞘姜、橙红闭鞘姜在透光率只有15%的弱光照条件下仍为双峰曲线,这说明双峰是这类植物的一种特性,在不影响存活的条件双峰性质不易改变。

植物生长对遮荫的反映十分敏感,有研究者^[11-12]认为遮荫通常降低单叶的净光合速率,也有的研究^[13]得出相反的结论。本研究中12种植物在较适合植物生长的中等遮荫条件下的净光合速率较高,在不适合植物生长的全光照条件下和透光率3%条件下净光合速率低,甚至出现负值,这与前人

对冬青属植物和扶芳藤的研究结果^[8-9]一致,原因可能是遮荫降低了强光对植物的直接光伤害,减轻了光合午休及对光合机构的损伤,使光合能力和光合效率提高^[14-15]。本研究结果表明,净光合速率日变化可以反映植物在不同的遮荫环境下的生长状况,净光合速率高,植物生长得比较好,观赏价值高;净光合速率低或者为负值,表明植物生长受到了光照胁迫,生长不良或死亡;适度遮荫有利于阴生植物生长和光合性能的提高,与试验栽培观察结果一致。净光合速率可在一定程度上反映植物生长的光照范围。

不同光照条件下的净光合速率的变化可以通过日平均净光合速率来反映。本研究结果表明,12种植物在不同光照条件下的日平均净光合速率及表观量子效率随着遮荫度的增加而增大,在某一遮荫度条件下达到最大值,此后则随遮荫度增加而减小;光补偿点随着遮荫度的增加而减小,这与前人的研究结果^[16]一致。植物对弱光的利用率的提高主要表现在日平均净光合速率和表观量子效率的增大及光补偿点的降低,这3个指标是植物光合作用能力的重要指标,可以反映植物的耐荫性。

参 考 文 献

- [1] 范燕萍,余让才,郭志华.遮荫对匙叶天南星生长及光合特性的影响[J].园艺学报,1998,25(3):270-274.
- [2] 黄娟,夏汉平,蔡锡安.遮光处理对三种钝叶草的生长习性与光合特性的影响[J].生态学杂志,2006,25(7):759-764.
- [3] 陈丽飞,杜江,董然,等.遮荫对大花萱草光合特性的影响[J].北方园艺,2008(7):121-123.
- [4] 王晓玲,孙吉雄,石雷,等.三种山麦冬属植物光合特性研究[J].草原与草坪,2006,116(3):31-34.
- [5] BASSMAN J H, ZWIER J C. Gas exchange characteristics of *Populus trichocarpa*, *Populus deltoids* and *Populus trichocarpa* × *P. deltoids* clones[J]. Tree Physiology, 1991(5):145-159.
- [6] 黄俊,郭世荣,吴震,等.弱光对不结球白菜光合特性与叶绿体超微结构的影响[J].应用生态学报,2007,18(2):352-358.
- [7] 许大全.光合作用效率[M].上海:上海科学技术出版社,2002:192.

- [8] 张璐,张纪林,教忠意,等.不同光照条件下3种冬青属植物的光合特征日变化研究[J].西北植物学报,2006,26(3):490-495.
- [9] 郭宝林,杨俊霞,鲁韧强,等.遮光处理对扶芳藤生长和光合特性的影响[J].园艺学报,2007,34(4):1033-1036.
- [10] 唐微,邓仲篪,焦德茂,等.水稻光合速率日变化与生物钟的调节[J].华中农业大学学报,1998,17(6):519-522.
- [11] 陈洪国.3个桂花品种生长、花量及光合作用的年周期变化[J].华中农业大学学报,2007,26(4):546-551.
- [12] 张永霞,李国旗,张琦.不同遮荫条件下罗布麻光合特性的初步研究[J].西北植物学报,2007,27(12):2555-2558.
- [13] PENG Y H, ETIENNE R. Influence of shading on growth and microenvironment of container grown citrus nursery trees[J]. J Fruit Sci, 1998(4):306-310.
- [14] RYLSKI I, SPIGELMAN M. Effect of shading on plant development yield and fruit of sweet pepper grown under conditions of high temperature and radiation[J]. Sci Hort, 1986, 29: 31-35.
- [15] SUNYO J, STEFFEN K L, HEE J L. Comparative photoinhibition of a high and a low altitude ecotype of tomato (*Lycopersicon hirsutum*) to chilling stress under high and low light conditions[J]. Plant Sci, 1998, 134(1):69-77.
- [16] 周兴元,曹福亮.遮荫对假俭草抗氧化酶系统及光合作用的影响[J].园艺学报,2006,30(3):261-265.

Effect of Shading on Photosynthetic Characteristics of 12 Species of Shade Garden Plant

WANG Rui^{1,2} DING Ai-ping³ DU Lin-feng⁴ ZHANG Zhuo-wen²

1. Shenzhen Guoyipark Developments Co., Ltd, Shenzhen 518038, China;

2. College of Horticulture and Forestry Sciences, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

3. Shenzhen Institute of Landscape Gardening, Shenzhen 518003, China;

4. Taizishan Forestry Bureau, Jingmen 448000, China

Abstract Twelve species of shade plant were used to study the photosynthetic characteristics under sun-shading conditions. The net photosynthetic rate change, average net photosynthetic rate, apparent quantum yield and light compensation point was investigated under different sun-shading conditions. The results showed that the photosynthetic characteristics changed under different shading treatments. When the sun light was weak, the net photosynthetic rate varied from a two-peak curve to a single-peak one, which only happened under a certain sun-shading degree. With the increase of sun-shading degree, the daily average net photosynthetic rate and the apparent quantum yield increased to a peak, and then fell down while the light compensation point decreased continuously. There were extremely significant differences for each index of photosynthetic characteristics among 12 species of shade plant under different sun-shading treatments. Proper sun-shading is beneficial to the growth of shade plant and improvement of photosynthetic characteristics.

Key words garden plant; shade-tolerant; photosynthetic characteristics

(责任编辑:陆文昌)