

## 遮荫对石蒜属植物忽地笑光合特性的影响

全妙华<sup>1,2,3</sup>, 李爱民<sup>1,2,3</sup>, 陆金婷<sup>1</sup>, 蒋爱华<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>怀化学院生命科学系, 湖南怀化 418008;

<sup>2</sup>怀化学院民族药用植物资源研究与利用湖南省重点实验室, 湖南怀化 418008;

<sup>3</sup>怀化学院湘西药用植物与民族植物学湖南省高校重点实验室, 湖南怀化 418008)

**摘要:**探讨不同光照强度对石蒜属植物忽地笑光合特性的影响,为确定合理栽培措施提供参考。采用LI-6400便携式光合测定系统等方法研究了忽地笑叶片在自然光、50%遮荫和85%遮荫3种不同光强下最大净光合速率( $P_{max}$ )、光饱和点( $LSP$ )、光补偿点( $LCP$ )、叶片瞬时光能利用效率( $LUE$ )、比叶重( $SLW$ )、叶面积以及叶绿素含量变化。与自然光处理组相比,50%遮荫和85%遮荫忽地笑叶片的 $LSP$ 和 $LCP$ 均有所降低,其中85%遮荫处理组降低程度差异显著( $P<0.05$ );叶绿素总含量随遮荫程度加强而增加,尤其叶绿素b含量上升幅度显著( $P<0.05$ ),以增强其对弱光的捕获能力;50%遮荫处理的忽地笑叶片的 $P_{max}$ 和 $LUE [PAR>300 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})]$ 均高于自然光和85%遮荫处理组,与后者差异显著( $P<0.05$ ); $SLW$ 变化为50%遮荫>自然光>85%遮荫处理组,后者差异显著( $P<0.05$ );叶面积变化为85%遮荫>50%遮荫>自然光处理组,前者差异显著( $P<0.05$ )。在光照强度较高季节,适度遮荫可以提高石蒜属植物忽地笑的净光合速率、叶片瞬时光能利用效率和比叶重,有利于其生长发育。

**关键词:**石蒜属;忽地笑;遮荫;光合特性

中图分类号:Q94

文献标志码:A

论文编号:2011-0010

### The Effects of Shading on the Photosynthetic Characteristics of *Lycoris aurea* in *Lycoris* Herb.

Quan Miaohua<sup>1,2,3</sup>, Li Aimin<sup>1,2,3</sup>, Lu Jinting<sup>1</sup>, Jiang Aihua<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Department of Life Science, Huaihua University, Huaihua Hunan 418008;

<sup>2</sup>Key Laboratory of Hunan Province for Study and Utilization of Ethnic Medicinal Plant Resources, Huaihua University, Huaihua Hunan 418008;

<sup>3</sup>Key Laboratory of Hunan Higher Education for Hunan-western Medicinal Plant and Ethnobotany, Huaihua University, Huaihua Hunan 418008)

**Abstract:** To provide the reference for choosing reasonable cultural measurement, the effects of different light intensity on the photosynthetic characteristics of *Lycoris aurea* in *Lycoris* Herb were studied in the paper. The samples of *Lycoris aureas* were planted in three different environments, including full natural light, 50% shade and 85% shade. The main parameters of the samples were analyzed, including maximum net photosynthetic rate ( $P_{max}$ ), light saturation point ( $LSP$ ), light compensation point ( $LCP$ ), and light use efficiency ( $LUE$ ) by LI-6400. Chlorophyll (Chl) contents, specific leaf weight ( $SLW$ ) and leaf area were determined. Comparing with the full natural light treatment,  $LSP$  and  $LCP$  of the plants in 50% shade and 85% shade treatment were both lower, and the latter significantly lower ( $P<0.05$ ), but higher Chl content (chlorophyll b significantly higher) ( $P<0.05$ ). These results indicated that *Lycoris aureas* effectively used weak light by decreasing  $LCP$  and relative chlorophyll b content.  $P_{max}$  and  $LUE [PAR>300 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})]$  of the plants in 50% shade treatment were higher than the other's, and significantly higher than the latter ( $P<0.05$ ).  $SLW$  in 50% shade treatment was the highest

基金项目:怀化学院民族药用植物资源研究与利用湖南省重点实验室资助项目(SYSXM200906)。

第一作者简介:全妙华,男,1971年出生,湖南沅陵人,怀化学院副教授,硕士,主要从事植物生理生化研究。通信地址:418008 湖南省怀化市迎丰东路612号 怀化学院生命科学系, Tel: 0745-2851055, E-mail: hhqmh100@163.com。

收稿日期:2011-01-06, 修回日期:2011-03-14。

of them, and there was significant difference comparing with the 85% shade treatment ( $P<0.05$ ). The leaf area in 85% shade treatment was the highest of them, and there was significant difference comparing with the full natural light treatment ( $P<0.05$ ). The results suggested that the appropriate shade treatment enhanced the net photosynthetic rate ( $P_n$ ),  $LUE$  and  $SLW$  of *Lycoris aurea* in *Lycoris* Herb, in the high light intensity seasons, which was advantaged to develop.

**Key words:** *Lycoris* Herb.; *Lycoris aurea*; shade; photosynthetic characteristics

## 0 引言

忽地笑(*Lycoris aurea*)是石蒜科石蒜属植物,鳞茎类多年生草本。该属植物约20种,而中国石蒜属植物种类最多,分布最广,约15种<sup>[1]</sup>。其鳞茎含有丰富的加兰他敏、罗可拉敏等10余种生物碱,可用于治疗小儿麻痹后遗症、风湿性关节炎等,具有重要的药用价值,同时还是一类观赏价值颇高的球根花卉<sup>[2-4]</sup>。目前,在石蒜属植物(含忽地笑)形态学、栽培、生理生化特性及分子生物学等方面开展了广泛研究<sup>[5-7]</sup>,但光合生理方面的研究少见报道。笔者针对石蒜属植物忽地笑的最佳光照栽培环境条件,结合石蒜属植物的野外生境分布特点,设置了包括自然光和不同程度遮荫的环境条件,比较忽地笑在不同光强下光合生理方面的变化,以便加深对其生态习性的了解,试图为石蒜属植物种质资源的保护与合理利用,以及实现规范化种植提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料与处理

石蒜属植物忽地笑种球于2009年8月中旬采自怀化市康龙自然保护区同一居群。于当天选取同样大小种球,分别植入自然光和两种不同程度遮荫环境共3个光照强度处理区中,栽植株行距均为 $15\text{ cm}\times 20\text{ cm}$ <sup>[8]</sup>。遮荫环境采用不同层黑色遮荫网进行遮光处理形成,其相对透光率采用LI-6400便携式光合测定系统测定、计算获得。选晴朗天气9:00—17:00,每隔2 h测定1次,取其平均值,计算其相对透光率。3个光照强度处理区的相对透光率分别为100%(自然光,未遮荫)、50%(相当于50%遮荫)和15%(相当于85%遮荫)<sup>[9]</sup>。试验期间,各处理区均采用同样的常规管理。

### 1.2 仪器与试剂

LI-6400便携式光合测定系统(LI-COR, USA), 752型紫外可见分光光度计(上海分析仪器总厂), AM 300叶面积仪(溴作生态仪器有限公司), AL104分析天平(梅特勒—托利多仪器有限公司), FN101-2A型电热鼓风干燥箱(长沙仪器仪表厂制造); 95%乙醇等试剂均为分析纯。

## 1.3 方法

**1.3.1 不同光强下忽地笑叶片的光响应曲线测定** 选择不同光强下忽地笑植株第2片成熟功能叶片的中上部作为测定部位,测定试验于2009年11月和翌年1月上旬上午8:30—11:30在实验室进行,设3个重复,取平均值。测定前,叶片在适宜光强下诱导约60 min,用LI-6400便携式光合测定系统测定光响应曲线( $P_n$ - $PAR$ )<sup>[9-10]</sup>,测定时 $\text{CO}_2$ 浓度为 $(400\pm 50)\text{ }\mu\text{mol/mol}$ ,光强依次为0、50、100、200、300、500、700、1000、1200、1400、1600、2000  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,  $P_n$ 对光强的响应进程用 $y=a+b\ln x$ 和 $y=ax^2+bx+c$ 方程( $x$ 为光合有效辐射, $y$ 为净光合速率)拟合,并分别求出光补偿点(LCP)和光饱和点(LSP)<sup>[11]</sup>; 叶片瞬时光能利用效率(Light use efficiency, LUE)用公式计算,即 $LUE=P_n/PAR$ <sup>[12]</sup>。

**1.3.2 不同光强下忽地笑叶片的叶绿素含量测定** 测定光响应后,分别选取不同光强下忽地笑植株的第2片叶,采用95%乙醇提取法,在分光光度计上于665、649 nm波长下比色,测定各样品叶片的中上部位的叶绿素含量,均为3个重复,取其平均值<sup>[13]</sup>。

**1.3.3 不同光强下忽地笑叶片的叶面积与比叶重测定** 测定光响应后,分别选取不同光强下忽地笑植株第2片叶,采用AM 300叶面积仪测定各样品的叶面积,然后称各叶片鲜重,在80℃烘干24 h后,用电子天平称重。计算比叶重,即单位叶面积的叶干重( $\text{g}/\text{m}^2$ )<sup>[14]</sup>。每株选取1片叶,每个处理重复3株。

**1.3.4 数据分析** 采用Excel、SPSS 13.0等数据分析软件进行数据处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同光强下忽地笑的光响应曲线

图1显示,不同光强下忽地笑叶片的净光合速率( $P_n$ )光响应变化趋势表现为在一定范围内随着 $PAR$ 的增加,各样品叶片 $P_n$ 不断升高,其后 $P_n$ 缓慢下降。在2009年11月至翌年1月期间先后两次实验测定结果表明,50%遮荫处理的忽地笑叶片 $P_n$ 均较高,其最大净光合速率( $P_{\text{max}}$ )均最高,其中11月份自然光、50%遮荫和85%遮荫处理组忽地笑叶片的 $P_{\text{max}}$ 分别约为 $9.88\text{ }\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 、 $11.16\text{ }\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 和 $7.78\text{ }\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。

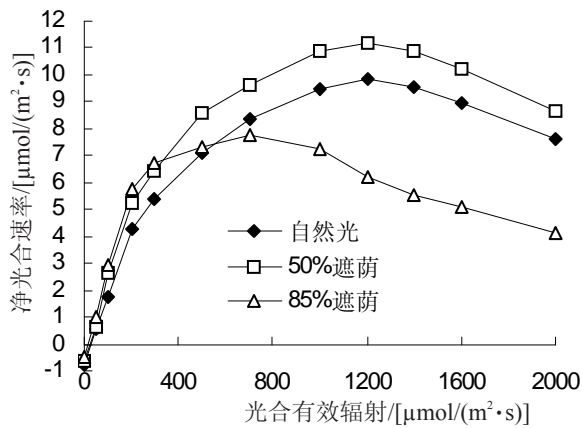


图1 不同光强下忽地笑净光合速率的光响应曲线(11月)

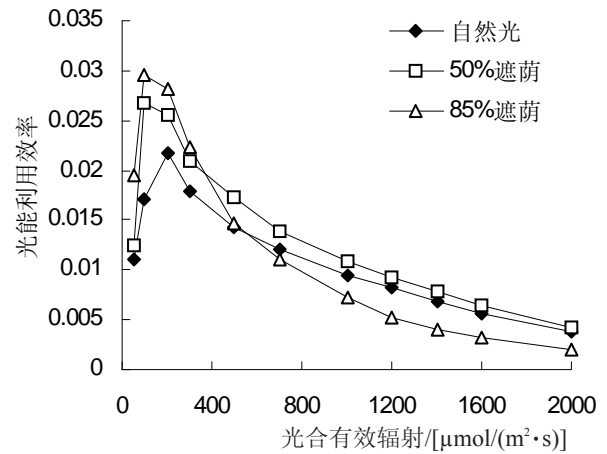


图2 不同光强下忽地笑光能利用效率的光响应(11月)

与自然光处理组相比,50%遮荫处理组的 $P_{max}$ 略有提高,但85%遮荫处理组的 $P_{max}$ 明显降低,其下降幅度达显著水平( $P<0.05$ )。最大净光合速率也称为光合能力<sup>[12]</sup>。可见,50%遮荫处理的忽地笑叶片的光合能力最强。笔者观察到,在50%遮荫环境下的忽地笑植株生长势最旺,叶色浓绿,光合特性测定结果与此生长特性相符。

图2显示,3种不同光强下忽地笑的LUE光响应曲线基本相似,呈单峰曲线。低光强条件下,随着PAR的增强,LUE急剧上升,对光强响应敏感;在100~200  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 光强范围内,达到峰值;此后LUE逐渐下降。在 $PAR\leq 300 \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 时,其LUE表现为85%遮荫处理>50%遮荫处理>自然光处理,而当 $PAR\geq 500 \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 后,50%遮荫处理>自然光处理>85%遮荫处理。由此推断,50%遮荫环境忽地笑的光合能力和光能利用效率最高,为石蒜属植物忽地笑的最理想光照栽培环境。

由表1可知,随着遮荫程度加深,忽地笑叶片的LSP和LCP均呈降低趋势变化。与同期自然光处理组相比,85%遮荫处理的光饱和点和光补偿点分别降低约41.1%和54.9%(11月),差异显著( $P<0.05$ )。可见,石蒜属植物忽地笑具有通过降低光补偿点等方式适应弱光环境的能力,具有较强的耐荫性;各处理组样品

$P_{max}$ 变化表现为50%遮荫>自然光>85%遮荫处理组,其中50%遮荫处理组的 $P_{max}$ 均最高。与自然光处理组相比,在秋季(11月)和冬季(翌年1月)50%遮荫处理组忽地笑叶片的 $P_{max}$ 分别上升约12.96%和11.30%,即50%遮荫处理组在秋季的 $P_{max}$ 上升幅度略大于冬季的。可见,在光照强度较高的秋季,适度遮荫处理可以提高忽地笑的 $P_{max}$ ,增强光合能力。

### 2.2 不同光强下忽地笑叶片的叶绿素含量变化

由表2可知,不同光强下忽地笑叶片在11月和翌年1月的叶绿素含量(包括叶绿素a、b)均发生了一定变化,其中叶绿素b含量随着遮荫程度加强均明显升高,差异均达显著水平( $P<0.05$ );在3种不同光强下,忽地笑叶片的叶绿素总含量变化表现为85%遮荫>50%遮荫>自然光处理,即随着遮荫程度加强,忽地笑叶片的叶绿素总含量随之增加,有利于该植物在低光合有效辐射下更有效地吸收光能,从而有利于光合速率的提高。

### 2.3 不同光强下忽地笑叶片的叶面积与比叶重变化

大量研究表明,比叶重(SLW)是影响叶片光合能力的重要因素,它与光合能力呈正相关<sup>[15]</sup>。由图3可知,3种不同光强下忽地笑的SLW变化为50%遮荫>自然光>85%遮荫处理组,其中50%遮荫处理的SLW最高,11月和翌年1月的SLW分别约为67.054  $\text{g}/\text{m}^2$ 和

表1 不同光照环境下忽地笑叶片在11月和翌年1月的最大净光合速率( $P_{max}$ )、光饱和点(LSP)和光补偿点(LCP)

	11月			翌年1月		
	自然光	50%遮荫	85%遮荫	自然光	50%遮荫	85%遮荫
$P_{max}/\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$	9.88±0.47 a	11.16±0.31 a	7.78±0.23 b	11.50±0.45 a	12.80±0.52 a	8.71±0.38 b
LSP/ $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$	1190.5±22.3 a	1150.3±18.8 a	701.7±10.8 b	1050.3±17.5a	720.5±11.4 b	670.7±8.9 b
LCP/ $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$	28.2±2.21 a	21.7±1.82 b	12.7±1.53 c	21.5±1.94 a	14.7±1.15 b	6.5±0.81 c

注:不同小写字母表示不同光处理之间存在显著差异( $P<0.05$ ),下表同。

表2 不同光强下忽地笑叶片在11月和翌年1月的叶绿素含量

时间	光照强度	叶绿素含量/(mg/g)			
		叶绿素 a	叶绿素 b	叶绿素 a+b	叶绿素 a/b
11月	自然光	0.940±0.007 b	0.371±0.041 b	1.311±0.048 b	2.534±0.242 b
	50%遮荫	1.206±0.019 a	0.636±0.047 a	1.842±0.066 a	1.896±0.119 a
	85%遮荫	0.851±0.061 b	1.029±0.011 c	1.880±0.072 c	0.827±0.037 c
翌年1月	自然光	1.448±0.023 b	0.483±0.009 b	1.931±0.031 b	2.998±0.017 b
	50%遮荫	1.628±0.052 a	0.750±0.027 a	2.378±0.079 a	2.171±0.107 a
	85%遮荫	1.334±0.018 b	1.528±0.028 c	2.862±0.046 c	0.873±0.025 c

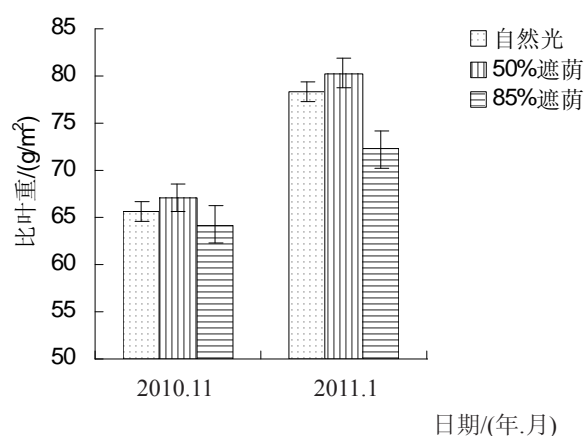


图3 不同光强下忽地笑叶片在11月和翌年1月的比叶重

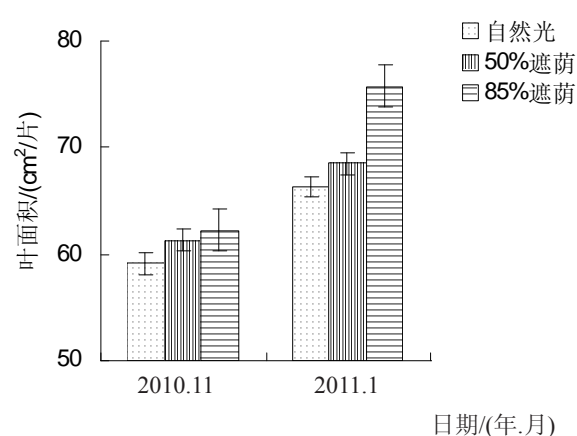


图4 不同光强下忽地笑叶片在11月和翌年1月的叶面积

80.283 g/m<sup>2</sup>,与85%遮荫处理组的差异达显著水平( $P < 0.05$ )。此特点与50%遮荫环境下忽地笑叶片的 $P_n$ 为最高值的光合特性相一致,说明石蒜属植物忽地笑在适度的遮荫环境下其光合能力最强,同化的光合产物最多,更有利于有机物质在体内积累。如图4可知,3种不同光强下忽地笑的叶面积变化为85%遮荫>50%遮荫>自然光处理组,与自然光处理组相比,85%遮荫处理组的叶面积变化幅度达显著水平( $P < 0.05$ )。

### 3 结论与讨论

光照决定着植物生存、生长和分布,植物形态和生理可塑性归因于植物对定居光环境的适应<sup>[12]</sup>。笔者通过对忽地笑在3种不同光照条件处理在光合生理等方面比较,发现随着遮荫程度加强,石蒜属植物忽地笑叶片的光饱和点和光补偿点均呈下降趋势变化;与自然光处理组相比,遮荫处理使忽地笑叶片叶绿素总含量增加,尤其是叶绿素b含量上升幅度达显著水平( $P < 0.05$ ),叶绿素a和叶绿素b具有不同的吸收光谱,可见忽地笑植株通过提高叶绿素b的相对含量来提高捕获弱光的能力,从而适应遮荫环境<sup>[7]</sup>;同时在遮荫条件下忽地笑叶片的比叶重减少、叶面积增大,这与李玉萍<sup>[8]</sup>、朱萍<sup>[10]</sup>、王凯<sup>[12]</sup>等相关研究结论一致,其原因可能是忽

地笑植株在低光照强度下诱导叶片变得更宽、薄,增强对光的捕获,使弱光时的光能利用效率提高,适应弱光环境而求得生存。

笔者研究表明,在光照强度较高的季节,适度遮荫处理可以提高石蒜属植物忽地笑叶片的净光合速率、光能利用效率和比叶重,增强光合能力,有利于光合产物的积累,可以为其生长发育提供较好的光照环境条件;在整个生长期中无直接光照,并且光合有效辐射较低的全遮荫环境下忽地笑的光合能力明显降低,不利于其生长发育。

### 参考文献

- [1] 钱嘯虎,徐垠,胡之壁,等.中国植物志[M].北京:科学出版社,1985:16-27.
- [2] 令狐昱慰,李多伟.石蒜属植物的研究进展(综述)[J].亚热带植物科学,2007,36(2):73-76.
- [3] 谢峻,谈锋,冯巍,等.石蒜属植物分类鉴别、药用成分及生物技术应用研究进展[J].中草药,2007,38(12):1902-1905.
- [4] 袁菊红,胡绵好.石蒜属种质资源及其开发利用研究(综述)[J].亚热带植物科学,2009,38(2):79-84.
- [5] 周守标,余本祺,罗琦,等.石蒜属植物花粉形态及分类研究[J].园艺学报,2005,32(5):914-917.

- [6] 袁菊红,孙视,彭峰,等.石蒜属叶绿体 *trnL-F* 序列的变异与系统聚类分析[J].中国中药杂志,2008,33(13):1523-1527.
- [7] 项忠平,魏绪英,蔡军火.石蒜属植物研究进展[J].安徽农业科学,2010,38(3):1460-1462,1467.
- [8] 李玉萍,余丰,汤庚国.遮光和栽培密度对石蒜生长及切花品质的影响[J].南京林业大学学报:自然科学版,2004,28(3):93-95.
- [9] 薛建平,王兴,张爱民,等.遮荫对半夏光合特性的影响[J].中国中药杂志,2008,33(24):2896-2900.
- [10] 朱萍,杨世民,马均,等.遮光对杂交水稻组合生育后期光合特性和产量的影响[J].作物学报,2008,34(11):2003-2009.
- [11] 钟泰林,李根有,石柏林.遮荫对南五味子光合特性的影响[J].中草药,2009,40(3):466-469.
- [12] 王凯,朱教君,于立忠,等.遮阴对黄波罗幼苗的光合特性及光能利用效率的影响[J].植物生态学报,2009,33(5):1003-1012.
- [13] 包维楷,冷俐.苔藓植物光合色素含量测定方法——以暖地大叶藓为例[J].应用与环境生物学报,2005,11(2):235-237.
- [14] 刘金花,李佳,张永清.黄芩植株光合特性初步研究[J].中草药,2009,40(6):961-964.
- [15] 郭玉华,蔡志全,曹坤芳,等.四种热带雨林树种光合和形态解剖特征对不同生长光强的适应[J].武汉植物学研究,2004,22(3):240-244.