

# 白及不同月份光合作用比较研究

贺安娜<sup>1,2,3</sup>, 李胜华<sup>1,2,3</sup>, 朱 亚<sup>1</sup>

(1. 怀化学院 生命科学系, 湖南 怀化 418008; 2. 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;

3. 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:**以白及为试材, 采用 Li-6400 便携式光合仪, 研究比较了白及在 6 月份、8 月份及 10 月份的光合日变化。结果表明: 白及光合速率日变化曲线都有午休现象, 其中 6 月份的光合速率最高, 9:00 出现峰值, 为  $8.1 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ; 8 月份的光合速率也在 9:00 最高, 为  $5.81 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 10 月份的光合速率整体都很低, 平均为  $3.31 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。相关性分析结果显示, 6 月份及 10 月份光合速率与光合有效辐射、气孔导度呈正相关, 影响光合速率的因素气孔因子占主导地位。

**关键词:**白及; 光合特性; 不同月份; 日变化

**中图分类号:**R 282 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)22-0162-04

白及(*Bletilla striata* Rchb. f.) 属兰科(Orchidaceae) 多年生草本植物, 花大而美丽, 具有很好的观赏价值, 假鳞茎具有收敛止血、清热解毒、消肿生肌之功效<sup>[1]</sup>, 千百年来, 一直作为传统中药使用。白及胶具有特殊的黏度特性, 近几年来在工业上的用途也日渐增加<sup>[2-3]</sup>。目前对白及的研究主要集中在药理、有效成分和组织培养技术等方面, Liu 等<sup>[4]</sup>研究发现白及颗粒对肝硬化治疗有一定效果, Wu 等<sup>[5]</sup>研究表明使用白及可改善眼内的渗透, 对白及多糖的提取、纯化研究也有较多报道<sup>[6-8]</sup>, 但白及的种植栽培研究比较粗犷, 研究报道多集中在组织培养方面<sup>[9-10]</sup>。

光合作用是植物最基本的生理活动, 较高的光合能力有利于光合产物, 即初生代谢物的形成, 并影响某些次生代谢产物的积累, 然而当植物生长条件如光照、温度、水分等与植物的正常需求发生矛盾时, 植物的光合作用就会受到很大的影响, 因此植物在不同生长季节光合作用有较大的差异<sup>[11-12]</sup>, 该研究比较了白及 6 月、8 月及 10 月的光合日变化, 旨在进一步探索白及的光合能力差异, 以为田间栽培管理提供相关的参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

研究区选在湖南怀化学院生物园内, 该地区位于雪

峰山脉和武陵山脉之间(北纬  $27^{\circ}32'$ 、东经  $109^{\circ}58'$ ), 平均海拔 300~400 m, 属中亚热带季风湿润气候, 年均气温约  $16.5^{\circ}\text{C}$ , 降水量 1 563 mm, 无霜期 272 d 左右。

### 1.2 试验材料

供试材料种植于怀化学院生物园内, 经鉴定为白及(*Bletilla striata* Rchb. f.)。2011 年 2 月选择健壮无病、芽眼饱满的假鳞茎下种, 下种前用多菌灵 800 倍稀释液消毒 15 min, 晾干 1 h 后, 栽培于棕壤地上, 常规水肥管理。2012 年重复试验。

### 1.3 试验方法

2011 年及 2012 年的 6 月、8 月及 10 月中旬选择风和日丽的天气, 挑选无病虫害、长势良好一致的白及叶片, 用 Li-6400(美国 LI-COR 公司生产)从 9:00—18:00 每隔 1.5 h 测定 1 次, 取平均值。记录净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)、气孔导度(Gs)、胞间  $\text{CO}_2$  浓度(Ci)、光合有效辐射(PAR)、空气温度( $T_a$ )等。

### 1.4 数据分析

试验结果为平均值±标准误, 利用 SPSS 及 Excel 统计软件进行分析与绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同月份 PAR、 $T_a$ 的日变化

由图 1 可知, 光合有效辐射(PAR)在 3 个月份中都呈单峰曲线, 均在 12:00 最高, 其中 8 月的 PAR 高于其它 2 个月, 最高为  $1\,260 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 10 月的 PAR 整体最低。由图 2 可知, 空气温度( $T_a$ )也都呈单峰曲线, 其中 8 月份也最高, 峰点在 15:00, 达  $39.9^{\circ}\text{C}$ , 10 月份的  $T_a$  最低, 峰值在 15:00, 为  $28.8^{\circ}\text{C}$ 。

**第一作者简介:**贺安娜(1981-), 女, 硕士, 讲师, 研究方向为药用植物发育生物学。E-mail:anna99102@163.com.

**基金项目:**植物学湖南省“十二五”重点建设学科资助项目; 怀化市科技局重点资助项目。

**收稿日期:**2014-05-22

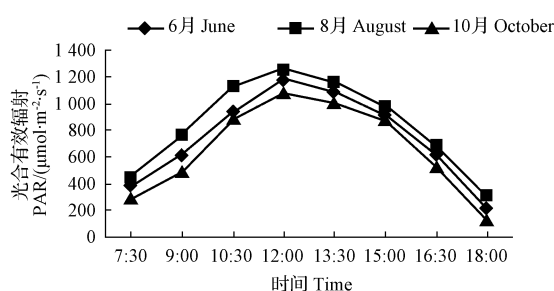


图1 不同月份光合有效辐射的日变化

Fig. 1 The diurnal variation of PAR in different months

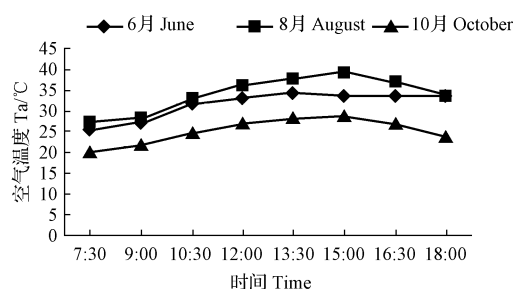


图2 不同月份空气温度的日变化

Fig. 2 The diurnal variation of Ta in different months

## 2.2 白及不同月份 Pn、Tr、Gs、Ci 的日变化

由图3可知,白及的光合速率(Pn)在6月份整体最高,其中9:00出现最高值,为 $8.1 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,13:30受强光和高温的影响出现午休,下午有所回升,但仍低于上午;8月份Pn也在9:00最高,为 $5.81 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,12:00出现午休;10月的Pn整体都很低,平均为 $3.31 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,且在15:00仍有午休现象,说明此时白及的生长状态较差。

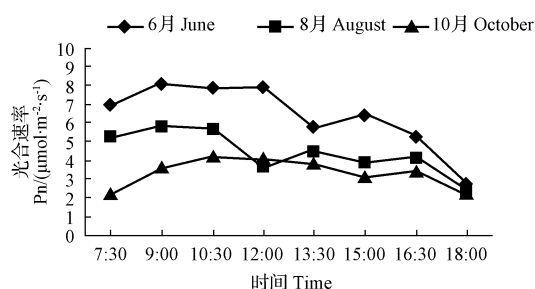


图3 不同月份白及的光合速率日变化

Fig. 3 The diurnal variation of Pn in different months of *Bletilla striata*

由图4可知,蒸腾速率(Tr)在6月份和8月份的平均值分别为 $2.43 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 及 $1.97 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,2个月的变化曲线均为单峰,但出现峰值的时间不同,6月份在12:00最高,达 $3.4 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,8月份则在15:00;10月份的Tr整体最低。

由图5可知,气孔导度(Gs)在6月份明显高于其它

2个月,尤其是10:30,达 $0.172 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,但午后Gs下降明显。由图6胞间二氧化碳浓度(Ci)曲线可知,8月份的Ci较低,尤其是10:30和16:30。

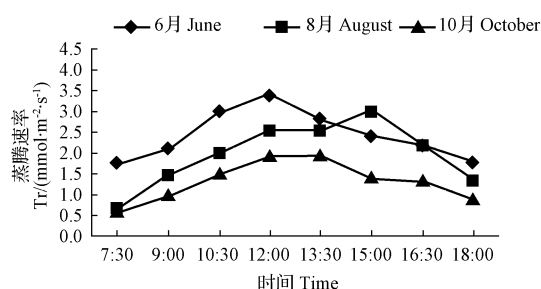


图4 不同月份白及的蒸腾速率日变化

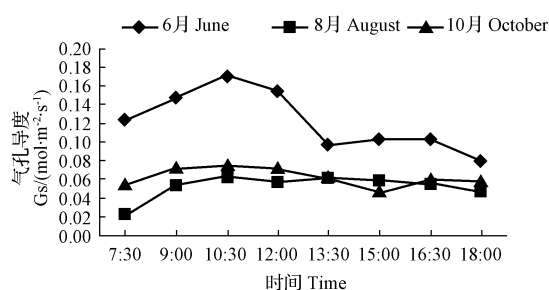
Fig. 4 The diurnal variation of Tr in different months *Bletilla striata*

图5 不同月份白及的气孔导度日变化

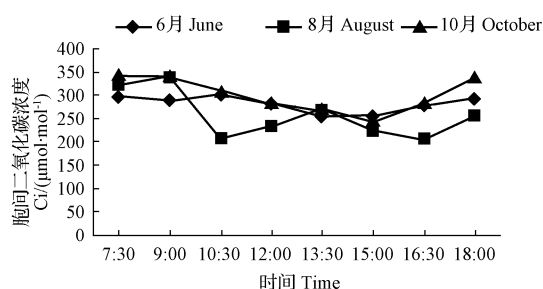
Fig. 5 The diurnal variation of Gs in different months of *Bletilla striata*

图6 不同月份白及的胞间二氧化碳浓度日变化

Fig. 6 The diurnal variation of Ci in different months of *Bletilla striata*

## 2.3 Pn与各因子之间的相关性分析

由表1可知,6月份Pn与Gs呈极显著正相关,说明此时光合速率的限制因子为气孔因素;8月份Pn与内外环境因子的相关性均没有达显著水平,因为8月份白及的光合速率受多种因素同时影响;10月份的Pn与Gs、Tr呈显著正相关,与PAR呈极显著正相关,说明10月份白及的光合速率主要受气孔因素影响显著,且此时较高的光合有效辐射有利于光合作用。

表 1

白及不同月份 Pn 与各因子之间的相关性分析

Table 1

Correlation coefficients between Pn and factors in different months of *Bletilla striata*

时间 Time	气孔导度 Gs/(mol · m <sup>-2</sup> · s <sup>-1</sup> )	胞间二氧化碳浓度 Ci/(μmol · mol <sup>-1</sup> )	蒸腾速率 Tr/(mmol · m <sup>-2</sup> · s <sup>-1</sup> )	空气温度 Ta/℃	空气相对湿度 RH/%	光合有效辐射 PAR/(μmol · m <sup>-2</sup> · s <sup>-1</sup> )
6 月 June	0.875 **	0.105	0.503	-0.452	0.463	0.551
8 月 August	-0.025	0.377	-0.243	-0.566	0.588	0.235
10 月 October	0.688 *	-0.447	0.785 *	0.447	-0.398	0.827 **

注: \* 表示在 0.05 水平显著相关, \*\* 表示在 0.01 水平显著相关。

Note: \* Correlation is significant at the 0.05 (1-tailed), \*\* Correlation is significant at the 0.01(1-tailed).

### 3 结论与讨论

高等植物根据光合同化过程最初产物的不同可以分为 C3 和 C4 植物 2 类。有研究表明,大豆等 C3 植物净光合速率日变化多为双峰曲线<sup>[13]</sup>,而地毯草等 C4 植物则为单峰曲线<sup>[14]</sup>。白及光合速率在 3 个月中都有午休现象,但光合作用受内外因子变化有很大差别,因此,白及是否为 C3 植物有待解剖结构和生理方面的进一步研究。

Farquhar 等<sup>[15]</sup>认为,Pn 降低并伴有 Ci 上升时,光合作用的主要限制因子应该是非气孔因素。6 月份和 10 月份白及 Ci 随 Gs、Pn 的下降而下降,因此 6 月份和 10 月份光合能力降低是气孔因素引起的,即气孔导度的下降阻碍了 CO<sub>2</sub> 的供应,影响白及 Pn。8 月份自然降水不多,而大气温度较高,此时白及叶片光合磷酸化、电子传递和酶活性等都受到抑制,表现为 Pn 与各因素相关性都不显著。

白及的光合速率在 6 月份最高,说明此时白及有较强的光合能力,随时间的推移,白及在炎热的 8 月份和深秋 10 月份光合速率都较低,尤其是 10 月,光合速率日平均值仅 3.31 μmol · m<sup>-2</sup> · s<sup>-1</sup>。据试验观察,在怀化地区种植的白及春季生长较快,6 月份新长叶片基本发育成熟,7 月以后长势逐步缓慢,进入深秋后叶片变黄枯萎,因此白及在一年中生长的时期很短。从该研究结果来看,如在该地区种植白及应抓紧春季的盛长时期,适量追加有机肥料,在夏季来临时,为避免白及光合速率的过度午休,可适当拉荫网保护,避开高温和强光的照射,以延长白及的旺盛生长时间。

#### 参考文献

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京:人民卫生

出版社,2005:76.

[2] 罗伯特·鲁其何德. 皮肤护理聚合物的最新发展趋势[J]. 日用化学品科学,2006,29(10):9-13.

[3] 马世宏,金玲,揭蓬,等. 白及-丹皮酚包合物在化妆品中的应用研究[J]. 日用化学品科学,2009,32(6):30-33.

[4] Liu R, Teng X J, He J F, et al. Partial splenic embolization using *Bletilla striata* particles for hypersplenism in cirrhosis: a prospective study[J]. Am J Chin Med, 2011, 39(2): 261-269.

[5] Wu X G, Xin M, Chen H, et al. Novel mucoadhesive polysaccharide isolated from *Bletilla striata* improves the intraocular penetration and efficacy of levofloxacin in the topical treatment of experimental bacterial keratitis[J]. J Pharm Pharmacol, 2010, 62(9): 1152-1157.

[6] 朱小平,吴东儒. 白及多糖分离、纯化、组成及其性质[J]. 安徽大学学报(自然科学版),1991(4):86-91.

[7] 孙达峰,史劲松,张卫明. 白及多糖的连续逆流提取的工艺研究[J]. 中国野生植物资源,2006,25(5):34-35,43.

[8] 芮海云,吴国荣,张卫明. 白及粗多糖提取方法的比较研究[J]. 中国野生植物资源,2007,20(1):14-16.

[9] 余朝秀,李枝林,王玉英. 野生白及组培快繁技术研究[J]. 西南农业大学学报(自然科学版),2005,27(5):601-604.

[10] 叶静,郑晓君,管常东,等. 白及的无菌萌发与组织培养[J]. 云南大学学报(自然科学版),2010,32(S1):422-425.

[11] 姜卫兵,庄猛,沈志军,等. 不同季节红叶桃、紫叶李的光合特性研究[J]. 园艺学报,2006,33(3):577-582.

[12] 姜武,沈志军,姜卫兵,等. 不同季节水蜜桃品种光合生理指标的比较[J]. 江苏农业学报,2008,24(3):321-330.

[13] 满为群,杜维广,张桂如,等. 高光效大豆品种光合作用的日变化[J]. 中国农业科学,2002,35(7):860-862.

[14] 蹇洪英,邹寿青. 地毯草的光合特性研究[J]. 广西植物,2003,23(2):181-184.

[15] Farquhar G D, Sharkey T D. Stomata conductance and photosynthesis[J]. Ann Rev Plant Physiol, 1982, 33: 317-345.

## Comparison of Photosynthesis in Different Months of *Bletilla striata*

HE An-na<sup>1,2,3</sup>, LI Sheng-hua<sup>1,2,3</sup>, ZHU Ya<sup>1</sup>

(1. Department of Life Science, Huaihua University, Huaihua, Hunan 418008; 2. Key Laboratory of Research and Utilization of Ethnomedicinal Plant Resources of Hunan Province, Huaihua, Hunan 418008; 3. Key Laboratory of Xiangxi Medicinal Plant and Ethnobotany of Hunan Higher Education, Huaihua, Hunan 418008)

# 不同补光时长对贮运暗胁迫下人参榕叶片生长和细胞膜的影响

陈小玲, 王 威, 张 瑶, 吴雪娥, 陈清西

(福建农林大学 园艺学院, 福建 福州 350002)

**摘 要:**以人参榕叶片为试材,研究了不同补光时长对贮运暗胁迫下人参榕叶片生长和细胞膜的影响。结果表明:不同补光时长处理的人参榕,随着贮运时间的延长,落叶率、黄化指数、丙二醛(MDA)含量、相对电导率(REC)均呈上升趋势。补光时间不同,上升的幅度也不同,总体变化趋势为补光时间越长,落叶率、黄化指数、MDA含量、REC增幅越小。比叶重(SLW)变化趋势相反。总体而言,光照 8、10、12 h/d 植株贮运效果较好,考虑成本及灯管发热量,人参榕贮运时最适补光时长为 8 h/d。

**关键词:**人参榕;暗胁迫;贮运;补光;叶片品质;细胞膜

**中图分类号:**Q 945.79 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)22-0165-05

人参榕(*Ficus microcarpa* L. f.)属桑科榕属植物,为福建省主要出口花卉品种,2010 年占全省花卉出口总额 33%<sup>[1]</sup>。但由于较长时间断光、断水的海运环境(30 d 左右),易造成人参榕叶片黄化与脱落,影响到岸后的商品性状,给生产者带来较大的经济损失。长期的弱光或黑暗胁迫会引发膜脂质过氧化和改变膜透性,继而破坏植物细胞膜结构,抑制营养生长,从而导致叶片的黄化脱落<sup>[2-4]</sup>。相对电导率(Relative conductivity, REC)和丙二醛(Malonaldehyde, MDA)含量常作为衡量植物细胞膜损伤程度的重要指标。因此,二者的变化与植株在弱

光或黑暗胁迫下受伤害程度密切相关。目前对人参榕贮运的研究主要集中在温度、基质、肥料、保水剂、植物生长调节剂和根结线虫等方面<sup>[5-6]</sup>,而对人参榕贮运期间光合生理的研究尚鲜见报道。该研究旨在通过探讨贮运期间不同补光时间对人参榕叶片形态及细胞膜的影响,摸索合适的补光时长,从而改善人参榕贮运期间叶片黄化脱落的问题,以期生产实践提供技术支持及一定的理论参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为符合出口要求的人参榕(接穗为泰国榕),于 2013 年 10 月 5 日购自漳州恒隆园艺有限公司,选择无病害、健壮、长势一致的人参榕植株,规格 200 g。

### 1.2 试验方法

试验于 2013 年 10 月 21 日至 11 月 20 日在室内进行,植株模拟贮运前浇透水 1 次,后置模拟集装箱的黑暗贮运环境(温度 16℃、湿度 65%),连续 30 d。补光光

**第一作者简介:**陈小玲(1989-),女,硕士研究生,研究方向为花卉生理生态。E-mail:928723907@qq.com.

**责任作者:**陈清西(1964-),男,博士,教授,博士生导师,现主要从事园艺植物栽培生理的教学与科研工作。E-mail:cqx0246@163.com.

**基金项目:**2013 年科技富民强县专项行动计划资助项目(财教[2013]144 号)。

**收稿日期:**2014-07-04

**Abstract:** Taking *Bletilla striata* as materials, the diurnal variation of photosynthetic in June, and August and October by using the Li-6400 photosynthetic system was studied and compared. The results showed that, diurnal variation of photosynthetic rate had a 'midday depression' phenomenon, and the photosynthetic rate in June was stronger when there was the strongest photosynthesis and the maximum value reached to  $8.1 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  at 9:00. The maximum value in autumn was also at 9:00 reached to  $5.81 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , and the photosynthetic rate in October was total low whose average value was only  $3.31 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ . There was a significant positive correlation between net photosynthetic rate and light intensity in June and October, and the photosynthetic rate of *Bletilla striata* mainly determined by stomata factors.

**Keywords:** *Bletilla striata*; photosynthetic characteristics; different months; diurnal variation