

# 米瓦罐的光合特性研究

张健, 刘美艳

(徐州师范大学生命科学学院, 江苏徐州 221116)

**摘要:** 采用美国 LI-COR 生产的 LI-6400 便携式光合系统研究了米瓦罐的光合特性。结果表明, 米瓦罐光合速率的日变化呈单峰曲线, 上午 10:00 时光合速率达到最大值; 在大气 CO<sub>2</sub> 浓度下, 米瓦罐的光饱和点为 1 800  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 光补偿点为 30  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ; 在光饱和点的光强下, 米瓦罐的 CO<sub>2</sub> 饱和点为 1 200  $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{mol}^{-1}$ , CO<sub>2</sub> 补偿点为 40  $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

**关键词:** 米瓦罐; 日变化曲线; 光饱和点; 光补偿点; CO<sub>2</sub> 饱和点; CO<sub>2</sub> 补偿点

**中图分类号:** Q945 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2005)06-0576-03

## Study on the photosynthetic characters of *Silene conoidea*

ZHANG Jian, LIU Mei-yan

(School of Life Science, Xuzhou Normal University, Xuzhou 221116, China)

**Abstract:** The photosynthetic characters of leaves in *Silene conoidea* were studied with LI-6400 portable photosynthesis system. The results showed that the diurnal variation of photosynthetic rate presented a single peak curve, and the maximum value of photosynthetic rate appeared at 10am. Under atmospheric CO<sub>2</sub> concentration, the light saturation point was about 1 800  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  and the light compensation point was about 30  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ . When the light intensity was at the light saturation point, the CO<sub>2</sub> saturation point of *Silene conoidea* was about 1 200  $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{mol}^{-1}$  and the CO<sub>2</sub> compensation point was about 40  $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{mol}^{-1}$ .

**Key words:** *Silene conoidea*; diurnal variation curve; light saturation point; light compensation point; CO<sub>2</sub> saturation point; CO<sub>2</sub> compensation point

米瓦罐 (*Silene conoidea* L.), 又称麦瓶草、面条棵, 属石竹科蝇子草属一年生草本植物, 高 25~60 cm, 全株有腺毛。茎直立, 单生。基生叶匙形, 茎生叶矩圆形或披针形, 长 5~8 cm, 宽 5~10 mm, 主茎总叶数约 30 张。在我国主要分布于黄河流域和长江流域各省区, 西至新疆和西藏。常生于麦田中或荒地草坡, 为麦田普遍发生的一种杂草, 可作野菜 (江苏植物研究所, 1982), 江苏徐淮地区有食用野生米瓦罐嫩株的习惯。全草药用, 有润肺止咳、凉血止血之功效。近年来, 已经有关于米瓦罐人工栽培 (高

素兰等, 2002) 和抗氧化成分 (刘美艳等, 2004) 的研究报道。本文研究了米瓦罐的光合作用的日变化、光饱和点、光补偿点及 CO<sub>2</sub> 饱和点、CO<sub>2</sub> 补偿点, 旨在为野生米瓦罐的人工栽培提供理论依据。

### 1 材料与方 法

#### 1.1 供试材料

2003 年夏季采集野生米瓦罐的种子, 同年 10 月 20 日将米瓦罐种子播种于塑料盆中, 盆高 35 cm、直

收稿日期: 2004-10-02 修订日期: 2005-01-16

基金项目: 徐州师范大学科研基金资助项目 (03XLB16) [Support by the Scientific Research Foundation of Xuzhou Normal University (03XLB16)].

作者简介: 张健 (1967-), 男, 江苏沛县人, 副教授, 硕士, 主要从事植物生理学的教学与研究, E-mail: <zj1515@sina.com>.

径 40 cm, 培养用土取自徐州师范大学生命科学学院实习基地, 土壤为粘壤土, pH 6.8, 土壤有机质含量为 12 g/kg, 全氮为 0.8 g/kg、速效磷为 0.03 g/kg、速效钾为 0.05 g/kg。于室外自然温度、光照下培养。

## 1.2 测定方法

1.2.1 光合速率日变化的测定 2004 年 4 月上旬选择晴好天气, 随机选取 3 株米瓦罐, 每株选取 1 张功能叶片(第 14 叶), 从 6:00 开始至 18:00(全天温度变化范围 14.8~27.9 °C, 空气相对湿度变化范围 75%~40%), 采用美国 LI-COR 生产的 LI-6400 便携式光合系统测定米瓦罐叶片的光合速率, 每小时测定 1 次, 每次测定读取 3 个稳定的数值, 同时记录其它各项生理指标, 连续测定 3 d。为了避免不同叶片对光照强度和 CO<sub>2</sub> 浓度反应的差异, 观测时取同一叶片中间的相同部位进行。取 3 d 测量的平均值进行各项分析。

气孔限制值(Ls)按 Berry(1980)的方法计算(Ls=1-Ci/Ca)。

1.2.2 光饱和点和光补偿点的测定 用 6400-01CO<sub>2</sub> 注入系统将参比室 CO<sub>2</sub>(CO<sub>2</sub>R)控制在 390 μmolCO<sub>2</sub>·mol<sup>-1</sup>; 通过 6400-02 LED 光源改变光照强度(PAR), 测定 0、30、50、100、200、400、800、1 000、1 200、1 400、1 600、1 800、2 000 μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> 光强下米瓦罐叶片的光合速率。随机测定 3 张叶片, 读取每张叶片在每个光强下 3 个稳定的光合速率数值, 取平均值。测定于每天上午 10 时左右进行, 气温为(22±2)°C, 空气相对湿度为(65±5)%。测量时叶片温度控制在(22±0.5)°C。

1.2.3 CO<sub>2</sub> 饱和点和 CO<sub>2</sub> 补偿点的测定 根据光饱和点测定的结果, 用 6400-02 LED 光源将 PAR 控制在 1 800 μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>, 通过 6400-01CO<sub>2</sub> 注入系统改变 CO<sub>2</sub>R, 测定 50、100、200、400、600、800、1 000、1 200、1 400、1 600、1 800、2 000 μmolCO<sub>2</sub>·mol<sup>-1</sup> 浓度下米瓦罐叶片的光合速率。随机测定 3 张叶片, 读取每张叶片在每个光强下 3 个稳定的光合速率数值, 取平均值。测定于每天上午 10 时左右进行, 气温为(22±2)°C, 空气相对湿度为(65±5)%。测量时叶片温度控制在(22±0.5)°C。

## 2 结果与分析

### 2.1 米瓦罐光合速率的日变化

米瓦罐光合速率的日变化呈单峰曲线(图 1)。

6 时的净光合速率为负值, 表明此时呼吸速率大于光合速率; 此后光合速率迅速升高, 10 时达到最大值; 11~13 时光合速率比 10 时略有下降, 但仍维持在一个比较高的水平上; 14 时起, 光合速率快速下降。

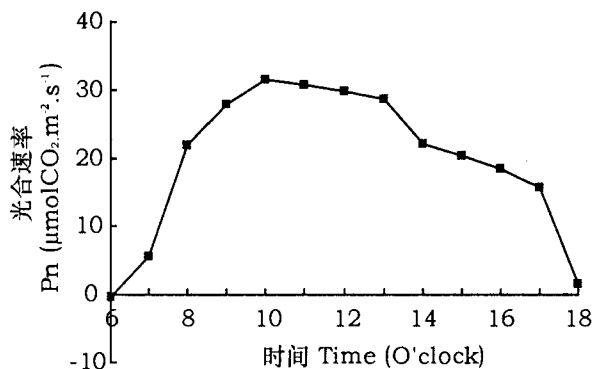


图 1 米瓦罐光合速率的日变化

Fig. 1 The diurnal variation of photosynthetic rate in *Silene concidea*

### 2.2 气孔导度和胞间 CO<sub>2</sub> 浓度的变化

米瓦罐叶片气孔导度从 6 时开始上升至 10 时达到最大, 这与光合速率的变化趋势一致(图 2)。此后气孔导度持续下降。在一天中的早上(6~7 时)和傍晚(17~18 时), 胞间 CO<sub>2</sub> 浓度较高; 8~16 时, 胞间 CO<sub>2</sub> 浓度一直维持在较低水平。

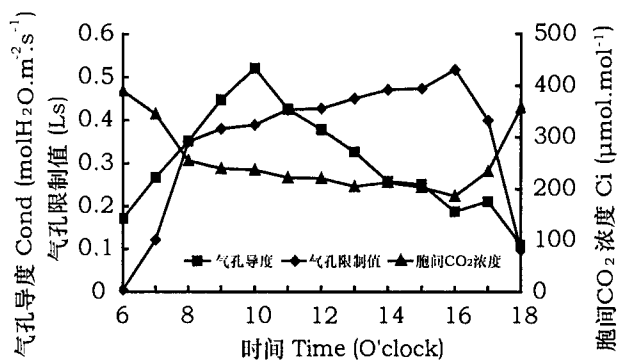


图 2 气孔导度和胞间 CO<sub>2</sub> 浓度的变化

Fig. 2 The fluctuation of stomatal conductance and intercellular CO<sub>2</sub> concentration of leaves in *Silene concidea*

气孔限制值的计算结果表明, 从 6~16 时, 气孔限制值呈明显的上升趋势, 17~18 时, 气孔限制值降低。

### 2.3 光饱和点和光补偿点的测定

米瓦罐光合作用的光响应曲线如图 3 所示。从图中可以看出, 当光照强度小于 800 μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> 时, 随着光照强度的增加, 米瓦罐叶片的光合速率

迅速升高。光照强度超过  $800 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  时, 光合速率增加缓慢, 至  $1800 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 光合速率不再升高。根据曲线计算, 米瓦罐的光补偿点  $30 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 光饱和点为  $1800 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。米瓦罐光合作用适宜的光合有效辐射范围较宽 ( $1000 \sim 1800 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )。

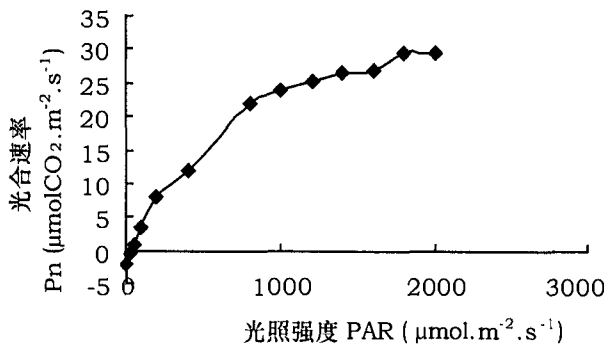


图 3 米瓦罐的光饱和点和光补偿点

Fig. 3 The light saturation point and compensation point of leaves in *Silene conoidea*

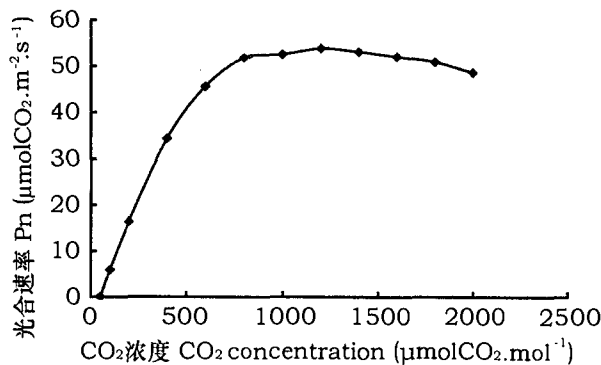


图 4 米瓦罐的 CO<sub>2</sub> 饱和点、CO<sub>2</sub> 补偿点

Fig. 4 The CO<sub>2</sub> saturation point and compensation point of leaves in *Silene conoidea*

#### 2.4 CO<sub>2</sub> 饱和点和 CO<sub>2</sub> 补偿点的测定

在光饱和点的光照强度 ( $\text{PAR} = 1800 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ) 下, 测定米瓦罐光合作用的 CO<sub>2</sub> 响应曲线 (图 4), 由图中可以看出, 在  $500 \mu\text{molCO}_2 \cdot \text{mol}^{-1}$  浓度下时, 米瓦罐光合速率随着 CO<sub>2</sub> 浓度的升高迅速升高; 继续增大 CO<sub>2</sub> 浓度, 光合速率升高缓慢; 至  $1200 \mu\text{molCO}_2 \cdot \text{mol}^{-1}$  光合速率达到最大值。根据曲线可以看出, 在  $\text{PAR} = 1800 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  时, 米瓦罐的 CO<sub>2</sub> 饱和点为  $1200 \mu\text{molCO}_2 \cdot \text{mol}^{-1}$  左右, 回归分析计算, CO<sub>2</sub> 补偿点为  $40 \mu\text{molCO}_2 \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

### 3 讨论

阳生植物具有较高的光补偿点和光饱和点 (王忠, 2000)。大豆的光补偿点、光饱和点分别为  $40 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、 $1800 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  (董高峰等, 2001); 辣椒的光补偿点、光饱和点分别为  $50 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、 $1800 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  (霍振荣等, 1998)。上述的实验结果表明, 米瓦罐的光补偿点、光饱和点分别为  $30 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、 $1800 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 因此, 米瓦罐具有阳生植物的特性。

本文的实验结果表明, 米瓦罐的光合日变化呈单峰曲线, 而从 6:00 开始, 胞间 CO<sub>2</sub> 浓度 (C<sub>i</sub>) 降低, 气孔限制值 (L<sub>s</sub>) 增大, 根据 Farquhar 等 (1982) 提出的气孔限制值分析的观点和国内外常用的分析光合速率降低的方法, 判定引起叶片光合速率降低的主要因素的主要根据是胞间 CO<sub>2</sub> 浓度 (C<sub>i</sub>) 和气孔限制值 (L<sub>s</sub>) 的变化方向。C<sub>i</sub> 降低和 L<sub>s</sub> 升高表明气孔导度降低是主要原因, 而 C<sub>i</sub> 增高和 L<sub>s</sub> 降低则表明引起光合速率降低的主要原因是非气孔因素。所以, 造成米瓦罐光合速率降低的主要原因是气孔因素。

#### 参考文献:

- 王 忠. 2000. 植物生理学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 170-171.
- 江苏植物研究所. 1982. 江苏植物志 (下册) [M]. 江苏: 江苏科学技术出版社, 146-147.
- 高素兰, 汪彩云. 2002. 米瓦罐的人工栽培技术 [J]. 蔬菜, 2: 14-15.
- Berry J, Bjorkman O. 1980. Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants [J]. *Ann Rev Plant Physiol*, 31: 491-543.
- Dong GF (董高峰), Chen YZ (陈贻竹), Li GG (李耿光), et al. 2001. Xanthophyll cycle and non-radiative energy dissipation in sun and shade plants (阳生植物和阴生植物的叶黄素循环与非辐射能量耗散) [J]. *J Wuhan Bot Res* (武汉植物学研究), 19(2): 128-134.
- Farquhar GD, Sharkey TD. 1982. Stomatal conductance and photosynthesis [J]. *Ann Rev Plant Physiol*, 33: 317-345.
- Huo ZR (霍振荣), Pang JA (庞吉安), Du SL (杜胜利). 1998. Studies on the photosynthetic character of pepper (辣椒光合特性研究) [J]. *Acta Agric Boreali-Sin* (华北农学报), 13(3): 121-124.
- Liu MY (刘美艳), Zhang J (张 健). 2004. Analysis of antioxidant ingredients of five edible wild herbs (5 种野菜的抗氧化成分分析) [J]. *J Plant Res Env* (植物资源与环境学报), 13(1): 58-59.