

日光温室牡丹花石榴光合特性研究

王彪¹, 郭修武¹, 蒋锦标², 王国栋², 那颖¹

(1. 沈阳农业大学园艺学院, 110164; 2. 辽宁农业职业技术学院, 熊岳 115009)

摘要:以 LI-6400 光合作用测定系统对日光温室牡丹花石榴的光合特性进行测定。结果表明,在晴天条件下,牡丹花石榴光合速率日变化呈双峰曲线,最高峰在 8 时,次峰在 15 时,中午有明显的“午休”现象。光合作用的光补偿点和饱和点分别为 $32\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 和 $1200\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, CO_2 补偿点和饱和点分别为 $16\mu\text{mol}/\text{mol}$ 和 $850\mu\text{mol}/\text{mol}$ 。

关键词:日光温室;牡丹花石榴;光合特性

中图分类号:S 655.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2007)06-0096-03

光合作用对果树产量和品质起着决定性的作用,尤其在果树开花坐果期,碳水化合物水平的高低对坐果率和果实发育至关重要。牡丹花石榴是一个珍贵的变异品种,既可生产果品,又可赏花^[1]。果树光合特性的研究已有许多报道^[2-4],但是目前对牡丹花石榴光合特性的研究未见报道。试验通过对设施条件下牡丹花石榴光合特性的研究,试图探明设施内牡丹花石榴的光合变化规律,为设施栽培管理提供科学依据,具有重要的理论和实践意义。

1 材料与方 法

1.1 材料与地点

试验在辽宁熊岳辽宁农业职业技术学院实训基地第二代 IV 型节能日光温室内进行。该温室为钢筋骨

架,东西走向。温室跨度 8m,矢高 3.7m,后墙高 2.2m,墙体厚 0.6m,内置 10cm 苯板。

试材选用 5 年生牡丹花石榴,栽植密度为株行距 $2\text{m}\times 2\text{m}$ 。试验期间土、肥、水管理正常,环境条件基本一致。

1.2 测定方法

采用 LI-6400 便携式光合仪测定:选择 4 月中旬的一个晴天进行测定,选生长发育良好的植株外围中上部向阳的功能叶片(每株固定两片叶)进行测定。试验设 3 次重复,每重复测定 2 株。

光合速率日变化测定:自然光强,从 7:00~18:00 每 1h 测定 1 次。

叶片 P_n 对 PAR 的响应曲线测定:用全自动叶室光源调节光照强度,光合系统能够自动控制 CO_2 浓度,同时保持稳定的 RH 和 TL。

P_n 对 Ca 的响应曲线的测定:用 CO_2 钢瓶供气,用叶室光源控制 PAR,同时控制 TL 和 RH。

Study on the Photosynthesis Character of *Catharanthus roseus* and *Catharanthus roseus* cv. Albus in Glasshouse

WANG Fei¹, LI Lei-hong², LEI Sheng-wu³

(1. Landscape Architecture College, Northeast Forestry University, Harbin 150040; 2. Adult Education College, Northeast Forestry University, Harbin 150040; 3. Tianjin Municipal Landscape Design CO. LTD 300381)

Abstract: Daily change of net light-photosynthetic rate, chlorophyll content, and light-photosynthetic rate curves of *Catharanthus roseus* and *Catharanthus roseus* cv. Albus in glasshouse, were studied and photosynthesis character were analyzed and compared in this study. The results showed that chlorophyll content of *Catharanthus roseus* was higher than that of *Catharanthus roseus* cv. Albus; photosynthetic rate of *Catharanthus roseus* was higher than that of *Catharanthus roseus* cv. Albus; *Catharanthus roseus* belongs to photophilous plant; the trend of daily change of photosynthetic rate were same between *Catharanthus roseus* and *Catharanthus roseus* cv. Albus were both single peak.

Key words: *Catharanthus roseus*; *Catharanthus roseus* cv. Albus; Photosynthesis character

2 结果与分析

2.1 石榴叶片光合速率的日变化

日光温室牡丹花石榴 P_n 的日变化呈明显的双峰曲线(图1)。上午7:00净光合速率上升,8:00出现第一高峰,净光合速率达一天中最大值,为 $7.85 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$;8:00以后净光合速率开始下降,中午12:00达到谷底,净光合速率为 $4.79 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$;12:00后出现缓慢回升,

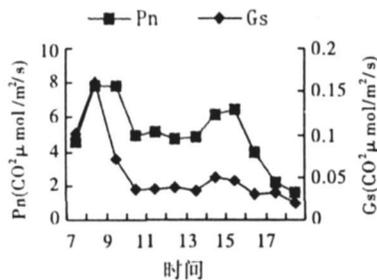


图1 石榴叶片 P_n , G_s 的日变化

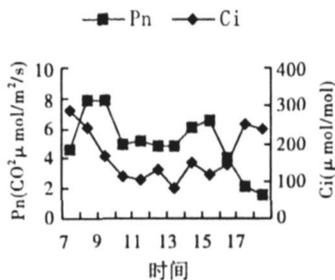


图2 石榴叶片 P_n , C_i 的日变化

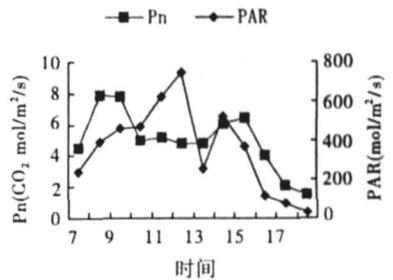


图3 石榴叶片 P_n , PAR 的日变化

2.2.1 气孔导度和光合速率的日变化关系 气孔导度在一天中与光合速率呈同步的规律性变化,两者之间呈极显著相关^[5]。如图1所示,牡丹花石榴气孔导度与净光合速率也呈同步的规律性变化,但是,在变化幅度上,7:00~10:00气孔导度明显大于净光合速率,之后,二者出现了相反的变化幅度。

2.2.2 细胞间隙 CO_2 浓度和光合速率日变化的关系 如图2所示,清晨设施内 CO_2 浓度较高,随着光照的增强,光合速率开始呈直线增长, CO_2 同化加快,致使 C_i 下降;7:00~13:00 C_i 呈下降趋势,而 P_n 则先上升后下降。

15:00达到二次高峰,净光合速率为 $6.47 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$;15:00后 P_n 迅速下降至最低点。可见,上午石榴树叶片光合能力较强,而下午较弱。 P_n 的变化在7:00~8:00时和15:00~18:00时与光强的变化规律一致;9:00~14:00时变化趋势呈相反方向,说明其光合作用存在“午休”现象,可能是“光抑制”的结果。

2.2 石榴叶片光合相关生理因子日变化

8:00~10:00时 G_s 和 C_i 迅速降低,光合速率也开始急剧下降;而后随着 G_s , C_i 的平稳走势开始走向平缓。光合速率于15时出现一个小高峰, P_n 与 G_s 和 C_i 的升高有关系。15时以后由于 G_s 的下降,光合速率降低, CO_2 利用下降,加之呼吸作用所释放 CO_2 积聚在细胞间隙,使 C_i 上升。根据 Farquhar^[6] 等提出的气孔限制理论和目前国内外学者常用的分析光合速率方法^[7,8], C_i 随 P_n 降低而降低,则推测光合作用主要受气孔因素限制; P_n 降低但 C_i 升高,则表明光合作用主要受非气孔因素限制。

2.3 影响石榴叶片光合作用日变化的主导环境因子

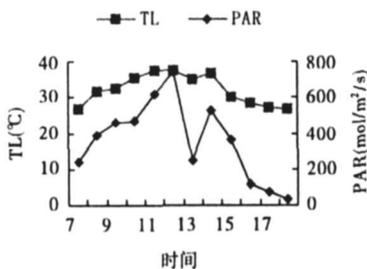


图4 石榴叶片 TL, PAR 的日变化

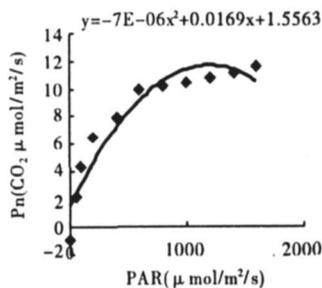


图5 牡丹花石榴光合-光反应曲线

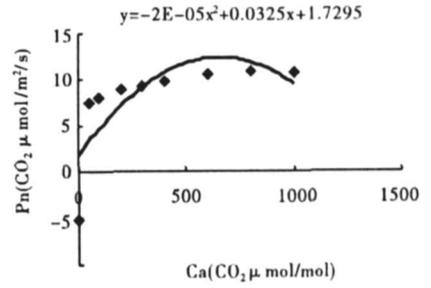


图6 牡丹花石榴光合- CO_2 反应曲线

2.3.1 光照强度对光合速率的影响 从图3可看出,上午7:00~9:00石榴净光合速率随光照的增强而提高,10:00后受不利的环境因子抑制,而产生“午休”现象;下午13:00光合速率开始回升;15:00后又随着光强的减弱降低。9:00~13:00时出现光合午休现象,光照强度变化不是很大。因此,光强可能不是导致光合作用“午休”现象的直接原因。但可能是引起一天中气温、湿度和气孔导度等因子变化的主要原因。在晴天中午采取一定的遮光降温措施,增加空气相对湿度,有利于提高

石榴叶片的光合水平。

2.3.2 气温对光合速率的影响 图4表明,从7:00开始,气温随着光照的增强而上升,“午休”时最低温度 35°C ,最高温度 37.7°C 。Salvucci 曾指出:光合作用关键酶-Rubisco 的最适活化温度为 $25^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$,其活性的高低直接影响光合速率的大小^[9]。中午高于 37°C 的过高温影响了叶片叶肉细胞中与光合作用有关的酶活性,叶温过高还可能灼伤叶片,影响叶片的光合机能^[10]。因此,气温偏高可能是中午光合速率下降的原因之一。中

午进行遮荫或增加土壤湿度及空气湿度,可降低气温,提高净光合速率,缓解“午休”现象。

2.4 叶片 Pn 对 PAR 的响应曲线

TL(29±1)℃, RH(90%), Ca 400 μ mol/mol(高于大气)条件下,不同光合有效辐射下净光合速率的变化如图 5 所示。当光合有效辐射低于 32 μ mol/m²/s 时, Pn 为负值;当光合有效辐射为 32 μ mol/m²/s 时,光合与呼吸平衡, Pn 为 0,说明其光补偿点为 32 μ mol/m²/s;随着光强的增加, Pn 逐渐增大,当光强增至 1200 μ mol/m²/s 时, Pn 最大,以后随光强的增加 Pn 维持一定水平,说明其光饱和点约为 1200 μ mol/m²/s。光强-净光合速率反应曲线方程为 $y = -0.000007x^2 + 0.0169x + 1.5563$ ($R^2 = 0.9142$)。

2.5 Pn 对 Ca 的响应曲线

在 TL(29±1)℃, RH(90%), PAR 为 1200 μ mol/m²/s 条件下, Pn 对 Ca 的响应曲线如图 6 所示。随着 CO₂ 浓度(低于 400 μ mol/mol)的增加, Pn 迅速提高, Ca 与 Pn 呈线性相关。随着 Ca 的增加, Pn 逐渐提高,最终趋于饱和。这与 CO₂ 浓度升高对光合作用有促进效应的结论相一致^[11]。石榴叶片的 CO₂ 饱和点为 850 μ mol/mol 左右。对响应曲线的初始部分(Ca 低于 300 μ mol/mol 时)作线性回归,由回归方程计算出石榴 CO₂ 补偿点为 16 μ mol/mol。CO₂-净光合速率反应曲线为 $y = -0.00002x^2 + 0.0325x + 1.7295$ ($R^2 = 0.5774$)。

3 讨论

植物光合“午休”对生产造成的损失可达光合生产的 30%~50%,甚至更多^[2]。“午休”现象在果树上相当普遍^[13-16],牡丹花石榴的日光合速率也具有明显的“午休”现象,呈双峰曲线。

“午休”现象产生的原因,是由于强光使气温、蒸腾速率剧增,而大气湿度剧减,造成气孔导度降低,叶面温度过高,抑制了参与光合过程酶的活性,导致羧化率降低,使净光合速率降低,表现出“午休”现象。因此,加强夏季中午遮荫与水分管理,适时灌溉,叶面喷水或者喷洒磷、钾肥溶液可以缓解光合“午休”效应^[7]。

牡丹花石榴的光补偿点和光饱和点都较高,除选择

高透光率的塑料膜之外,整形修剪增加树体透光率也非常重要。

牡丹花石榴的 CO₂ 补偿点较低,说明牡丹花石榴利用低浓度 CO₂ 的能力较强。但其饱和点远高于大气中 CO₂ 浓度,因此在温室内增施 CO₂ 浓度,对提高光合速率,增加果树产量具有积极意义。

参考文献

- [1] 王焕兴. 牡丹花石榴品种特性及其栽培技术[J]. 中国南方果树 2003, 32(1): 49-50.
- [2] 杨建民, 王中英. 短枝型与普通型苹果叶片光合特性比较研究[J]. 中国农业科学, 1994, 27(4): 31-36.
- [3] 王春涛, 祖容, 张贤泽. 葡萄幼树若干光合特性的研究[J]. 园艺学报 1989, 6(4): 279-284.
- [4] 张志华, 高仪, 王文江, 等. 核桃光合特性的研究[J]. 园艺学报 1993, 20(4): 319-323.
- [5] 杨模华, 李志辉, 黄丽群, 等. 银杏光合特性的日变化[J]. 经济林研究, 2004, 22(4): 15-18.
- [6] Farquhar G D, Sharkey T D. Stomatal conductance and photosynthesis[J]. Ann Rev Plant Physiol. 1982, (33): 491-543.
- [7] 关义新, 戴俊英, 林艳. 水分胁迫下植物叶片光合的气孔和非气孔限制[J]. 植物生理学通讯, 1995, 31(4): 293-295.
- [8] 许大全. 光合作用气孔限制分析中的一些问题[J]. 植物生理学通讯, 1995, 33(4): 317-345.
- [9] Salvucci M E, Porits A R, Ogren W L. Light and CO₂ response of ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase/ oxygenase activation in Arabidopsis leaves[J]. Plant physiol. 1986, 80: 655-659.
- [10] 潘伟明, 李华军, 许凤英, 等. 银杏夏季生长光温条件的初步研究[J]. 农业与技术, 2004, 24(1): 67-70.
- [11] 张其德, 卢从明, 匡廷云. 大气 CO₂ 浓度升高对光合作用的影响[J]. 植物学通报, 1992, 9(4): 18-23.
- [12] 许大全. 光合速率、光合效率与作物产量[J]. 生物学通报, 1999, 34(8): 8-9.
- [13] 路丙社, 白志英, 董源, 等. 阿月浑子光合特性及其影响因子的研究[J]. 园艺学报 1999, 26(5): 287-290.
- [14] 郭宝林, 杨俊霞, 闫海霞, 等. 黑莓幼树叶片光合特性的研究[J]. 河北农业大学学报, 2004, 27(2): 42-44.
- [15] 刘廷松, 李桂芬. 设施栽培条件下葡萄盛花期的光合特性[J]. 园艺学报, 2003, 30(5): 568-570.
- [16] 苏培玺, 杜明武, 张立新, 等. 日光温室草莓光合特性及对 CO₂ 浓度升高的响应[J]. 园艺学报, 2002, 29(25): 423-426.
- [17] 邓仲麓. 水稻光合日变化与内生节奏的关系[J]. 水稻科学 1994, 8(1): 9-14.

Studies on Photosynthetic Characteristics of *Punica granatum* L. “Mudanhua” in Heliogreenhouse

WANG Biao¹, GUO Xiu-wu¹, JIANG Jir-biao², WANG Guo-dong², NA Ying¹

(1. College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, 110161; 2. Liaoning Agriculture Vocation-technical College Xiongyue 115009)

Abstract: The LI-6400 Portable Photosynthesis System was used to study the photosynthetic characteristics of *Punica granatum* L. “Mudanhua” in heliogreenhouse. The results showed that the daily variation of net photosynthetic rate in leaves presented a bimodal curve and an obvious “midday depression” phenomenon occurred on clear weather day. The first peak value was the highest, which occurred at about 8:00 am, the second peak value occurred at 15:00 pm. The light saturation point was 1200 μ mol/m²/s and light compensation point was 32 μ mol/m²/s. The CO₂ saturation point was 850 μ mol/mol and CO₂ compensation point was 16 μ mol/mol.

Key words: Heliogreenhouse; *Punica granatum* L. “Mudanhua”; Photosynthetic characteristics