

4种木瓜新品种光合作用日变化 以及气孔导度-VPD响应*

刘世平¹, 邓雄², 蔡楚雄¹, 曹洪麟², 叶万辉²

(1. 东莞植物园, 广东 东莞 523079;

2. 中国科学院华南植物研究所, 广东 广州 510650)

摘要:研究了4个木瓜 *Carica papaya* Linn 新品种的光合作用日变化特性, 表明在网室栽培下的4个木瓜品种光合日变化均为“单峰曲线”, 而不使用遮荫措施的两个木瓜品种均为“双峰曲线”, 气孔导度与蒸汽压差的响应拟合表明, 在遮荫条件下, 其气孔导度-VPD的负相关趋势不显著, 而在不遮荫栽培条件下则呈显著负相关 ($P \leq 0.05$)。表明遮荫使木瓜避开了午间的高光强、高温以及高湿度的抑制。

关键词:木瓜 *Carica papaya* Linn; 光合日变化; 气孔导度; 蒸汽压差

中图分类号: Q945.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2003) S1-0215-04

木瓜原名番木瓜, 为番木瓜科 Caricaceae 植物番木瓜 *Carica papaya* Linn 的果实。番木瓜属名 *Carica*, 果实像无花果的意思, 原为无花果的种名; 其种名 *Papaya*, 为东南亚地方土名 *papa ia* 称番木瓜而来, 原产热带美洲, 广泛于世界热带各地大量栽培, 是热带木本植物, 有“百益果”、“万寿果”以及“乳果”之雅称。除了人们熟知的食用价值以外, 木瓜同时也是重要的观赏树种以及常用的中药材, 具的重要的经济价值^[1,2]。

果树新品种的引进栽培效率是决定果树产量和品质的重要因素, 而对果树的栽培生理的研究是引种的基础。植物的生长以及产量与其光合作用密切相关, 光合作用是作物新品种的引进以及品质测评的一个重要的指标^[3,4], 有关木瓜的研究主要集中在对其栽培管理以及蛋白酶等药用化学方面^[5,6], 而有关木瓜栽培生理的研究则尚未有报导。本文通过几种木瓜新品种光合作用的研究, 比较几种木瓜光合作用的特性, 希望能为新品种的综合测评提供一些基本数据, 为选育优良品种及其栽培管理提供理论依据。在农业实践中已经发现对一些木瓜进行网室栽培不仅能提高木瓜产量, 对木瓜的品质也有很大的提高, 但是对于它的光合生理机能并未阐明。华南地区尤其是广东省沿海地区湿度很大, 植物叶内外蒸汽压差对植物的光合作用相对于其它地区就显得更为重要。但是华南地区植物气孔导度

(g_s) 对蒸汽压差 (VPD) 的响应则研究并不多, 而 g_s 对 VPD 的响应也是植物环境适应性的一个重要表现^[7-11]。本文希望从以下几个方面进行探讨: 四种木瓜品种的光合日变化差异, 以及在栽培管理过程中因种制宜制定适当的管理措施的指导作用。网室栽培和不用网室不遮荫栽培对木瓜 g_s -VPD 响应的影响。

1 材料与方法

广东省东莞市植物园 2002 年自台湾引入四种新的木瓜品种: 台农 2 号 (TL2), 台农 6 号 (TL6), 龙珠 (LZ) 和夏威夷 (H)。其中龙珠和夏威夷木瓜有两种栽培处理: 网室栽培遮荫处理方式以及网室外自然光下栽培 (网室外龙珠和夏威夷分别标记为 LZ0 和 H0)。

4 种木瓜的光合作用日进程测定于 2003 年 3 月上旬的晴朗天气进行。各品种选取生长条件较为一致的植株 6~10 株作为供试材料, 随机选取受光条件好的、健康的成熟叶进行活体测定。自当地时间 7:00 至 19:00 每小时测一次, 每次 6~8 片叶。光合指标测定使用 LCA-4 开放气路便携式光合测定仪 (ADC, England), 仪器与离地 3 m 的气杆连接作为气体入口的缓冲室。除了观测了光合有效辐射 (PPFD)、气温 (θ)、叶温 (T_l) 空气湿度 (RH) 等, 并得出蒸汽压差 (VPD) 等微气象参数外, 也测定了光合

* 收稿日期: 2003-04-23

基金项目: 国家重点基础研究发展资助项目 (G2000046803); 广东省自然科学基金重点发展资助项目 (021536); 广东省科技厅国际合作资助项目 (2002B50802); 广东省科技厅工程资助项目 (2KB068015)

作者简介: 刘世平 (1965 年生), 男, 助理工程师; 通讯联系人: 邓雄; E-mail: xjongzhid@scib.ac.cn

作用生理指标包括植物的净光合速率(A_n)、蒸腾速率(E)、气孔导度(g_s)和胞间 CO_2 浓度(C_i)等。其中呼吸速率(R_d) 黑布完全遮光测出^[3,4,7-9]。

2 结果与分析

光照强度 PFD 和气温 θ 从早上 7:00 到下午 19:00 基本上呈抛物线趋势, 在中午 11:00–13:00 时达到最大值 (图 1 (a))。而 4 种木瓜品种的蒸汽压差则出现两种形式的曲线, TL6 呈单峰曲线, 而其余 3 种则为双峰曲线, 各在 11:00–13:00 左右出现“午休”, 其中 TL2 “午休”的降幅最大, 持续时间最长 (图 1 (b))。而网室栽培的 4 种木瓜品种光合速率 A_n 的日变化并未出现所期待的多数 C3 植物会出现的明显的双峰曲线, 只有 TL2 以及 TL6 中午出现了很小的降幅 (图 2 (a))。除 TL2 气孔导度 g_s 的日变化出现几次大波动以外, 4 个木瓜品种则基本上是随着光照强度逐渐升高, 气孔导度值也升高, 8:00–10:00 便达到最高值, 然后一直下降, 午后随着光强持续至最低。

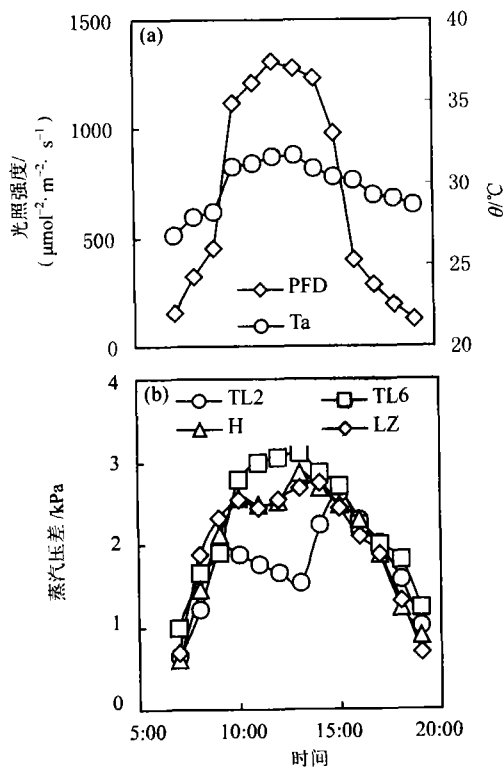


图 1 光照强度 PFD、气温 θ 以及蒸汽压差 VPD 日变化
Fig.1 The diurnal changes of PFD, θ and VPD

比较了 4 种木瓜在遮荫的情况下的 g_s 对 VPD 的响应, 一天内气体交换 g_s 与 VPD 日变化的数据进行拟合结果如下 (图 3),

$$\text{TL6: } y = -0.0189x + 0.2592, R^2 = 0.0997;$$

$$\text{LZ: } y = -0.0149x + 0.1162, R^2 = 0.0786;$$

$$\text{TL2: } y = -0.0217x + 0.1763, R^2 = 0.037;$$

$$\text{H: } y = -0.0056x + 0.2398, R^2 = 0.0026$$

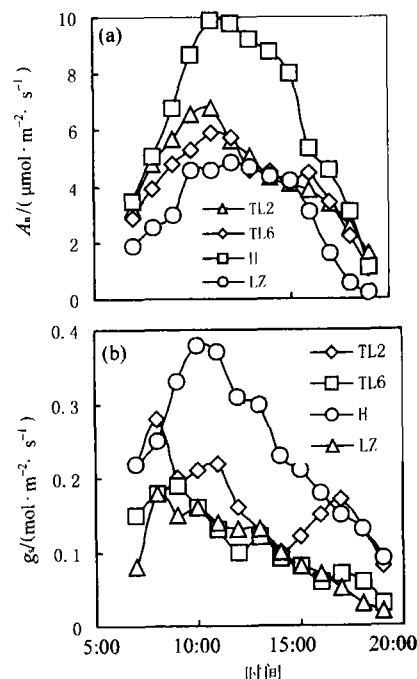


图 2 4 种木瓜净光合速率 A_n 和 g_s 日变化

Fig.2 The diurnal changes A_n and g_s
for four *C. papaya* genotypes

可以看出遮荫条件下, 4 个品种 g_s 对 VPD 响应均表现出一定的下降的趋势, 但是都不显著 ($P \leq 0.05$)。

由图 4 可知, 未采用网室遮荫栽培的两种木瓜品种的光合日变化中, g_s 对 VPD 响应似合结果如下,

$$\text{LZO: } y = -0.0339x + 0.1535, R^2 = 0.3379;$$

$$\text{HO: } y = -0.0686x + 0.3326, R^2 = 0.2742$$

两者均表现出显著的下降趋势 ($P \leq 0.05$)。

3 结 论

4 个品种木瓜的光合速率以及气孔导度日变化均存在着显著的差异 (图 2), 它们的 g_s –VPD 响应模式也有明显的不同 (图 3)。因而在生产栽培中应注意区分。四种木瓜在非网室无遮荫栽培方式下, 其 g_s 均随 VPD 显著下降 (图 4), 结合图 5 两种木瓜在未遮荫处理的光合速率日变化明显表现出双峰曲线, 也就是说有明显的“午休”现象出现^[7,8], 而网室栽培的则未出现“午休”现象, 表明非网室栽培下中午的强光、高温以及高湿度对植物的光合造成抑制作用, 不利于木瓜积累光合产物, 降低了生产力, 但是否对木瓜的产量和品质发

生影响则需要更进一步的研究来证明^[7-11]。

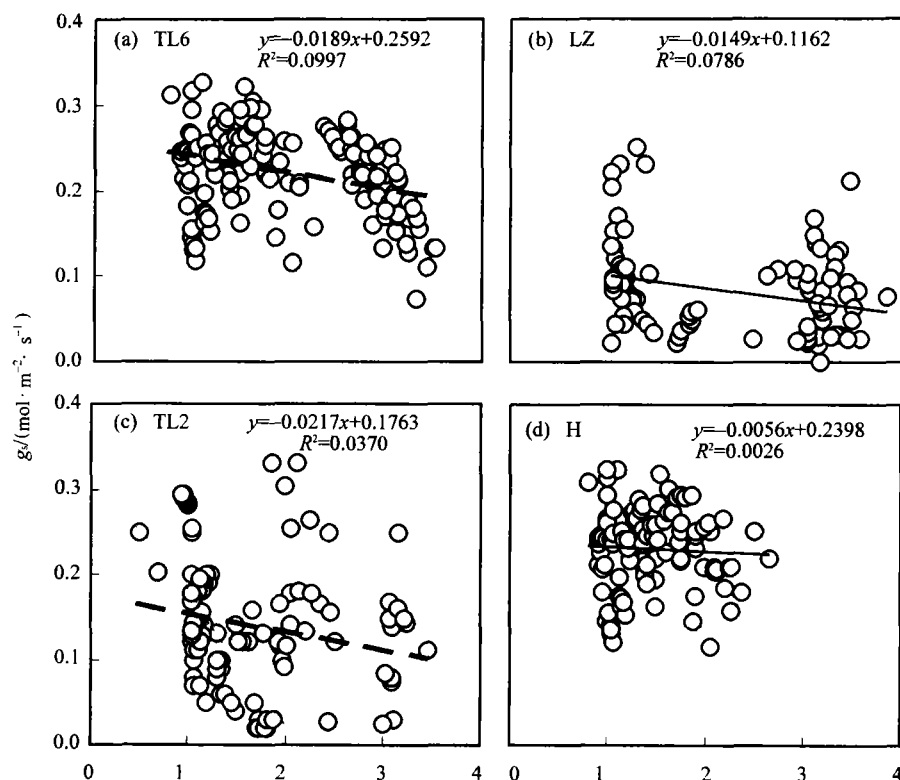


图3 网室栽培4种木瓜 g_s 与 VPD 的响应

Fig.3 g_s - VPD responses of four *C. papaya* genotypes in the network planting

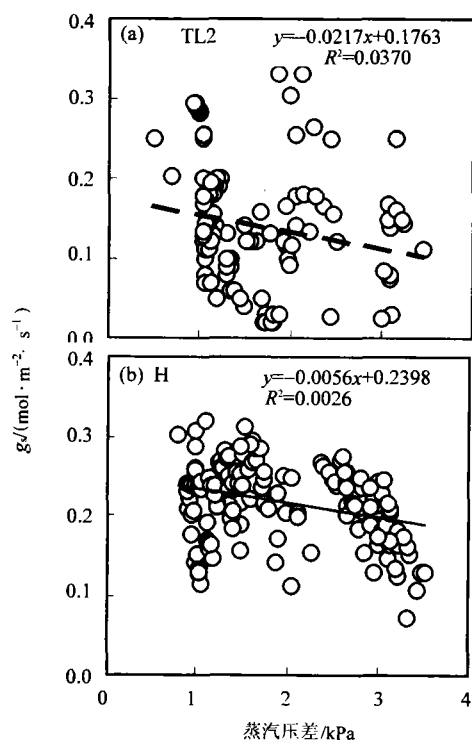


图4 非网室遮荫条件下 LZO (a) 和 HO (b) 2个品种木瓜的 g_s 对 VPD 响应

Fig.4 g_s - VPD responses of two *C. papaya* genotypes LZO and HO out of the network

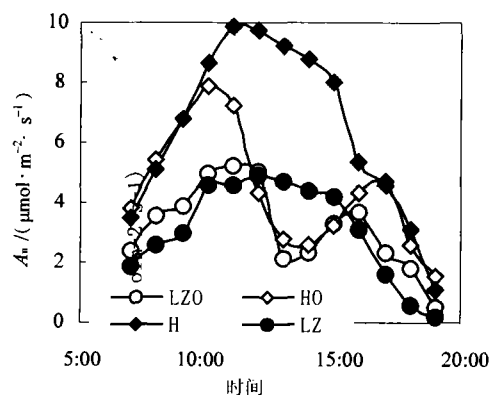


图5 两种栽培方式两个木瓜品种光合速率日变化比较

Fig.5 Comparison of diurnal courses of two *C. papaya* genotypes in two different planting models

参考文献:

- [1] 吴廷俊,张浩,熊荣先,等.中药木瓜的药源调查[J].华西医学杂志,1996,11(3):190-192.
- [2] 王嘉祥,王侠礼,管兆国,等.木瓜品种调查与分类初探[J].1998,20(2):123-125.
- [3] 蔡楚雄,邓雄,刘世平,等.六种芒果的叶绿素荧光日变化研究简报[J].广东农业科学,2003,2:17-19.
- [4] 蔡楚雄,邓雄,刘世平,等.8个芒果品种的光合作用比

- 较研究[J]. 广东农业科学, 2003, 2: 13–16.
- [5] 孙连娜, 洪水福, 郭学敏, 等. 光皮木瓜化学万分的研究 (II)[J]. 第二军医大学学报, 1999, 20(10): 752–754.
- [6] 曾英, 季本仁, 余兵. 番木瓜乳管结构及木瓜蛋白酶的免疫电镜研究[J]. 植物学报, 1994, 36(7): 497–501.
- [7] 邓雄, 李小明, 张希明等. 多枝桉柳气体交换特性研究[J]. 生态学报, 2003, 23(1): 180–187.
- [8] 邓雄, 李小明, 张希明等. 4 种荒漠植物气体交换特征的研究[J]. 植物生态学报, 2002, 26(5): 605–512.
- [9] Kartina C. Enhanced photosynthesis and stomatal conductance of pima cotton (*Gossypium barbdence* L.) bed for increased yield[J]. Plant Physiol, 1997, 12: 484–489.
- [10] Koppers, Schulze E D. An empirical model of net photosynthesis and leaf conductance for the simulation of diurnal courses of CO₂ and H₂O exchange[J]. Aust J Plant Physiol, 1985, 12: 513–526.
- [11] Povtvin C, Lechowicz M, Tardif S. The statistical analysis of ecophysiological response curves obtained from experiments involving repeated measures[J]. Ecology, 1990, 71(4): 1389–1400.

Photosynthetic Diurnal Courses and Gs – VPD Responses of the Four New *Carica papaya* Linn. Genotypes

LIU Shi-ping¹, DENG Xiong², CAI Chu-xiong¹, CAO Hong-lin², YE Wan-hui²

(1. Dongguang Botanic Garden, Dongguang, Guangdong 523079, China;

2. South China Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

Abstract: The photosynthetic diurnal courses of four new *Carica papaya* Linn. genotypes were studied, the results showed that in the network, the four *C. papaya* genotypes all have “one-peaked curves”, but have “two-peaked curves” in the unshaded field. Stomatal conductance (g_s) and vapor pressure deficit (VPD) are not significantly correlated in network conditions, but have negative correlation significantly ($P \leq 0.05$) in the unshaded field. It is supposed that network be helpful for the *Carica papaya* escaping from the stress caused by the high temperature, strong light and high humidity.

Key words: *Carica papaya* Linn.; photosynthetic diurnal course; stomatal conductance (g_s); vapor pressure deficit (VPD)