

## 研究报告 Original Papers

## 两个品种圆茄嫁接苗与自根苗的某些光合特性比较

舒英杰<sup>1\*</sup> 周玉丽<sup>1</sup> 郁继华<sup>2</sup><sup>1</sup> 安徽科技学院植物科学学院, 安徽凤阳 233100; <sup>2</sup> 甘肃农业大学农学院, 兰州 730070

**摘要** 旺盛生长期的圆茄嫁接苗功能叶片的净光合速率( $P_n$ )显著高于自根苗; 嫁接苗与自根苗功能叶片的 $P_n$ 日变化均呈双峰曲线, 但中午时前者的 $P_n$ 下降幅度较后者小; 光补偿点(LCP)、CO<sub>2</sub>补偿点(CCP)和光合冷限温度前者比后者低, 光饱和点(LSP)、CO<sub>2</sub>饱和点(CSP)和光合热限温度比后者高; 两者的光合最适温度没有明显差异。

**关键词** 茄子; 嫁接苗; 自根苗; 光合特性

## Comparison on Several Photosynthetic Characteristics between Grafted and Own-rooted Seedlings of Two Varieties of *Solanum melongena* L. var. *esculentum* Bailey

SHU Ying-Jie<sup>1\*</sup>, ZHOU Yu-Li<sup>1</sup>, YU Ji-Hua<sup>2</sup><sup>1</sup>Department of Plant Science, Anhui Science and Technology University, Fengyang, Anhui 233100, China; <sup>2</sup>College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China

**Abstract** The net photosynthetic rate ( $P_n$ ) of single leaf of grafted seedlings in *Solanum melongena* L. var. *esculentum* Bailey were higher significantly than that of own-rooted seedlings. The diurnal changes in net photosynthetic rate of grafted seedling and own-rooted seedling showed a double peak curve, but the reduced extent of the former was smaller than that of the latter. Moreover, the light compensation point (LCP), the CO<sub>2</sub> compensation point (CCP) and the started photosynthesis temperature of grafted seedling were lower than those of own-rooted seedling, but the light saturation point (LSP), CO<sub>2</sub> saturation point (CSP) and restricted photosynthesis temperature of grafted seedling were higher than those of own-rooted seedling, the optimum temperatures of photosynthesis between grafted seedling and own-rooted seedling were not obviously different.

**Key words** eggplant (*Solanum melongena* L.); grafted seedling; own-rooted seedling; photosynthetic characteristics

蔬菜嫁接的抗逆生理效应已有了较多的研究(史跃林 1996; Kato 和 Lon 1989; Lee 1989, 1994; Masudu 1989), 但嫁接对蔬菜植物光合作用的影响只在番茄(甲田畅南和获原左太郎1984)、黄瓜(郁继华和秦舒浩 2001)、西葫芦(陈贵林等 2000)中有所报道, 而有关茄子(*Solanum melongena* L.)嫁接苗与自根苗光合特性比较的报道尚未见, 本文在茄子自根苗光合特性研究的基础上(郁继华等 2002), 对茄子嫁接苗与自根苗的几种光合特性作了比较研究。

### 材料与方 法

试验于 2004 年 4~9 月在甘肃农业大学试验基

地进行。茄子(*Solanum melongena* L. var. *esculentum* Bailey)接穗品种为两个圆茄品种‘二茺茄’和‘快圆茄’, 砧木品种为‘托鲁巴姆’和‘CRP’, 共得‘二茺茄’、‘快圆茄’、‘二茺茄’/‘托鲁巴姆’、‘二茺茄’/‘CRP’、‘快圆茄’/‘托鲁巴姆’、‘快圆茄’/‘CRP’ 6 个供试材料, 代号分别为 A、B、C、D、E、F。砧木于 2004 年 4 月 15 日播种, 接穗 2004 年 5 月 21 日播种, 于 2004 年 7 月 3 日采用劈接法嫁接。砧木用营养钵育苗, 接穗用苗床育苗; 砧

收稿 2005-05-08 修定 2005-11-25

资助 安徽科技学院引进人才专项基金项目(ZRC200321)。

\* E-mail: zylysj1224@163.com, Tel: 0550-6733137

木、接穗的育苗和嫁接后的管理按常规方法进行。试验于嫁接苗初果期和自根苗盛果期(嫁接苗结果期较自根苗晚 15~20 d)进行。测定的叶片为各自第5片(从顶部数)展开 20 d 的功能叶片。

本试验所用仪器为英国PP Systems公司生产的 CIRAS-2 型便携式光合测定系统。用与该系统匹配的可调光源、内置式 CO<sub>2</sub> 供气系统和可控湿度装置, 在光合有效辐射 (PAR) = (1 000±12) μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>, CO<sub>2</sub> 浓度 = (350±2) μL·L<sup>-1</sup>, 叶片温度 (T<sub>L</sub>) = (28±0.8) °C、空气湿度 (H<sub>r</sub>) = (25.32±3.04) hPa 的恒定条件下作所选叶片净光合速率 (P<sub>n</sub>) 的比较测定; 在 CO<sub>2</sub> 浓度 = (350±2) μL·L<sup>-1</sup>, T<sub>L</sub> = (28±0.8) °C, H<sub>r</sub> = (25.32±3.04) hPa, PAR 为 0~2 000 μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> 下测定光-光合响应曲线; 在 PAR = (1 000±12) μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>, T<sub>L</sub> = (28±0.8) °C, H<sub>r</sub> = (25.32±3.04) hPa, CO<sub>2</sub> 浓度为 0~2 000 μL·L<sup>-1</sup> 下测定 CO<sub>2</sub>-光合响应曲线; 在 CO<sub>2</sub> 浓度 = (350±2) μL·L<sup>-1</sup>, PAR = (1 000±12) μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>, H<sub>r</sub> = (25.32±3.04) hPa, T<sub>L</sub> 为 5~45 °C 下测定温度-光合响应曲线。各处理均从 3 株上选取同一天展开的叶片进行测定, 每次测定读取 3~5 个相对稳定的值。文中图用 Excel 绘制, 差异显著性检验由 DPS 统计软件分析求得。

### 实验结果

#### 1 茄子嫁接苗与自根苗功能叶片的光合特性和 P<sub>n</sub> 日变化

由表1和图1可知, (1) 茄子嫁接苗与自根苗功能叶片的 P<sub>n</sub> 差异显著, 无论接穗是 ‘二茛茄’ 还是 ‘快圆茄’, 均表现为嫁接苗的 P<sub>n</sub> 显著高于

表1 茄子嫁接苗与自根苗功能叶片的光合特性

Table 1 Photosynthetic characteristics of functional leaf between grafted seedling and own-rooted seedling in eggplant

材料代号	P <sub>n</sub> /μmol (CO <sub>2</sub> )·m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup>	T <sub>r</sub> /mmol (H <sub>2</sub> O)·m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup>	G <sub>s</sub> /mmol (H <sub>2</sub> O)·m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup>
D	15.10 <sup>a</sup>	2.95 <sup>a</sup>	712.80 <sup>a</sup>
C	13.40 <sup>b</sup>	2.49 <sup>b</sup>	325.20 <sup>b</sup>
A	9.66 <sup>c</sup>	1.34 <sup>c</sup>	155.33 <sup>c</sup>
E	10.14 <sup>a</sup>	2.37 <sup>a</sup>	489.40 <sup>a</sup>
F	9.92 <sup>a</sup>	1.88 <sup>b</sup>	149.13 <sup>b</sup>
B	9.17 <sup>b</sup>	1.51 <sup>c</sup>	84.60 <sup>c</sup>

表中不同字母表示嫁接苗与自根苗光合特性指标在 5% 水平的差异显著性。

自根苗, 嫁接苗的气孔导度 (G<sub>s</sub>) 和蒸腾速率 (T<sub>r</sub>) 也较高(表1); (2) 茄子嫁接苗与自根苗单个叶片 P<sub>n</sub> 日变化均呈双峰曲线。两者 P<sub>n</sub> 下降均出现在 12:00 时, 但两者峰值出现时间和大小不同, 嫁接苗的 2 个峰值分别出现在 11:00 和 13:00~14:00, 而自根苗的 2 个峰值分别出现在 10:00 和 14:00。嫁接苗中午时的 P<sub>n</sub> 下降幅度较自根苗小(图 1)。

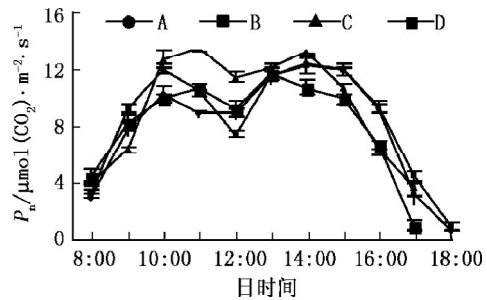


图1 茄子嫁接苗与自根苗单个叶片 P<sub>n</sub> 日变化  
Fig. 1 The diurnal changes in P<sub>n</sub> of grafted and own-rooted seedlings in eggplant

#### 2 茄子嫁接苗与自根苗功能叶片 P<sub>n</sub> 对光强的反应

图 2、3 表明, 在一定的 PAR 范围内, 无论

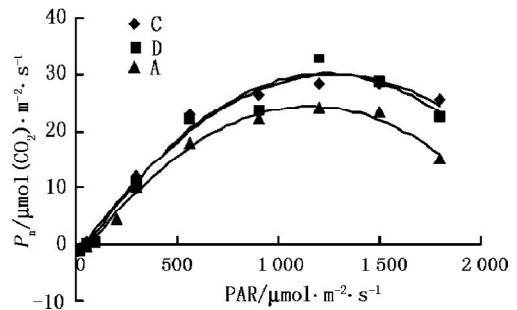


图2 ‘二茛茄’嫁接苗与自根苗光-光合响应曲线  
Fig. 2 Responsive curves of P<sub>n</sub> in ‘Ermin’ grafted and own-rooted seedlings to PAR

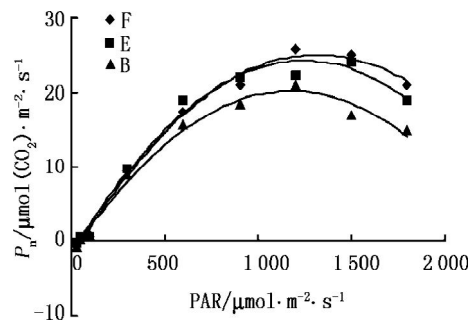


图3 ‘快圆茄’嫁接苗与自根苗光-光合响应曲线  
Fig. 3 Responsive curves of P<sub>n</sub> of ‘Kuaiyuan’ grafted and own-rooted seedlings to PAR

是嫁接苗还是自根苗, 功能叶片的  $P_n$  都随光强增加而升高, 直至最大值 ( $P_{max}$ ); 在光强低于  $1000 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  时, 嫁接苗与自根苗功能叶片的  $P_n$  均随着光强的增加而快速升高, 特别是在光强低于  $500 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  时, 几乎呈直线上升, 但嫁接苗升高的幅度大; 当达到一定光强后功能叶片的  $P_n$  均随光照度的增加而降低, 在整个测定的 PAR 范围内, 嫁接苗的  $P_n$  均比自根苗的高。茄子嫁接苗的光补偿点 (LCP) 比自根苗低, 光饱和点 (LSP) 比之高, 即嫁接苗在弱光和高光照度下的光能利用力均比自根苗强。

### 3 茄子嫁接苗与自根苗功能叶片 $P_n$ 对 $\text{CO}_2$ 浓度的反应

如图 4、5 所示, 在  $1000 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1} \text{CO}_2$  浓度以内, 嫁接苗与自根苗的  $P_n$  均随着  $\text{CO}_2$  浓度的升高而增加,  $\text{CO}_2$  浓度在  $500 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  内, 几乎成直线上升, 自根苗上升的幅度比嫁接苗小, 在整个  $\text{CO}_2$  浓度范围内, 自根苗的  $P_n$  均低于嫁接苗的。

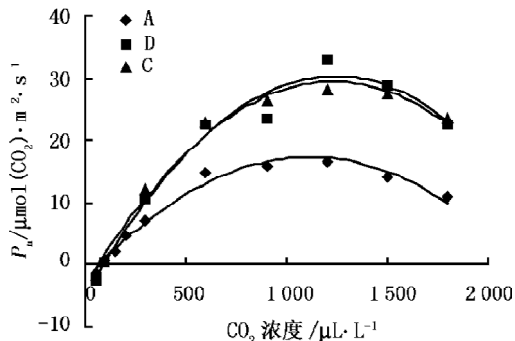


图 4 ‘二萁茄’嫁接苗与自根苗  $\text{CO}_2$ -光合响应曲线  
Fig. 4 Responsive curve of  $P_n$  of ‘Ermin’ grafted and own-rooted seedlings to  $\text{CO}_2$  concentration

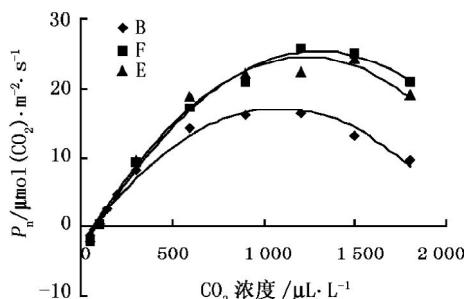


图 5 ‘快圆茄’嫁接苗与自根苗  $\text{CO}_2$ -光合响应曲线  
Fig. 5 Responsive curve of  $P_n$  of ‘Kuaiyuan’ grafted and own-rooted seedlings to  $\text{CO}_2$  concentration

虽然嫁接苗的  $\text{CO}_2$  补偿点 (CCP) 与自根苗的差别不大, 但  $\text{CO}_2$  饱和点 (CSP) 比自根苗的高许多。这表明, 增施  $\text{CO}_2$  气肥可能对嫁接苗的效果更佳。

### 4 茄子嫁接苗与自根苗功能叶片 $P_n$ 对温度的反应

从图 6、7 可见, 在  $5\sim 45^\circ\text{C}$  的叶片温度范围内, 嫁接苗与自根苗的  $P_n$  随温度的变化趋势相似,  $10\sim 30^\circ\text{C}$  时  $P_n$  随温度的升高而增加, 超过  $30^\circ\text{C}$  时,  $P_n$  下降, 超过  $35^\circ\text{C}$  时的下降幅度进一步增大。在整个温度范围内, 嫁接苗的  $P_n$  均高于自根苗。另外, 嫁接苗的光合冷限温度低于自根苗, 而热限温度高于自根苗, 但嫁接苗与自根苗的光合最适温度没有明显差别。

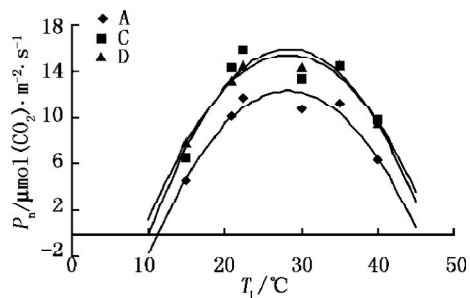


图 6 ‘二萁茄’嫁接苗与自根苗温度-光合响应曲线  
Fig. 6 Responsive curves of  $P_n$  of ‘Ermin’ grafted and own-rooted seedlings to leaf temperature

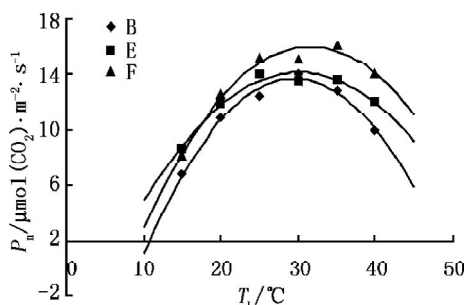


图 7 ‘快圆茄’嫁接苗与自根苗温度-光合响应曲线  
Fig. 7 Responsive curves of  $P_n$  of ‘Kuaiyuan’ grafted and own-rooted seedlings to leaf temperature

## 讨 论

有关嫁接苗与自根苗光合作用比较的研究, 最早是日本甲田畅男和获原左太郎 (1984) 在番茄中的报道, 他们发现 4 个砧穗组合的嫁接苗的“光-光合”和“温度-光合”的光合速率均高于自根苗, 嫁接苗的光合速率在  $15^\circ\text{C}$  时为最高, 而自根苗的光合速率在接近  $20^\circ\text{C}$  时最高。陈贵林等

(2000)报道, 低温胁迫后西葫芦嫁接苗的光合速率比自根苗高, 他们认为, 可能是嫁接苗较自根苗有较高的叶绿素含量、 $G_s$  和 RuBP 羧化酶初始活性的缘故。Ahn 等(1999)研究根系低温对黄瓜嫁接苗与自根苗生理特性影响时的结果表明, 根系经较低的温度(15℃)处理后嫁接苗的光合速率显著高于自根苗。本文结果也表明, 茄子品种间嫁接苗功能叶片的  $P_n$  显著高于自根苗, 其原因可能是, 嫁接苗叶片对所给的光强(1 000  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )较自根苗叶片敏感, 使气孔开放较大, 于是进入细胞间隙的  $\text{CO}_2$  浓度高(‘二茛茄’嫁接苗的胞间  $\text{CO}_2$  浓度比自根苗平均高 24.26%, ‘快圆茄’嫁接苗的胞间  $\text{CO}_2$  浓度比自根苗平均高 20.08%), 光合作用原料增加, 所以  $P_n$  升高。

嫁接苗中午时的  $P_n$  下降幅度较自根苗的小, 需光和对  $\text{CO}_2$  的需求特性均优于自根苗, 这些可能是嫁接苗增产的原因。这与我们以前在黄瓜苗期的结果不一致, 黄瓜苗期嫁接苗的光饱和点和  $\text{CO}_2$  饱和点均低于自根苗的(郁继华和秦舒浩 2001), 这可能是嫁接苗早期的生理机能不如自根苗所致。

有报道认为, 嫁接苗的光合速率高于自根苗的原因, 可能是嫁接后同化产物在体内的运输与分配有了改善, 或是光合作用有关酶(如 RuBP 羧化酶)活性有提高, 亦或是光合途径发生改变(郑群和宋维慧 2000), 是否如此, 还有待研究。

## 参考文献

- 陈贵林, 卮兰春, 李建文, 肖凯(2000). 低温胁迫对西葫芦嫁接苗光合特性的影响. 上海农业学报, 16 (1): 42~45
- 史跃林(1996). 黄瓜的抗盐调控及其机理研究[博士学位论文]. 昆明: 西南农业大学
- 郁继华, 秦舒浩(2001). 黄瓜品种间嫁接苗和自根苗光合特性研究. 兰州大学学报, (6): 63~68
- 郁继华, 秦舒浩, 舒英杰, 冯致(2002). 二茛茄和快圆茄光合特性研究. 甘肃农业大学学报, (1): 62~66
- 郑群, 宋维慧(2000). 国内外蔬菜嫁接技术研究进展. 长江蔬菜, (8): 1~4
- 甲田畅南, 获原左太郎(1984). トマトの科ぎ木栽培における臺木別の生育・養分吸収・光合成特性. 千葉農試研報, 25: 101~111
- Ahn SJ, Im YJ, Chung GC, Cho BH, Suh SR (1999). Physiological response of grafted-cucumber leaves and rootstock roots affected by low root temperature. *Sci Hortic*, 81: 397~408
- Kato T, Lou H (1989). Effect of rootstock on the yield, mineral nutrition and hormone level in xylem sap in eggplant. *J Jpn Soc Hortic Sci*, 58 (2): 345~352
- Lee JM (1989). On the cultivation of grafted plants of cucurbitaceous vegetables. *J Korean Soc Hortic Sci*, 30 (3): 169~179
- Lee JM (1994). Cultivation of grafted vegetables I. Current status, grafting methods and benefits. *HortScience*, 29 (4): 235~239
- Masudu M (1989). Mineral concentration in xylem exudates of tomato and cucumber plants at midday and midnight. *J Jpn Soc Hortic Sci*, 58 (3): 293~298