

# 日光温室嫁接黄瓜的光合特性和保护酶活性

张衍鹏<sup>1</sup> 于贤昌<sup>1\*</sup> 张振贤<sup>2</sup> 赵雪丽<sup>1</sup> 李衍素<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 山东农业大学园艺学院, 泰安 271018; <sup>2</sup> 中国农业大学园艺学院, 北京 100083)

**摘要:** 对日光温室嫁接和自根黄瓜结果期叶片发育过程中的生理生化变化进行了研究, 以揭示日光温室嫁接黄瓜高产的生理原因。结果表明, 嫁接黄瓜叶片叶绿素含量、可溶性蛋白质含量、表观量子效率、羧化效率和保护酶活性均明显高于自根黄瓜, 而膜脂过氧化产物 MDA 的积累低于自根黄瓜, 表明嫁接黄瓜叶片在弱光 and 低浓度 CO<sub>2</sub> 下具有较强的光合效率, 叶片衰老进程明显减慢是其产量高于自根黄瓜的重要原因。

**关键词:** 嫁接; 黄瓜; 表观量子效率; 羧化效率; 保护酶活性

**中图分类号:** S 642.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2004) 01-0094-03

## Studies on the Photosynthetic Characteristic and Protective Enzyme of Grafted Cucumber Leaves in Solar Greenhouse

Zhang Yanpeng<sup>1</sup>, Yu Xianchang<sup>1\*</sup>, Zhang Zhenxian<sup>2</sup>, Zhao Xueli<sup>1</sup>, and Li Yansu<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Department of Horticulture, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China; <sup>2</sup> School of Horticulture China Agricultural University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** The changes of physiology and biochemistry during the development of the leaves of the grafted and own root cucumber in solar greenhouse were studied, so as to realize physiological reasons of high yield of grafted cucumber in solar greenhouse. The results indicated: Content of chlorophyll and soluble protein, apparent quantum yield (AQY), carboxylation efficiency (CE) and activity of superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and peroxidase (POD) in the leaves of grafted cucumber were evidently higher than these in the leaves of own root cucumber. Whereas, MDA accumulated slowly in the grafted cucumber leaves by comparison the own root cucumber leaves. Photosynthesis in the grafted cucumber leaves was much higher than that in the own root cucumber leaves under the low light intensity and the low concentration of CO<sub>2</sub> and these were the main reasons why grafted cucumber got high production in solar greenhouse.

**Key words:** Graft; Cucumber; Apparent quantum yield; Carboxylation efficiency; Protective enzyme

## 1 目的、材料与方法

日光温室黄瓜 (*Cucumis sativus* L.) 栽培常采用嫁接方式以提高抗病性、抗冷性<sup>[1,2]</sup>。研究嫁接黄瓜叶片生长和生理特性的变化, 对于采取适宜的调控措施、维持较强的叶片功能和增加产量具有重要的理论意义。作者研究了嫁接和自根黄瓜叶片自幼龄到老龄整个发育过程中的光合效率及保护酶活性等的变化, 以探讨嫁接黄瓜高产的生理机制, 为嫁接技术在黄瓜生产中的利用提供科学依据。

供试黄瓜品种为‘新泰密刺’, 砧木为黑籽南瓜 (*Cucurbita ficifolia*)。试验于 2002 年在山东农业大学教学基地蔬菜站进行。2002 年 3 月 2 日播种, 3 月 7 日嫁接, 三叶一心时定植于日光温室, 南北向种植 6 垄, 每垄栽植两行, 长度为 7 m, 垄间 (大) 行距 80 cm, 垄内 (小) 行距 60 cm。每垄定植嫁接和自根黄瓜各 1 行, 株距 27 cm。定植缓苗后覆盖白色地膜, 其它管理按常规进行。5 月 4 日自

收稿日期: 2003 - 07 - 21; 修回日期: 2003 - 10 - 08

基金项目: 山东省优秀中青年科学家奖励基金资助项目

\* 通讯作者 Author for correspondence

收获起, 以 1 行为 1 个小区 (小区面积为  $9.8 \text{ m}^2$ ), 记录黄瓜产量, 到 6 月 22 日为止。5 月 1 日进入结果期后, 选取长势比较一致的植株挂牌标记当天展开的叶片, 测定其叶绿素, 可溶性蛋白质含量、光合参数、MDA 的含量、SOD、CAT 和 POD 等酶活性。此后, 每 7 d 测定 1 次, 每次测定重复 2 次。光合指标于晴天上午 9~10 时用 CIRAS- 型光合仪测定, 并使用外接电源和钢瓶控制光强和  $\text{CO}_2$  的浓度。其它指标均于上午 9 时取样。丙酮比色法测定叶绿素的含量, 用 G- 250 法测定可溶性蛋白质的含量。测定叶片净光合速率 ( $P_n$ ) 时, 光强设定为  $600 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 温度  $28^\circ\text{C}$ ,  $\text{CO}_2$  为  $400 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 。表观量子效率 (AQY) 根据低于  $200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  光强下测定的叶片 PFD -  $P_n$  曲线计算求得<sup>[3]</sup>。 $\text{CO}_2$  的羧化效率 (CE) 根据  $\text{CO}_2$   $250 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  下测定的叶片  $\text{CO}_2$  -  $P_n$  曲线计算<sup>[3]</sup>求得。SOD、CAT 和 POD 按照 Cakmak 等<sup>[4]</sup>的方法测定。MDA 的测定: 于  $0.5 \text{ mL}$  的酶提取液中分别加入  $0.5\%$  硫代巴比妥酸和  $20\%$  的三氯乙酸  $2.5 \text{ mL}$ , 混合后沸水浴  $30 \text{ min}$ , 冷却后  $4000 \text{ g}$  离心  $10 \text{ min}$ , 测定上清液的  $\text{OD}_{532}$  和  $\text{OD}_{600}$ , 按  $155 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$  的消光系数计算 MDA 含量。

## 2 结果分析与讨论

### 2.1 嫁接对黄瓜产量的影响

采用嫁接技术能够明显提高黄瓜产量, 在一个小区内嫁接黄瓜产量为  $26.53 \text{ kg}$ , 而自根黄瓜产量为  $22.45 \text{ kg}$ , 嫁接使黄瓜增产了  $18.2\%$ 。

### 2.2 嫁接对黄瓜叶片 $P_n$ 、AQY 和 CE 的影响

由图 1 可以看出, 在正常的光强和  $\text{CO}_2$  条件下嫁接和自根黄瓜  $P_n$  均随叶片的发育先增大后降低, 最大值均出现在第 2 周前后, 但两者  $P_n$  差异甚小。嫁接和自根黄瓜叶片 AQY 呈现出相同的规律, 均

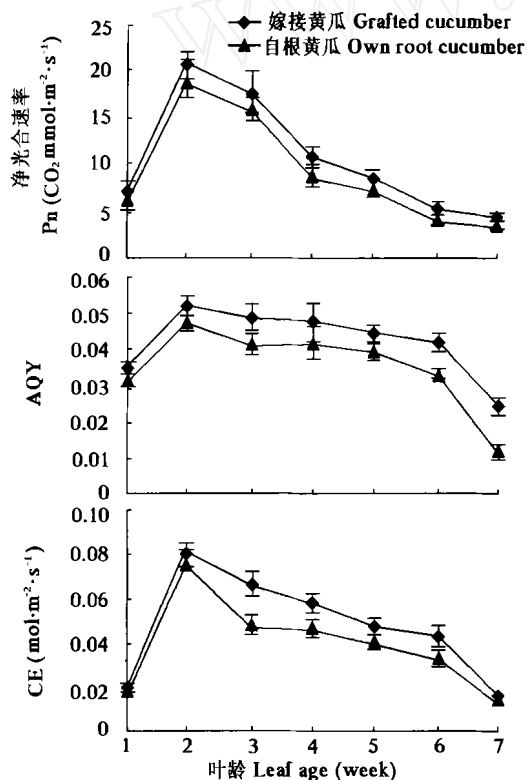


图 1 黄瓜叶片发育过程中净光合速率 ( $P_n$ )、表观量子效率 (AQY) 和羧化效率 (CE) 的变化

Fig. 1 Changes in net photosynthesis rate apparent quantum yield and carboxylation efficiency during leaf development

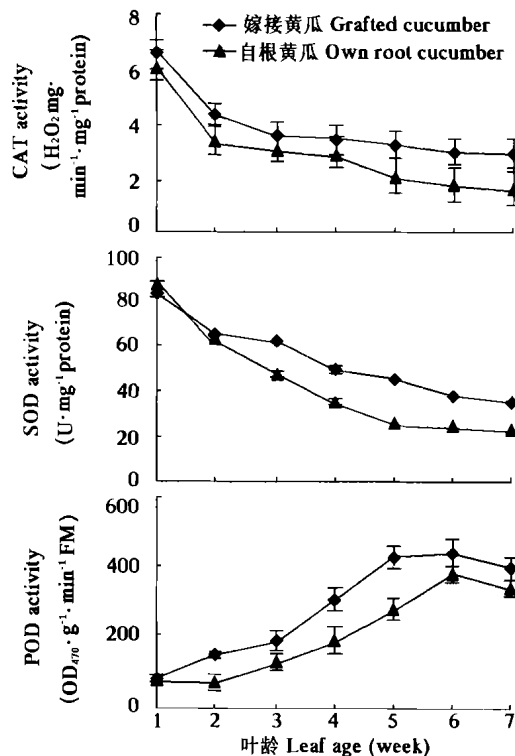


图 2 黄瓜叶片发育过程中保护酶 SOD、CAT 和 POD 活性的变化

Fig. 2 Changes in SOD, CAT and POD activity in cucumber leaves during leaf development

在叶片展开后的第 2 周达最大值, 此后较为稳定, 到第 6 周之后迅速下降, 但嫁接黄瓜始终高于自根黄瓜。这说明嫁接黄瓜叶片利用弱光的能力明显较强, 在冬季日光温室的弱光条件下能够维持高于自根黄瓜的光合强度。

嫁接和自根黄瓜叶片的 CE 呈现出相同的规律, 均在叶片展开后的第 1 周达到最大值, 此后缓慢下降, 嫁接黄瓜始终高于自根黄瓜。这说明嫁接黄瓜叶片利用  $\text{CO}_2$  的能力较强, 在  $\text{CO}_2$  浓度亏缺时, 维持较高的光合强度具有重要意义。

在较弱光强下黄瓜叶片的光合效率是能否获得日光温室黄瓜高产的关键。本试验中, 嫁接黄瓜叶片具有较高的光合效率, 尤其是在较弱的光照条件下, 说明嫁接黄瓜利用弱光的能力要强于自根黄瓜; 而在正常光条件下, 嫁接黄瓜 Pn 与自根黄瓜相比差异并不明显, 可以认为嫁接黄瓜只有在弱光和低浓度  $\text{CO}_2$  环境下才表现出高于自根黄瓜的光合效率, 而日光温室在冬季常处于较弱的光照环境, 因此嫁接是黄瓜高产的重要技术措施。

### 2.3 嫁接对黄瓜叶片保护酶活性的影响

由图 2 可以看出, 嫁接与自根黄瓜叶片 SOD 和 CAT 活性均随叶片生长发育而降低, 嫁接黄瓜叶片降低速率较慢。POD 活性变化与 SOD 活性不同, 随叶龄的增大不断升高, 第 6 周达到最大值, 而后降低。但嫁接黄瓜叶片这 3 种酶的活性均始终比自根黄瓜为高, 说明嫁接黄瓜叶片清除超氧自由基的能力较强, 在一定程度上可延缓衰老, 维持较长时间较强的光合能力。

### 2.4 嫁接对黄瓜叶片叶绿素、可溶性蛋白质和 MDA 含量的影响

由图 3 可以看出, 嫁接和自根黄瓜的叶绿素含量均随叶片的发育而先增大、后减少, 但嫁接黄瓜叶片的叶绿素含量始终高于自根黄瓜, 且其叶绿素含量上升比较快, 在第 1 周时即达最大值  $1.78 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ , 而同期自根黄瓜叶绿素含量只有  $1.34 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ , 其最大值出现在第 2 周。

可溶性蛋白质含量下降的速度能够反映叶片衰老的程度。嫁接和自根黄瓜叶片可溶性蛋白质的含量均随叶片的发育升高, 在叶片展开后的第 1 周就达到最大值, 之后开始降低; 但嫁接的始终较自根的为高, 且下降速度较自根黄瓜为慢, 说明自根黄瓜叶片衰老快于嫁接黄瓜。

黄瓜叶片 MDA 的积累在生长发育的后期明显提高, 但嫁接黄瓜积累量明显低于自根黄瓜, 这与嫁接黄瓜叶片保护酶活性始终较自根黄瓜高的结果相吻合, 说明嫁接黄瓜叶片膜的伤害程度较自根黄瓜轻, 衰老较慢。

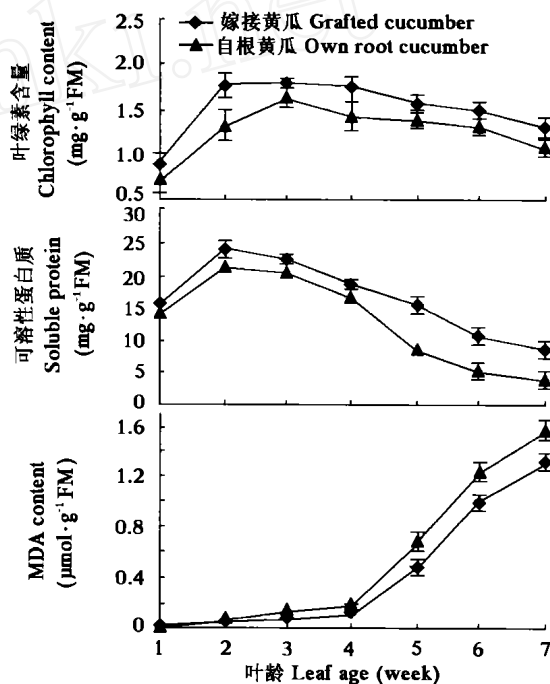


图 3 黄瓜叶片发育过程中叶绿素、可溶性蛋白质和 MDA 含量的变化

Fig. 3 Changes in content of chlorophyll, soluble protein and MDA in cucumber leaves during leaf development

### 参考文献:

- 1 于贤昌, 邢禹贤, 马红, 等. 不同砧木与接穗对黄瓜嫁接苗抗冷性的影响. 中国农业科学, 1998, 31 (2): 41~47
- 2 于贤昌, 邢禹贤, 马红, 等. 黄瓜嫁接苗抗冷性研究. 园艺学报, 1997, 24 (4): 348~352
- 3 许大全, 许宝基, 沈允钢.  $\text{C}_3$  植物光合效率的日变化. 植物生理学报, 1990, 16 (1): 1~5
- 4 Cakmak I, Marschner H. Magnesium deficiency and high light intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves. Plant Physiol., 1992, 98: 1222~1227