

# 黄瓜单砧与双砧嫁接对根际土壤微生物和酶活性的影响

谢远峰<sup>1</sup> 田永强<sup>1,2</sup> 李 硕<sup>1</sup> 姚凯骞<sup>1</sup> 马智明<sup>1</sup> 杨雅婷<sup>1</sup> 高丽红<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup> 中国农业大学农学与生物技术学院, 北京 100193; <sup>2</sup> 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100193)

**摘 要:** 以自根为对照, 研究了单砧和双砧嫁接对春茬和秋茬黄瓜产量、根际土壤微生物数量和酶活性的影响。结果表明: 与自根对照相比, 单砧与双砧嫁接均显著增加了黄瓜产量和根际土壤细菌和放线菌数量, 显著降低了土壤真菌和尖孢镰刀菌(黄瓜病原菌)数量; 其中单砧嫁接比双砧嫁接对放线菌和尖孢镰刀菌的影响大; 秋茬黄瓜根际土壤脲酶、中性磷酸酶、蔗糖酶和过氧化氢酶活性大小依次为双砧嫁接>单砧嫁接>自根对照。

**关键词:** 黄瓜; 嫁接; 产量; 根际; 微生物; 酶活性

中图分类号: S642.2 文献标识码: A 文章编号: 1000-6346 (2012) 24-0062-07

## Effects of Single-root-grafting and Double-root-grafting on Cucumber Rhizosphere Soil Microorganism and Enzyme Activity

XIE Yuan-feng<sup>1</sup>, TIAN Yong-qiang<sup>1,2</sup>, LI Shuo<sup>1</sup>, YAO Kai-qian<sup>1</sup>, MA Zhi-ming<sup>1</sup>, YANG Ya-ting<sup>1</sup>, GAO Li-hong<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup> College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China; <sup>2</sup> College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

**Abstract:** This experiment was conducted to study the effects of self-root-grafting (as control), single-root-grafting and double-root-grafting on cucumber yield, rhizosphere microorganism population and enzyme activities in spring and autumn seasons. The results showed that both single-root-grafting and double-root-grafting could significantly increase cucumber yield, populations of soil bacterium and actinomycetes, decrease the population of fungi and *Fusarium oxysporum* (cucumber pathogen). The single-root-grafting significantly decreased the population of *Fusarium oxysporum* and increased the population of actinomycetes than the double-root-grafting. The order of rhizosphere soil urease, neutral phosphatase, invertase and catalase activity of cucumber produced in autumn were double-root-grafting > single-root-grafting > self-root-grafting (control).

**Key words:** *Cucumis sativus* L.; Grafting; Yield; Rhizosphere; Microorganism; Enzyme activity

收稿日期: 2012-04-19; 接受日期: 2012-05-06

基金项目: 科技部“十二五”科技支撑计划项目(2011BAD11B01), 中国农业大学本科生URP项目(2011)

作者简介: 谢远峰, 男, 专业方向: 植物保护, E-mail: xyf0901081008@163.com

\* 通讯作者 (Corresponding author): 高丽红, 女, 教授, 博士生导师, 专业方向: 设施菜田退化土壤生物修复与水肥高效利用, E-mail: gaolh@cau.edu.cn

连作障碍是制约温室黄瓜 (*Cucumis sativus* L.) 优质高产和可持续发展的主要瓶颈 (Yao et al., 2006; Tian et al., 2009, 2011)。采用嫁接技术可以通过提高植株抗病性、防止土传病害发生、减轻化感物质毒害等途径克服温室土壤连作障碍问题, 进而提高黄瓜产量 (Louws et al., 2010)。早期的研究已经探明, 利用抗性砧木嫁接目标作物可能会影响土壤微生物相关因子 (Lockwood et al., 1970; Ginoux & Dauple, 1985)。作物的分泌物和死亡的根是微生物丰富的能源物质 (Smith & Paul, 1991)。由于砧木根系可分泌与接穗根系不同的物质, 这些分泌物可能对根际微生物造成不同的影响, 进而影响土壤—作物系统养分循环, 从而改变作物生长发育的状态。作物根际是土壤微生物与根系分泌物直接作用的最大场所。因此, 嫁接砧木给根际微生物带来的影响必然最为直接。但是, 目前有关嫁接对黄瓜根际微生物环境的影响报道不多 (Tian et al., 2009)。特别是不同嫁接方式如何影响根际土壤微生物相关因子的机制并不清楚。

土壤微生物群落是土壤中的活性组分, 包括细菌、真菌、放线菌和原生动物、病毒和小型藻类等 (Jackson & Ladd, 1981)。由于在许多生态系统中起着至关重要的作用, 土壤微生物群落被广泛认作土壤质量不可分割的一部分 (Yao et al., 2000; Schutter & Dick, 2001; Tian et al., 2010)。黄奔立等 (2007) 研究发现, 黄瓜感病品种根系分泌物与连作后枯萎病发病重存在着密切联系, 随着连作年限的增加, 尖孢镰刀菌数量明显上升。此外, 连作黄瓜根系分泌的自毒物质可影响土壤酶活性。采用黑籽南瓜嫁接能够克服黄瓜生产中的自毒作用 (孙瑶, 2005), 近几年新推出的褐籽南瓜京欣砧 5 号有耐低温弱光、抗枯萎病、促进生长和提高产量的效果 (张帆等, 2011)。

本试验采取自根、单砧和双砧 3 种嫁接方式, 在盆栽土壤中进行连续两茬种植, 研究不同嫁接方式对不同茬口黄瓜不同生育时期的根际细菌、真菌、放线菌及黄瓜主要病原菌尖孢镰刀菌的数量变化和根际土壤脲酶、中性磷酸酶、蔗糖酶、过氧化氢酶活性变化的影响, 为嫁接缓解黄瓜连作障碍问题及其推广应用提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

试验于 2011 年 4~12 月在中国农业大学西校区科学园日光温室内进行。供试基质由草炭与蛭石以 3 V:1 V 配制而成, 草炭容重为  $0.35 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , 总孔隙度为 81.3%, 有机质含量  $352 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 全氮、全磷、全钾含量分别为 12.5、6.9、7.9  $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , pH 值为 4.45, EC 值为  $0.67 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ 。

供试南瓜 (*Cucurbita moschata* Duch.ex Poir) 砧木品种为云南黑籽南瓜和褐籽南瓜京欣砧 5 号, 黄瓜品种为中农 26 号。

### 1.2 试验方法

设 3 个处理 (表 1), 种植模式全部为单株盆栽, 盆直径为 38 cm, 高 47 cm。每处理 3 次重复, 每重复种植 10 株, 共 30 株, 随机区组排列。

春茬黄瓜 4 月 14 日在温室内播种接穗, 4 月 16 日播种云南黑籽南瓜, 4 月 17 日播种京欣砧 5 号, 4 月 19 日嫁接, 4 月 26 日嫁接苗成活后移入盆内, 8 月 4 日拉秧; 秋冬茬黄瓜 9 月 15 日播种接穗, 9 月 18 日播种黑籽南瓜, 9 月 19 日播种京欣砧 5 号, 9 月 23 日进行嫁接, 9 月 30 日定植, 12 月 27 日拉秧。试验期间, 每个小区肥水管理保持一致。

表 1 试验设计

处理	嫁接方式	接穗	砧木
单砧	单砧嫁接	黄瓜	黑籽南瓜
双砧	双砧嫁接	黄瓜	黑籽南瓜, 褐籽南瓜
自根 (CK)	自根嫁接	黄瓜	黄瓜

### 1.3 测定项目

分别在春、秋两茬黄瓜的3个不同生育时期进行根际土样采集,即初瓜期(春茬6月24日、秋茬11月21日),盛瓜期(春茬7月8日、秋茬12月7日)和拉秧期(春茬8月4日、秋茬12月25日)。每次随机挑选5株,挖出全部根系并抖落大块土壤,然后将附着于根系的土样用镊子挑取至无菌自封袋中,立即带回实验室,迅速过2 mm筛,一部分于4℃冰箱保存,用于分析土壤微生物;另一部分风干,过1 mm筛,用于测定土壤酶活性。

黄瓜根际土壤微生物数量测定采用稀释平板计数法。细菌培养采用牛肉膏蛋白胨选择性培养基,真菌培养采用马丁孟加拉红—链霉素选择性培养基,放线菌培养采用改良高氏1号培养基(李阜棣等,1996),尖孢镰刀菌培养采用PEA培养基(韩宝坤和杜艳华,2001)。

土壤脲酶活性测定采用苯酚钠比色法;过氧化氢酶活性测定采用高锰酸钾滴定法;磷酸酶活性测定采用磷酸苯二钠比色法;蔗糖酶活性测定采用硫代硫酸钠滴定法(许光辉和郑洪元,1986)。

黄瓜果实产量测定:于每个栽培茬口下各小区分别选取生长状况一致的黄瓜5株,每隔1~2 d采收1次,测定黄瓜果实产量,取平均值计作每盆的产量。黄瓜采收标准为直径2.5~3.0 cm,长25~30 cm。

### 1.4 数据处理

采用Excel 2003和SPSS 19.0软件进行数据处理和统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同嫁接方式对黄瓜产量的影响

由图1可以看出,与自根对照相比,单砧嫁接和双砧嫁接均显著提高了黄瓜产量。在春茬,单砧嫁接与双砧嫁接黄瓜产量分别较自根对照提高了11.2%与11.4%;在秋茬,单砧嫁接与双砧嫁接黄瓜产量分别较自根对照提高了8.8%与10.4%。但在本试验条件下(盆栽),单砧嫁接与双砧嫁接之间黄瓜产量在两个栽培茬口均无显著差异。这是因为本试验中单砧嫁接与双砧嫁接砧木中均用到黑籽南瓜,而黑籽南瓜根系可能对黄瓜产量起着决定性作用;此外,也可能是黑籽南瓜根系与褐籽南瓜根系对黄瓜产量的影响无显著差异所致。所有处理春茬黄瓜产量均显著高于秋茬,说明季节变化(温度、光照、湿度等)对黄瓜产量的影响大于嫁接处理。

### 2.2 不同嫁接方式对黄瓜根际土壤微生物的影响

由图2可知,不同嫁接方式下黄瓜根际微生物数量随时间的变化趋势基本一致,这说明季节变化(温度、光照、湿度等)对黄瓜根际微生物的影响大于嫁接处理。在春茬,细菌和真菌数量均随黄瓜生长发育时间的延长而增大,而放线菌数量先减小后增大。值得注意的是,在两茬黄瓜末瓜期,多数测试微生物数量达到整个生育期最大值,这可能是因为随着黄瓜的生长发育,根际累积的分泌物绝对量达到最大值,从而使微生物所能利用的根系代谢物和根部残体量达到取样期最大。

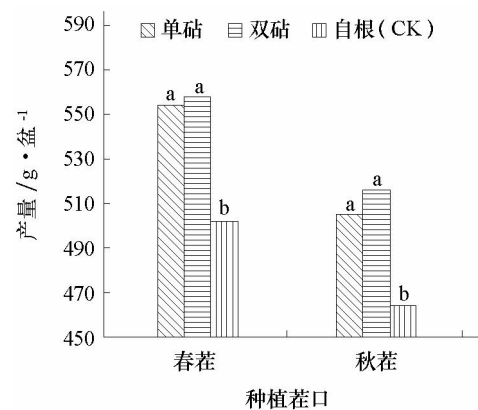


图1 不同嫁接方式对黄瓜产量的影响

图柱上不同小写字母表示差异显著( $\alpha=0.05$ ),下同。

随着处理时间的延长, 处理间不同微生物数量差异逐渐明显。这说明嫁接方式显著影响了根际微生物的数量分布。对于细菌而言(图2), 其数量在春茬末瓜期(8月4日)达到峰值。在这一时期, 单砧嫁接与双砧嫁接黄瓜根际细菌数量比自根对照分别增加24.7%与28.7%。在秋茬盛瓜期(12月7日), 单砧嫁接与双砧嫁接黄瓜根际细菌数量比自根对照分别增加28.1%和40.7%。在整个秋茬取样时期, 细菌数量一直呈现双砧嫁接>单砧嫁接>自根对照的趋势, 说明嫁接方式对黄瓜根际细菌带来的影响比较稳定。综合来看, 双砧嫁接更有利于黄瓜根际土壤细菌数量的增殖。这是因为双砧嫁接两个砧木(黑籽南瓜与褐籽南瓜)的根系较单砧嫁接(黑籽南瓜)发达, 根系分泌物多, 进而有益于细菌繁殖。

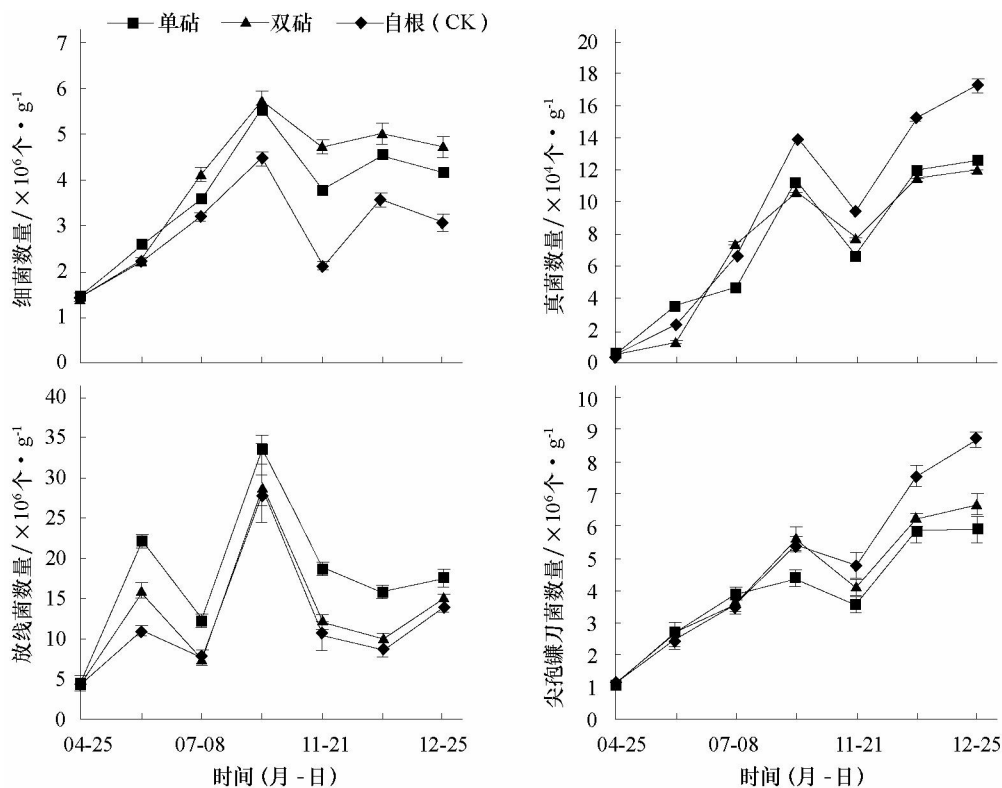


图2 不同嫁接方式对黄瓜根际土壤微生物数量的影响

真菌数量随时间的变化趋势与细菌基本一致(图2)。但是, 从春茬末瓜期(8月4日), 单砧嫁接与双砧嫁接黄瓜根际真菌数量均显著低于自根对照, 分别减少19.0%与22.5%; 在秋茬盛瓜期(12月7日), 单砧嫁接与双砧嫁接黄瓜根际真菌数量比自根对照分别减少21.3%与24.1%, 而单砧嫁接与双砧嫁接处理在所有取样时期均无显著差异, 这说明南瓜根系相较于黄瓜根系对真菌具有抑制作用。但是, 黑籽南瓜根系与褐籽南瓜根系对真菌的影响无明显差异, 这可能与二者为同属同种有关。

在春茬初瓜期, 黄瓜根际放线菌数量(图2)单砧嫁接、双砧嫁接与自根对照相比分别增加103.7%与44.9%; 而在春茬盛瓜期和秋茬所有取样期, 单砧嫁接黄瓜根际放线菌数量均显著高于对照, 而双砧嫁接与自根对照相比无显著差异。这可能是因为双砧嫁接后, 黄瓜植株更容易吸收土壤水分, 使得土壤水分含量相对(与单砧嫁接相比)较低, 从而减少了放线菌数量(放线菌与土壤水分关系密切)。

尖孢镰刀菌为黄瓜枯萎病病原菌, 是设施黄瓜连作中主要的病原菌之一。3种嫁接处理黄瓜根际尖孢镰刀菌数量变化趋势基本一致(图2), 即尖孢镰刀菌进行寄生使活菌量一直上升并

到春茬末瓜期数量达到峰值,短暂休闲后进行第2茬连作,种植初期菌量缓慢下降,初瓜期后又一次上升;在秋茬末瓜期(12月27日),黄瓜根际尖孢镰刀菌数量3种嫁接处理间均达到显著差异水平,其中单砧嫁接与双砧嫁接比自根对照分别减少32.3%和23.2%,差异达到极显著水平,且单砧嫁接效果更好。这些结果说明,嫁接砧木根系可显著抑制黄瓜病原菌扩繁,且黑籽南瓜根系对尖孢镰刀菌的抑制作用更明显。

### 2.3 不同嫁接方式对黄瓜根际土壤酶活性的影响

黄瓜根际土壤酶活性随时间的变化趋势见图3。脲酶的主要功能是促进土壤中尿素分子等含氮有机物的水解,生成植物可吸收利用的氨,其活性常被用来评价土壤的供氮能力。在秋茬末瓜期,各处理间脲酶活性差异达到最大,其活性大小依次为双砧嫁接>单砧嫁接>自根对照。与脲酶相似,在秋茬末瓜期中性磷酸酶、蔗糖酶和过氧化氢酶的活性各处理间的差异均达到最大,其活性大小依次为双砧嫁接>单砧嫁接>自根对照。这些结果说明单砧嫁接和双砧嫁接在保持和提高上述4种土壤酶活性方面优势明显。

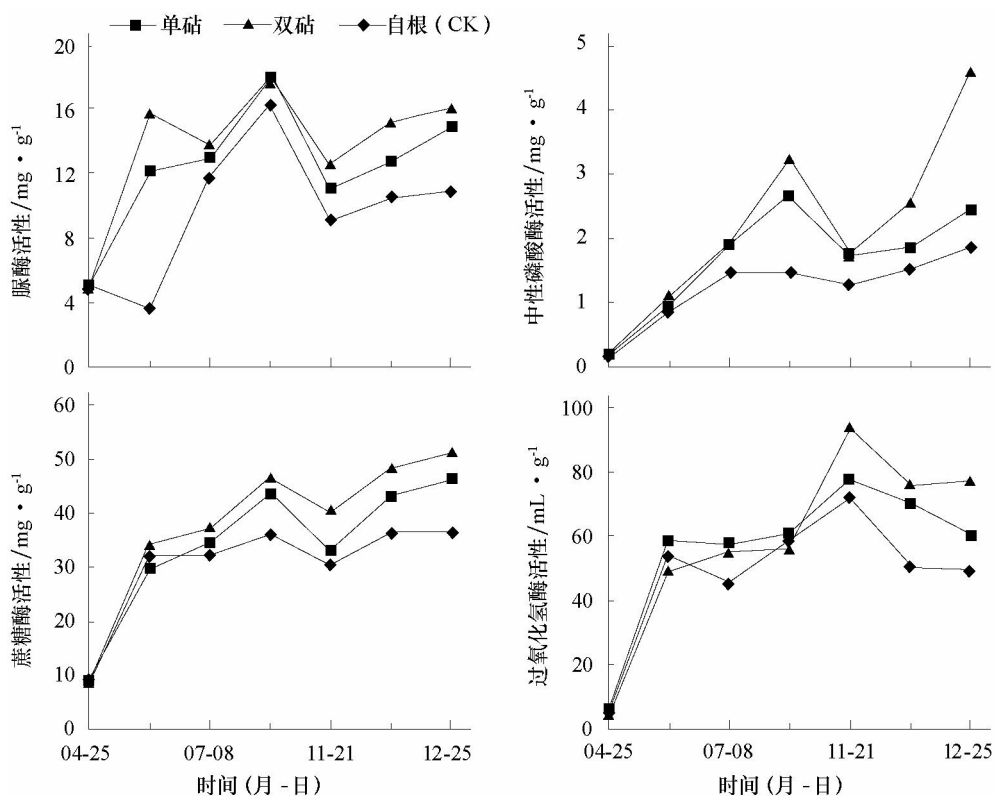


图3 不同嫁接方式对黄瓜根际土壤酶活性的影响

## 3 结论与讨论

本试验中,不同嫁接方式显著影响了黄瓜根际土壤微生物数量。特别是双砧嫁接比单砧嫁接显著增加了黄瓜根际土壤细菌的数量。细菌是土壤中数量较多的一类原核生物,土壤中有机质的分解和矿化主要靠微生物,特别是细菌的作用,因而土壤中细菌的数量及活动状况,在某种意义上讲,决定了土壤的肥力(鲁素云,1993)。因此,尽管本试验过程中各处理供肥一致,但嫁接方式仍可造成根际肥力差异。放线菌在土壤中分布广泛,能分解土壤中较稳定的腐殖质等有机化合物(van Bruggen & Semenov, 1999; 张星杰等, 2008),并且可以提高对有害微生物的拮抗作用。本试验结果表明,单砧嫁接、双砧嫁接与自根对照相比均能显著增加黄瓜根际放

线菌的数量,且单砧嫁接比双砧嫁接的效果更好。如前所述,双砧嫁接黄瓜根际放线菌数量较单砧嫁接数量低,反映了褐籽南瓜根系更容易吸收土壤水分。黄奔立等(2007)研究表明,黑籽南瓜根系分泌物能有效抑制尖孢镰刀菌的增殖和黄枯病的发生。本试验发现,单砧嫁接、双砧嫁接与自根对照相比均能显著减少黄瓜根际真菌与尖孢镰刀菌的数量。单砧嫁接与双砧嫁接由于供试砧木的不同使其对黄瓜根际土壤微生物产生的影响不同,在秋茬,黑籽南瓜较褐籽南瓜更能抑制真菌的数量,尤其是尖孢镰刀菌的数量。上述试验结果表明,由于褐籽南瓜与黑籽南瓜双砧嫁接后根系更发达,其主要影响黄瓜根系对水分的吸收水平;而黑籽南瓜根系较褐籽南瓜根系更易抑制黄瓜病原菌,其主要影响作物的抗病水平。

不同嫁接方式对黄瓜根际土壤酶活性影响较大。随着处理时间的延长,4种土壤酶活性各处理间的差异逐渐明显,其大小依次均为双砧嫁接>单砧嫁接>自根对照。这说明,与土壤微生物相比,土壤酶对嫁接的响应更为敏感,从而更容易区分各处理间的差异。这可能与这些土壤酶的重要性质相关。土壤中蔗糖酶直接参与土壤碳素循环,而脲酶直接参与土壤中含氮有机化合物的转化(李东坡等,2003;田永强等,2009;Tian et al.,2010),磷酸酶在土壤磷循环中起重要作用(周礼恺等,1983,1987)。可见,这些酶表征的不仅仅是嫁接处理间的差异,更多反应的是由不同嫁接方式造成的土壤各种生物—化学过程的动向和强度的差异(Dick,1992;田永强等,2009)。

综上所述,单砧嫁接和双砧嫁接均可通过砧木根系活动适度改善根际微生物和酶环境,从而增加黄瓜产量。但是,在本试验中,虽然双砧嫁接较单砧嫁接提高了平均黄瓜产量,但无显著差异。这可能与本试验所采取的栽培方式有关,即盆栽可能限制了双砧嫁接优势的发挥。尽管如此,双砧嫁接在提高作物产量方面仍可能存在潜在优势。储昭胜等(2010)研究认为双砧嫁接综合了两个砧木的优良特性,与单砧嫁接相比更容易促进肥水吸收,提高植株生长势,进而提高产量。然而,双砧嫁接对作物产量的影响可能与砧木的类型和组合有关。王铁臣等(2011)试验表明与单砧嫁接相比,双砧嫁接中仅黑籽南瓜与白籽南瓜组合增产显著,而其他双砧嫁接处理并未显著提高产量;特别是,白籽南瓜与褐籽南瓜组合的双砧嫁接产量低于白籽南瓜单砧嫁接。可见,将来的研究需结合不同砧木的类型和组合对双砧嫁接进行更加深入的研究。

#### 参考文献

- 韩宝坤,杜艳华.2001.非无菌操作下分离尖孢镰刀菌的培养基.植物病理学报,31(4):16.
- 黄奔立,许云东,张顺琦,陈学好.2007.根系分泌物影响黄瓜枯萎病抗性的机理研究.扬州大学学报,28(3):77-81.
- 李东坡,武志杰,陈利军,杨杰,朱平,任军,彭畅,高红军.2003.长期培肥黑土脲酶活性动态变化及其影响因素.应用生态学报,14(12):2208-2212.
- 李阜棣,喻子牛,何绍江.1996.农业微生物学实验技术.北京:中国农业出版社:305-306.
- 鲁素云.1993.植物病害生物防治学.北京:北京农业大学出版社.
- 孙瑶.2005.黄瓜、黑籽南瓜根系对自毒物质响应差异的研究[硕士论文].杭州:浙江大学.
- 田永强,曹之富,张雪艳,郭文忠,梅秀云,高丽红.2009.不同农艺措施下温室土壤酶活性的动态变化及其相关性分析.植物营养与肥料学报,5(4):857-864.
- 王铁臣,王海荣,赵士春,李红岭,池美娜,王世凯.2011.不同双砧木嫁接对黄瓜长势、产量及蜡粉性状的影响初报.中国蔬菜,(6):54-57.
- 许光辉,郑洪元.1986.土壤微生物分析方法.北京:农业出版社.
- 张帆,贾长才,姜立纲,张国裕,李海真.2011.黄瓜专用砧木品种京欣砧5号的选育.中国蔬菜,(4):73-75.
- 张星杰,刘景辉,李立军,王智功,王林,苏顺和.2008.保护性耕作对旱作玉米土壤微生物和酶活性的影响.玉米科学,16(1):91-95.
- 周礼恺,张志明,曹承绵.1983.土壤酶活性的总体在评价土壤肥力水平中的作用.土壤学报,20(4):413-418.
- 周礼恺.1987.土壤酶学.北京:科学出版社:116-190.
- 储昭胜,陈海丽,吴震,刘明池.2010.双砧木嫁接对温室黄瓜生长产量和品质的影响.中国蔬菜,(8):14-20.

- Dick R P. 1992. A review: long term effects of agricultural systems on soil biochemical and microbial parameters. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 40: 25-36.
- Ginoux G, Dauple P. 1985. Greffe par perforation latérale de l'aubergine et de la tomate. *Rev Hort*, 253: 29-34.
- Jackson D S, Ladd J N. 1981. Microbial biomass in soil: measurement and turnover//Paul F A, Ladd J N. eds. *Soil Biochemistry*. New York: Marcel Dekker: 445-471.
- Lockwood J L, Yoder O L, Benta M K. 1970. Grafting eggplants on resistant rootstocks as a possible approach for control of *Verticillium wilt*. *Plant Disease Reporter*, 54: 846-848.
- Louws F J, Rivard C L, Kubota C. 2010. Grafting fruiting vegetables to manage soilborne pathogens, foliar pathogens, arthropods and weeds. *Scientia Horticulturae*, 127: 127-146.
- Schutter M, Dick R. 2001. Shifts in substrate utilization potential and structure of soil microbial communities in response to carbon substrates. *Soil Biology & Biochemistry*, 33: 1481-1491.
- Smith J L, Paul E A. 1991. The significance of soil microbial biomass estimations//Bollag J M, Stotzky G. eds. *Soil Biochemistry*. New York: Marcel Dekker Inc: 359-396.
- Tian Y, Zhang X, Liu J, Chen Q, Gao L. 2009. Microbial properties of rhizosphere soils as affected by rotation, grafting, and soil sterilization in intensive production systems. *Scientia Horticulturae*, 123: 139-147.
- Tian Y, Liu J, Zhang X, Gao L. 2010. Effects of summer catch crop, residue management, soil temperature and water on the succeeding cucumber rhizosphere nitrogen mineralization in intensive production systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 88: 429-446.
- Tian Y, Zhang X, Liu J, Gao L. 2011. Effects of summer cover crop and residue management on cucumber growth in intensive Chinese production systems: soil nutrients, microbial properties and nematodes. *Plant and Soil*, 339: 299-315.
- van Bruggen A H C, Semenov A M. 1999. A new approach to the search for indicators of root diseases suppression. *Australasian Plant Pathology*, 28 (1): 4-10.
- Yao H, He Z, Wilson M J, Campbell C D. 2000. Microbial biomass and community structure in a sequence of soils with increasing fertility and changing land use. *Microbial Ecology*, 40: 223-237.
- Yao H Y, Jiao X D, Wu F Z. 2006. Effects of continuous cucumber cropping and alternative rotations under protected cultivation on soil microbial community diversity. *Plant and Soil*, 284: 195-203.

· 书讯 ·

## 两岸学者鼎力合作 历时五年精心打造 《中国蔬菜作物图鉴》(全彩版)出版发行

《中国蔬菜作物图鉴》是由中国农业科学院蔬菜花卉研究所、台湾中兴大学园艺学系联合编著,两岸园艺界150余位专家、学者历时五年倾力打造的一部关于中国蔬菜作物种类资源的鸿篇著作。本书集科学性、全面性、知识性和实用性于一体,图文并茂地介绍了中国蔬菜作物的概貌,是蔬菜产业界朋友们不可缺少的一部大型蔬菜应用技术著作,也是广大读者不可多得的一座蔬菜作物大观园。

### 科学整理, 种类齐全

按照农业生物学分类法,本书收录的蔬菜作物包括:根菜类、白菜类、甘蓝类、芥菜类、茄果类、豆类、瓜类、葱蒜类、叶菜类、薯芋类、水生类、多年生及杂类、食用菌类、香草类、芽苗菜共15类238种(亚种、变种)蔬菜作物及部分野生蔬菜,利用彩色照片,表现出每一种蔬菜作物的幼苗、植株、花、果实、种子、栽培生长情况和产品类型。

### 图文解说, 内容丰富

书中附有1800余幅彩色图片,图片真实、精美,编者力图直观、多角度、科学地表达各种蔬菜作物的形态特征和生态多样性,尤其是通过各种蔬菜作物的种子(果实)、花器放大图像,为有效鉴别蔬菜种类提供方便。精美图片解说的同时还配以简短的文字,内容包括各种蔬菜作物的名称、别名、学名、英文名、染色体数、起源或分布、生育周期与授粉习性、类型、植株性状、栽培分布、栽培环境与方法、收获及采后处理、病虫害、营养及用途。依据传统中医学的观点,分别介绍各种蔬菜的气(寒、凉、温、热)、味(酸、辛、咸、甘、淡、苦)及其医疗保健作用。

本书由中国农业科学院蔬菜花卉研究所方智远院士、台湾中兴大学园艺学系张武男教授担任编委会主任,2012年由凤凰出版集团江苏科学出版社出版。

定价:390元 邮购价:400元

邮购地址:北京市海淀区中关村南大街12号 《中国蔬菜》编辑部

邮编:100081 电话:010-82109550

《中国蔬菜》学术论文下载 [www.cnveg.or](http://www.cnveg.or)