

# 黄瓜嫁接苗和自根苗的蛋白质组学研究

李跃进\*, 梁根云, 刘小俊, 刘独臣, 房超

(四川省农业科学院园艺研究所, 蔬菜种质与品种创新四川省重点实验室, 成都 610066)

**摘要:** 为了进一步探讨黄瓜嫁接苗比自根苗抗病抗逆性好、光合能力强的机理, 在塑料大棚和高温消毒基质栽培条件下, 用双向电泳 (2-DE) 技术和质谱 (MS) 技术研究了‘黑籽南瓜’与‘津优1号’黄瓜嫁接苗和‘津优1号’黄瓜自根苗叶片的蛋白质变化。嫁接后分别于苗期、开花期和结果期测定嫁接苗和自根苗叶片的蛋白质。结果表明, 嫁接苗叶片中新产生了两类蛋白质: 能提高抗病抗逆能力的R蛋白 (RGC693蛋白) 和促进萜烯类物质合成的鲨烯合酶, 能促进叶绿体合成的辅酶和提高光能利用率的捕光叶绿素 a/b 结合蛋白。它们的出现可以说明嫁接黄瓜的抗病抗逆能力和光合能力优于自根苗的原因。

**关键词:** 黄瓜; 嫁接; 蛋白质组; R蛋白; 鲨烯合酶; 捕光叶绿素 a/b 结合蛋白

**中图分类号:** S 642.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2009) 08-1147-06

## Proteomic Study on Grafted and Non-grafted Cucumber (*Cucumis sativus* L.)

LI Yue-jian\*, LIANG Gen-yun, LU Xiao-jun, LU Du-chen, and FANG Chao

(Horticultural Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Vegetable Germplasm Innovation and Variety Improvement Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu 610066, China)

**Abstract:** Study was conducted to explain the reason why grafted cucumber (*Cucumis sativus* L.) performs better than non-grafted one in the respect of resistance or tolerance to biotic or abiotic stresses and photosynthesis. In a plastic chamber, grafted cucumber ‘Jinyou 1’ and non-grafted cucumber ‘Jinyou 1’ were planted in plastic pots filled with pasteurised medium consisting of peat, vermiculite and moss. Proteins from the leaves of the two types of cucumber plants were analyzed in seedling stage, flowering stage and fruiting stage by two-dimensional electrophoresis (2-DE) and mass spectrum (MS). In the leaves of the grafted ‘Jinyou 1’, two types of proteins were found to be induced to higher degree of expression than in the non-grafted plants. The first type of proteins was R-protein (RGC693) and squalene synthase related to resistance or tolerance to the stresses. The second was coenzyme which promotes chloroplast synthesis, and chlorophyll a-b binding protein which enhances photosynthesis. So the results obtained in this research could partly explain the mechanism of the better stress tolerance and higher photosynthesis in the grafted cucumber plant.

**Key words:** cucumber; grafted; proteome; R-protein; squalene synthase; chlorophyll a-b binding protein

研究和实践表明, 黄瓜 (*Cucumis sativus* L.) 嫁接苗比黄瓜自根苗的生活力、光合能力、抗逆和抗病能力都更强 (郁继华和秦舒浩, 2001; 孙艳等, 2002; 张红梅等, 2007)。一些研究者 (解静, 2007) 对嫁接黄瓜体内酶和光合速率等的变化做过探索, 以期从机理上阐明原因。

蛋白质是基因表达的产物, 既受遗传控制, 也因植物生长发育的不同阶段和外界环境的变化而改变。与自根苗黄瓜相比, 到底嫁接黄瓜体内的蛋白质发生了什么变化, 这方面的研究并不多见。有研

收稿日期: 2009-04-16; 修回日期: 2009-07-13

基金项目: 国家蔬菜产业技术创新体系项目; 四川省农作物育种攻关项目 (2006YZGG-6); 四川省财政育种工程项目 (2006CZYZGC-8)

\* E-mail: yuejian\_li@163.com

究(饶贵珍和肖波, 2002; 曾义安等, 2005)发现, 嫁接黄瓜的叶片中诱导出了新的蛋白质, 而在自根黄瓜中则没有这些蛋白质, 但都未指出这些是什么蛋白质。

作者主要研究了用‘黑籽南瓜’作砧木的嫁接黄瓜和自根黄瓜在不同生长发育阶段的蛋白质变化, 并重点探讨了嫁接黄瓜诱导产生的新蛋白质及其功能, 以便进一步研究嫁接黄瓜生长势更好、抗性更强的原因。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料和处理

供试材料中, ‘黑籽南瓜’纯系品种(砧木)购于四川兰月种子有限公司, ‘津优1号’黄瓜购于四川科丰种业有限公司(来源于天津科润黄瓜研究所)。试验处理为‘黑籽南瓜’与‘津优1号’黄瓜的嫁接苗(以下简称嫁接苗), 对照为‘津优1号’黄瓜自根苗(以下简称自根苗)。以100蒸气连续24 h消毒后的泥草炭作育苗和栽培基质, 装在直径10 cm的塑料钵内。3月中旬播种, 当子叶展开后, 于2007年3月20日用插接法进行嫁接。处理和对照各30株。试验在成都市四川农业科学院园艺研究所塑料大棚内进行。棚内装黄板诱杀蚜虫和飞蛾。营养液采用美国霍格兰(Hongland)通用配方, 每天上午9:00—10:00浇灌1次。

### 1.2 测定内容和方 法

于嫁接后20、30和40 d, 即苗期、开花期和结果期分别提取嫁接苗和自根苗全展新叶的蛋白质进行重复双向电泳(李跃建等, 2005)。所用Model 680酶标仪、等电聚焦和垂直电泳仪器均为美国Bio-Rad公司产品, 并按Bio-Rad操作手册操作。IPG胶条由Bio-Rad公司生产, 长17 cm, pH 4~7。双向电泳后用考马斯亮蓝染色, 比较嫁接苗和自根苗不同生长发育期的蛋白质表达差异。将有差异的蛋白质点切割下送到上海生命科学研究院作基质辅助激光解吸电离/飞行时间质谱(MALDI-TOF/MS)(Bruker Daltonics, Bremen, Germany)、基质辅助激光解吸电离串联飞行时间质谱(MALDI-TOF/TOF-MS)(Bruker Daltonics, Bremen, Germany)和电喷雾线性离子阱质谱(Finnigan-LTQ-MS)(ThermoQuest, San Jose, CA, USA)分析。

### 1.3 数据库搜索

MALDI-TOF质谱分析获得PMF(肽指纹图谱)数据以及MALDI-TOF/TOF质谱分析获得MS/MS数据, 用MASCOT软件搜索NCBI数据库鉴定蛋白。检索条件为: 胰酶解, 物种来源为植物, 固定修饰Carbamidomethyl(C), 可变修饰Oxidation(M), 肽段质量容差(Peptide tolerance)为 $\pm 0.8$  Da, 碎片离子的质量容差为 $\pm 0.5$  Da, MASCOT给出的概率分析( $P < 0.05$ )的蛋白质有统计学意义, 作为鉴定的结果。MALDI-TOF/TOF质谱分析获得MS/MS数据, 如果匹配的肽段只有一个, 手工解析相应的图谱: (1)鉴定的蛋白与双向电泳图谱一致; (2)串联谱图有连续的4个 $y^-$ 或 $b^-$ 离子。

LTQ质谱分析获得质谱数据用SEQUEST(University of Washington, Licensed to Thermo Finnigan)软件搜索NCBI数据库。检索条件为: 物种来源为植物, 固定修饰Carbamidomethyl(C), 可变修饰Oxidation(M), 数据库搜索包括 $b^-$ 和 $y^-$ 离子。SEQUEST搜索结果中: 单电荷 $X_{corr}$  1.9; 双电荷 $X_{corr}$  2.2; 三电荷 $X_{corr}$  3.75,  $DelCn$  0.1作为鉴定结果。如果匹配的肽段只有一个, 手工解析相应的谱图: 串联谱图有连续的4个 $y^-$ 或 $b^-$ 离子。

## 2 结果与分析

### 2.1 嫁接苗和自根苗蛋白质双向电泳分析

图1是嫁接苗和自根苗在苗期、开花期和结果期的蛋白质双向电泳结果(为了更清晰地比较, 分为4个区)。

通过比较看出, 编号为 H1和 H12的蛋白质点只在自根苗中表达, H2、H4、H8、H9和 H11等 5个蛋白质点只在嫁接苗中出现。H3、H5、H6、H7和 H10等 5个蛋白质点在嫁接苗和自根苗中均存在, 但嫁接苗中, H5、H7和 H10在苗期测定时表达量比自根苗少, 在开花期和结果期测定时表达量上升到自根苗的水平。

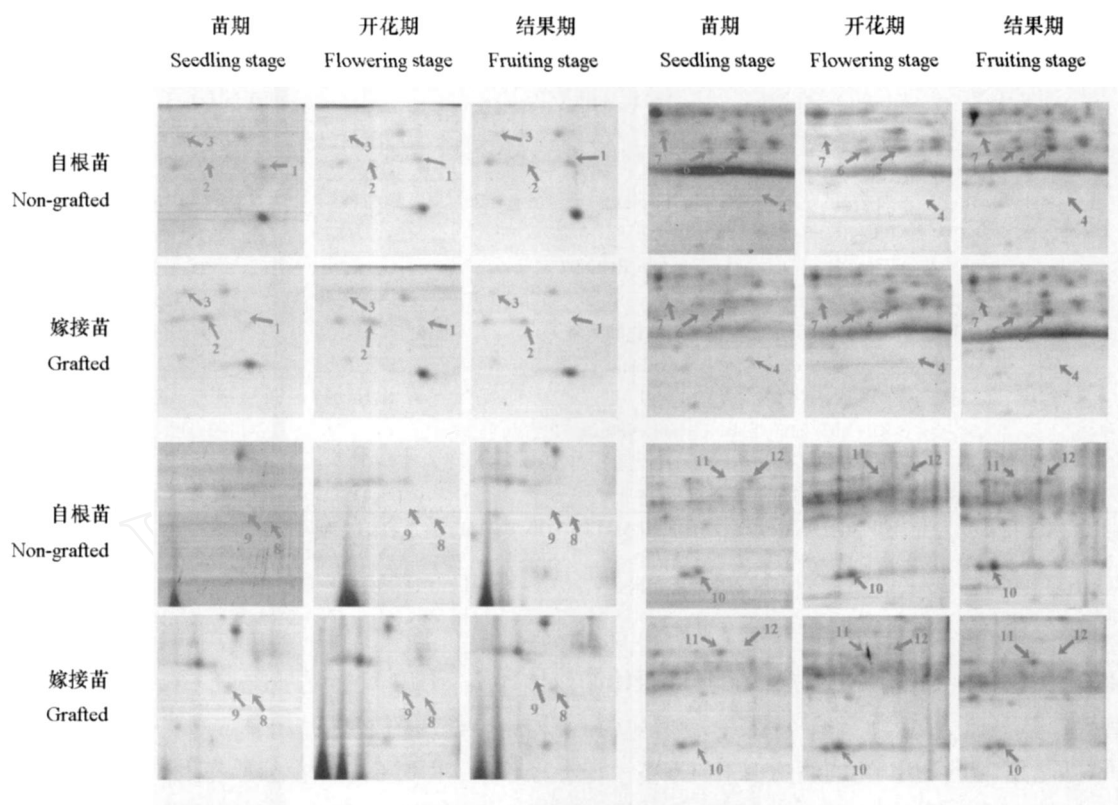


图 1 嫁接苗和自根苗的蛋白质双向电泳局部分析 (pH 4 ~ 7)

Fig. 1 Partial areas of 2-DE analysis for grafted and non-grafted cucumber plants (pH 4 - 7)

## 2.2 嫁接苗和自根苗蛋白质的质谱鉴定

为进一步了解上述蛋白质点的种类, 将蛋白质点 H1 ~ H12 切割下来进行质谱分析。首先用 MALD FTOFMS 检测, 获得蛋白质肽指纹图谱, 通过数据库检索获得 H2、H8 和 H10 等 3 个点的匹配蛋白质。然后又用 MALD FTOF-TOFMS 和 Finnigan-LTQ-MS 分析, 获得蛋白质的肽碎片指纹图谱, 通过数据库检索分别获得 H11 和 H1、H4、H6、H9 和 H12 等 6 个点的匹配蛋白质, 其余 H3、H5 和 H7 等 3 个蛋白质未能检测出来。检出的蛋白质列入表 1。

从检测和匹配结果看, 编号为 H1 的蛋白质点被鉴定为尿苷二磷酸糖基转移酶, 它主要参与糖基化或糖类物质的转移。

蛋白质点 H2 与从甜瓜 cDNA 序列 (EST 序列标签名称 AM734470) 推导出的一个蛋白质的同源性很高, 该蛋白的功能目前还不太清楚。利用 NCB 数据库中的 Blast 程序作同源性分析和蛋白鉴定, 发现 H2 与叶绿体分子伴侣 10 的同源性高, 可能与叶绿体分子伴侣 10 的功能相近, 主要参与蛋白质三维结构的折叠, 与 ATP 酶选择性结合, 是一个重要的辅酶和酶调节物。

H4 被鉴定为捕光叶绿素 a/b 结合蛋白质。该蛋白是一种捕光复合物, 作为光受体, 在光合作用中捕获或释放激发态光能, 对促进光合作用十分重要。

表 1 质谱鉴定出的黄瓜蛋白质表达

Table 1 Proteins identified by mass spectrometry

蛋白质点编号 Spot No	Gi No	匹配的蛋白质 Homologous protein	理论等电点 /分子量 Theoretical pI/Mr	物种名称 Species
H1	gi 15228063	尿苷二磷酸糖基转移酶 UDP-glycosyltransferase/ transferase	5.86/54 964.73	拟南芥 <i>Arabidopsis thaliana</i>
H2	gi 157727397	甜瓜 cDNA 序列推导未知蛋白质 AM734470 <i>Cucumis melo</i> subsp. <i>mel</i> o Cantaloupe C-35 cotyledon 15 days after pollination infected with CMV <i>Cucumis melo</i> subsp. <i>mel</i> o cDNA, mRNA sequence	9.67/25 060	甜瓜 <i>Cucumis melo</i> subsp. <i>mel</i> o
H4	gi 115822	捕光叶绿素 a/b 结合蛋白 Chlorophyll a-b binding protein	4.77/12 348.2	番茄 <i>Solanum lycopersicum</i>
H6	gi 132138	核酮糖 rbcS 蛋白 Ribulose biphosphate carboxylase	7.54/21 063.25	黄瓜 <i>Cucumis sativus</i>
H8	gi 148286604	NBS-LRR 类抗病蛋白 RGC693 NBS-LRR resistance-like protein RGC693	5.38/18 823	洋姜 <i>Helianthus tuberosus</i>
H9	gi 66393825	鲨烯合酶 Squalene synthase	6.67/47 260.71	柴胡 <i>Bupleurum falcatum</i>
H10	gi 156143150	核酮糖 - 1, 5 - 二磷酸羧化氧化酶大亚基 Carboxylase/oxygenase large subunit	5.56/18 939	葫芦 <i>Lagenaria siceraria</i>
H11	gi 51363338	黄瓜 cDNA 序列推导未知蛋白 csa01-3m s4-h03 Csa01 <i>Cucumis sativus</i> cDNA clone csa01-3m s4-h03 5, mRNA sequence	8.18/16 093	黄瓜 <i>Cucumis sativus</i>
H12	gi 7340698	推断蛋白质 Putative protein	6.05/41 597.4	拟南芥 <i>Arabidopsis thaliana</i>

注：H2、H8和 H10为由 MALD FTOFMS 鉴定；H11由 MALD FTOF-TOFMS 鉴定；H1、H4、H6、H9和 H12由 Finnigan-LTQ -MS 鉴定。

Note: H2, H8 and H10 were identified byMALD FTOFMS; H11 was identified byMALD FTOF-TOFMS; H1, H4, H6, H9 and H12 were identified by Finnigan-LTQ-MS

H6被鉴定为核酮糖 rbcS 蛋白，它是叶绿体的前体物质。H10可能是核酮糖 - 1, 5 - 二磷酸羧化氧化酶大亚基。H6和 H10这 2 个蛋白质都是参与植物光合作用的物质。

H8可能是 NBS-LRR 类抗病蛋白 RGC693，属于有 NBS-LRR 区域的植物 R 基因产物。

H9被鉴定为鲨烯合酶，它是生物合成三萜、甾醇、胆固醇等萜烯类重要物质的一个关键酶。这些萜烯类物质既对植物生长发育进程起作用，也是调节植物与环境之间关系、抵御逆境的重要物质。

H11的同源性蛋白质是从黄瓜 cDNA 序列（EST 序列标签名称 csa01-3m s4-h03）推导出的一个蛋白质，其功能目前不太清楚。利用 NCB I 数据库的 Blast 程序进行同源性分析和蛋白鉴定，该蛋白质与 binding/catalytic/coenzyme binding 的同源性高，可能与该蛋白的功能相近，既可作为一种配体或辅酶配体，也可作为单独具有催化功能的酶，参与组织或细胞代谢。

H12被鉴定为一种推断蛋白，它具有酶的催化活性，并具有一个泛素结合酶活性位点，主要参与细胞代谢。

3 讨论

在蛋白质组学研究中，蛋白质的大规模分离和高通量鉴定是两个关键环节。本研究中，对于通过 2-DE 分离出来的有差异的蛋白质，分别用 MALD FTOFMS、MALD FTOF-TOFMS 和 Finnigan-LTQ -MS 进行鉴定，得到了 H1、H4、H6 等 9 个蛋白质点，但仍有 H3、H5、H7 等 3 个蛋白质点没有获得鉴定结果，有待进一步分析鉴定。

本研究发现，在鉴定出的蛋白质中，黄瓜嫁接苗比自根苗多产生了 5 种新的蛋白质。即编号为 H2、H9和 H11 的 3 个蛋白质，它们在苗期、开花期和结果期都能够检测到；编号为 H4 的蛋白，只在苗期才能检测到；编号为 H8 的蛋白在开花期和结果期才能检测到。这 5 种检出的蛋白质可分为 3 类：与代谢有关的蛋白质 H11，与光合作用有关的蛋白质 H2和 H4，与抗病抗逆有关的蛋白质 H8和

H9。同时, 嫁接苗又比自根苗减少了 H1和 H12两种与代谢有关的蛋白质。此外, 嫁接苗的一些蛋白质在不同生长时期的表达情况也发生了改变, 如蛋白质点 H8, 在嫁接后的苗期和开花期没有检测到, 只在结果期检测时才发现, 而蛋白质点 H10在嫁接苗的苗期表达量较少, 开花期和结果期, 表达量显著增加。

‘黑籽南瓜’对瓜类枯萎病等土传病害的抗性较好, 与黄瓜的亲合性也强, 常用作黄瓜砧木 (曾义安等, 2004)。在本研究中, ‘津优 1号’嫁接黄瓜的叶片中产生了 H8和 H9这两种与抗病或抗逆有关的蛋白质, 而在自根苗中却没有发现。H8是 RGC693蛋白, 是抗性基因 (R 基因) 直接表达的产物, 也称 R 蛋白, 属 NBS-LRR 类抗病蛋白, 当病原菌入侵后, RGC693 蛋白主要起对病原菌专化性识别的作用, 并通过信号传导, 诱导植物防卫反应基因表达, 从而引起植物产生病程相关蛋白 (PR 蛋白) 而表现出抗病反应 (Radwan et al, 2008)。H9是鲨烯合酶, 是一种病程相关蛋白, 能催化法呢基焦磷酸 (FPP) 缩合成鲨烯, 进而由鲨烯合成与植物抗御不良环境或病菌入侵有很大关系的三萜和甾醇等萜烯类物质 (Hanley et al, 1996; Lee et al, 2002)。RGC693 蛋白和鲨烯合酶的存在可以解释嫁接黄瓜比自根黄瓜的抗病性或抗逆性更好的原因。

由于 RGC693这类 R 蛋白是抗病基因直接编码的产物, 无论有无外界因素的诱导, 一般都会表达出来 (孔巍和刘学义, 2003), 因此是能够遗传的抗性物质, 可以通过对 R 蛋白的测序, 推断抗性基因结构, 为该抗病基因的克隆奠定基础。

鉴于 RGC693蛋白是基因直接表达的结果, 在自根苗中又没有发现, 所以嫁接苗中检测出的 RGC693蛋白不大可能是在 ‘黑籽南瓜’砧木的诱导下产生的, 很可能是在 ‘黑籽南瓜’砧木中合成后被输送到黄瓜接穗的。有关研究 (苏媛, 2007) 表明, 黄瓜嫁接 11 d 后, 砧木和接穗间就开始形成上下贯通的完整的维管束系统。该系统可能为砧木和接穗间的物质如 RGC693 蛋白等的相互流通提供了通道。但要想证实 RGC693 蛋白确实是在砧木中形成的, 还应做进一步研究。鲨烯合酶是被 R 蛋白诱导而产生的, 在自根苗中也没有发现, 可能与 RGC693 蛋白有关, 但也需要证实。

相关研究 (孙艳等, 2002; 张红梅等, 2008) 表明, 嫁接苗的叶绿素含量和光合速率都高于自根苗。笔者发现, 与光合作用关系密切的两种蛋白质, H2和 H4在嫁接黄瓜叶片中被诱导出来。H2是一种与叶绿体合成有关的辅酶, 它只存在于嫁接苗中, 而且从苗期一直到结果期都有很高的表达量, 这有利于促进嫁接苗长期合成大量叶绿体, 为提高嫁接苗的光合能力打下了物质基础。H4是捕光叶绿素 a/b 结合蛋白, 它对光的俘获能力较强, 进而可提高光合效率。捕光叶绿素 a/b 结合蛋白于嫁接后 20 d 在嫁接苗中出现, 之后逐渐消失。H2的高表达和 H4的出现可以解释嫁接苗光合作用比自根苗强的原因。

## References

- Hanley KM, Nicolas O, Donaldson TB, Smith-Monroy C, Robinson GW, Hilmann GM. 1996. Molecular cloning, *in vitro* expression and characterization of a plant squalene synthase cDNA. *Plant Molecular Biology*, 30: 1139 - 1151.
- Kong Wei, Liu Xue-yi. 2003. Molecular evolution of plant specific resistant genes. *Molecular Plant Breeding*, 1 (1): 89 - 96. (in Chinese)
- 孔巍, 刘学义. 2003. 植物抗病基因特异性分子进化. *分子植物育种*, 1 (1): 89 - 96.
- Lee J H, Yoon Y H, Kim H Y, Shine D H, Kim D U, Lee I J, Kim K U. 2002. Cloning and expression of squalene synthase cDNA from hot pepper (*Capsicum annuum* L.). *Molecules and Cells*, 13 (3): 436 - 443.
- Li Yue-jian, Ji Hong-li, Peng Yun-liang, Gao Rong, Gao Xia, Liu Shi-gui. 2005. Study on the change of proteins in wheat infected by wheat disease (*Puccinia striiformis*) by 2-dimensional electrophoretic technology. *Journal of Sichuan University: Engineering Science Edition*, 37 (2): 80 - 85. (in Chinese)
- 李跃进, 姬红丽, 彭云良, 高荣, 高霞, 刘世贵. 2005. 应用双向电泳技术研究条锈菌浸染后小麦蛋白质的改变. *四川大学学报: 工程科学版*, 37 (2): 80 - 85.

- Rao Gui-zhen, Xiao Ba. 2002. Preliminary study on white cucumber grafted on different rootstocks. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 17 (S1): 32 - 35. (in Chinese)
- 饶贵珍, 肖 波. 2002. 不同砧木嫁接白皮黄瓜研究初报. *华北农学报*, 17 (S1): 32 - 35.
- Radwan O, Gandhi S, Heesacker A, Whitaker B, Taylor C, Plocik A, Kesseli R, Kozik A, Michelmore R W, Knapp S J. 2008. Genetic diversity and genomic distribution of homologs encoding NBS-LRR disease resistance proteins in sunflower. *Molecular Genetics and Genomics*, 280: 111 - 125.
- Sun Yan, Hang Wei, Tian Xiao-hong, Wu Ying, Ding Qin, Zhou Cun-tian. 2002. Study on growth situation, photosynthetic characteristics and nutrient absorption characteristics of grafted cucumber seedlings. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 8 (2): 181 - 185. (in Chinese)
- 孙 艳, 黄 伟, 田霄鸿, 吴 瑛, 丁 勤, 周存田. 2002. 黄瓜嫁接苗生长状况、光合特性及养分吸收特性的研究. *植物营养与肥料学报*, 8 (2): 181 - 185.
- Su Yuan. 2007. The biological, chemical and anatomical structures in grafted cucumber seedling [M. D. Dissertation]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University. (in Chinese)
- 苏 媛. 2007. 黄瓜嫁接愈合过程中生物、化学变化与解剖构造的观察 [硕士论文]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学.
- Xie Jing. 2007. Effects of low temperature, poor light and graft on the growth, development and physiological characteristics of different ecotypic cucumber [M. D. Dissertation]. Hefei: Anhui Agricultural University. (in Chinese)
- 解 静. 2007. 低温弱光及嫁接对不同生态型黄瓜生长发育和生理特性的影响 [硕士论文]. 合肥: 安徽农业大学.
- Yu Ji-hua, Qin Shu-hao. 2001. Studies on photosynthetic property of grafted and self-rooted seedlings of different varieties of cucumber. *Journal of Lanzhou University: Natural Science Edition*, 37 (6): 63 - 68. (in Chinese)
- 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: 自然科学版*, 37 (6): 63 - 68.
- Zeng Yi-an, Zhu Yue-lin, Huang Bao-jian, Yang Li-fei. 2004. Effects of *Cucurbita ficifolia* as rootstock on growth, fruit setting, disease resistance and leaf nutrient element contents in *Cucumis sativus*. *Journal of Plant Resources and Environment*, 13 (4): 15 - 19. (in Chinese)
- 曾义安, 朱月林, 黄保健, 杨立飞. 2004. 黑籽南瓜砧木对黄瓜生长结实、抗病性及营养元素含量的影响. *植物资源与环境学报*, 13 (4): 15 - 19.
- Zeng Yi-an, Zhu Yue-lin, Huang Bao-jian, Yang Li-fei. 2005. Study on photosynthetic characteristics, GA and ABA contents, and soluble proteins in leaves of grafted cucumber. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 28 (1): 16 - 19. (in Chinese)
- 曾义安, 朱月林, 黄保健, 杨立飞. 2005. 嫁接黄瓜的光合特性及叶片激素含量和可溶性蛋白研究. *南京农业大学学报*, 28 (1): 16 - 19.
- Zhang Hong-mei, Xie Jing, Yu Ji-zhu, Jin Hai-jun. 2008. The growth, photosynthesis and fruit quality of different type cucumber varieties grafted on to pumpkin seedlings. *Acta Agriculturae Shanghai*, 24 (1): 40 - 43. (in Chinese)
- 张红梅, 解 静, 余纪柱, 金海军. 2008. 不同类型黄瓜嫁接后的生长、光合及品质特性. *上海农业学报*, 24 (1): 40 - 43.

## 期刊征订

## 欢迎订阅 《特产研究》

《特产研究》(原名《特产科学实验》)是中华人民共和国农业部主管,中国农业科学院特产研究所和中国农学会特产学会联合主办的农牧特色产业学术期刊,为国家科技部中国科技核心期刊、RCCSE中国核心学术期刊、《CAJ-CD规范》执行优秀期刊。1962年创刊。主编由中国农业科学院特产研究所研究员、硕士生导师沈育杰担任。主要报道野生经济动、植物的引种驯化、遗传育种、饲养繁殖、栽培管理、病虫害防治、产品加工、贮藏保鲜等方面的最新科研成果;指导前沿研究,科学与实践,发现与探讨;介绍农牧特产业的新技术、新方法、新经验等。主要栏目有研究报告、应用技术、测试分析、专论综述等。适合各级从事特产科技工作的院校师生、科研人员、生产技术人员及广大农村种植业和养殖业专业户参阅。季刊,大16开本,80页,公开发行。每期定价5.00元,年价20.00元(含邮费)。刊号:CN 22-1154/S,邮发代号12-182。全国各地邮局(所)均可订阅,也可随时从邮局汇款至编辑部订阅。

地址:吉林省吉林市左家镇鹿鸣大街15号,中国农业科学院特产研究所《特产研究》编辑部;邮编:132109;

联系人:包秀芳;电话(传真):0432-6513069;6513067(发行);E-mail:tcybjb@126.com。