

## 抗根结线虫砧木对番茄生长及产量的影响

董道峰<sup>1</sup>, 曹志平<sup>2\*</sup>, 王秀徽<sup>2</sup>, 胡 菊<sup>2</sup>, Maria Lodovica Gullino<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> 山东省农业科学院蔬菜研究所, 济南 250100; <sup>2</sup> 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100094; <sup>3</sup> 都灵大学农业环境创新中心, 意大利都灵 44 10059)

**摘 要:** 以引自国外的 3 种抗性砧木为材料, 研究抗性砧木嫁接对番茄根结线虫的控制作用及对番茄生长发育和产量的影响。田间试验结果表明: 3 种抗性砧木与 FA189 接穗完全亲和, 嫁接对植株叶绿素含量和果实品质没有影响, 但使植株的生长发育延迟; 3 种抗性砧木嫁接取得了对根结线虫很好的控制效果, 产量增加 15% ~ 20% 左右。

**关键词:** 番茄; 抗性砧木; 嫁接; 根结线虫

**中图分类号:** S 641.2    **文献标识码:** A    **文章编号:** 0513-353X (2007) 05-1305-04

## Effect of Nematode Resistant Rootstocks on Growth Characteristics and Yields of Tomato

DONG Dao-feng<sup>1</sup>, CAO Zhi-ping<sup>2\*</sup>, WANG Xiu-hui<sup>2</sup>, HU Ju<sup>2</sup>, and Maria Lodovica Gullino<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> Institute of Vegetables, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Ji'nan 250100, China; <sup>2</sup> Department of Ecology and Ecological Engineering, College of Resources and Environmental Science, China Agricultural University, Beijing 100094, China; <sup>3</sup> Centre of Competence for the Innovation in the Agroenvironmental Setor University of Torino, 44 10059, Italy)

**Abstract:** The experiment was to study the effect of three foreign tomato resistant rootstocks on controlling root-knot nematode disease and on growth and yield of tomato. The result demonstrated that there was high affinity between the three resistant rootstocks and scion (FA189). The survive rate of grafted plants was above 90%. It also showed grafting has no effect on chlorophyll of the plant and quality of the fruit, but delayed the growth of the plant. The three grafted resistant tomato rootstocks successfully controlled the nematode disease. Yields of grafted tomato were enhanced about 15% – 20% with high quality and stable mass of fruit than that of non-grafted tomato.

**Key words:** Tomato; Resistant rootstock; Graft; Root-knot nematode

许多研究证明利用对多种土传病害高抗的砧木与丰产性良好的番茄品种进行嫁接栽培, 可有效防止土传病害的发生, 克服连作障碍, 达到高产稳产 (高玉英 等, 2002; 关美芝 等, 2005)。Morra 等 (1992) 的研究结果表明, 利用抗性砧木嫁接可以有效地控制根结线虫病和黄萎病, 提高作物产量。寿伟林等 (2003) 用 3 个砧木品种与 ‘合作 903’ 番茄进行嫁接栽培, 嫁接后番茄生长势增强, 产量提高。我国目前所用嫁接砧木大多抗枯萎病、青枯病, 抗根结线虫病的很少。本试验以引自国外的 3 种番茄抗性砧木为材料, 研究抗性砧木对根结线虫病的控制效果, 以及对番茄生长及产量的影响, 为番茄抗性砧木的引进与应用提供参考。

### 1 材料与方法

试验在山东省寿光市洛成无公害蔬菜生产基地日光温室中进行, 前茬作物为甜瓜, 由于受根结线

收稿日期: 2007-04-18; 修回日期: 2007-07-09

基金项目: 中国和意大利甲基溴替代技术合作项目

\* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: zhipingc@cau.edu.cn)

虫的危害而绝产。

试验面积 952 m<sup>2</sup>。土壤理化性质：有机质 18.4 g/kg，全氮 1.4 g/kg，碱解氮 138.8 mg/kg，有效磷 98.4 mg/kg，有效钾 613.0 mg/kg，电导率 (EC<sub>1:5</sub>) 1.3 mS/cm，pH 7.3。

3 种抗性砧木为 Beaufort, Energy 和 He-man (表 1)；接穗为感病的 FA189。对照为 FA189 自根苗。4 次重复，随机区组排列。小区面积 45 m<sup>2</sup>，每小区定植 120 株。FA189 种子购自以色列海泽拉种子公司。

表 1 抗性砧木来源

Table 1 Brief introduction of resistant rootstocks

品种名称 Variety	亲本 Parents	来源国家 Country	公司 Company	抗根结线虫基因 Root-knot nematode resistant gene
Beaufort	<i>L. lycopersicum</i> × <i>L. hirsutum</i>	荷兰 Holland	Deriviter	<i>Mi</i>
Energy	<i>L. esculentum</i> × <i>L. esculentum</i>	法国 France	Vilmorin	不详 No details
He-man	<i>L. lycopersicum</i> × <i>L. hirsutum</i>	瑞士 Switzerland	Syngenta	不详 No details

2005 年 7 月 30 日播种砧木，8 月 5 日播种接穗。8 月 30 日砧木 3~5 片真叶，接穗 2~4 片真叶时用劈接法进行嫁接。嫁接后的幼苗放入室内培养，温度为 25~29℃，湿度 90% 以上，散射光。3 d 后移入育苗温室使其慢慢适应温室条件，在中午温度较高时，遮阳网遮阴，傍晚温度降低后揭开。5 d 后移栽入大棚。

整个生长周期分为两个阶段，第一阶段从 2005 年 9 月 9 日开始，2006 年 1 月 5 日第一次收获，至 2006 年 3 月 10 日第一阶段收获完毕，然后落蔓，进入第二阶段。2006 年 4 月 25 日第二阶段第一次收获，2006 年 6 月 20 日第二阶段收获完毕。

番茄定植后 1 个月、2 个月分别测量株高、茎粗和叶绿素含量（用 SPAD-502 型叶绿素仪测定）；于第一和第二阶段收获中期（根结线虫病已进入严重发生期）用阿贝折射仪测定果实可溶性固形物含量；于收获末期测定根系和植株的鲜样和干样质量，每小区测定 10 株。测定整个生长期的果实产量，每小区定点测定 40 株。

根结线虫调查按冯志新（2001）9 级标准进行分级：0 级：无根结；1 级：少于 5 个根结；2 级：5~25 个根结；3 级：26~100 个根结；4 级：有大量根结，但大多数不连结在一起；5 级：有大量根结，许多连结在一起；6 级：根结非常多，大多连结在一起，根生长受到轻微阻碍；7 级：危害非常重，根生长微弱；8 级：危害极严重，根的生长停滞。根结指数 (%) =  $\sum (\text{发病级别} \times \text{该级植株数}) / (\text{调查总株数} \times 8) \times 100$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 嫁接成活率

试验结果表明，Beaufort 与 FA189 嫁接后成活率最高，达到 97.33%；其次为 Energy，成活率 93.33%；He-man 成活率最低，为 90.83%。说明 3 种抗性砧木与 FA189 嫁接完全亲和。

### 2.2 嫁接对番茄根结指数的影响

从 4 次根结线虫的调查结果看出（图 1），1 月 10 日前各种处理都没有根结线虫病的发生；随着温度的升高，对照 FA189 从 3 月 10 日开始有少量根结线虫病的发生，3 种抗性砧木都没有调查到根结；到 4 月 22 日 FA189 的根结指数就达到了 100，Beaufort 嫁接苗为 12.5，Energy 嫁接苗为 6.25，而 He-man 嫁接苗没有根结线虫病的发生；到 6 月 20 日收获末期，FA189 根系由于根结线虫的侵染已开始腐烂，而 Beaufort 和 Energy 的嫁接苗根结指数为 13 左右，He-man 嫁接苗为 5.94。说明 3 种抗性砧木对根结线虫具有极高的抗性。

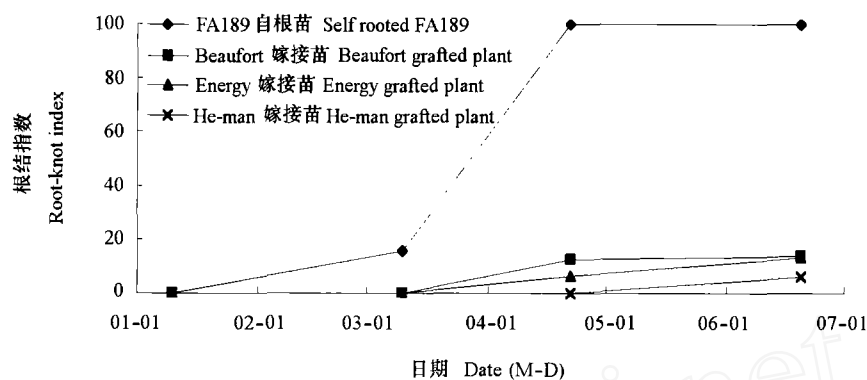


图1 抗性砧木嫁接苗与对照 FA189 自根苗根结指数比较

Fig. 1 Root-knot index of three grafted resistant rootstocks compared with FA189

### 2.3 嫁接对番茄生长发育的影响

从表2可以看出,生长前期(10月10日)嫁接苗的株高和茎粗都不同程度的小于FA189自根苗,随着植株的生长到11月10日,这种差异减小,说明嫁接的愈合过程需要一段时间,因而嫁接苗发育略微延迟。各种处理之间叶绿素含量没有显著差异。3种抗性砧木嫁接苗植株茎鲜样质量和干样质量显著大于FA189自根苗,说明收获末期嫁接苗植株仍然生长旺盛,而对照FA189已经干枯衰老;3种抗性砧木嫁接苗根鲜样质量与干样质量显著小于FA189自根苗,这是由于FA189自根苗受到根结线虫的大量侵染,根部组织畸形增生,形成大量肿瘤的结果。

表2 抗性砧木嫁接苗与FA189自根苗生长指标比较

Table 2 Growth characteristics of grafted resistant rootstocks compared with FA189

嫁接苗 Grafted plant	株高 Height (cm)		茎粗 Wide (cm)		叶绿素含量 Chl. (mg · g <sup>-1</sup> FM)		茎鲜样质量 Fresh mass of stem (kg · plant <sup>-1</sup> )	茎干样质量 Dry mass of stem (kg · plant <sup>-1</sup> )	根鲜样质量 Fresh mass of root (g · plant <sup>-1</sup> )	根干样质量 Dry mass of root (g · plant <sup>-1</sup> )
	10-10	11-10	10-10	11-10	10-10	11-10				
Beaufort	65.71b	133.03b	1.01ab	1.53a	48.38a	48.90a	1.24a	0.11a	44b	12b
Energy	65.46b	140.83a	0.89b	1.39b	47.08a	48.53a	1.15a	0.11a	40b	12b
He-man	65.69b	136.99ab	0.99ab	1.52a	47.55a	48.50a	1.06a	0.10a	36b	11b
FA189 自根苗 Self rooted FA189	69.30a	142.80a	1.08a	1.50a	47.20a	49.50a	0.53b	0.08b	123a	36a

注: 同一列中不同字母表示邓肯氏新复极差测验  $P < 0.05$  水平差异显著。下同。

Note: Different letters in the same column mean significance at  $P < 0.05$  level by Duncan's test. The same below.

### 2.4 嫁接对番茄果实品质及总产量的影响

从表3看出,收获期前两个月各处理之间的单果质量没有显著差异,从3月份开始,FA189自根苗根结线虫病日渐严重,其单果质量也逐渐下降,4~6月显著低于3种抗性砧木嫁接苗的平均单果质量。3种抗性砧木嫁接苗的总产量显著大于对照FA189自根苗,与FA189自根苗相比增产15%~20%左右。

从两次调查的果实可溶性固形物含量可以看出(表3),3月1日各处理之间果实的可溶性固形物含量没有显著差异,说明嫁接作用对果实品质没有影响;随着温度的升高和昼夜温差的减小,6月1日各处理果实的可溶性固形物含量与3月1日相比都明显下降,而FA189自根苗可溶性固形物含量显著低于3种抗性砧木嫁接苗。这是因为6月1日自根苗根结线虫病发生严重,阻碍了根系的吸收作用,从而影响了地上部光合产物的形成,而根结线虫对3种抗性砧木嫁接苗的果实可溶性固形物没有产生影响。

表 3 抗性砧木嫁接苗与 FA189 自根苗果实品质及产量比较

Table 3 Quality of fruit and yields of grafted resistant rootstocks compared with FA189

嫁接苗 Grafted plant	单果质量 Mass of one fruit (g)						总产量 Total yield (kg · m <sup>-2</sup> )	可溶性固形物含量 Soluble solid content (%)	
	1 月 Jan.	2 月 Feb.	3 月 Mar.	4 月 Apr.	5 月 May	6 月 Jun.		06-01	03-01
Beaufort	139.48a	147.71a	153.77a	152.71a	148.80a	143.72a	16.22a	6.32a	5.76a
Energy	135.61a	147.31a	141.21b	148.61a	155.19a	151.07a	16.08a	6.14a	5.70a
He-man	132.95a	142.03a	137.66c	151.37a	146.96a	143.33a	15.78a	6.23a	5.57a
FA189 自根苗 Self rooted FA189	133.77a	141.07a	133.89c	139.66b	137.94b	117.16b	13.58b	6.42a	4.74b

### 3 讨论

从结果可以看出, 3 种抗性砧木与 FA189 完全亲和, 嫁接对植株的光合作用及果实的可溶性固形物含量没有影响。但是嫁接影响了植株的前期生长, 使植株的生长发育延迟, 这与人 (高玉英等, 2002; 寿伟林等, 2003) 的研究结果相一致, 所以在生产上为了使嫁接番茄与常规栽培番茄同期上市, 需提前播种育苗, 以消除嫁接愈合对生育期延迟的影响。3 种抗性砧木的运用取得了根结线虫很好的控制效果, 植株生长旺盛, 果实大, 产量增加。

嫁接作为克服连作障碍的有效措施, 不但能有效地防治根结线虫病, 减少农药的使用, 降低农药残留的危害; 而且还能够延长番茄的采收期, 达到高产、高效、增加收益的目的。所以应用抗性砧木进行嫁接是番茄防病、优质、高产的最为有效的途径。在目前我国番茄抗性砧木比较稀缺的情况下, 一要加快国外优质抗性砧木的引进和利用, 二要加快我国自主抗性砧木的选育工作, 更好地为我国的蔬菜生产服务。

### References

- Feng Zhi-xin. 2001. Plant nematode. Beijing: China Agricultural Press: 101-102. (in Chinese)
- 冯志新. 2001. 植物线虫学. 北京: 中国农业出版社: 101-102.
- Gao Yu-ying, Song Yu-chen, Men Guo-qiang. 2002. Contrast experiment between grafted and self-rooted tomato. Liaoning Agricultural Sciences, 2: 53. (in Chinese)
- 高玉英, 宋玉琛, 门国强. 2002. 番茄嫁接苗与自根苗的对比试验. 辽宁农业科学, 2: 53.
- Guan Mei-zhi, Fan Shuang-xi, Wang Shao-hui, Qin Yong, Gao Jie. 2005. Effect of different root stocks on the growth characteristics and resistance to disease of tomato growing under solar greenhouse. Acta Horticulturae Sinica, 32 (2): 287. (in Chinese)
- 关美芝, 范双喜, 王绍辉, 秦勇, 高洁. 2005. 日光温室嫁接番茄生长特性及抗病性研究. 园艺学报, 32 (2): 287.
- Morra L, Mennella G, D'amore R. 1992. Grafting of aubergine (*Solanum melongena* L.) as a method of control against soil pathogens and yield increase. II. contribution. Colture Protette, 21 (12): 85-93.
- Shou Wei-lin, Dong Wen-qi, Chen Jie, Xu Zhi-hao, Zhou Sheng-jun, Dai Dan-li, Lei Juan-li. 2003. Effect of different grafting methods on growth characteristics of tomato. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences, 4: 163-165. (in Chinese)
- 寿伟林, 董文其, 陈杰, 徐志豪, 周胜军, 戴丹丽, 雷娟利. 2003. 不同砧木品种嫁接方法对番茄生长发育的影响. 浙江农业科学, 4: 163-165.