

# 不同砧木嫁接对番茄产量、品质及南方根结线虫防治效果的影响

陈振德<sup>1</sup> 王佩圣<sup>1</sup> 周英<sup>1</sup> 吉玉玲<sup>2</sup> 梁朋<sup>1,3</sup> 万宗君<sup>1,4</sup> 郝俊杰<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>青岛市农业科学研究院, 山东青岛 266100; <sup>2</sup>青岛市种子站, 山东青岛 266071; <sup>3</sup>西南大学园林园艺学院, 重庆 400716; <sup>4</sup>青岛农业大学园林园艺学院, 山东青岛 266109)

**摘要:**以不同番茄砧木为试材,研究了不同砧木嫁接对番茄产量、品质及南方根结线虫防治效果的影响。结果表明:6种砧木嫁接对番茄南方根结线虫的防治效果均在98.6%以上,高抗根结线虫。采用抗性砧木嫁接,番茄产量比自根对照提高15.4%~19.4%;砧木嫁接对接穗番茄果实可溶性蛋白、可溶性固形物和可滴定酸含量没有明显影响,但可溶性糖、VC、番茄红素和硝酸盐含量大多低于自根对照。从综合结果来看,采用抗性砧木果砧1号和特路丝进行嫁接栽培,对南方根结线虫具有很好的防治效果,对番茄品质影响较小,产量较高。

**关键词:**砧木嫁接;番茄;南方根结线虫;产量;品质;防治效果

中图分类号:S436.412.2<sup>9</sup> 文献标识码:A 文章编号:1000-6346(2012)10-0083-05

## Effects of Different Resistant Rootstocks on Yield and Quality of Grafted Tomato and Control Effects of *Meloidogyne incognita*

CHEN Zhen-de<sup>1</sup>, WANG Pei-sheng<sup>1</sup>, ZHOU Ying<sup>1</sup>, JI Yu-ling<sup>2</sup>, LIANG Peng<sup>1,3</sup>, WAN Zong-jun<sup>1,4</sup>, HAO Jun-jie<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Qingdao Academy of Agricultural Sciences, Qingdao 266100, Shandong, China; <sup>2</sup>Seed Management Station of Qingdao, Qingdao 266071, Shandong, China; <sup>3</sup>College of Horticulture and Landscape, Southwest University, Chongqing 400716, China; <sup>4</sup>College of Horticulture and Landscape, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, Shandong, China)

**Abstract:** Taking different tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) stocks as materials, this experiment studies the effects of different graft stocks on tomato yield, quality and control effects on *Meloidogyne incognita*. The results indicated that after grafted to tomato, the control effects on *Meloidogyne incognita* of 6 stocks were all above 98.6%. Especially they were high resistant to root-knot nematode. Compared with own-rooted, the yields of tomato grafted with resistant rootstocks could increase by 15.4%-19.4%. Rootstock grafting had no influence on soluble protein, soluble solid, titrable acid content of tomato fruits, whereas the contents of soluble sugar, VC, lycopene and nitrate were mostly lower than the own-rooted contrast. Judging from the combined results, using 'Guozhen No. 1' and 'Telusi' as resistant rootstocks, the grafted tomato plants have good controlling effect on southern root-knot nematode, and these 2 rootstocks have very little influence on tomato quality, but have higher

收稿日期:2012-03-12;接受日期:2012-04-05

基金项目:青岛市科技支撑计划项目(09-1-1-80-nsh)

作者简介:陈振德,男,研究员,专业方向:蔬菜生理与食品安全, E-mail: qdczd@tom.com

yield potential.

**Key words:** Rootstock grafting; Tomato; Southern root-knot nematode; Yield; Quality; Control effect

随着设施蔬菜面积的迅速增加和复种指数的不断提高,根结线虫的为害日趋加重。番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)是对根结线虫比较敏感的蔬菜作物之一,为害山东设施蔬菜的根结线虫主要种群为南方根结线虫(*Meloidogyne incognita*)(赵洪海等,2003;樊颖伦等,2009)。生产上通常采用种植抗根结线虫的品种(张芸等,2006;王新荣等,2009;白春明等,2010;陈振德等,2010)和施用化学农药(曹劫程等,2006;冯明祥等,2007;王佩圣等,2007;刘晓芸等,2010)进行防治,也有采用真菌代谢物或发酵液防治番茄根结线虫的研究报道(孙建华等,2002;方治等,2010)。近年来,韩利芳等(2006)、董道峰等(2007)报道,国外引进的砧木嫁接番茄可有效防治根结线虫;采用北农茄砧与粘毛茄嫁接番茄,能明显提高对根结线虫的抗性(王绍辉等,2008)。邓莲等(2007)评价了从国内外引进的9种番茄砧木对南方根结线虫的田间抗性,认为有5种砧木材料可作为抗南方根结线虫的砧木用于研究与示范。虽然以往的研究对砧木嫁接番茄抗根结线虫的报道较多,但主要集中在国外引进砧木的抗性评价方面,而有关砧木嫁接对番茄南方根结线虫的防治效果及产量和品质影响的研究尚少。本试验采用接种2龄幼虫的方法,研究不同砧木嫁接对番茄产量、品质及南方根结线虫防治效果的影响,以期在生产上应用抗性砧木提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验在青岛市农业科学院综合试验场进行,2011年4月5日将番茄砧木和接穗分别播种在72孔育苗穴盘中,5月2~5日采用斜接套管法嫁接,5月10日将嫁接苗移入营养钵中,5月12日接种线虫,5月19日定植。以欧美园为接穗品种,选择6个砧木品种进行比较试验(表1)。为了消除嫁接愈合对生育期的延迟,保持生长发育的一致性,接穗品种欧美园也进行一次自根嫁接。番茄种植在塑料大棚中,每小区种植32株,小区面积8.4 m<sup>2</sup>,3次重复。在整地做畦前,每棚(面积320 m<sup>2</sup>)施入八福仙有机肥150 kg(有机质≥50%,养分≥12%,其中N 6%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2%、K<sub>2</sub>O 4%),复合肥50 kg(N 15%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 15%, K<sub>2</sub>O 15%)。

表1 供试番茄砧木品种名称及来源

编号	品种名称	来源	编号	品种名称	来源
1	果砧1号	北京市农林科学院蔬菜研究中心	5	布鲁斯特	山东寿光华信种业公司
2	401	山东寿光信誉菜种部	6	砧木1号	青岛市农业科学院蔬菜研究所
3	大红FA-2160	山东寿光信誉菜种部	7	欧美园	西安北斗种苗有限公司
4	特路丝	山东寿光金利种苗有限公司			

供试根结线虫为南方根结线虫,在田间取被根结线虫侵染的番茄根,按照泰勒和萨塞(1983)的方法经单卵块纯化,通过会阴花纹形态识别鉴定后,先接种到用无菌土盆栽的易感线虫品种欧美园的根际,生长50 d后待番茄根系出现明显根瘤时取出根系,采用刘维志(2002)的方法从番茄根部分离南方根结线虫的卵,在恒温箱里孵化,随时进行观察,3~4 d待卵孵化成2龄幼虫后,计数备用。用蒸馏水将根结线虫的浓度调整为每毫升1 000条。

### 1.2 接种

选取嫁接成活后生长一致的番茄植株,于5月12日用培养好的2龄幼虫进行接种,在植株

的根际用打孔器打孔 (每盆 3 孔, 深度为 3 cm), 每孔接种浓度为  $1\ 000\ \text{条} \cdot \text{mL}^{-1}$  的线虫溶液 1 mL, 每株接种 3 000 条。接种后的温度控制在  $15 \sim 25\ ^\circ\text{C}$ 。自根苗和自根嫁接苗的接种处理同砧木嫁接苗。

### 1.3 病情分级

在番茄拉秧时, 按处理将每小区的所有番茄植株的根系全部挖出, 调查病级, 计算病情指数和防治效果。根结线虫病的病情分级采用肖炎农等 (2000) 的分级标准: 0 级, 根系健康, 无根结; 1 级, 有少量根结, 占全根系  $1\% \sim 25\%$ ; 2 级, 根结数量中等, 占全根系  $26\% \sim 50\%$ ; 3 级, 根结数量很多, 占全根系  $51\% \sim 75\%$ ; 4 级, 根结数量特多且大, 占全根系  $76\% \sim 100\%$ 。

病情指数 =  $\sum (\text{各级病株数} \times \text{相对应级别数}) / (\text{调查总株数} \times \text{最高级值}) \times 100$

防治效果 (%) =  $(\text{对照病情指数} - \text{处理病情指数}) / \text{对照病情指数} \times 100\%$

### 1.4 番茄产量及果实品质测定

每次采收番茄时, 按小区分别测产, 计算每  $667\ \text{m}^2$  产量。

在番茄第 2 穗果采收时, 每重复随机采收 6 ~ 8 个果, 用于测定果实品质。可溶性蛋白含量测定采用考马斯亮蓝法 (李合生, 2000), 可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法 (赵世杰等, 2002), 硝酸盐含量测定采用水杨酸比色法 (赵世杰等, 2002), VC 含量测定采用 2, 4-二硝基苯肼比色法 (GB/T 5009.86-2003), 番茄红素含量测定采用 GB/T 14215-1993 的测定方法, 可滴定酸含量测定采用 GB 12293-1990 的测定方法, 可溶性固形物含量测定采用折射仪法 (GB 12295-1990)。

### 1.5 数据处理

试验数据处理利用 Microsoft Excel 软件和 DPS2000 数据处理系统完成。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同砧木嫁接对番茄南方根结线虫的防治效果

在接种根结线虫的条件下, 采用抗性砧木嫁接显著提高了接穗番茄品种对南方根结线虫的抗性, 提高了防治效果。供试的 6 种抗性砧木对根结线虫的防治效果均达到 98.6% 以上, 说明砧木嫁接显著提高了接穗番茄抗南方根结线虫的能力。以砧木 1 号和特路丝为砧木的病情指数为 0, 表现出对南方根结线虫的高抗能力 (表 2)。

表 2 不同砧木嫁接对番茄南方根结线虫的防治效果

砧穗组合	病情指数	与自根比 防治效果/%	与自根嫁 接比 防治效果 /%
欧美园 (自根对照)	94.34 ± 3.38 a	—	—
欧美园/欧美园	93.45 ± 4.02 a	0.9	—
欧美园/401	0.45 ± 0.77 b	99.5	99.5
欧美园/果砧 1 号	0.15 ± 0.26 b	99.8	99.8
欧美园 / 大红 FA-2160	1.34 ± 2.32 b	98.6	98.6
欧美园/特路丝	0	100.0	100.0
欧美园/砧木 1 号	0	100.0	100.0
欧美园/布鲁斯特	1.34 ± 1.34 b	98.6	98.6

注: 表中同列数据后不同小写字母表示差异显著 ( $\alpha=0.05$ ); 下表同。

## 2.2 不同砧木嫁接对番茄产量的影响

试验结果表明(表3),采用不同砧木嫁接对番茄接穗品种的产量均有明显的提高。与不嫁接的自根对照相比,砧木嫁接可提高番茄产量5.5%~19.4%;若与自根嫁接对照相比,产量增加9.4%~13.2%。供试6种砧木中产量增加最多的为特路丝和果砧1号,其次是401和布鲁斯特。从表3还可以看出,同为番茄接穗品种,在接种南方根结线虫的条件下,欧美园嫁接比不嫁接产量高,增产5.5%,这可能与嫁接刺激番茄植株生长有关。

## 2.3 不同砧木嫁接对番茄品质的影响

番茄品质测定结果表明(表4),砧木嫁接对接穗番茄果实的可溶性蛋白、可溶性固形物和可滴定酸含量没有明显影响,但对接穗番茄果实的可溶性糖、VC、番茄红素和硝酸盐含量都产生了不同程度的影响。砧木嫁接后,接穗番茄果实可溶性固形物含量与自根对照相差不多,其中特路丝和布鲁斯特嫁接的略高于自根对照,401和大红FA-2160嫁接的较低,差异不显著。嫁接番茄果实可溶性糖含量明显低于自根对照,降低最多的是砧木1号,比自根对照降低26.2%,其次是大红FA-2160,减少17.5%;可溶性糖含量降低最少的是果砧1号,仅比自根对照减少2.6%。除布鲁斯特嫁接的番茄果实可滴定酸含量略高于自根对照外,其余砧木嫁接的均接近或低于自根对照。砧木嫁接的番茄果实VC含量大多降低,其中砧木1号嫁接的比自根对照减少12.3%,仅大红FA-2160嫁接的VC含量略高于自根对照。砧木嫁接大多能够降低番茄果实硝酸盐含量,其中特路丝降低的最多,比自根对照减少13.9%,但布鲁斯特略有增加,提高了2.4%。砧木嫁接对接穗番茄果实番茄红素的影响与VC、硝酸盐的趋势相同,多数表现为降低,仅果砧1号略有增加,比自根对照提高0.3%。

与不嫁接的自根对照相比,欧美园自根嫁接对番茄果实的品质易产生负面影响,其中可溶性糖含量降低14.9%。

表3 不同砧木嫁接对番茄产量的影响

砧穗组合	产量 kg · (667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>	比自根 增产 /%	比自根 嫁接 增产 /%
欧美园(自根对照)	4 085.1 ± 32.9 c	—	—
欧美园/欧美园	4 308.0 ± 118.5 bc	5.5	—
欧美园/401	4 797.8 ± 326.8 ab	17.4	11.4
欧美园/果砧1号	4 862.2 ± 477.1 ab	19.0	12.9
欧美园/大红FA-2160	4 712.6 ± 356.6 ab	15.4	9.4
欧美园/特路丝	4 876.8 ± 402.6 a	19.4	13.2
欧美园/砧木1号	4 732.5 ± 415.7 ab	15.8	9.9
欧美园/布鲁斯特	4 786.5 ± 209.9 ab	17.2	11.1

表4 不同砧木嫁接对番茄品质的影响

砧穗组合	可溶性固	可滴定	可溶性	可溶性	VC	番茄红素	硝酸盐
	形物/%	酸/%	蛋白/%	糖/%	mg · kg <sup>-1</sup>	mg · kg <sup>-1</sup>	mg · kg <sup>-1</sup>
欧美园(自根对照)	4.55 ± 0.27 a	0.43 ± 0.04 a	0.71 ± 0.01 a	3.02 ± 0.36 a	441.5 ± 40.5 a	38.76 ± 1.25 a	188.30 ± 10.68 ab
欧美园/欧美园	4.38 ± 0.49 a	0.40 ± 0.07 a	0.72 ± 0.08 a	2.57 ± 0.27 ab	445.1 ± 11.1 a	37.96 ± 4.75 ab	166.08 ± 12.29 ab
欧美园/401	4.33 ± 0.10 a	0.39 ± 0.03 a	0.71 ± 0.03 a	2.72 ± 0.13 ab	409.5 ± 16.1 ab	35.57 ± 0.88 ab	189.59 ± 17.20 a
欧美园/果砧1号	4.52 ± 0.32 a	0.39 ± 0.05 a	0.71 ± 0.04 a	2.94 ± 0.19 a	411.6 ± 27.4 ab	38.87 ± 0.34 a	182.69 ± 15.92 ab
欧美园/大红FA-2160	4.40 ± 0.31 a	0.43 ± 0.01 a	0.73 ± 0.04 a	2.49 ± 0.43 ab	445.5 ± 34.9 a	35.72 ± 1.92 ab	180.70 ± 8.99 ab
欧美园/特路丝	4.61 ± 0.16 a	0.43 ± 0.03 a	0.71 ± 0.01 a	2.60 ± 0.40 ab	406.1 ± 7.3 ab	34.95 ± 2.01 b	162.05 ± 14.95 b
欧美园/砧木1号	4.47 ± 0.03 a	0.40 ± 0.05 a	0.70 ± 0.01 a	2.23 ± 0.23 b	387.3 ± 6.1 b	34.79 ± 1.24 b	177.72 ± 23.43 ab
欧美园/布鲁斯特	4.63 ± 0.08 a	0.46 ± 0.05 a	0.71 ± 0.05 a	2.53 ± 0.36 ab	411.6 ± 21.7 ab	38.32 ± 1.22 ab	192.87 ± 18.01 a

## 3 结论与讨论

本试验结果表明,采用抗性砧木嫁接能显著提高嫁接番茄对南方根结线虫的抗病能力,田间防治效果达98.6%以上,且砧木嫁接能明显提高番茄产量,这与郑长英等(2004)和张慎璞等(2009)的研究结果基本一致,但砧木嫁接对接穗番茄果实品质影响的研究结果不尽相同。本试验中,不同砧木嫁接对接穗番茄果实的可溶性蛋白、可溶性固形物和可滴定酸含量没有明

显影响,但对可溶性糖、VC、番茄红素和硝酸盐含量有一定的影响。如:砧木嫁接番茄果实可溶性糖含量明显低于自根对照,其中降低最多的是砧木1号,高达26.2%;降低最少的是果砧1号,仅减少2.6%。砧木嫁接番茄果实VC、硝酸盐和番茄红素含量与自根对照相比,大多数表现为降低,其中果砧1号嫁接番茄的番茄红素含量比自根对照略有增加。而多数报道认为,砧木嫁接对番茄品质没有影响(郑长英等,2004;董道峰等,2007;张慎璞等,2009)。本试验结果与前人不尽一致,可能是所选用的砧木品种间存在差异。

综合不同砧木嫁接对番茄产量、品质及南方根结线虫防治效果的影响,果砧1号和特路丝嫁接的番茄产量最高,对番茄品质的负面影响相对较小,具有很强的抗南方根结线虫能力,建议在南方根结线虫发病严重的设施蔬菜区推广应用。

#### 参考文献

- 白春明,段玉玺,陈立杰,刘铁飞,朱晓峰. 2010. 番茄品种对南方根结线虫的抗性评价. 中国蔬菜, (6): 33-37.
- 曹焯程,褚世海,郭美霞,张文吉. 2006. 一种潜在的溴甲烷土壤消毒替代品——异硫氰酸烯丙酯. 农药, 45 (7): 461-462.
- 陈振德,王佩圣,周英,吉玉玲. 2010. 筛选抗南方根结线虫的番茄品种. 中国蔬菜, (18): 56-59.
- 邓莲,赵灵芝,刘丽英,任华中. 2007. 抗南方根结线虫不同番茄砧木田间综合评价. 中国蔬菜, (6): 13-16.
- 董道峰,曹志平,王秀徽,胡菊, Gullino M L. 2007. 抗根结线虫砧木对番茄生长及产量的影响. 园艺学报, 34 (5): 1305-1308.
- 樊颖伦,张维国,吕山花,高信岩,刘立科. 2009. 山东保护地蔬菜根结线虫种类鉴定. 华北农学报, 24 (s): 262-264.
- 方治,彭德良,李建洪. 2010. 3株真菌发酵液对番茄根结线虫的防治效果. 华中农业大学学报, 29 (4): 440-443.
- 冯明祥,王佩圣,姜瑞德,王继青,程星,张涛. 2007. 农药混用进行土壤消毒防治番茄根结线虫技术研究. 农业环境科学学报, 26 (s): 643-646.
- 韩利芳,曹志平,董道峰,王秀徽. 2006. 番茄砧木及品种对南方根结线虫的抗性鉴定. 园艺学报, 33 (5): 1099-1102.
- 李合生. 2000. 植物生理生化实验原理和技术. 北京: 高等教育出版社: 182-184.
- 刘晓芸,王彩芬,臧少先,安信伯,李德新. 2010. 几种杀线虫剂对番茄根结线虫的田间药效试验. 北方园艺, (14): 156-158.
- 刘维志. 2002. 植物病原线虫学. 北京: 中国农业出版社: 414-415.
- 孙建华,宇克莉,陈宏,彭德良. 2002. Sr18 真菌代谢物防治番茄根结线虫病研究. 华北农学报, 17 (1): 119-123.
- 泰勒 A L, 萨塞 J N. 1983. 植物根结线虫(生物学、分类鉴定和防治)//杨宝君,曾大鹏译. 北京: 科学出版社: 87-91.
- 王佩圣,刘岐茂,冯明祥,王继青,程星. 2007. 3种杀线虫剂对番茄根结线虫的防治效果. 中国蔬菜, (10): 28.
- 王绍辉,孔云,杨瑞,程继鸿,司力娜,赵金芳. 2008. 嫁接番茄抗根结线虫砧木筛选及抗性研究. 中国蔬菜, (12): 24-27.
- 王新荣,郑静君,汪国平,邓名荣,胡月清,廖金铃. 2009. 华南地区主要番茄品种对南方根结线虫的抗性评价. 植物保护, 35 (1): 124-126.
- 肖炎农,王明祖,付艳平,曾凡涛. 2000. 蔬菜根结线虫病病情分级方法比较. 华中农业大学学报, 19 (4): 336-338.
- 张慎璞,梁新安,杨红丽,简恒,王希娥. 2009. 抗根结线虫番茄砧木品种的选育. 中国蔬菜, (16): 74-77.
- 张芸,郑建秋,师迎春,陈连武,王志杰,沈国印,崔晓英,史桂荣,何强,简恒,肖长涛. 2006. 番茄抗根结线虫病品种筛选. 中国蔬菜, (10): 23-24.
- 赵洪海,袁辉,武侠,刘维志. 2003. 山东省根结线虫的种类与分布. 莱阳农学院学报, 20 (4): 243-247.
- 赵世杰,史国安,董新纯. 2002. 植物生理学实验指导. 北京: 中国农业科学技术出版社: 40-41, 84-85.
- 郑长英,曹志平,陈国康,陈云峰,杨杭. 2004. 抗根结线虫砧木嫁接对番茄生长及产量的影响. 中国蔬菜, (4): 37-38.

## 欢迎订阅 2013 年《植物保护》

《植物保护》创刊于1963年,由中国科协主管,中国植物保护学会和中国农业科学院植物保护研究所主办。是全国中文核心期刊、中国科技核心期刊、RCCSE中国核心学术期刊,已被《CAB》、美国《化学文摘》、《中文科技期刊数据库(全文版)》、《中国期刊全文数据库》、《中国知识资源总库(中国科技期刊精品数据库)》、《中国科技期刊数据库》等收录。

**报道内容:**有关植物病理、农林业昆虫、杂草及鼠害等农作物有害生物、植物检疫、农药等植物保护各学科研究论文和具有创新性、实用性技术成果文章。

**栏目设置:** 专论与综述、专家视角、研究报告、研究简报、调查研究、基础知识、实验方法与技术、技术与应用、有害生物动态等。

**读者对象:** 农林业科研院所研究人员、高等院校相关专业教师及研究生、各级植保科技人员、农药研究与生产人员、植物医生、农技干部等。

**发行和订阅:** 双月刊, 大16开, 176页, 每期订价30元, 全年180元。国内邮发代号2-483, 全国各地邮局均可订阅。国外由中国国际图书贸易总公司发行, 发行代号BM450。直接在本刊编辑部订阅, 可享受9折优惠, 全年162元, 若需挂号, 每期另加3元。

**地址:** 北京市海淀区圆明园西路2号中国农业科学院植物保护研究所《植物保护》编辑部

**邮编:** 100193      **电话:** 010-62819059 (兼传真) 62815914

**网址:** www.plantprotection.ac.cn      **E-mail:** zwbh1963@263.net