

# 线虫绝系列番茄砧木的抗病性及嫁接效果研究

梁新安<sup>1</sup>, 梁芳芳<sup>1</sup>, 张慎璞<sup>1</sup>, 简 恒<sup>2</sup>, 杨红丽<sup>1</sup>, 谢克英<sup>1</sup>

(1. 河南农业职业学院, 河南 中牟 451450; 2. 中国农业大学, 北京 100091)

**摘要:** 为获得优良的抗根结线虫番茄砧木, 采用定量接种和田间调查方法鉴定线虫绝系列砧木的抗病性, 结果显示: 线虫绝系列番茄砧木在 26 °C 条件下对根结线虫表现抗病, 而在 33 °C 条件下其抗性降低, 但仍较对照品种金棚 1 号抗病; 田间调查表明, 线虫绝系列砧木较抗根腐病, 对枯萎病抗性差。日光温室嫁接栽培试验中, 线虫绝 1 号、2 号、3 号、4 号砧木嫁接金棚 1 号番茄, 在生长季中株高、茎节数、茎粗表现均优于对照(CK: 不施药自根处理; CK<sub>1</sub>: 施药自根处理), 小区产量分别达到 166.93、159.23、186.91、185.84 kg, 分别比 CK 增产 58.05%、50.76%、76.96%、75.95%, 另外, 3 号、4 号砧木嫁接处理分别比 CK<sub>1</sub> 增产 32.33% 和 31.57%, 均达极显著水平, 且嫁接后不影响番茄品质。利用线虫绝系列砧木进行番茄嫁接栽培具有较高的推广价值。

**关键词:** 番茄; 根结线虫; 砧木; 线虫绝系列; 嫁接; 产量

中图分类号: S436.412 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2014)06-0085-04

## Studies on Disease Resistance and Grafting Effects of Xianchong-jue Tomato Rootstock Series

LIANG Xin-an<sup>1</sup>, LIANG Fang-fang<sup>1</sup>, ZHANG Shen-pu<sup>1</sup>, JIAN Heng<sup>2</sup>, YANG Hong-li<sup>1</sup>, XIE Ke-ying<sup>1</sup>

(1. Henan Vocational College of Agriculture, Zhongmu 451450, China;

2. China Agricultural University, Beijing 100091, China)

**Abstract:** Quantitative inoculation and field investigation were used to indentify disease resistance of Xianchong-jue tomato rootstock series. The results showed that the resistance to root knot nematode of Xianchong-jue tomato rootstock series belonged to resistant class at 26 °C, while their resistance decreased at 33 °C, but still more resistant than the control Jinpeng 1. Field investigation showed that the resistance to root rot disease was better, and to fusarium wilt was relatively lower of Xianchong-jue tomato rootstock series. In the greenhouse cultivation experiment, the plant height, stem node number and stem diameter of Jinpeng 1 grafted on Xianchong-jue 1, 2, 3, 4 tomato rootstocks showed better than the controls(CK: Jinpeng 1 without application of drugs, CK<sub>1</sub>: Jinpeng 1 with application of drug). The plot yields were 166.93, 159.23, 186.91, 185.84 kg, respectively, increased by 58.05%, 50.76%, 76.96% and 75.95% compared with CK. The treatments of Jinpeng 1 grafted on Xianchong-jue 3 and 4 increased the yields by 32.33% and 31.57% compared with CK<sub>1</sub> respectively, and the differences were both significant at 1% level. Grafting operation did not affect the quality of tomato fruit. It was of great value to promote the cultivation pattern of grafting using Xianchong-jue tomato rootstock series in tomato cultivation.

**Key words:** tomato; root-knot nematode; rootstock; Xianchong-jue series; grafting; yield

收稿日期: 2013-12-29

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(nyhyzx07-050-13)

作者简介: 梁新安(1965-), 男, 河南新密人, 副教授, 主要从事蔬菜栽培及育种方面的教学与科研工作。

E-mail: hnnxla@163.com

目前,番茄生产中根结线虫危害猖獗,严重影响了番茄产量和品质<sup>[1-3]</sup>,而化学防治根结线虫会带来严重的环境和产品污染,随着无公害生产的要求,化学农药在番茄等蔬菜上的使用越来越受到限制<sup>[4]</sup>。为了解决这一问题,笔者经过 4 a 多时间,利用杂种优势育种途径培育出了番茄杂交砧木材料线虫绝 1、2、3、4 号,本试验对线虫绝系列番茄砧木材料的抗病性、嫁接效果进行研究,以期为番茄抗病品种选育和高产栽培提供理论参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

砧木材料选用笔者所培育的线虫绝 1 号、2 号、3 号、4 号;接穗材料采用市售金棚 1 号番茄品种。

### 1.2 试验设计

1.2.1 抗病性研究 将育苗平盘装入配制好的无土基质,培育不带线虫及卵的砧木苗和金棚 1 号幼苗,当砧木苗和金棚 1 号幼苗长至二叶一心期时,定植于 50 穴规格的育苗穴盘内,穴盘装入配制好的无土基质。定植后参考刘维志<sup>[5]</sup>的方法,在每穴内接入根结线虫卵 500 个,放入 26 °C(夜间温度 16 °C,各 12 h)、33 °C(夜间温度 23 °C,各 12 h)人工气候箱内培养 40 d,观察其抗性表现。

在大田中番茄枯萎病、根腐病重病区,选线虫绝 1 号、3 号砧木的嫁接示范田和自根苗田进行随机抽样,调查枯萎病、根腐病的发病状况。

1.2.2 嫁接效果研究 2005 年冬季,利用日光温室进行番茄抗线虫砧木嫁接越冬茬栽培试验,安排在郑州市中牟县大孟镇楼台村进行。嫁接方法采用插接法,设 6 个处理(包括 2 个对照):①线虫绝 1 号作砧木,②线虫绝 2 号作砧木,③线虫绝 3 号作砧木,④线虫绝 4 号作砧木,⑤自根用药,定植时穴施 10% 益舒宝颗粒剂 22.5 kg/hm<sup>2</sup> (CK<sub>1</sub>),⑥自根不用药(CK)。重复 3 次,小区面积 9 m<sup>2</sup> (7.5 m × 1.2 m),双行区,2005 年 8 月 27 日定植,土质为壤土。生长季中调查各处理番茄生长状况(株高、茎节数、茎粗)、果实品质、单果质量及产量。

### 1.3 测定项目和方法

根结线虫分级标准及抗性鉴定方法<sup>[6]</sup>如下:0 级—没有根结;1 级—轻微感染,根结数 10 个以下,根结率小于 10%;2 级—根结明显,根结数 10~50 个,根结率 11%~25%;3 级—根结率 26%~50%;4 级—根结率 51%~75%;5 级—根结率 76%~100%。

$$\text{根结指数} = \frac{\sum(\text{各级病株数} \times \text{相应级值})}{\text{调查总病株数} \times \text{最高级值}} \times 100。$$

抗病:根结指数 ≤ 5;中抗:5 < 根结指数 ≤ 10;中感:10 < 根结指数 ≤ 20;感病:根结指数 > 20。

单果质量为全生育期内实收果实质量与实收果实个数的比值<sup>[7]</sup>;可溶性固形物用手持测糖仪测定;可滴定酸度用滴定法进行测定<sup>[8]</sup>;产量为各处理实收产量。

## 2 结果与分析

### 2.1 线虫绝系列砧木抗病性测定结果

通过 40 d 的培养和观察发现,在 26 °C 人工气候箱内培养的砧木苗线虫绝 1 号根结指数为 0,线虫绝 2 号、3 号和 4 号根结指数分别为 4.1、3.8、3.2;而金棚 1 号幼苗根结指数则为 94.0。在 33 °C 人工气候箱内培养的线虫绝系列砧木苗根结指数分别为 28.0、29.0、26.0、24.6,而金棚 1 号幼苗根结指数为 73.7(表 1)。因此,线虫绝系列番茄砧木在 26 °C 条件下对根结线虫表现抗病,而在 33 °C 条件下表现为感病,但与目前栽培品种相比,仍具有较高的抗性。

大田调查表明,线虫绝系列砧木对番茄枯萎病抗性较差,但是对番茄根腐病抗性较强,发病率远低于自根苗(表 2)。

表 1 不同番茄材料在不同温度下对根结线虫的抗性表现

| 材料         | 温度/°C | 根结指数 | 抗性 |
|------------|-------|------|----|
| 线虫绝 1 号    | 33    | 28.0 | 感病 |
|            | 26    | 0    | 抗病 |
| 线虫绝 2 号    | 33    | 29.0 | 感病 |
|            | 26    | 4.1  | 抗病 |
| 线虫绝 3 号    | 33    | 26.0 | 感病 |
|            | 26    | 3.8  | 抗病 |
| 线虫绝 4 号    | 33    | 24.6 | 感病 |
|            | 26    | 3.2  | 抗病 |
| 金棚 1 号(CK) | 33    | 73.7 | 感病 |
|            | 26    | 94.0 | 感病 |

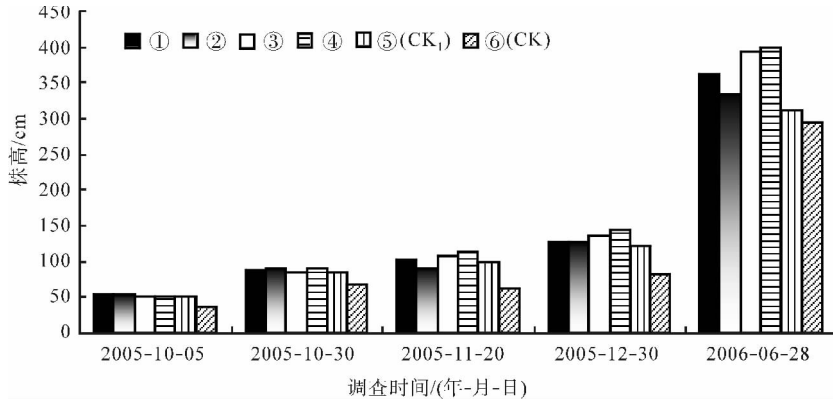
表 2 不同处理对枯萎病和根腐病的抗性

| 病害  | 处理        | 发病率/% |
|-----|-----------|-------|
| 枯萎病 | 线虫绝 1 号嫁接 | 32.08 |
|     | 线虫绝 3 号嫁接 | 33.33 |
|     | 自根苗(CK)   | 48.18 |
| 根腐病 | 线虫绝 1 号嫁接 | 1.77  |
|     | 线虫绝 3 号嫁接 | 0.89  |
|     | 自根苗(CK)   | 23.48 |

### 2.2 线虫绝系列砧木的嫁接效果

2.2.1 株高 从图 1 的调查结果可以看出,定植后 40 d、65 d、85 d 3 次调查,各砧木嫁接处理植株株高明显大于 CK,而与 CK<sub>1</sub> 相比区别不大。这主要是因为嫁接苗抗根结线虫危害,CK 根结线虫危害十分严重,而化学杀线虫剂有效控制了根结线虫危害,CK<sub>1</sub> 受害也较轻。定植后 125 d 和拉秧期(2006 年 6 月 28

日)2 次调查,各砧木嫁接处理植株高度明显高于 CK,而与 CK<sub>1</sub> 相比也有较大区别。分析其原因,嫁接苗除抗根结线虫的危害外,试验中观察到其根系也比自根苗发达(数据未列出),寒冷季节抗低温、高温能力强,所以长势旺盛,植株高大。而 CK<sub>1</sub> 由于生长中后期农药持效期已过,会受到根结线虫危害,影响了植株的生长,与嫁接植株相比株高降低。



调查结果均为 20 株定点株调查平均值,下同;株高为地面到上部叶片最高处的自然株高,其中 2006 年 6 月 28 日拉秧期调查为地面到生长点的高度

图 1 嫁接对番茄株高的影响

2.2.2 茎节数 从图 2 可以看出,定植后 40 d、85 d 2 次调查,各砧木嫁接处理植株茎节数略多于 CK,而与 CK<sub>1</sub> 相比区别不大,其原因可能与植株高度差别原因相同。拉秧期,线虫绝 1、3、4 号嫁接植株茎节数明显多于 CK 和 CK<sub>1</sub>,而线虫绝 2 号与 2 个对照差异不明显,可能是由于线虫绝 2 号砧木后期生长能力差造成的。

查,各砧木嫁接处理植株茎粗明显大于 CK 与 CK<sub>1</sub>,其原因与株高差别原因相似。

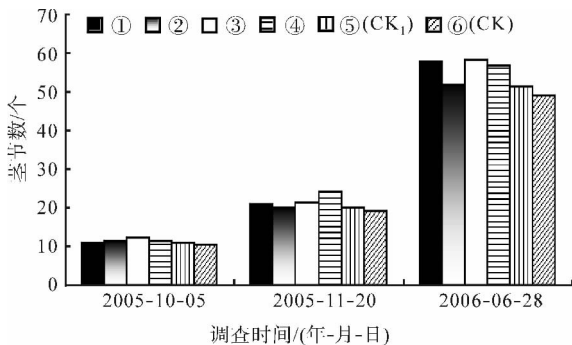
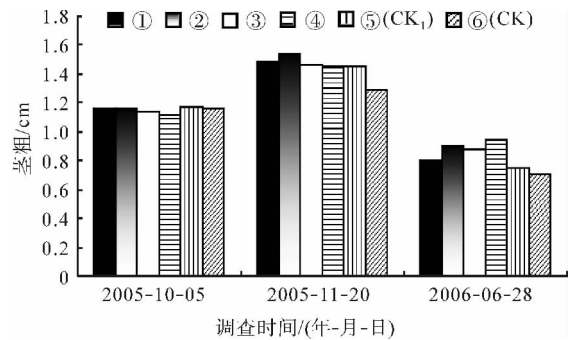


图 2 嫁接对番茄茎节数的影响

2.2.3 茎粗 从图 3 可以看出,定植后 40 d,各砧木嫁接处理植株茎粗与 CK 和 CK<sub>1</sub> 相比区别不大,2 个对照茎粗略大于个别嫁接处理,分析其原因,可能是嫁接时对接穗植株造成伤口,短期内会抑制嫁接植株的生长,从而引起个别嫁接处理茎粗与对照相比偏小。定植后 85 d,各砧木嫁接处理植株茎粗明显大于 CK,而和 CK<sub>1</sub> 相比区别不大;拉秧期调



茎粗为紧靠第一花序上边的茎粗度,其中 2006 年 6 月 28 日拉秧期调查为生长点下 100 cm 处茎粗

图 3 嫁接对番茄茎粗的影响

2.2.4 产量和品质 从表 3 可以看出,2006 年 6 月 28 日拉秧期调查时,线虫绝 3 号、4 号砧木嫁接金棚 1 号番茄产量分别达到 186.91 kg 和 185.84 kg,分别比不施药的自根苗处理(CK)增产 76.96% 和 75.95%,比施药的自根苗处理(CK<sub>1</sub>)增产 32.33% 和 31.57%,均达极显著水平,与线虫绝 1 号、2 号砧木嫁接金棚 1 号番茄相比产量差异均达显著水平;线虫绝 1 号、2 号砧木嫁接金棚 1 号番茄与 CK 相比分别增产 58.05% 和 50.76%,达极显著水平,与 CK<sub>1</sub> 相比分别增产 18.18% 和 12.73%,达显著水平,表明番茄嫁接线虫绝系列砧木后增产效

果显著。测定结果(表 3)表明,番茄嫁接后单果质量显著高于自根苗,而可溶性固形物含量、可滴定酸

度和果形指数与自根苗区别不大,证明采用线虫绝系列砧木嫁接并不影响番茄品质。

表 3 根结线虫危害下嫁接对番茄产量、品质的影响

| 处理                  | 单果质量/g         | 小区产量/kg   | 可溶性固形物含量/% | 可滴定酸度/%      | 果形指数         |
|---------------------|----------------|-----------|------------|--------------|--------------|
| ①                   | 156.28±4.33bAB | 166.93bAB | 5.6±0.23a  | 0.45±0.019b  | 0.930±0.002a |
| ②                   | 158.32±3.97bAB | 159.23bAB | 5.2±0.17b  | 0.48±0.018a  | 0.937±0.002a |
| ③                   | 167.93±5.38aA  | 186.91aA  | 5.3±0.16b  | 0.47±0.017a  | 0.929±0.002a |
| ④                   | 167.06±5.45aA  | 185.84aA  | 5.3±0.18b  | 0.47±0.017a  | 0.928±0.003a |
| ⑤(CK <sub>1</sub> ) | 137.88±5.06cB  | 141.25cB  | 5.3±0.17b  | 0.47±0.018ab | 0.934±0.002a |
| ⑥(CK)               | 123.10±4.77dC  | 105.62dC  | 5.3±0.19b  | 0.46±0.019ab | 0.936±0.003a |

注:表内数据为平均值±标准误;每列数据后不同大、小写字母分别表示差异达 1%和 5%显著水平。

### 3 结论与讨论

研究发现,抗性番茄中存在抗线虫基因(*Mi*)<sup>[9]</sup>,*Mi*基因的存在与否决定了番茄植株是否对根结线虫具有抗性。*Mi*基因具有热不稳定性,高于 28℃时丧失对根结线虫的抗性<sup>[10]</sup>。本研究结果表明,线虫绝系列砧木对根结线虫的抗性在 26℃表现为抗病等级,这与前人研究结果相同<sup>[11]</sup>;在 33℃条件下其抗性有所下降,但与栽培品种金棚 1 号相比仍表现出较强的抗性,这可能是因为番茄中抗线虫基因不只是 *Mi* 基因,还存在其他抗病基因<sup>[12]</sup>。

由于线虫绝系列砧木对番茄枯萎病抗性较差,在番茄枯萎病发生较严重的地区利用线虫绝系列砧木嫁接防根结线虫生产时,应注意加强对枯萎病的预防。

目前生产上利用的抗线虫砧木多数为从国外引进品种,如托鲁巴姆、意大利 SIS-1 系列<sup>[13]</sup>,一方面有知识产权问题,另一方面还存在嫁接亲和力、适应性问题。因此,生产中迫切需要具有自主知识产权,且适应当地栽培的砧木品种。线虫绝系列砧木在嫁接亲和力<sup>[14]</sup>及生长结果等综合嫁接效果方面表现良好,值得在生产中推广利用。

#### 参考文献:

- [1] 刘维志. 植物病原线虫学[M]. 北京:中国农业出版社, 2000:1-2.
- [2] 何淑青,吕继康. 山西省设施蔬菜根结线虫病综合治理

对策[J]. 山西农业科学, 2008, 36(10):35-37.

- [3] 夏道广,赵志强,刘萍英. 番茄根结线虫不同防治技术效果比较研究[J]. 现代农业科技, 2012(17):109-110.
- [4] 赵洪海. 不同番茄品种对根结线虫的感染性测定简报[J]. 莱阳农学院学报, 2004, 41(6):180-181.
- [5] 刘维志. 植物线虫学研究技术[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社, 1995:191-192.
- [6] 邓莲,赵灵芝,刘丽英,等. 抗南方根结线虫不同番茄砧木田间综合评价[J]. 中国蔬菜, 2007(6):13-16.
- [7] 董道峰,曹志平,王秀徽,等. 抗根结线虫砧木对番茄生长及产量的影响[J]. 园艺学报, 2007, 34(5):1305-1308.
- [8] 邹琦. 植物生理生化试验指导[M]. 北京:中国农业科技出版社, 1995:30-32.
- [9] 泰勒 A L, 萨塞 J N. 植物根结线虫(生物学、分类学和防治)[M]. 北京:农业出版社, 1978.
- [10] 王全华,葛晨辉,尹国香,等. 番茄根结线虫病抗病育种研究进展[J]. 莱阳农学院学报, 2001, 8(3):216-220.
- [11] 吴庆丽,王鲜,廖金玲,等. 不同光温条件对马铃薯繁殖根结线虫效果的影响[J]. 植物保护, 2006, 32(6):27-29.
- [12] 彭德良,唐文华. 番茄抗根结线虫 *Mi* 基因研究进展[J]. 沈阳农业大学学报, 2001, 32(3):220-223.
- [13] 郑长英,曹志平,陈国康,等. 抗根结线虫砧木嫁接对番茄生长及产量的影响[J]. 中国蔬菜, 2004(4):37-38.
- [14] 张慎璞,杨红丽,梁新安,等. 线虫绝系列番茄砧木嫁接试验研究[J]. 河南农业科学, 2008(7):81.