

doi:10.11937/bfyy.20171697

山东地区番茄褪绿病毒病的发生规律与综合防控策略

代惠洁^{1,2}, 刘永光², 赵玉翠³, 陈鹏², 竺小平², 赵静¹

(1. 潍坊科技学院 贾思勰农学院, 山东省高校设施园艺重点实验室, 山东 寿光 262700;

2. 山东农业大学 植物保护学院, 山东省蔬菜病虫生物学重点实验室, 山东 泰安 271018;

3. 山东师范大学 历山学院生物与化学学院, 山东 青州 262500)

摘 要:对番茄褪绿病毒发生症状、病原, 发生规律及综合防控等进行全面阐述, 旨在为番茄褪绿病毒防控提供科学指导。

关键词:番茄褪绿病毒; 发生规律; 综合防控

中图分类号:S 436.412 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)24-0211-04

2011年在山东寿光古城镇设施番茄种植基地, 发生一种疑似缺素症状的病害, 当地农户称之为“黄头”。其发病植株表现为发育受阻, 顶部幼叶黄化, 中下部叶片呈现褪绿斑, 叶片变脆易折, 果实变小发白, 商品性降低。最初该病害被认为是营养生理失调症, 并未引起足够重视, 但给番茄种植户带来了巨大损失^[1]。赵黎明等^[2]通过分子检测确定该病害的病原为番茄褪绿病毒(Tomato chlorosis virus, ToCV)。

ToCV首次在美国佛罗里达州被报道^[3], 随后蔓延至西班牙^[4]、意大利^[5]、希腊^[6]、法国^[7]、日本^[8]等全球20多个国家。我国首先在中国台湾检测出ToCV^[9], 自2013年以来, 该病毒迅速扩散, 北京^[10]、山东^[1]、天津^[11]、河北^[12]、河南^[13]、

江苏^[14]等地流行、暴发, 部分地区ToCV的发生率高达100%, 番茄减产10%~40%, 成为我国番茄生产中又一重要病毒病。现对番茄褪绿病毒发生症状、病原, 发生规律及综合防控等进行全面阐述, 以期对番茄褪绿病毒的防控提供参考依据。

1 发生症状

番茄植物在整个生长阶段均能感染ToCV, 尤其在生长早期更易感染。感染植株15~21 d后, 即能表现发病症状, 植株首先从中下部叶片开始发病, 向上和向下2个方向发展, 进而全株系统发病。发病初期症状不明显, 叶片局部可见斑驳失绿; 进一步发展后, 叶脉呈现褪绿黄化, 类似于缺素症, 中上部叶片出现红褐色坏死斑, 下部老叶变脆易折; 发病后期, 整个植株变黄, 活力降低, 叶片逐渐干枯坏死, 坐果率减少, 果实不能正常膨大, 商品价值丧失, 造成严重的经济损失(图1)。

2 病原与寄主范围

ToCV属长线形病毒科(Closteroviridae)毛形病毒属(*Crinivirus*), 其基因组为二分体正单链RNA^[15]。

该病毒寄主范围广, 可侵染茄科(Solanaceae)、菊科(Asteraceae)、苋科(Amaranthaceae)、

第一作者简介:代惠洁(1979-), 女, 博士, 讲师, 现主要从事蔬菜病虫害综合防控等研究工作。E-mail: climsion@126.com.

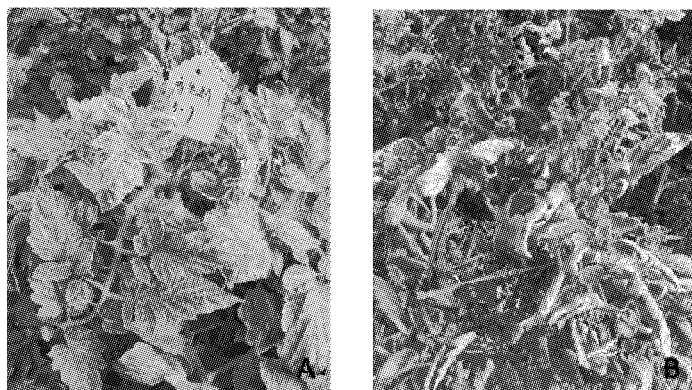
责任作者:赵静(1983-), 女, 博士, 副教授, 现主要从事蔬菜病虫害综合防控等研究工作。E-mail: zhjlovely@163.com.

基金项目:山东省自然科学基金资助项目(ZR2015CQ022); 山东省农业重大应用技术创新课题资助项目。

收稿日期:2017-07-26

番杏科(Aizoaceae)等7科25种植物,其中以番茄(*Solanum lycopersicum*)、辣椒(*Capsicum annuum*)、茄子(*Solanum melongena* L.)等茄科为主要寄主植物^[16-18]。一些观赏性园艺植物和杂

草也检测出 ToCV,如苦菊、百日菊(*Zinnia elegans*)、矮牵牛(*Petunia hybrida*)等^[19-20]。因此,生产上应密切加强对番茄种植区其它作物及杂草的病毒监测。



注:A. 前期症状;B. 后期症状。

Note: A. Early symptoms; B. Late-period symptoms.

图1 番茄感染 ToCV 症状

Fig. 1 Tomato symptoms after ToCV infection

3 传播方式

ToCV 不通过寄主汁液摩擦传播,主要依靠传毒介体烟粉虱(*Bemisia tabaci*)、温室白粉虱(*Trialeurodes vaporariorum*)和纹翅粉虱(*T. abutilonea*)以半持久性方式传播。有研究发现,纹翅粉虱的带毒时间可达5 d,烟粉虱可带毒2 d,温室白粉虱只能带毒1 d,虽然这几种粉虱对 ToCV 的传毒效率有所差异,但都可以进行有效传播^[3,16]。传毒介体种类多,田间防控难度大,使得 ToCV 病害蔓延迅速。

4 发生规律

山东地区番茄种植多采用春、秋两茬栽培模式,春茬番茄一般在1月前后定植。4—6月气温快速回升,雨水偏少,高温干燥的环境有利于粉虱的繁殖,也有利于病毒在寄主体内迅速增殖,是番茄褪绿病毒病的高发期。田间调查发现,2014年6月山东寿光地区的 ToCV 发病率高达100%^[21],这个阶段番茄种植已进入生产后期,因此春茬番茄的经济损失程度要轻些。秋茬番茄一般在7月底或8月初定植,这个阶段气温高、降雨

量减少,前茬番茄粉虱发生严重,温室内极易存在携带 ToCV 的粉虱,而番茄植株处于生长早期,极易感染 ToCV,病毒又进入高发期。设施蔬菜栽培条件使得粉虱能周年发生,是造成 ToCV 暴发的直接原因。

国外的研究表明,ToCV 极易与番茄黄化曲叶病毒(Tomato yellows leaf curl virus, TYLCV)、番茄斑萎病毒(Tomato spotted wilt virus, TSWV)等多种植物病毒发生复合侵染^[22-24]。2013年,我国在山东寿光设施番茄上首次检测到 ToCV 与 TYLCV 的复合侵染^[2],随后天津、河北、江苏等番茄种植区均有报道^[11-12,14]。发生复合侵染的植株,上部叶片黄化变小、皱缩卷曲,叶片变厚;下部叶片脉间褪绿黄化,叶片变厚,老叶脉间坏死,变脆易折,严重时出现坏死斑、叶片向上纵卷;整株番茄矮缩、坐果减少。由于 ToCV 和 TYLCV 发病规律类似,发病时间相同,且均可由烟粉虱传播,因此,这2种病毒复合侵染植株将对我国番茄生产造成更大的经济损失。

5 综合防控

目前国际上还未培育出抗 ToCV 的番茄品

种,也无防治该病害的针对性药剂,只能通过控制毒源、防控粉虱等措施综合防控 ToCV 的发生。综合防控的关键:培育无病无虫健壮苗,加强番茄苗期和生长早期关键时期的管理,全程控制毒源;加强传毒介体监测与防控,切断传播途径。

5.1 农业防控

番茄生长早期极易受到病毒感染,感染后对番茄产量和品质产生严重影响,造成巨大损失,因此,番茄的苗期和开花期是防控病毒的关键时期^[25]。各地种植地区应根据具体情况提前或者延迟定植时间,尽量避开粉虱的高峰期。番茄定植前需彻底清除棚内及周边杂草,切断可能的毒源,有利于番茄褪绿病毒的防控。定植后,加强水肥管理及温湿度控制,提高植株自身抗病能力。高温干燥的天气有利于病毒病的发生,温室内套种玉米可以降低棚内温度,增加湿度,同时这种低温、高湿的环境不利于烟粉虱的繁殖,从而减少番茄褪绿病毒病的传播^[25];根据粉虱对不同寄主植物的趋性不同,温室内种植玉米、烟草等诱集植物,可以减少烟粉虱取食番茄叶片的几率,便于及时集中消灭粉虱,降低病毒发病率。

5.2 物理防控

粉虱成虫具有趋黄性,温室内全程悬挂黄色诱虫板,通过诱虫板上粉虱数量监测室内种群动态,同时起到一定的诱杀作用。定植后,于温室前侧通风口、上通风口处覆盖 60 目以上的遮阳网,温室出入口处挂遮阳网,防止粉虱随人员进入温室。遮阳网在一定范围内可降低棚内温度,促进作物生长,提高抗病能力。

5.3 生物防控

粉虱早期出现时,可利用粉虱的寄生性天敌对其进行防控,在温室内人工释放丽蚜小蜂可有效的控制粉虱的危害。此外,温室内也可释放捕食螨、草蛉等捕食性天敌,对粉虱的防控有明显作用。

5.4 化学防控

采用多种化学措施防控粉虱对 ToCV 的传播,种苗定植前期喷淋 10%吡虫啉可湿性粉剂 2 000 倍液,防止带虫苗进入温室;粉虱出现后,选择合理的杀虫剂进行防控,如 25%噻嗪酮可湿性粉剂 1 500 倍液、10%吡虫啉可湿性粉剂 2 000

倍液、25%噻虫嗪水分散剂 2 500 倍液、1.8%阿维菌素乳油 1 500 倍液等;粉虱数量较大时,采用熏烟剂,防效效果更佳。粉虱容易产生抗药性,注意轮换用药,避免同一种药物重复使用。

番茄生长前期,叶面可以喷施微肥,促使番茄生长,提高植株抗病能力。番茄感染病毒后,可用 NS-83 增抗剂 100 倍液、20%吗呱乙酸铜 1 000 倍液、4%宁南霉素 500 倍液、4%啞肽霉素 500 倍液等药剂喷雾,防止病害进一步蔓延,同时采用病毒钝化剂进一步加强防控效果。

6 小结

近年来,随着番茄褪绿病毒的快速蔓延,该病毒已成为继番茄黄化曲叶病毒之后的又一种重要植物病毒,防控形势非常严峻^[19]。ToCV 主要通过粉虱在发病植株上取食传播,粉虱的发生情况与 ToCV 发病率显著正相关^[21],目前防控粉虱是控制 ToCV 流行的主要措施。生产上,主要利用杀虫剂防控粉虱,但杀虫剂虽然能够有效控制粉虱数量,但不能有效防控病毒病,粉虱在死亡之前已经传播了病毒,因此,粉虱和 ToCV 的防控不能单独依靠某一种防控措施,需要针对病毒病发生的几个主要环节进行农业、物理、生物和化学综合全面的防控。我国对 ToCV 的研究还处在初始阶段,生产上还没有形成经济有效的防控体系,今后需要投入更多精力进行更加深入研究,同时选育抗 ToCV 的番茄新品种已成为防控番茄褪绿病毒的紧要任务。

参考文献

- [1] 刘永光,魏家鹏,乔宁,等. 番茄褪绿病毒在山东暴发及其防治措施[J]. 中国蔬菜,2014(5):67-69.
- [2] 赵黎明,李刚,刘永杰,等. 侵染番茄的番茄褪绿病毒山东泰安分离物的分子鉴定和序列分析[J]. 植物保护,2014,40(5):34-39.
- [3] WISLER G C, LI R H, LIU H Y, et al. Tomato chlorosis virus: A new whitefly-transmitted, phloem limited, bipartite closterovirus of tomato[J]. Phytopathology, 1998, 88(5): 402-409.
- [4] NAVAS-CASTILLO J, CAMERO R, BUENO M, et al. Severe yellowing outbreaks in tomato in Spain associated with infections of tomato chlorosis virus[J]. Plant Disease, 2000, 84: 835-837.
- [5] ACCOTTO G P, VAIRA A M, VECCHIATI M, et al. First

report of tomato chlorosis virus in Italy[J]. *Plant Disease*, 2001, 85(11):1208.

[6] DOVAS C I, KATIS N I, AVGELIS A D. Multiplex detection of criniviruses associated with epidemics of a yellowing disease of tomato in Greece[J]. *Plant Disease*, 2002, 86(12):1345-1349.

[7] DALMON A, BOUYER S, CAILLY M, et al. First report of tomato chlorosis virus and tomato infectious chlorosis virus in tomato crops in France[J]. *Plant Disease*, 2005, 89(11):1243.

[8] HIROTA T, NATSUAKI T, MURAI T, et al. Yellowing disease of tomato caused by tomato chlorosis virus newly recognized in Japan[J]. *Journal of General Plant Pathology*, 2010, 76(2):168-171.

[9] TSAI W S, SHIH S L, GREEN S K, et al. First report of the occurrence of tomato chlorosis virus and tomato infectious chlorosis virus in Taiwan[J]. *Plant Disease*, 2004, 83(3):311.

[10] ZHAO R N, WANG R, WANG N, et al. First report of tomato chlorosis virus in China[J]. *Plant Disease*, 2013, 97(8):1123.

[11] 高利利, 孙国珍, 王勇, 等. 天津地区番茄褪绿病毒的分子检测和鉴定[J]. *华北农学报*, 2015, 30(3):211-215.

[12] 孙国珍, 高利利, 陆文利, 等. 河北省设施番茄褪绿病毒分子检测和鉴定研究[J]. *北方园艺*, 2015(9):95-98.

[13] 胡京昂, 万秀娟, 李自娟, 等. 河南番茄褪绿病毒的分子鉴定[J]. *中国蔬菜*, 2015(12):25-28.

[14] 吴淑华, 李廷芳, 赵文浩, 等. 江苏省番茄黄化曲叶病毒和褪绿病毒复合侵染的分子检测[J]. *园艺学报*, 2016, 43(1):89-99.

[15] WISLER G C, DUFFUS J E, LIU H Y, et al. Ecology and epidemiology of whitefly-transmitted closteroviruses[J]. *Plant Disease*, 1998, 82(3):270-280.

[16] WINTERMANTEL W M, WISLER G C. Vector specificity, host range, and genetic diversity of tomato chlorosis virus[J]. *Plant Disease*, 2006, 90(6):814-819.

[17] FORTES I M, NAVAS-CASTILLO J. Potato, an experimental and natural host of the crinivirus tomato chlorosis virus[J]. *Eur J Plant Pathol*, 2012, 134:81-86.

[18] 周莹, 黄金宝, 乔广行, 等. 北京地区茄子感染番茄褪绿病毒的分子鉴定[J]. *植物保护学报*, 2016, 43(1):168-172.

[19] 周涛, 杨普云, 赵汝娜, 等. 警惕番茄褪绿病毒在我国的传播和危害[J]. *植物保护*, 2014, 40(5):196-199.

[20] KIL E J, LEE Y J, CHO S, et al. Identification of natural weed hosts of tomato chlorosis virus in Korea by RT-PCR with root tissues[J]. *European Journal of Plant Pathology*, 2015, 142(2):419-426.

[21] 代惠洁, 刘永光, 竺晓平, 等. 山东地区Q型烟粉虱对番茄褪绿病毒的传播[J]. *植物保护*, 2016, 43(1):162-167.

[22] GARCIA-CANO E, RESENDE R O, FERNANDEZMUNOZ R, et al. Synergistic interaction between tomato chlorosis virus and tomato spotted wilt virus results in breakdown of resistance in tomato[J]. *Phytopathology*, 2006, 96(11):1263-1269.

[23] DAVINO S, DAVINO M, ACCOTTO G P. A single tube PCR assay for detecting viruses and their recombinants that cause tomato yellow leaf curl disease in the Mediterranean basin[J]. *Journal of Virological Methods*, 2008, 147(1):93-98.

[24] ALFARO-FERNÁNDEZ A, MEDINA V, CORDOBA-SELLES M C, et al. Ultrastructural aspects of tomato leaves infected by tomato torrado virus (ToTV) and co-infected by other viruses[J]. *Plant Pathology*, 2010, 59(2):231-239.

[25] 孔亚丽, 王勇. 保护地番茄褪绿病毒病的发生及其防控措施[J]. *农业科技通讯*, 2016(4):202-203.

Occurrence and Control Strategies of Tomato Chlorosis Virus Disease in Shandong

DAI Huijie^{1,2}, LIU Yongguang², ZHAO Yucui³, CHEN Peng², ZHU Xiaoping², ZHAO Jing¹

(1. College of Jiasixie Agriculture, Weifang University of Science & Technology/Shandong Provincial University Key Laboratory of Protected Horticulture, Shouguang, Shandong 262700; 2. College of Plant Protection, Shandong Agricultural University/Shandong Provincial Key Laboratory for Biology of Vegetable Diseases and Insect Pests, Tai'an, Shandong 271018; 3. School of Applied Chemistry and Biological Technology, Shandong Normal University-lishan College, Qingzhou, Shandong 262500)

Abstract: This study summarized typical symptoms, pathogen, frequency of occurrence and control strategies of tomato yellow leaf curl virus disease, in order to provide a theoretical direction for prevention and control of ToCV disease.

Keywords: tomato chlorosis virus; occurrence; control strategies