

番茄斑萎病毒研究进展

尼秀媚¹, 陈长法², 封立平¹, 吴兴海¹, 徐琼²

(1. 山东出入境检验检疫局, 山东青岛 266001; 2. 青岛出入境检验检疫局, 山东青岛 266001)

摘要 对番茄斑萎病毒(TSWV)的生物学特性、分布、寄生范围、危害症状、传播途径、检测技术研究进展进行了综述,并对今后的研究方向进行了展望。

关键词 番茄斑萎病毒; 危害; 检测技术

中图分类号 S436.412.1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2014)19-06253-03

Research Progress of Tomato Spotted Wilt Virus

NI Xiu-mei et al (Shandong Entry Exit Inspection and Quarantine Bureau, Qingdao, Shandong 266001)

Abstract The research advances of biological characteristics, distribution, parasitism range, damage symptoms, transmission route and detection technique of Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV) were reviewed, the future research was forecasted.

Key words Tomato spotted wilt virus; Harm; Detection technique

番茄斑萎病毒在大丽菊首次发现后,相继从青椒、番茄及许多其他观赏植物分离出该病毒。20世纪90年代末番茄斑萎病毒迅速在世界多地传播,成为对温室中栽培的观赏植物、蔬菜等侵袭最严重的病原之一^[1]。番茄斑萎病毒属于 *Tospovirus* 属,由蓟马传播散布,属于尼亚病毒科,具有广泛寄主范围,能感染超过 82 科 900 种植物^[2]。由于该病毒的寄主广泛性和危害巨大性,笔者对该病毒的分布、寄主、传播途径、检测技术、转基因育种方面研究进展进行了综述,旨在为该病毒的防治与传播控制提供理论依据。

1 生物学特性

病毒粒子呈球型,直径约 85 nm,表面包裹有 1 层膜,膜外层由突起层组成,突起层厚 5 nm,几乎连续。Tas 等^[3]用 SDS-PAGE 测定出 4 种蛋白,相对分子质量分别为 27×10^3 、 52×10^3 、 58×10^3 和 78×10^3 ,含有 4 种结构蛋白,包括:糖蛋白 G1,其分子质量为 78.0 kDa;糖蛋白 G2,其分子质量为 58.0 kDa;蛋白 L,分子质量为 200.0 kDa;外壳蛋白 N,其分子质量为 28.8 kDa。粒子重量的 20%~30% 为脂类,粒子重量的 7% 为碳水化合物,病毒包裹 3 分子线形 ssRNA,其基因组长约 16 600 nt,核酸占病毒粒子总重量的 1%~2%,各基因组 RNA 均由核衣壳蛋白(N)包被,形成拟核衣壳结构,每一双层膜结构内包被 3 个核衣壳。大的 RNA 片段(L)为 8 897 nt,编码 RNA 聚合酶(331 kD),小 RNA 片段(S,2 916 nt)和中等大小 RNA 片段(M,4 821 nt)以反义方式排列,小 RNA 编码核衣壳蛋白(30 kD)及非结构蛋白(NS),mRNA 的互补链编码 G1 和 G2 的前蛋白和一种非结构蛋白(NS),病毒链编码运动蛋白(M,33.6 kD)。粗汁液钝化温度为 40~46 °C (10 min),稀释限点为 2×10^{-3} ~ 2×10^{-2} ,离体病毒的体外存活期为室温下 2~5 h^[4]。

2 分布

番茄斑萎病毒最早发现于澳大利亚^[5],目前在全球多个

气候带的国家和地区广泛分布。早在 20 世纪 30 年代,该病毒已被认为是农作物的重要病毒病原。20 世纪八九十年代,番茄斑萎病毒在美国夏威夷、意大利、南非和巴西的流行曾导致番茄、莴苣等作物近乎绝产。在美国夏威夷、巴西和南非,由于番茄斑萎病毒较高的发生率致使农民放弃生产。在有些年份,夏威夷莴苣作物受番茄斑萎病毒破坏损失达 50%~90%^[2]。由于媒介西花蓟马的发生和扩展,番茄斑萎病毒在多个国家的番茄、银莲花和辣椒中出现破坏性暴发,并在欧洲多个国家的烟草上出现毁灭性流行病害。番茄斑萎病毒也是美国花生生产的严重病害。番茄斑萎病毒是最重要的农作物和观赏植物病毒之一,杂草被该病毒感染时可能成为其越冬寄主,同时为其传播提供初侵染源。

3 寄主范围和危害症状

番茄斑萎病毒的寄主范围广泛,包括 30 多科双子叶植物和 7 科单子叶植物的 100 多种植物可自然感病,汁液接种可传播 50 多科 300 多种植物。茄科、葫芦科、菊科和豆科植物都受害严重。其重要的寄主植物很多,主要经济作物有烟草、马铃薯、番茄、茄、花生、辣椒等。该病毒同时可感染一些常见的杂草,如三叶鬼针草、蒲公英等;系统侵染的寄主有番茄、百日草、烟草和莴苣等;局部侵染的寄主有矮牵牛、心叶烟及黄瓜等^[6]。据报道,该病毒能引起严重的经济损失,番茄斑萎病毒侵染 70 科 900 多种植物,包括粮食、烟草、蔬菜及花卉,因此受到国际植物病理学界的重视^[7]。既使是在同一寄主植物上,因品种、年龄、营养状况和环境条件的不同,番茄斑萎病毒的危害症状也会有很大差异。下面对该病毒在一些观赏植物和重要经济作物上产生的症状进行描述。

3.1 烟草上的症状 番茄斑萎病毒为系统侵染整株发病。病害症状随植株大小、病毒株系、环境条件及烟草品种的不同而不同^[3]。该病毒在幼嫩叶片上引起坏死斑点、斑纹或同心轮纹,有时在叶片上可密布小坏死环,这些环经常合并为大斑,形成不规则坏死区。该病毒与其他坏死病毒病的显著特征差异在于:烟草病株矮化,顶芽萎蔫下垂或向下弯曲,或叶片扭曲,生长不对称。植株感染严重时数周不长,叶片萎

基金项目 山东省科技攻关项目(2011GGB50003)。

作者简介 尼秀媚(1979-),女,山东青岛人,工程师,博士,从事植物病虫害检疫工作。

收稿日期 2014-06-06

焉下垂,最终死亡。染病叶片出现扭曲、皱折或萎蔫症状,失去烘烤价值^[8]。

3.2 凤仙花上的症状 受番茄斑萎病毒感染的凤仙花出现矮化现象,叶片上有褐色叶斑或叶基变为黑色。

3.3 番茄上的症状 染病时幼叶产生小的黑褐色病斑,染病植株的叶片褪绿,变为明黄色,茎部和叶柄出现暗褐色条纹。染病果实的典型症状表现为:果皮产生白色至黄色同心环纹,环中心突起导致果面不平。该病毒的重要诊断特征是在红色成熟果实上有非常明显的明亮黄色环纹。

3.4 花生上的症状 花生发病具加重趋势,花生的发病率在某些地区达90%以上,主要症状为褪绿斑、顶芽坏死等。症状因番茄斑萎病毒分离株的不同而不完全相同,叶片褪绿,芽坏死和植株死亡是典型症状。

3.5 莴苣上的症状 病株发病由一侧叶片开始,叶片发病时产生褪绿并出现褐色斑块,随后中央叶片褪色,最终该侧植株停止生长,产生特征性变形。

4 番茄斑萎病毒传播途径

4.1 病毒传播介体种类和传播特性 *Tospovirus* 属病毒的传播介体为蓟马,世界上蓟马超过5 000种,但只有不到0.2%的蓟马能够传播番茄斑萎病毒^[9]。目前文献报道可传播该病毒的蓟马有12种,分别是西花蓟马(*Frankliniella occidentalis*)、番茄蓟马(*F. schultzei*)、褐花蓟马(*F. fusca*)、禾花蓟马(*F. tenuicornis*)、台湾花蓟马(*F. intonsa*)、佛罗里达花蓟马(*F. bispinosa*)、首花蓟马(*F. cephalica*)、烟蓟马(*Thrips tabaci*)、豆蓟马(*T. setosus*)、*T. palmi*、*T. moultoni*、*Scirtothrips dorsalis*和*F. tenuicornis*,但目前经过多人证实,认为能有效传播番茄斑萎病毒的蓟马种类为上述12种中的前8种^[10],其中西方花蓟马是最主要的传播媒介^[11]。

西花蓟马在25℃条件下可存活12d。在多数情况下,其繁殖高峰期在夏天,但在35℃以上的高温条件下繁殖停止。在-5℃以下的试验条件下,西花蓟马能存活30d。大田试验条件下,在美国东南部地区西花蓟马能在大田里越冬,并继续繁殖。

番茄斑萎病毒以循环增殖型传播方式传播,传播介体一旦携带病毒,则终生带毒。该病毒能在介体昆虫体内以自行复制的方式提高其传播效率^[12]。

西花蓟马的卵、若虫、蛹和成虫4个发育阶段中,只有若虫和成虫阶段才能传毒。西花蓟马若虫取食感病植株时感染病毒,若虫和成虫携带病毒转移取食,可在寄主植物之间传毒^[12]。但西花蓟马获毒只可在若虫阶段,成虫阶段不能获毒。若虫通常需要在染病植株上取食15~30min或者以上时间才能有效获毒;若虫获取该病毒后,无法立即传播,通常需要在西花蓟马体内复制增殖72h以上才能有效传播,携毒西花蓟马的传毒能力可保持22~30d,但不会经卵传到后代^[13]。

4.2 蓟马传毒机制 西方花蓟马若虫取食寄主植物并破坏植物组织后,感染病毒的寄主植物中的病毒粒子首先跟随植物组织汁液进入蓟马若虫口腔,然后到达中肠并侵染中肠,番茄斑萎病毒表面的糖蛋白可保护病毒穿过中肠围食

膜^[14-15]。研究还发现,该病毒在侵染蓟马过程中,病毒外鞘膜糖蛋白必不可少,其进入西方花蓟马中肠之后,与中肠上皮细胞膜上的受体蛋白结合,到达中肠上皮组织。Whitfield等^[16]研究证实病毒包膜糖蛋白GN-S能降低蓟马对斑萎病毒的转移传递,由于病毒自身小RNA编码的非结构性(NSs)蛋白和核衣壳(N)蛋白的作用,使得病毒可以顺利复制。

5 番茄斑萎病毒检测技术

田间检验的标准方法是通过观察病害症状表现,但有时植株带病毒而不表现症状。采用ELISA法可从无症状植株叶片和根部检测出番茄斑萎病毒。目前,已有多种血清学、分子生物学检测技术应用于植物上番茄斑萎病毒的检测^[15,17-19]。在田间病害监测过程中,通常需要确定介体蓟马的带毒状况,在病害流行早期,监测带毒介体蓟马将有利于该病毒病的控制,但因蓟马个体较小,对单头虫体内病毒的检测较困难,许多研究者采用ELISA检测蓟马体内的番茄斑萎病毒^[20]。但Fukuta等^[21]发现蓟马传毒能力和病毒检测结果间相关性较小,采用LAMP、IC/RT-PCR检测菊花植株中的番茄斑萎病,其灵敏度比常规的IC/RT-PCR灵敏度高100倍左右。

为建立可靠、快速和简便的检测单头蓟马的番茄斑萎病毒方法,近些年有研究者对检测技术进行了改进。Masona等^[22]采用RT-PCR检测到蓟马体内的番茄斑萎病;Boonham等^[23]报道了一种灵敏、高通量的检测单个蓟马中番茄斑萎病毒的TaqMan实时荧光RT-PCR技术。此外,还可通过汁液摩擦接种草本鉴别寄主进行检测,常用的鉴别寄主植物有黄瓜、本氏烟、矮牵牛、心叶烟、克利夫兰、长春花、普通烟等。但因许多其他病毒也可侵染上述植物并表现相似症状,对表现症状的植株还需采用血清学和PCR等技术进一步确认病毒种类。

6 讨论

斑萎病毒属病毒是农业生产中重要的植物病毒之一,在自然条件下能侵染辣椒、番茄等多种作物,严重损失产量。目前,对该属病毒的鉴定和检测方法主要有电镜观察、生物接种、分子生物学检测、血清学技术等^[24]。关于西花蓟马获毒和传毒方式、西花蓟马传播病毒的机理、该病毒对西花蓟马和寄主植物作用的研究,国外都取得很大进展,但番茄斑萎病在西花蓟马体内存在方式、病毒包膜糖蛋白GN-S、核衣壳(N)蛋白以及非结构性(NSs)蛋白等作用的机理还有待进一步研究^[25]。近年来,番茄斑萎抗病毒的育种研究发展迅速,在上述多种方法中,以病毒来源基因介导的抗性所取得成就最大,但可能会引起生物安全性问题。植物R基因介导的抗性会随着病菌群体的变化很快丧失,因此只有发现和克隆新的具有广谱抗性和持久抗性的R基因,才能在番茄抗病毒上发挥更有效的作用。

番茄斑萎病毒病对番茄的影响最大,目前虽然是我国进境禁止携带的有害生物之一,但在一些省份已经发生,且有加重趋势。如在我国云南地区,番茄斑萎病毒已经是番茄生产上的头号杀手,对农民造成巨大损失。山东是蔬菜种植

大省,茄科作物种植面积十几万亩,番茄的种植面积又占总种植面积的 1/3 以上,而番茄斑萎病毒的传播介体西花蓟马在山东已经暴发,因此,防止番茄斑萎病毒病侵袭番茄,及时发现并及时防治任务紧迫。

目前山东省出入境检验检疫局在山东番茄上发现疑似番茄斑萎病毒的病株,并采集 20 余份标本,经鉴定不是番茄斑萎病毒,大部分是 ToMV,有的样品没有定论,分析原因可能是由于在 RNA 提取过程中造成 RNA 降解,也可能是在转录操作过程中出现转录不成功的情况,还可能标本所携带的病毒种类不同,有些标本所感染的病毒为还没有开展或者没有进行检测的病毒,因此造成结果不确定的情况。但在番茄上未检测到斑萎病毒,说明番茄斑萎病毒目前在番茄上还未发生。但在采集的 10 份辣椒标本上检测到疑似该病毒病的发生,具体是否为斑萎病毒,还需利用平行的分子方法及接种试验进行进一步鉴定。通过调查结果说明山东蔬菜保护地番茄斑萎病毒的发生存在高风险,需植保等相关农业部门高度重视,加强该病的排查与风险评估,防止在山东发生和蔓延。

番茄斑萎病毒病之所以危害严重,是因为该病毒特殊的生物学特性,能够造成该病毒大暴发的重要习性是该病毒的越冬特性及传播特性。番茄斑萎病毒能够依靠野生品种例如多种杂草进行越冬,而杂草的主要生物学特性是繁殖力强,难于根除,造成该病毒越冬寄主丰富,不会因为寒冷的冬季而降低侵染数量,保证了来年的侵染源。同时该病毒的传播介体是多种蓟马,蓟马的生物学特点是数量大、繁殖速度快、难于防治、迁飞能力强,而且一旦获毒终生带毒,给该病毒的传播提供了良好的介体。同时由于蓟马的活动性,致使该病毒传播距离及传播速度大幅上升,因此易造成短时间内大暴发。

目前番茄斑萎病毒的防治还处于初级阶段,植物病毒病犹如动物的恶性肿瘤,抗病品种是最好的防治办法,就像动物的恶性疾病,预防接种是最好的防治方法,但抗番茄斑萎病毒病抗病品种较稀缺,而且番茄斑萎病毒病侵染寄主种类繁多,对抗病育种提出了严峻考验。目前主要使用的抗病品种还是抗花叶病毒的品种,因此抗病育种迫在眉睫。然而抗病育种目前也遇到问题,一方面抗病育种周期长,耗费人力物力大,另一方面病毒变异速度快,可能 1 个抗病品种栽培几年就会被突变的小种侵染,因此采用多种措施综合防治是防治病毒暴发的最合理的措施。目前,采用综合管理措施也是防止该病暴发的主要措施,如清除越冬寄主、拔出病株病焚烧、扑杀传毒蓟马、早期用药等。

番茄斑萎病毒每年造成的损失根本无法统计,因为作物一旦感染又不能及时防治就会造成绝产,因此目前世界范围内的农业部门与科学家都在进行该病毒的相关生物学、防控措施的研究,我国作为番茄斑萎病毒的非疫区(仅在部分地区发生),应提高警惕,防止该病的大规模入侵与暴发。

防止番茄斑萎病毒病的暴发前期苗木的无毒控制非常关键,现有的检测技术灵敏度逐渐提高,如 HPLC 技术等,因

此进行番茄各个生长周期的无毒控制对于该病的防治具有重要意义。

目前侵染番茄的病毒种类繁多,大概有 20 余种,但其中为害大、分布广、损失严重、难以防控的种类主要有各种花叶病毒(TMV、ToMV)、烟草卷叶病毒、苜蓿花叶病毒、双生病毒病、番茄斑萎病毒等。其中番茄双生病毒病已经在山东暴发,如蔬菜种植大县莱西市、寿光市,对番茄的生产造成巨大危害,也造成重大经济损失。各种花叶病毒病虽然发生较普遍,但目前防控措施与体系较完备,加上抗病品种的应用,因此目前损失是可控的。番茄斑萎病毒作为一种新型入侵病害,一旦发生,造成的损失比目前已经发生的病毒病都要严重,因此防控番茄斑萎病毒病的发生要作为农业部门及植保部门的重要长期任务,同时相关检疫部门也应加强检疫,因为我国目前蔬菜种质资源 90% 依靠进口,因此把好国门也是防止该病发生蔓延的重要举措。只要相关部门高度重视,同时对农民进行基本培训,就可达到较好的防控效果。

参考文献

- [1] 明德南. 番茄斑萎病毒及其传播[J]. 世界热带农业信息, 2008(5): 42-46.
- [2] 吴鑫本. 番茄斑萎病毒的防治与检疫[J]. 现代农业科学, 2008, 15(11): 95-96.
- [3] 方中达. 植物研究方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1979, 20(6): 187-196.
- [4] 裴美云. 中国的植物病毒[M]. 北京: 科学出版社, 1986: 25-26.
- [5] BRITTLEBANK C C. Tomato diseases[J]. Journal of Agriculture, Victoria, 1919, 27: 231-235.
- [6] 谈文. 烟草病理学教程[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995: 8.
- [7] MOMOL M I, OLSON S M, FUNDERBUK J E, 等. 大田栽培中番茄斑萎病毒的综合管理[J]. 蔬菜, 2005(2): 44-46.
- [8] 谈文. 烟草病害诊断与防治[M]. 武汉: 湖北科技出版社, 1985: 87.
- [9] MOUND L A. Thysanoptera: diversity and interactions[J]. Annual Review of Entomology, 2005, 50: 247-269.
- [10] 杨帆, 刘万学, 张国安, 等. 西花蓟马传播番茄斑萎病毒研究进展[J]. 环境昆虫学报, 2011, 33(2): 241-249.
- [11] MOUND L A. The thysanoptera vector species of tospoviruses[J]. Acta Horticulturae, 1996, 431: 299-309.
- [12] JONES D R. Plant viruses transmitted by thrips[J]. European Journal of Plant Pathology, 2005, 113: 119-157.
- [13] NAGATA T, INOUE-NAGATA A K, VAN LENT J, et al. Factors determining vector competence and specificity for transmission of tomato spotted wilt virus[J]. Journal of General Virology, 2002, 83(3): 663-671.
- [14] MORITZ G, KUMM S, MOUND L. Tospovirus transmission depends on thrips ontogeny[J]. Virus Research, 2004, 100: 143-149.
- [15] CHO J J, MAU R F L, HAMASAKI R T, et al. Detection of tomato spotted wilt virus in individual thrips by enzyme-linked immunosorbent assay[J]. Phytopathology, 1988, 78: 1348-1352.
- [16] WHITFIELD A E, ULLMAN D E, GERMAN T L. Tospovirus-thrips interactions[J]. Annu Rev Phytopathol, 2005, 43: 459-489.
- [17] RICE D J, GERM N T L, MAU, R F L, et al. Do t blot detection of Tomato spotted wilt virus RNA in plant and thrips tissues by cDNA clones[J]. Plant Disease, 1990, 74: 274-276.
- [18] ROBERTS C A, DIETZGEN R G, HEELAN L A, et al. Real-time RT-PCR fluorescent detection of tomato spotted wilt virus[J]. Journal of Virological Methods, 2000, 88: 1-8.
- [19] OKUDA M, HANADA K. RT-PCR for detecting five distinct Tospovirus species using degenerate primers and dsRNA template[J]. Journal of Virological Methods, 2001, 96: 149-156.
- [20] BANDLA M D, WESTCOT D M, CHENAULT K D, et al. Use of monoclonal antibody to the nonstructural protein encoded by small RNA of tomato spotted wilt tospovirus to identify viruliferous thrips[J]. Phytopathology, 1994, 84: 1427-1431.

1.4 以外部资本及混合型经济为主导的城镇化路径^[10] 这种模式在长三角、珠三角比较普遍。由于山东各地(市)乡镇企业发展不平衡导致农业利用外部资本在全省各地(市)的分布不平衡,利用资本对农村和农业进行强力整合在山东主要集中在沿海农村。诸如山东省农村利用外资发展较快的市(地),都与一些实力较强的乡镇企业密切相关。如烟台龙大企业集团、龙口冶基实业公司、山东裕鲁实业集团、聊城嘉明企业有限公司等,这些企业规模较大、资金较雄厚、人才较多、技术和管理水平较高等,成为吸引外商投资的载体。这些外来资本进入,弥补了农村经济发展存在的资金和技术等不足,在促进农村工业化和农业产业化的同时,有效地带动了农村农业经济和小城镇的发展。

1.5 以工业园区(功能区)带动的城镇化道路^[11] 工业园区(功能区)为主体的空间成为集聚人口与产业、推动城镇化的有力载体。工业园区和农业现代化相互支撑,是互促互进的新型城镇化发展的道路。邹城市太平镇位于济宁市组团结构大都市中心地带,是内河港口特色产业型小城镇。以工业园区带动的城镇化道路,一方面加快了工业项目和工业园区建设,另一方面加大了太平镇的基础设施和公共服务投资,规划了5大新型社区和两大高效农业园区建设。通过新型农村社区的建设,来推动一部分农民就地、就近转化成为市民,逐步实现了城乡一体化。烟台市提出了以功能区发展带动城镇化,以产业聚集带动人口聚集和土地集中集约利用,以国家级园区、省级园区和县域经济集中区为产业、人口聚集区,以众多的现代农业示范区和生态文明示范区为产业、人口结构优化区,使各类园区依托城镇、反哺农村,使各类园区成为烟台城镇化的领先和优势板块。

1.6 土地征用综合开发型城镇化模式^[12] 土地征用综合开发城市郊区农村土地,是城镇化进程中农民土地征用开发的一条新途径。这种模式面临着诸多的矛盾,其根本问题就是土地与农民,也就是城市化进程中对失地农民的补偿、保障被征地农民的生产生活利益,成为城镇化进程中的突出问题。各地结合本地实际,针对农民与土地之间的矛盾进行了有益的探索,提出了诸如“提高货币补偿”、“土地补偿”、“征地保障”、“政府经营”等探索性方案。土地征用综合开发型城镇化模式,突破了“国家征地、一次补偿、零星出让”的传统模式,是统一规划、统一安置、统一建设、统一招商、统一管理,最大限度地利用资源,保护生态、协调利益关系、降低开

发成本,企业的经济效益和社会效益最终得到了统一。以济南郊区阳光舜城和凤凰城2个项目进行规模成片综合开发为例,作为城市运营商,三联集团不是单纯征用土地实施开发,而是将土地获取与村民安置、区域社会经济发展、环境改善、村民向市民的转化、村民的生活保障、就业发展统筹等问题一并考虑统一解决,化解了失地农民的后顾之忧,有效控制了开发成本,实现了社会效益、环境效益和经济效益的统一,避免了一些城市开发商“只要土地不要人”而导致的种地无田、就业无岗、社保无份“三无”农民的产生。

2 结论与讨论

该研究主要从路径演化的角度研究了山东省农村城镇化发展,系统分析特定的时空发展特点和环境因素,概括了山东省农村城镇化的6种发展路径及其特点,即不同路径选择的差异。山东省城镇化道路应该是一种多元化的模式,用统一的标准和发展路径来制定农村城镇化政策将无法满足不同地域的发展需求。未来的农村城镇化应在实现城乡一体化的同时,使农民能够充分享受人居环境发展和社会进步所带来的积极成果,从而实现城乡的永续与和谐发展。

参考文献

- [1] 马雪婷. 农村城镇化发展模式探究及其实证分析[J]. 中国城市经济, 2012(2): 12.
- [2] 费孝通. 学术自述与反思[M]. 北京: 三联书店, 1996: 144.
- [3] 邵峰. 转型时期山东沿海农村城市化模式及整合[D]. 天津: 天津大学, 2009.
- [4] 江苏全面小康研究课题组. 新苏南模式及其对建设全面小康社会的意义[J]. 江苏社会科学, 2006(2): 207-212.
- [5] 名词解释: 城中村[EB/OL]. (2011-11-05) <http://house.focus.cn/news/2011-11-05/1570740.html>.
- [6] 王娟. 城乡结合部的城市化发展与管理问题探析——以郑州市为例[J]. 现代企业教育, 2006(10): 164-165.
- [7] 城中村[EB/OL]. <http://baike.baidu.com/view/230873.htm>.
- [8] 侯光明, 李金昆. 黄河三角洲创新型城市系统思维: 东营的探索与实践[M]. 北京: 中国经济出版社, 2008: 119-145.
- [9] 张军民, 冀晶娟. “迁村并点”实践中的启示、问题与对策——以山东省兖州市新兖镇寨子中心村建设为例[C]//和谐城市规划. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2007: 2395-2400.
- [10] 范振洪, 李鲁生. 山东省农业利用外资的现状: 问题及对策(上)[J]. 山东农业, 2000(9): 6-7.
- [11] 范振洪, 李鲁生. 山东省农业利用外资的现状: 问题及对策(下)[J]. 山东农业, 2000(10): 12-13.
- [12] 邹城市太平镇(工业园区)新型城镇建设发展全新局面[EB/OL]. (2010-08-13) <http://www.zoucheng.cc/news/local/619707.html>.
- [13] 李继凯, 杨雅清. 农村城市化进程启示录——山东省济南市郊区城市化试点调查[EB/OL]. <http://www.people.com.cn/GB/paper85/14577/1295884.html>.

(上接第6255页)

- [21] FUKUTA S, OHISHI K, YOSHIDA K, et al. Development of immunocapture reverse transcription loop-mediated isothermal amplification for the detection of tomato spotted wilt virus from chrysanthemum[J]. Journal of Virological Methods, 2004, 121: 49-55.
- [22] MASONA G, ROGGEROB P, TAVELLA L. Detection of tomato spotted wilt virus in its vector *Frankliniella occidentalis* by reverse transcription-polymerase chain reaction[J]. Journal of Virological Methods, 2003, 109:

69-73.

- [23] BOONHAM N, SMITH P, ALSHK W, et al. The detection of tomato spottedwilt virus (TSWV) in individual thrips using realtime fluorescent RT-PCR (TaqMan)[J]. Journal of Virological Methods, 2002, 101: 37-48.
- [24] 刘勇, 李媛媛, 吴竹妍, 等. 广州辣椒上番茄斑萎病毒属病毒的鉴定[J]. 植物保护学报, 2010, 37(4): 283-284.
- [25] MORITZ G, KUMM S, MOUND L. Tosopovirus transmission depends on thrips ontogeny[J]. Virus Research, 2004, 100: 143-149.