

南疆红枣产区枣疯病发生现状及主导因子分析

韩 剑¹, 罗 明^{1*}, 徐金虹², 王同仁², 张祥林³, 项雪峰⁴

¹新疆农业大学农学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; ²新疆阿瓦提县农技推广中心, 新疆 阿瓦提 843200;

³新疆出入境检验检疫局, 新疆 乌鲁木齐 830063; ⁴新疆阿克苏地区

农业检验检测中心, 新疆 阿克苏 843000

摘要:【目的】枣疯病是枣树生产中的毁灭性病害。研究南疆枣疯病发生危害现状及主导因子, 可为该病的预测预报和防治提供依据。【方法】连续4年对新疆阿克苏地区、喀什地区枣疯病发生情况进行调查及分子检测, 并分析了种植模式与管理水平、枣树品种与种植年限、传播方式等因素对枣疯病发生的影响。【结果】目前, 新疆南疆红枣产区枣疯病尚属零星、团簇状分布。嫁接育苗是多数枣产区病园内苗期和幼树发病以及病害从病区传入无病区的主要原因, 酸枣实生苗也是不可忽视的病害侵染来源。不同枣树品种对枣疯病的田间抗性表现出一定的差异。利用巢氏PCR检测及TaqMan探针实时荧光定量PCR检测技术对田间样品的检测结果显示, 病园内存在着比例不等的无症状带菌植株。【结论】无症状带菌苗的人为传播是导致南疆地区枣疯病发生和流行的主导因素。

关键词: 枣疯病; 植原体; 危害现状; 传播方式

Damage caused by jujube witches' broom and factors of influence at jujube growing areas in southern Xinjiang

HAN Jian¹, LUO Ming^{1*}, XU Jinhong², WANG Tongren², ZHANG Xianglin³, XIANG Xuefeng⁴

¹College of Agronomy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China; ²Awat Agricultural Technology Extension Center, Awat, Xinjiang 843200, China; ³Xinjiang Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Urumqi, Xinjiang 830063, China; ⁴Akesu Prefecture Agricultural Test and Inspection Center, Akesu, Xinjiang 843000, China

Abstract: 【Aim】Jujube witches' broom is a destructive disease in the production of jujube (*Zizyphus jujuba* Mill.). The major objective was to investigate the damage status of jujube witches' broom, associated with phytoplasmas and factors of influence at different jujube growing areas in southern Xinjiang. 【Method】A detailed field survey of jujube witches' broom was conducted at different jujube growing areas in Akesu and Kashi regions of southern Xinjiang over four years, and the effects of factors such as planting pattern, management level, jujube variety, planting years and transmission mode on jujube witches' broom were analyzed. 【Result】The results showed that jujube witches' broom was spread in a sporadic and clustered way in southern Xinjiang. The wide utilization of grafted seedlings carrying phytoplasmas had spread the disease within orchards and also from diseased areas to disease-free ones. Wild jujube (*Z. spinosus* Hu) seedlings as important primary sources of the disease, should not be neglected. Differences in field resistance to jujube witches' broom disease were detected. Nested polymerase chain reaction (Nested PCR) and TaqMan probe real-time fluorescent quantitative PCR revealed that there were different proportions of symptomless carrier plants (latent infection) in diseased gardens. 【Conclusion】The asymptomatic germ-carrying sapling spread disease by human-caused is the dominant factor in the occurrence and epidemic of this disease in southern Xinjiang.

Key words: jujube witches' broom; phytoplasma; damage situation; disease spread

枣疯病(jujube witches' broom disease)又称“枣树 *Zizyphus jujuba* Mill.生产上危害最严重的毁灭性癌症”,是由植原体(phytoplasma)侵染引起的在枣病害,几乎分布于所有的枣树栽培产区(田国忠等,

收稿日期(Received): 2016-09-18 接受日期(Accepted): 2016-12-06

基金项目: 新疆维吾尔自治区高校科研计划项目(XJEDU2010S15); 新疆维吾尔自治区自然科学基金(2010211A17)

作者简介: 韩剑,男,副教授。研究方向: 农业微生物生物技术。E-mail: hjwjemail@163.com

* 通信作者(Author for correspondence), E-mail: luomingxjau@sina.com

2002)。枣疯病传染性极强,可通过带病接穗、砧木、根蘖苗等无性繁殖材料及介体昆虫等方式传播。现有枣树主栽品种普遍对其敏感,感病枣树花器返祖,芽不能正常萌发,枝叶丛枝状,重病树一般不结果或结果少,果肉硬,不能食用。一般枣树发病后,小树1~2年、大树5~6年即死亡,全国每年因枣疯病而死的枣树高达千万株,直接经济损失高达数亿元,严重阻碍了枣树产业的发展(范俊秀,2009;郝会娟等,2009)。近年来,随着新疆维吾尔自治区把建设特色林果基地作为农业结构调整优化、实现优势资源转换的重要战略方针的实施,新疆特色林果业迅猛发展,其中红枣成为南疆地区优先发展的重中之重,枣树的栽培面积和规模迅速扩大。然而,南疆红枣种植规模的快速扩大及品种的改良更新,对苗木的需求激增。在苗木、接穗的调运、嫁接育苗、扦插扩繁等过程中,极易引起枣疯病的感染及迅速传播。目前,枣疯病已在新疆南疆部分地区发生(韩剑等,2012),给蓬勃发展的红枣产业带来严重的隐患。但有关新疆枣疯病的分布特点、发生动态、发病因子的研究仍较少,从而严重阻碍了该病害流行预测及防治策略的制定。

为此,本研究连续4年对新疆南疆阿克苏地区和喀什地区的主要红枣产区开展了枣疯病发生情况调查和分子检测工作,以期对新疆枣疯病的危害评估、流行预测预报、持续控制策略研究奠定基础。

1 研究方法

1.1 调查时间及地点

2009—2012年中每年的5—8月分别在南疆主要红枣产区阿克苏地区(阿克苏市、阿瓦提县、温宿县、沙雅县、柯坪县、兵团农一师)和喀什地区(喀什市、疏附县、麦盖提县、伽师县、莎车县、泽普县、岳普湖县)对枣疯病发生情况进行现场普查,并采集疑似枣疯病样品。2012年6月对枣疯病发生较为严重的阿瓦提县、农一师十二团、麦盖提县、莎车县开展了随机调查和定点调查。2014年对枣疯病发生较为严重的地区进行了复查。

1.2 调查方法

1.2.1 枣疯病发生情况随机调查 采用五点取样法,每个样点随机取10株枣树,采集叶片、根、枝条、叶柄、枣头及枣吊等组织,保存于保鲜袋内,带回实验室检测。统计典型症状病株率和无症带菌株率。

1.2.2 枣疯病发生情况定点调查 在发现典型病株的周围,分东、南、西、北4个方向各取20株进行调查。采取分级计数法,分别计算枣疯病发病率及病情指数,并采集样品带回实验室检测。病害分级标准参照刘孟军等(2006)提出的枣疯病病情分级体系。

1.2.3 调查内容 调查内容包括枣园面积、枣产量、质量、周围生态环境,以及发病株率、症状严重程度、树龄、品种(灰枣、骏枣、冬枣、酸枣砧木)、种植模式[纯枣林、枣/棉(小麦)套作、密植]、繁殖方式(嫁接、实生苗)和田间栽培管理方式。

1.3 枣疯病植原体检测方法

1.3.1 PCR检测 以提取的供试样品总DNA为模板,参照Lee *et al.* (2000)根据植原体16S rDNA序列设计的通用引物对R16mF2/R16mR2(外侧引物)进行直接PCR扩增,采用内侧引物R16F2/R16R2进行巢式PCR扩增。PCR反应结束后,取扩增产物放入浓度为 $10\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的琼脂糖1×TAE缓冲系统中电泳,使用凝胶成像系统检查1.5 kb(直接PCR)和1.2 kb(巢式PCR)特异性条带的有无,以判定被检样本中是否存在植原体,进而通过克隆测序验证其是否为枣疯病植原体。

1.3.2 TaqMan探针实时荧光定量PCR检测 利用枣疯病植原体特异性引物对JWB Primer-F/JWB Primer-R和特异性探针JWB-Probe(韩剑等,2014)进行实时荧光定量PCR检测,每个样品重复3次。反应结束后,根据各样本的扩增曲线和反应Ct值判定被检样本中是否存在枣疯病植原体,并通过建立的荧光定量PCR反应标准曲线方程($y = -3.354x + 38.27$, x 为所测样品中枣疯病植原体16S rDNA基因片段拷贝数的对数, y 为Ct值)计算出检测样品中枣疯病植原体16S rDNA基因片段拷贝浓度,从而实现定量检测。

2 结果与分析

2.1 枣疯病在新疆发生的症状特点

2009年首次在阿克苏地区阿瓦提县发现枣疯病。连续4年的调查发现,不同地区及不同品种的枣树中枣疯病表现的症状有所差异,主要有4种类型(图1):(1)整株矮化,呈短疯枝状,叶片变小、变绿、钝圆;(2)植株叶片和枝条稀少,从节间萌发出大量短芽,细弱而萎黄,连续抽生细小、黄绿的枝

叶,呈丛枝状;(3)病根上生出不定芽,可大量萌发出一丛丛短疯枝,出土后枝叶细小、黄绿,日晒后全部焦枯,呈“刷状”,后期病根皮层变褐、腐烂,最后整株枯死;(4)患病植株并未表现出明显的丛枝状,

但枣树叶肉变黄,叶脉仍绿,之后整叶逐渐变黄,叶缘上卷,暗淡无光,硬而发脆,秋后干枯不落。除表现为明显症状的枣疯病植株外,通过调查和检测还发现,在枣园中有部分枣树为无症状带菌植株。



A: 整株矮化,呈短疯枝状;B: 植株节间萌发出大量短芽,细弱而萎黄,呈丛枝状;C: 病根生出不定芽,萌发呈短疯枝状;D: 叶肉变黄,叶缘上卷。

A: The jujube trees become dwarf like a bundle of twigs or witch's broom; B: A dense mass of shoots grow from nodes, which are thin and yellow as well as cluster-like; C: Adventitious buds develop from unhealthy roots, which look like a witch's broom;

D: Infected leaves turn yellow and leaf margins are rolled.

图 1 枣疯病田间 4 种症状

Fig.1 Jujube plants showing witches'-broom disease symptoms in the field

2.2 枣疯病在新疆的分布和发生情况

2009—2010 年仅在阿克苏地区阿瓦提县和喀什地区麦盖提县的个别枣园中发现并检测到枣疯病的发生;到 2012 年,除喀什地区的岳普湖县、疏附县和阿克苏地区的沙雅县外,其他调查地均发现或检测到枣疯病的发生。

在大多数发病地区枣疯病尚属个别、零星、团簇状分布;少部分地区枣疯病的发生已从零星分布转为成片分布,病害发生有明显加重的趋势。如 2009 年在对阿瓦提县枣树种植区的调查中仅在塔木托拉克乡发现枣疯病零星分布,但在之后连续 3 年的调查中陆续在多个乡(镇)都发现并检测到了枣疯病的发生;2012 年在阿瓦提县塔木托拉克乡部分枣园的随机调查中表现为典型症状的病株率最高达到 8%,定点调查发病率最高达到 13.3%,病情指数达到 6.75(表 1、表 2)。此外,在 2014 年的复查中发现,基层植保工作人员及枣农对于枣疯病的

防范意识明显提高,发现疑似枣疯病病株会立即清理。因此,原先枣疯病发生较为严重的几个地区,病害发生情况得到了有效控制。

2.3 枣疯病发生主导因子分析

2.3.1 种植模式及管理水平对枣疯病发生的影响

目前,新疆南疆主栽的枣树品种主要为灰枣和骏枣,采用的种植模式主要有枣棉套种、枣麦套种及纯枣林 3 种。分子检测结果表明,在灰(骏)枣—棉套种和灰(骏)枣—麦套种的果园中,枣疯病病原体的阳性检出率最高达到 18%和 14%,明显高于纯枣林(最高 4%),并且枣树株距越小、种植密度越大,枣疯病的发生越严重。

枣园不同的管理水平对枣疯病的发生也有明显影响。调查发现,在疏于管理、杂草丛生、虫害重的枣园中常常发现枣疯病的发生,且一般较为严重;而管理精细、基本无杂草的枣园通常不发病或发病较轻。

表 1 南疆部分地区枣疯病发生情况随机调查结果
Table 1 Random survey results of jujube witches' broom disease in southern Xinjiang

调查地点 Site	立地条件 Stand condition	品种 Cultivar	树龄 Age/a	调查总株数 No. of surveyed plants	典型症状病株率 Percentage of symptomatic infected plants/%	无症状带菌株率 Percentage of latent infection plants/%	
阿瓦提县 Awat County	多浪乡 Dolan Township	枣棉套种,株行距 1.5 m ×4.0 m,南北朝向,管理粗放,杂草多 Jujube intercropping cotton, row-spacing 1.5 m ×4.0 m, south and north, extensive management, more weeds	骏枣 Jun jujube	2~3	50	4	4
	阿依巴格乡 Aybag Township	枣麦套种,株行距 1.5 m ×4.0 m,南北朝向,管理精细,杂草少 Jujube intercropping wheat, row-spacing 1.5 m ×4.0 m, south and north, management fine, weeds less	骏枣 Jun jujube	7~8	50	0	2
	塔木托拉克乡 Tantolak Township	枣棉套种,株行距 1.5 m ×4.0 m,东西朝向,管理粗放,杂草多 Jujube intercropping cotton, row-spacing 1.5 m ×4.0 m, east and west, extensive management, more weeds	灰枣 Huizao	4~5	50	8	4
农一师 First Agricultural Division	良繁场二连 The Second Company of Liang Fan Field	纯枣林,株行距 1.0 m ×3.0 m,南北朝向,管理精细,杂草少 Pure jujube forest row-spacing 1.0 m ×3.0 m, south and north, management fine, weeds less	骏枣 Jun jujube	2~3	50	0	0
	十二团七连 The Seventh Company of Twelfth Mission	纯枣林,株行距 1.0 m ×3.0 m,南北朝向,管理精细,杂草少 Pure jujube forest, row-spacing 1.0 m ×3.0 m, south and north, management fine, weeds less	骏枣 Jun jujube	1~2	50	0	4
	良繁场二连 The Second Company of Liang Fan Field	纯枣林,株行距 1.0 m ×3.0 m,东西朝向,管理精细,杂草少 Pure jujube forest, row-spacing 1.0 m ×3.0 m, east and west, management fine, weeds less	酸枣 Wild jujube	1~2	50	2	6
麦盖提县 Markit County	央塔克乡 Yantag Township	纯枣林,株行距 1.0 m ×4.0 m,东西朝向,管理粗放,杂草多 Pure jujube forest, row-spacing 1.0 m ×4.0 m, east and west, extensive management, more weeds	灰枣 Huizao	7~8	50	0	2
	央塔克乡 Yantag Township	枣棉套种,株行距 0.5 m ×4.0 m,南北朝向,管理粗放,杂草多,枣瘿蚊发生严重 Jujube intercropping cotton, row-spacing 0.5 m ×4.0 m, south and north, extensive management, more weeds, <i>Contarinia</i> sp. occurs seriously	灰枣 Huizao	2~3	50	12	6

续表 1

调查地点 Site	立地条件 Stand condition	品种 Cultivar	树龄 Age/a	调查总株数 No. of surveyed plants	典型症状病株率 Percentage of symptomatic infected plants/%	无症状带菌株率 Percentage of latent infection plants/%	
五乡 Wu Township	枣棉套种,株行距 1.0 m ×4.0 m,南北朝向,管理精细,杂草少 Jujube intercropping cotton, row-spacing 1.0 m ×4.0 m, south and north, management fine, weeds less	灰枣 Huizao	5~6	50	0	0	
央塔克乡 Yantag Township	枣麦套种,株间距 0.5 m ×4.0 m,南北朝向,管理粗放,杂草多 Jujube intercropping wheat, row-spacing 0.5 m ×4.0 m, south and north, extensive management, more weeds	酸枣 Wild jujube	1~2	50	4	10	
莎车县 Yarkant County	阿尔斯兰巴格乡 Arslanbag Township	枣麦套种,株行间距 1.0 m ×4.0 m,东西朝向,管理粗放,杂草多,周围种植巴旦木—小麦 Jujube intercropping wheat, row-spacing 1.0 m×4.0 m, east and west, extensive management, more weeds, around the planting of almond with wheat	灰枣 Huizao	2~3	50	0	0
	莎车农场 Yarkant Farm	枣棉套种,株行间距 1.0 m ×4.0 m,南北朝向,管理粗放,杂草多,大田北面有防渗渠 Jujube intercropping cotton, row-spacing 1.0 m×4.0 m, south and north, extensive management, more weeds, there are seepage canals on the north of the farmland	灰枣 Huizao	3~4	50	4	4
	莎车农场 Yarkant Farm	纯枣林,株行间距 1.5 m ×4.0 m,南北朝向,管理精细,杂草少 Pure jujube forest, row-spacing 1.5 m×4.0 m, south and north, management fine, weeds less	灰枣 Huizao	5~6	50	0	0

2.3.2 枣树品种及种植年限对枣疯病发生的影响

在酸枣、灰枣、骏枣植株中均检测出枣疯病植原体,其中,酸枣中阳性检出率最高达到 14%,灰枣最高为 18%,骏枣最高为 8%。纵观其表现的症状及发病率发现,骏枣对枣疯病表现出一定的抗性,而灰枣相对更为感病。此外,不同种植年限的枣树发病率存在明显差异:幼龄枣树(1~5 a)的发病率一般高于成年枣树(6 a 以上)。

2.3.3 传播方式对枣疯病发生的影响 调查发现,嫁接育苗是南疆地区枣疯病传播的重要途径。南疆各枣树栽培区大多采用酸枣实生苗作为砧木,通

过从本地或外地引进枣树品种进行接穗嫁接育苗。在大多数发病地区枣疯病多发生在幼龄枣树上,当年嫁接苗即出现病苗的现象比较普遍。

野生酸枣和酸枣实生苗也是许多枣疯病发生区的病害侵染来源。通过对酸枣的调查及检测发现,在不同地区采集到的酸枣样品中也有植原体的存在(韩剑等,2013),但大部分带病酸枣苗未表现出明显的症状。这说明酸枣抗病性强于当地栽培的红枣,因而病株存活时间较长,从而使其成为枣疯病的重要初侵染和再侵染来源。

表 2 南疆部分地区枣疯病发生情况定点调查结果
Table 2 Point-survey results of jujube witches' broom disease in southern Xinjiang

调查地点 Site	立地条件 Stand condition	品种 Cultivar	树龄 Age/a	调查总株数 No. of surveyed plants	发病率 Disease percentage/%	病情指数 Disease index
阿瓦提县塔木托拉克乡 Tamtolak Township in Awat County	枣棉套种,复播玉米,株距 1.5 m×4.0 m,南北朝向,管理粗放,杂草多,东西方向为白杨树防护林 Jujube intercropping cotton, summer maize varieties, row-spacing 1.5 m×4.0 m, south and north, extensive management, more weeds, east-west direction for the poplar protection forest	灰枣 Huizao	3~4	60	13.3	6.75
莎车县莎车农场 Yarkant Farm in Yarkant County	枣麦套种,株距 1.0 m×4.0 m,南北朝向,管理粗放,杂草多,枣瘿蚊发生严重 Jujube intercropping wheat, row-spacing 1.0 m×4.0 m, south and north, extensive management, more weeds, <i>Contarinia</i> sp. occurs seriously	灰枣 Huizao	1~2	60	8.3	5.0
麦盖提县央塔克乡 Yantag Township in Markit County	枣棉套种,株间距 1.0 m×4.0 m,南北朝向,管理粗放,杂草多,枣瘿蚊发生严重 Jujube intercropping cotton, row-spacing 1.0 m×4.0 m, south and north, extensive management, more weeds, <i>Contarinia</i> sp. occurs seriously	灰枣 Huizao	4~5	60	15.0	5.5

而作为枣疯病的主要传播介体昆虫叶蝉,在南疆各枣树种植区并未占主导地位。调查发现,成年枣园(6 a 以上)中枣疯病植原体的阳性检出率极低,最高仅为 2%,且检出枣树均未表现出任何症状;即使在成年枣树附近种植的幼龄枣树上存在枣疯病,成年枣树的发病率也未增大。

此外,在个别枣园中发现母树根系传病给予子代枣株的现象,表现为母树未呈现典型的枣疯病症状,而由母树根系萌发出的根蘖苗却表现为典型的全株丛枝症状,并且几株病株常常呈团簇状分布。

2.4 田间枣树样品的分子检测结果

样品采集后,先进行直接 PCR 扩增,再对直接 PCR 未检出的样品进行巢式 PCR 扩增。结果发现,25 个经直接 PCR 未检出的样品,经巢式 PCR 检测结果为阳性,但经过比较发现,其中有 21 个样品未表现出任何症状。这表明在南疆枣树种植区存在着比例不等的无症状带菌植株。

另外,本研究对巢式 PCR 检测结果为阳性的酸枣实生苗样品以及不同病级的枣疯病样品进行了实时荧光定量 PCR 检测,并对样品中的植原体含量进行了定量分析。结果显示,无明显症状(0 级)的枝叶中植原体 16S rDNA 片段拷贝数达到 1.23×10^4 个·g⁻¹鲜重,而病情级别为 2 和 3 级的枣树枝叶中植原体 16S rDNA 片段拷贝数分别为 1.66×10^5 和 1.32×10^7 个·g⁻¹鲜重。酸枣实生苗枝叶中

植原体 16S rDNA 片段拷贝数达到 1.36×10^5 个·g⁻¹鲜重。该结果是枣树存在无症状带菌植株以及酸枣实生苗带菌更为直接的证据。

3 讨论

从所调查的结果来看,南疆地区枣疯病发生范围不断扩大,但在大多数发病地区枣疯病尚属个别、零星、团簇状分布,发病率不高。究其原因,近年来,新疆大力发展红枣产业,从全国各枣区引进优良品种,民间种苗的交流也十分频繁,很多带菌种苗很难从外观上判断,且当地缺乏有效的检验检疫措施,使病害随种苗和其他营养繁殖材料(主要为接穗)进行长距离传播的机率增大,导致枣疯病的发生范围不断扩大。但南疆绝大多数为新建枣园,原有病株少,病源基数低。此外,枣疯病在南疆地区尚未大面积流行的原因可能与南疆特殊的地域环境条件下缺少枣疯病媒介昆虫有关。南疆的枣树种植区多是盐碱地,研究表明,枣疯病在盐碱地很少发病,并不是盐碱地可以抑制枣疯病的发生,而是与这些地区极少有枣疯病的介体叶蝉有关(陈子文等,1984)。枣疯病的媒介昆虫主要有中华拟菱纹叶蝉 *Hishimonoides chenensis* Anufrier、凹纹菱纹叶蝉 *H. sellatus* Uhler 和红闪小叶蝉 *Erynroneura* sp.。有关新疆枣树种植区枣疯病传播介体及特性方面仍缺乏针对性研究,南疆地区是否分布枣疯病媒介昆虫,值得进一步研究。另外,通过检测发现,

部分地区用作嫁接砧木直播的酸枣实生苗上携带植原体,并且带菌量较高,达到 1.36×10^5 个 $\cdot g^{-1}$ 鲜重,是枣树生产区不可忽视的病害侵染来源。但 La & Woo (1980) 和陈子文等 (1984) 曾报道,枣树和酸枣种子均不传染枣疯病。那么酸枣实生苗中的植原体从何而来,酸枣种子是否带毒,有待进一步研究。

研究表明,枣疯病的发生程度与枣树品种、环境因子、种植模式、种植年限及田间管理水平等都有着密切的关系。酸枣和骏枣病株多表现为无症带菌株,而灰枣带菌株则多表现明显症状,说明不同品种对枣疯病的抗性具有一定差异。枣棉套种和枣麦套种的果园中枣疯病的发生情况较纯枣林严重,可能是因为套种果园中其他作物与枣树竞争水肥,使得枣树长势较弱,抗病性降低。

尽管新疆南疆枣树种植区的枣疯病尚属零星分布,发病率较低,但依然存在暴发流行的风险。因此,应坚持“预防为主,综合防治”的原则,主要采取几种措施:(1)加强植物检疫,禁止带病种苗进入苗圃和新建枣园;(2)选用抗病品种和优良砧木,培育无病苗木;(3)加强枣园综合管理,增施有机肥、磷钾肥,改善枣园土壤理化性质,提高树体抗病能力,彻底清除杂草及野生灌木;(4)及时铲除病株,防止传染。

参考文献

- 陈子文,张凤舞,田旭东,张金歧,王祈楷,史春霖,马俊才,1984. 枣疯病传病途径的研究. 植物病理学报, 14 (3): 141-146.
- 范俊秀,2009. 枣疯病和枣缩果病研究进展. 有害生物防治, 37(6): 37-39.
- 韩剑,罗明,徐金虹,同仁,张祥林,2014. 枣疯病植原体 TaqMan 探针实施荧光定量 PCR 检测方法的建立. 植物保护, 40(5): 111-116.
- 韩剑,徐金虹,王同仁,殷智婷,罗明,董代幸,2012. 枣疯病植原体新疆分离物 16S rDNA 基因克隆与序列分析. 西北农业学报, 21(4): 176-180.
- 韩剑,徐金虹,王同仁,张祥林,罗明,2013. 新疆枣疯病植原体 tuf 基因的克隆与序列分析. 新疆农业科学, 50 (3): 476-483.
- 郝会娟,王振东,黄敏,2009. 枣疯病防治技术. 安徽农学通报, 15(4): 72-73.
- 刘孟军,赵锦,周俊义,2006. 枣疯病病情分级体系研究. 河北农业大学学报, 29(1): 31-33.
- 田国忠,张志善,李志清,申艳普,郭加虎,2002. 我国不同地区枣疯病发生动态和主导因子分析. 林业科学, 38 (2): 83-91.
- LA Y J and WOO K S, 1980. Transmission of jujube witches'-broom mycoplasma by the leafhopper (*Hishimongs sellatus* Uhler). *Journal of Korean Forestry Society*, 48: 39.
- LEE I M, DAVIS R E and GUNDERSEN-RINDAL D E, 2000. Phytoplasma: phytopathogenic mollicutes. *Annual Review of Microbiology*, 54: 221-255.

(责任编辑:杨郁霞)