

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2022.03.011

陕西省枣疯病的潜在风险分析及管理对策

阎雄飞^{1*}, 张 权¹, 张 鹏¹, 刘青钊¹, 郝 哲², 李 刚¹, 刘永华¹

¹榆林学院生命科学学院, 陕西 榆林 719000; ²榆林市农垦服务中心, 陕西 榆林 719000

摘要:【目的】枣疯病是我国枣树的一种毁灭性病害。近年来,该病害在陕西枣区发病面积日益扩大,造成枣树成片死亡,对陕西的红枣产业构成严重威胁。本文旨在明确枣疯病在陕西省的风险等级,为枣疯病的管控提供依据。【方法】采用有害生物风险分析程序和方法,从枣疯病发生现状、潜在危害性、寄主的经济重要性、定殖扩散的可能性以及风险管理的难度等 5 个方面,对枣疯病在陕西省的风险性进行了定性和定量综合评估。【结果】枣疯病在陕西全部枣区适生,在陕西省的风险综合评价值 $R=2.84$,危险等级为 I 级。【结论】枣疯病在陕西属于特别危险有害生物,对陕西红枣产业有很高的风险。根据其危险等级,提出应清除病原和严格检疫、加强枣园管理和防治媒介昆虫等管理对策。

关键词: 枣疯病; 陕西省; 红枣产业; 风险分析; 管理对策



开放科学标识码
(OSID 码)

Risk analysis and management of jujube witches' broom disease in Shaanxi Province, China

YAN Xiongfei^{1*}, ZHANG Quan¹, ZHANG Peng¹, LIU Qingzhao¹, HAO Zhe², LI Gang¹, LIU Yonghua¹

¹College of Life and Sciences, Yulin University, Yulin, Shaanxi 719000, China;

²Yulin City Agricultural Reclamation Service Station of Shaanxi Province, Yulin, Shaanxi 719000, China

Abstract: 【Aim】Jujube witches' broom disease is a devastating disease, caused by *Canidatus phytoplasma ziziphi*. In recent years, the disease has been spreading in northern Shaanxi and Guanzhong, causing the death of trees and posing a severe threat to the jujube industry. The purpose of this study was to determine the risk level of jujube witches' broom in Shaanxi Province and put forward corresponding management countermeasures. 【Method】The risk of jujube witches' broom disease in Shaanxi Province was evaluated qualitatively and quantitatively using pest risk analysis procedures and methods on five aspects, including distribution, potential economic hazard, the economic importance of the host, possibility of colonization, and diffusion and difficulty of risk management. 【Result】The conditions in the whole of Shaanxi Province were suitable for the disease. The comprehensive risk evaluation value of the disease in Shaanxi Province was $R=2.84$, and the risk level was grade I. 【Conclusion】This disease poses a high risk to the jujube industry in Shaanxi. According to the risk level of jujube witches' broom disease, the management countermeasures of eliminating pathogen and strict quarantine, strengthening jujube orchard management, and controlling vector insects were put forward.

Key words: jujube witches' broom; Shaanxi Province; jujube industry; risk analysis; management measures

陕西省是枣树 *Ziziphus jujuba* Mill. 的适生区和枣果的优质产区之一,陕北的干制红枣和大荔县的冬枣,久负盛名,已经成为当地经济发展的重要支柱和农户的主要经济收入来源。枣疯病病原为 *Canidatus phytoplasma ziziphi*, 别称“枣树扫帚病”“枣树丛枝病”,是枣树的一种毁灭性病害(花蕾等, 1992; Jung *et al.*, 2003)。枣疯病属于林业检疫性有害生物和危险性有害生物(李娟等, 2013)。枣树一旦遭到枣疯病的侵染, 4 a 内死亡率超过 90%, 并且会通过媒介昆虫、修剪工具、根蘖苗很快传染给健康枣树,常造成枣树成片死亡,导致整个枣园被毁,当地的枣树和红枣产业受到毁灭性打击。

收稿日期(Received): 2021-11-05 接受日期(Accepted): 2022-01-07

作者简介: 阎雄飞, 男, 教授, 博士。研究方向: 林木有害生物治理

* 通信作者 Author of correspondence), 阎雄飞, E-mail: yxfei1220@126.com

有害生物风险分析是评估和管理危险性病、虫、草的重要方法和技术。近年来,随着我国经济和贸易的高速发展,植物材料和产品的调运日益频繁,有害生物风险分析在管理和控制有害生物的过程中发挥着重要作用。如:张静文等(2012b)、林司曦等(2016)、徐永红等(2020)均对枣炭疽病 *Jujube anthracnose*、李痘病毒 *Plum pox virus*、柑橘轮斑病 *Citrus target spot* 进行了综合风险分析;阎雄飞等(2020)报道双条杉天牛 *Semanotus bifasciatus* Motschulsky 在陕西属于高度危险性林业有害生物,并提出相应检疫对策;陈毛华(2020)评估安徽阜阳市引种香根草 *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash 可能带来的风险,发现该草引种阜阳等级属于低风险,引入后需要定期监控。

迄今为止,枣疯病风险性分析方面的报道非常少,仅张静文等(2012a)对该病害在新疆地区的潜在风险进行了综合评估,得出枣疯病在陕西的危险性综合评价值为2.10,在陕西属于特别危险的林业有害生物。目前,关于枣疯病在陕西省的风险分析和管理对策尚未见报道。本文采用有害生物风险分析程序和方法,对枣疯病在陕西省的风险进行定性分析和定量评估,确定该病害在陕西省的风险等级,并提出相应的管理对策,旨在为枣疯病的科学防控提供理论支撑和基础资料。

1 枣疯病在陕西省的风险性定性分析

1.1 枣疯病在陕西省的分布情况

目前,枣疯病在陕西省北部黄河沿岸枣区、洛河下游枣区的大荔和泾河流域枣区均有发生(郭建明等,2017)。近年来,枣疯病在陕西省的发病面积日益扩大,且呈逐年加重的趋势。在陕北佳县、清涧县、吴堡县等红枣大县,枣疯病的发病率逐年增加。佳县朱家坭镇泥河沟村、螭镇荷叶坪村、清涧县老舍窠乡王宿里村的千年古枣园中的千年枣树出现了感染枣疯病死亡的现象。洛河下游枣区的大荔县设施冬枣的枣疯病控制较好,发病率趋于稳定;该病在泾河流域的彬县、长武县等地的发生范围出现逐渐扩大的趋势。枣疯病植原体高于50℃处理10~20 min或在液氮中冷冻1 h,才能被杀灭。陕北枣区的年均温为8.4~11.1℃,洛河枣区的年均温为12.0~13.5℃,泾河枣区年均温为9.0~11.1℃,从枣疯病在全国的分布和陕西省的实际分布情况来看,枣疯病在陕西省全境适生。

1.2 枣疯病的潜在经济危害性

枣疯病发病病状为丛枝、叶片黄化变小、花器返祖和整株枯死。丛枝即从枣股萌发的枣芽大量萌出,节间变短变细,枣叶腋下,还会生出细黄枝条,呈现“扫帚”状。枣叶变黄变小,出现皱缩,叶面的叶脉不清晰,呈现出黄绿色,严重者叶尖焦黄枯死。花器返祖即花改变发育方向,不发育为果实,而发育为枣叶或枣枝;花瓣和花萼发育为黄绿色小叶,小叶从心皮中发出,发育成不正常枣枝;花盘、胚珠等花器官萎缩脱落,出现不正常枝叶丛生。病树经过2~3 a的发展,根部不定芽大量萌出,根系逐渐腐烂,最后病树全株死亡(郭建民等,2017;李继东等,2021; Jung et al., 2003)。枣树发病初期能结少量苦涩或无味的枣果,发病中后期枣树几乎不结果,往往出现绝收现象。枣疯病传染性强,若不及时控制,经常出现枣树成片死亡和毁园。若该病在陕西出现大流行,沿黄河公路的枣树景观将遭到毁坏,陕北依托枣树的旅游经济将受到重创。据调查,2020年,在螭镇荷叶坪村千年古枣园816株古枣树中,发病古树44株,发病率为5.4%;在清涧县老舍古乡王宿里村一共调查古枣树246株,发病枣树26株,发病率为10.6%。千年古树是榆林地区的地理标志之一,若枣疯病得不到及时控制,造成的损失则难以估量。

1.3 枣疯病寄主的重要性

枣树和酸枣 *Ziziphus jujuba* Mill. var. *spinosa* (Bunge) Hu ex H. F. Chow 是枣疯病寄主。2种寄主均是我国的特产枣树,具有抗干旱、耐瘠薄、耐盐碱、防水土流失等特性,具有重要的生态价值;枣花为蜜源,枣果可干食和鲜食,药食同源;枣芽可做茶叶,具有重要的经济和药用价值(苏彩霞等,2019)。枣树在陕西省区域经济发展和生态建设中发挥着重要作用。近年来,陕西省大力发展红枣产业,枣树栽培面积19.75万hm²,红枣产量99.93万t,其中,陕北地区枣树的栽培面积稳定在12.5万hm²,主要发展干制红枣和红枣旅游经济(郝哲,2019)。陕西中部枣树栽培面积约5.4万hm²,主要打造设施鲜枣。“大荔冬枣”获得全国农产品地理标志和陕西省著名商标,大荔县设施枣树栽培面积约2.8万hm²,年产鲜枣约53万t,产值约57亿元;从事冬枣生产的农民约50万人,已成为农民增收的重要支柱产业,是农民收入的主渠道(王春焕等,2021)。

1.4 枣疯病植原体定殖扩散的可能性

患病枣树的枣叶、枣吊、枝条等部位均检测出枣疯病病原(陈作义等,1984)。枣疯病传播和扩散主要有4种途径(申仲妹等;2020;王焯等,1986):(1)根蘖传播。罹患枣疯病的枣树根系带有大量病原,用根部萌生的苗木进行栽植,会导致病害传播扩散。(2)媒介昆虫传播。传播枣疯病的媒介昆虫主要为叶蝉类害虫。中华拟菱纹叶蝉 *Hishimonoides chinensis* Aufriev、凹缘菱纹叶蝉 *Hishimones sellatus* Uhler、大橙带拟菱纹叶蝉 *H. aurifascialis* Kuoh、红闪小叶蝉 *Zygina* sp.、大青叶蝉 *Cicadella viridis* (L.) 和白边大叶蝉 *Kolla paulula* (Walker) 均能传播枣疯病(王焯等,1986)。而代丽珍等(2019)对北京枣园捕捉的13种叶蝉进行了枣疯病病原分子检测,发现只有片突菱纹叶蝉 *H. lamellatus* Uhler、凹缘菱纹叶蝉、大青叶蝉、白边大叶蝉感染枣疯病的病原,其他9种均未感染,认为这4种叶蝉为传播枣疯病的潜在媒介。(3)嫁接传播。健康枣树的芽接和枝接使用了带病的接穗和芽等繁殖材料,会感染枣疯病。(4)修剪工具传播。由于枣园管理相对比较粗放,枣农在修剪枣树的过程中,对枝剪、油锯等修剪工具未进行及时消毒,修剪病树后,再修剪健康枣树,会造成交叉感染,导致枣疯病传播。

1.5 枣疯病管理难度分析

枣疯病检测的方法包括电镜形态学鉴定(王娅丽等,2009)、病原分子生物学检测(韩剑等,2014)和病状检测(郭建民等,2017)。电镜的形态学鉴定是选取寄主的组织,经过脱水、包埋等一系列过程发现枣疯病的病原,是相对比较可靠的方法。但由于受到取样部位、方面和价格因素的影响,几乎无法实现现场抽检。分子生物学检测包括酶联免疫技术、二脒基苯基吡啶(diAmidino phenylIndole, DAPI)、病原染色技术和PCR检测技术等(王秀伶等,1999),检测技术相对复杂,在基层苗木的大规模检疫和检测中应用相对较困难。因此,枣疯病病状检测仍是基层唯一的有效办法。但是寄主由感染到发病至少需要4个月或更长时间,明显的丛枝、黄化小叶和花器返祖等病状在5月下旬以后出现。枣苗和接穗等繁殖材料一般在4月份以前调运,枣树幼苗和繁殖材料均处于休眠状态,若携带

植原体,则现场检疫的可靠性较低。

在枣疯病除害处理方面,植原体一旦感染寄主,带病寄主植株终身携带植原体,直至带病寄主死亡。目前尚未发现去除和根治枣疯病的有效办法和技术。

在枣疯病控制方面,国内学者做了大量的防治技术研究,如抗病品种枣树的选择和脱毒苗的培育(任国兰等,1993;王合等,2018)、高温和低温处理幼树和接穗(张静文等,2012a)、化学农药处理等(王改娟,2005)。如选择组培枣树的脱毒苗在枣园进行栽植,可以大大降低枣疯病的发病率(赵京芬等,2011)。在枣疯病发病早期,通过外科手术切除带病枝条,用四环素、金霉素和土霉素碱等药物在树干点滴注射,有一定的防治效果(申仲妹等,2018)。加强枣树和酸枣苗木和接穗等繁殖材料的检疫,严防调运带病枣树苗木,一旦发现枣园有发病的枣树,应连根挖除带病枣树并销毁,是控制枣疯病的有效手段。

2 枣疯病在陕西省的风险性定量分析

2.1 枣疯病风险分析指标体系

参照蒋青等(1995)和李娟等(2019)提出的有害生物风险分析程序和方法,根据枣疯病在陕西省的分布情况、枣疯病传播和扩散可能性、枣疯病的潜在危害性、枣疯病寄主重要性和该病害控制难度5个方面,建立枣疯病在陕西省风险分析指标体系,根据评判指标标准对各个指标进行赋值(表1)。

2.2 枣疯病风险综合评价计算

参照蒋青等(1995)提出的多指标综合评价方法,使用相关公式对一级指标进行计算得出准则层P值,然后综合计算得出枣疯病的风险综合评价值R。参照中国林业有害生物的危险性综合评价分级标准(全国植物检疫标准技术委员会林业分技术委员会,2016),确定枣疯病在陕西省的危险等级: $2.5 \leq R < 3.0$,属于特别危险有害生物,危险等级为I; $2.0 \leq R < 2.5$,属于高度危险有害生物,危险等级为II; $1.5 \leq R < 2.0$,属于中度危险有害生物,危险等级为III; $1.0 \leq R < 1.5$,属于低度危险有害生物,危险等级为IV。

表 1 枣疯病在陕西省风险分析指标体系

Table 1 Risk analysis index system of jujube witches' broom in Shaanxi Province

准则层 Criterion layer	指标层 Index layer	评判标准 Criterion of evaluation	赋值依据 Reason	赋值 Value
P_1	在陕西省的分布状况 Distribution in Shaanxi Province (P_1)	枣疯病分布面积占枣树面积 $\leq 5\%$ The distribution area of jujube witches' broom accounts for less than 5% of <i>Z. jujuba</i> area, $P_1 = 3$; $5\% <$ 枣疯病分布面积占枣树面积 $< 20\%$ The distribution area of jujube witches' broom accounts for 5% - 20% of <i>Z. jujuba</i> area, $P_1 = 2$; $20\% \leq$ 枣疯病分布面积占枣树面积 $< 50\%$ The distribution area of Jujube witches' broom accounts for 20% - 50% of <i>Z. jujuba</i> area, $P_1 = 1$; 枣疯病分布面积占枣树面积 $\geq 50\%$ The distribution area of jujube witches' broom accounts for more than 50% of <i>Z. jujuba</i> area, $P_1 = 0$	该病害在陕西省的分布面积 $\leq 5\%$ The distribution area of the disease in Shaanxi Province is less than 5%	3
P_2	潜在经济危害 Potential economic hazard (P_{21})	造成产量损失 $\geq 20\%$ Causing more than 20% production loss, $P_{21} = 3$; $5\% \leq$ 造成产量损失 $< 20\%$ Causing production loss that between 5% - 20%, $P_{21} = 2$; $1\% \leq$ 造成产量损失 $< 5\%$ Causing production loss that between 1% - 5%, $P_{21} = 1$; 造成产量损失 $< 1\%$ Causing production loss is less than 1%, $P_{21} = 0$	枣疯病造成寄主产量损失超过 20% Jujube witches' broom more than 20% production loss	3
	非经济潜在危害性 Non-economic potential hazard (P_{22})	造成的环境、生态和社会影响大 The environmental ecological and social impacts are great, $P_{22} = 3$; 造成的环境、生态和社会影响中等 The environmental ecological and social impacts are moderate, $P_{22} = 2$; 造成的环境、生态和社会影响小 The environmental ecological and social impacts are little, $P_{22} = 1$; 几乎无影响 The environmental ecological and social impacts are no effect, $P_{22} = 0$	枣疯病给陕西红枣产业、千年古枣园和沿黄经济带, 造成的经济损失巨大, 造成的生态和社会损失无法估量 Jujube witches' broom has caused huge economic losses and inestimable ecological and social losses to the date industry, the millennia-old date garden and the economic belt along the Yellow River in Shaanxi	3
	官方重视程度 Official importance (P_{23})	大于 6 省把枣疯病列为检疫病害 More than 6 provinces classify in the directory of quarantine pest, $P_{23} = 3$; $3 <$ 省市数 ≤ 6 3-6 provinces classify in the directory of quarantine pest, $P_{23} = 2$; $1 <$ 省市数 ≤ 3 1-3 province classify in the directory of quarantine pest, $P_{23} = 1$; 没有列入检疫性有害生物 No province classify in the directory of quarantine pest, $P_{23} = 0$	枣疯病被辽宁、山西、新疆等多于 20 省市列为检疫性有害生物 Jujube witches' broom has been listed as a quarantine pest in more than 20 provinces and cities including Liaoning, Shanxi and Xinjiang	3
P_3	受害寄主种类 Host plant species (P_{31})	受害寄主种类 ≥ 10 ≥ 10 kinds host plants injured, $P_{31} = 3$; $5 \leq$ 受害寄主种类 ≤ 9 5-9 kinds host plants injured, $P_{31} = 2$; $1 \leq$ 受害寄主种类 ≤ 4 1-4 kinds host plants injured, $P_{31} = 1$; 无受害寄主 No host plants injured, $P_{31} = 0$	枣疯病在陕西省的寄主有 2 种 There are two hosts of jujube witches' broom in Shaanxi Province	1
	受害寄主面积 Planting area of host (P_{32})	受害寄主面积 $> 20\%$ Area of damaged host is more 20%, $P_{32} = 3$; $10\% <$ 受害寄主面积 $\leq 20\%$ Area of damaged host is between 10% - 20%, $P_{32} = 2$; 受害寄主面积 $\leq 10\%$ Area of damaged host is less than 10%, $P_{32} = 1$; 无受害寄主 No host was damaged, $P_{32} = 0$	目前, 枣疯病在陕西省的寄主枣受害面积小于 10% At present, the affected area of the host of jujube witches' broom in Shaanxi Province is less than 10%	1
	受害寄主的特殊价值 Special value of host (P_{33})	参考寄主在陕西省的经济价值、文化价值和社会影响等级进行评定 The economic value, cultural value and social influence of hosts in Shaanxi Province were evaluated, $P_{33} = 3, 2, 1, 0$	寄主在陕西省有重要经济价值、文化价值和社会影响 Hosts have important economic value, cultural value and social influence in Shaanxi Province	3
P_4	区域外分布情况 (P_{41}) Distribution out of the region	评判地区以外分布 $> 50\%$ The distribution of provinces outside the evaluation area is greater than 50%, $P_{41} = 3$; $25\% <$ 评判地区以外省(区)分布 $\leq 50\%$ The distribution of provinces outside the evaluation area is between 25% - 50%, $P_{41} = 2$; $0\% <$ 评判地区以外省(区)分布 $\leq 25\%$ The distribution of provinces outside the evaluation area is less than 25%, $P_{41} = 1$; 均无分布 No distribution, $P_{41} = 0$	枣疯病陕西、山西、河北、新疆、宁夏等 20 多省市均有分布。Jujube witches' broom is distributed in Shaanxi, Shanxi, Hebei, Xinjiang, Ningxia and more than 20 provinces and cities	3

续表 1

准则层 Criterion layer	指标层 Index layer	评判标准 Criterion of evaluation	赋值依据 Reason	赋值 Value
	截获的可能性 Possibility of interception (P_{42})	经常截获 Often intercepted, $P_{42}=3$; 偶有截获 Occasionally intercepted, $P_{42}=2$; 从未截获或只截获过少数几次 Never intercepted or only a few times, $P_{42}=1$	偶有报道被截获 There have been occasional reports of interception	2
	运输中有害生物的存活率 Survival rate of pest in transportation (P_{43})	运输中存活率 $>40\%$, Survival rate is more than 40%, $P_{43}=3$; $10\%<$ 运输中存活率 $\leq 40\%$ Survival rate is between 10%–40%, $P_{43}=2$; $0<$ 运输中存活率 $\leq 10\%$ Survival rate is less than 10%, $P_{43}=1$; 运输中存活率为 0 No survival, $P_{43}=0$	枣疯病苗木的调运过程中, 植原体存活率 70%~80% During the transportation of Jujube witches' broom seedlings, the survival rate of phytoplasma was 70%–80%	3
	在陕西省适生情况 Suitability in Shaanxi Province (P_{44})	在陕西适生区面积 $\geq 50\%$ More than 50% of the areas in the province can survive, $P_{44}=3$; $25\%<$ 适生区面积 $<50\%$ 25%–50% of the areas in the province can survive, $P_{44}=2$; $0<$ 适生区面积 $\leq 25\%$ 0–25% of the areas in the province can survive, $P_{44}=1$; 不存在适生区 Do not suitable live in the province, $P_{44}=0$	根据现有分布, 该病害在陕西全境适生 According to the existing distribution, the disease is endemic throughout Shaanxi Province	3
	传播能力 Potential for spread (P_{45})	通过气传的有害生物 Airborne pest, $P_{45}=3$; 由活动力很强的介体传播 Transmitted by active medium, $P_{45}=2$; 通过土传、传播力很弱的介质传播 Transmitted through the medium with weak soil transmission force, $P_{45}=1$	媒介昆虫传播, 属于强活力生物 Mainly transmitted by vector insects and belongs to strong active organisms	2
P_5	检疫鉴定难度 Identification (P_{51})	检疫鉴定方法可靠性很低, 花费时间很长 The reliability of quarantine identification method is very low and takes a long time, $P_{51}=3$; 介于前后两者之间 Between the front and back, $P_{51}=2$; 检疫鉴定方法非常可靠, 且简便快速 The quarantine identification method is very reliable, simple and rapid, $P_{51}=1$	现场鉴定可靠性一般, 需专门培训人员辅助鉴定 The reliability of on-site identification of the disease is general, requiring special training personnel to assist identification	2
	除害难度 Treatment (P_{52})	除害率为 0 The elimination rate of this pest is 0, $P_{52}=3$; $0<$ 除害率 $\leq 50\%$ 0<The elimination rate of this pest $\leq 50\%$, $P_{52}=2$; $50\%<$ 除害率 $<100\%$ 50%<The elimination rate of this pest<100%, $P_{52}=1$; 除害率 100% The elimination rate of this pest is 100%, $P_{52}=0$	参照现有的方法此病害除害率为 0 According to the existing methods, the disease elimination rate is 0	3
	根除难易 Eradication difficulty (P_{53})	田间防治效果差, 成本高, 难度大 The disease has poor field control effect, high cost and great difficulty, $P_{53}=3$; 田间防治效果显著, 成本很低, 操作简便 The control effect of the disease in the field is remarkable, the cost is very low and simple, $P_{53}=1$; 介于前两者之间 Between the first two, $P_{53}=2$	该病害田间防治效果一般, 但成本高, 操作难度大. The field control effect of the disease is general, but the cost is high and the operation is difficult	3

$$P_1=3;$$
$$P_2=0.6P_{21}+0.2P_{22}+0.2P_{23}=3;$$
$$P_3=\max(P_{31}, P_{32}, P_{33})=3;$$
$$P_4=\sqrt[5]{P_{41}\times P_{42}\times P_{43}\times P_{44}\times P_{45}}=2.55;$$
$$P_5=(P_{51}+P_{52}+P_{53})/3=2.67;$$
$$R=\sqrt[5]{P_1\times P_2\times P_3\times P_4\times P_5}=2.84$$

枣疯病的风险综合评价值 $R=2.84$, 在陕西省危险等级为 I 级, 属于特别危险有害生物。

3 枣疯病的管理对策

3.1 清除病原和严格检疫

枣园应进行全面清查, 若发现带枣疯病病状的枣树和酸枣树, 则全部连根刨除, 将带病树木全部销毁或粉碎用于制造纸浆, 特别注意的是, 翌年发

现病树的根蘖苗, 也需连根刨除并销毁。对于来自疫区和非疫区的所有苗木、接穗、砧木等繁殖材料都要进行检疫, 将上述繁殖材料分批次采样后, 采用 DAPI 染色法、酶联免疫技术等技术进行检测, 一旦发现携带植原体, 马上加大抽检批次进行复检, 证实后整批苗木和接穗全部销毁, 坚决不容许带病苗木、接穗和砧木等繁殖材料流入枣园。

3.2 加强枣园管理和防治媒介昆虫

枣疯病的发生与枣园的管理有直接的关系。加强枣树的肥水管理、科学合理修剪枣树、及时清除枣园的病树和落叶、给枣树良好的肥水条件, 能加强枣树的抗病能力。若枣树枝条出现枣疯病的早期症状, 则铲除带病枣树。在千年古枣园对罹患枣疯病的古树进行分级管理, 对发病中、重度的古

枣树,可使用除草剂加速染病植株死亡或刨除病树销毁处理;对于轻度发病的古枣树,可去除发病枣枝,用土霉素、四环素、祛疯1号等药物进行树干注射药物治疗。密切注意治疗病树的发病情况,若病情加重,参考发病中、重度的古枣树处理,若发病减轻或慢慢治愈,则留置在枣园,加强管理。

在枣园内及时采取物理、生物和化学防治等手段,如使用粘虫色板、树干涂粘虫胶、清除枣园杂草、释放小斑邻赤眼蜂 *Paracentrobia exilimaculata* Hu 以及使用高效低毒农药等控制叶蝉类害虫,以降低枣疯病的发病率。

参考文献

陈毛华, 2020. 阜阳市引种香根草的入侵风险评估. 生物安全学报, 29(2): 142-147.

陈作义, 沈菊英, 龚祖坝, 王焯, 周佩珍, 于保文, 姜秀英, 1978. 枣疯病病原体的电子显微镜研究——II. 类菌质体. 科学通报 (12): 751-755.

代丽珍, 郭家洛, 冯玉环, 王龙, 郝少东, 郭力, 杨宝东, 任争光, 王进忠, 2019. 北京地区枣疯病植原体潜在介体叶蝉种类筛查. 北京农学院学报, 34(3): 59-65.

郭建民, 杨俊强, 薛新平, 马光跃, 申仲妹, 2017. 枣疯病研究进展. 山西农业科学, 45(8): 1389-1392.

韩剑, 罗明, 徐金虹, 王同仁, 张祥林, 2014. 枣疯病植原体 TaqMan 探针实时荧光定量 PCR 检测方法的建立. 植物保护, 40(5): 111-116.

郝哲, 2019. 关于陕北红枣产业发展的思考. 北方果树 (6): 46-48.

花蕾, 1992. 枣疯病的研究现状. 陕西林业科技 (3): 74-78.

蒋青, 梁忆冰, 王乃扬, 姚文国, 1995. 有害生物危险性评价的定量分析方法研究. 植物检疫, 9(4): 208-211.

李继东, 陈立川, 王会鱼, 陈鹏, 杨琦琪, 张玉, 李奇承, 冯建灿, 2021. 枣疯病发生机制与防治研究进展. 河南农业大学学报, 55(1): 1-7, 14.

李娟, 常国彬, 曲涛, 崔永三, 闫峻, 宋玉双, 2019. 我国林业有害生物危害性评价. 中国森林病虫, 38(4): 11-17, 21.

李娟, 崔永三, 宋玉双, 程相称, 2013. 我国林业检疫性和危险性有害生物新名单的特点. 中国森林病虫, 32(5): 42-47.

林司曦, 丁晓磊, 叶建仁, 赵琪, 2016. 李痘病毒在中国的入侵风险评估. 南京林业大学学报(自然科学版), 40(6): 187-192.

全国植物检疫标准技术委员会林业分技术委员会, 2016. 林业有害生物风险分析准则: LY/T 2588—2016. 北京:

中国标准出版社.

任国兰, 郑铁民, 陈功友, 时向阳, 李军, 乔振喜, 孔福全, 马莉莉, 王莉, 1993. 枣疯病发病因子和防治技术研究. 河南农业大学学报, 27(1): 67-71.

申仲妹, 杨俊强, 马光跃, 薛新平, 郭建民, 孙锡峰, 连永宏, 2018. 不同药物滴注对枣疯病防治效果的影响. 山西农业科学, 46(11): 1910-1914.

申仲妹, 杨俊强, 马光跃, 薛新平, 郭建民, 孙锡峰, 连永宏, 2020. 枣疯病介体昆虫叶蝉的发生规律调查. 山西农业科学, 48(10): 1653-1656.

苏彩霞, 闫超, 刘晓红, 2019. 红枣生姜酵素的功效及制作方法. 果农之友, 41(4): 40-41.

王焯, 张承安, 周佩珍, 张金歧, 王祈楷, 史春霖, 马俊才, 1986. 枣疯病传病昆虫分布调查. 植物保护学报, 11(3): 174.

王春焕, 王莹, 张梦辉, 2021. 大荔县冬枣产业发展建议. 陕西林业科技, 49(2): 97-99.

王改娟, 2005. 应用祛疯1号防治枣疯病试验. 山西林业科技 (1): 15-16, 41.

王合, 任争光, 潘彦平, 冯木快, 林彩丽, 常恩忠, 于少帅, 田国忠, 2018. 北京市区古枣树单株种源抗枣疯病测定与抗病品种(系)筛选. 林业科学, 54(8): 124-132.

王秀伶, 刘孟军, 刘丽娟, 郑来宽, 周俊义, 刘平, 1999. 荧光显微技术在枣疯病病原鉴定中的应用. 河北农业大学学报, 22(4): 46-49.

王娅丽, 王立英, 秦彬彬, 徐美隆, 倪细炉, 柳金凤, 田英, 2009. 枣疯病脱除方法及病原检测技术研究进展. 安徽农业科学, 37(28): 3662-3664, 3690.

徐永红, 陈力, 唐松, 丁德宽, 杨宇衡, 2020. 柑橘轮斑病的适生区预测及风险分析. 中国农业科学, 53(21): 4430-4439.

阎雄飞, 李刚, 冯永宏, 刘永华, 晁遵淇, 亢福仁, 2020. 双条杉天牛在陕西省的风险分析及管理对策. 植物检疫, 34(1): 61-66.

张静文, 岳朝阳, 焦淑萍, 王玉兰, 张新平, 唐丽, 2012a. 枣疯病入侵新疆的风险分析. 新疆农业科学, 49(2): 261-266.

张静文, 岳朝阳, 焦淑萍, 王玉兰, 张新平, 唐丽, 2012b. 枣炭疽病在新疆的风险分析. 江苏农业科学, 40(9): 113-115.

赵京芬, 胡佳续, 宋传生, 朱京驹, 田国忠, 2011. 北京市丰台区主栽枣品种对枣疯病抗性试验. 中国森林病虫, 30(3): 6-9.

JUNG H, WONGKAEW P, SAWAYANAGI T, KAKIIAWA S, NAMBA S, 2003. 'Candidatus Phytoplasma oryzae', a novel phytoplasma taxon associated with rice yellow dwarf disease. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 53: 1037-1041.