

## 柿炭疽病防治药剂的筛选

邓全恩<sup>1</sup>, 丁向阳<sup>2\*</sup>, 徐建强<sup>3</sup>, 李建安<sup>1</sup>, 谷战英<sup>1</sup>

(1. 中南林业科技大学, 经济林育种与栽培国家林业局重点实验室, 经济林培育与保护教育部重点实验室, 湖南长沙 410004;  
2. 河南省林业科学研究院, 河南郑州 450008; 3. 河南科技大学, 河南洛阳 471003)

**摘要:** [目的] 通过室内毒力测定和田间防治效果相结合的方法筛选对柿炭疽病抑制效果较好的药剂。[方法] 选取山东青州、广西恭城、河南栾川及陕西富平的4个柿炭疽病代表性菌株作为处理对象, 测定10类22种杀菌剂对其抑制作用的MIC值和EC<sub>50</sub>值, 在此基础上筛选5种药剂进行田间试验。[结果] 表明: 苯并咪唑类、脱甲基抑制剂类(三唑类、DMI<sub>s</sub>)、苯吡咯类3类杀菌剂效果较好, MIC值均在10 μg·mL<sup>-1</sup>L以下, EC<sub>50</sub>在0.011 2~0.520 3 μg·mL<sup>-1</sup>范围内。30%苯醚甲环唑WG 1500倍液、240 g·L<sup>-1</sup>噻呋酰胺SC 2000倍液、240 g·L<sup>-1</sup>吡唑醚菌酯SC 1000倍液、25%咪鲜胺EC 2000倍液、25 g·L<sup>-1</sup>咯菌腈SC 1000倍液在第4次喷药后10 d调查的防治效果在18.72%~47.76%。[结论] 咯菌腈和咪鲜胺两种药剂起效速度和最终防治效果较好。

**关键词:** 柿; 炭疽病; 药剂; 筛选

中图分类号: S763.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-1498(2017)01-0160-06

## Screening of Fungicides to Pathogens of Persimmon Anthracnose

DENG Quan-en<sup>1</sup>, DING Xiang-yang<sup>2</sup>, XU Jian-qiang<sup>3</sup>, LI Jian-an<sup>1</sup>, GU Zhan-ying<sup>1</sup>

(1. Central South University of Forestry and Technology, Key Laboratory of Non-Wood Forest Product of State Forestry Administration, Key Laboratory of Cultivation and Protection for Non-Wood Forest Trees of Ministry of Education, Changsha 410004, Hunan, China; 2. Henan Academy of Forestry, Zhengzhou 450008, Henan, China; 3. Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, Henan, China)

**Abstract:** [Objective] This study was designed to screen the fungicides for controlling pathogens of persimmon anthracnose by laboratory and field test. [Method] 4 representative persimmon anthracnose strains collected from Qingzhou of Shandong Province, Gongcheng of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Luanchuan of Henan Province and Fuping of Shanxi Province, were selected as the trial materials. By comparing the minimum inhibitory concentration (MIC) value and the concentration for 50% of maximal effect (EC<sub>50</sub>) value of 22 kinds of fungicides belonging to 10 categories to decide the inhibition activity of each fungicide. 5 kinds of fungicide were finally selected to conduct field trials. [Result] The results show that: benzimidazole, demethylation inhibitor and benzene-pyrrole acted better, the MIC values were below 10 μg·mL<sup>-1</sup>, and the EC<sub>50</sub> within the scope of 0.011 2-0.520 3 μg·mL<sup>-1</sup>. Field trials demonstrated that the inhibition efficacy of 30% difenoconazole WG (1500×), 240 g·L<sup>-1</sup> thifluzamide SC (2000×), 240 g·L<sup>-1</sup> pyraclostrobin SC (1000×), 25% prochloraz EC (2000×), 25 g·L<sup>-1</sup> fludioxonil SC (1000×) were between 18.72% - 47.76% when investigated 10 days after the fourth spraying. [Conclusion] The speed of onset and final control effect of fludioxonil and prochloraz were better than the other three kinds of fungicides.

**Keywords:** persimmon; anthracnose; fungicide; screening

收稿日期: 2016-05-10

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项“现代柿产业关键技术与试验示范”(201203047)。

作者简介: 邓全恩(1987—),男,河南商丘人,在读博士研究生,主要从事经济林栽培研究。

\* 通讯作者: 丁向阳,研究员,主要从事柿子育种及栽培研究。E-mail: dxydd001@163.com

柿(*Diospyros kaki* Thunb.)为柿科(Ebenaceae)柿属(*Diospyros* L.)落叶乔木或灌木,生态幅广、适应性极强<sup>[1]</sup>,是我国主要的木本粮食树种,近年来随着国家对木本粮油产业的重视<sup>[2]</sup>,柿重新受到了人们的关注,炭疽病是柿树上发生的主要侵染性病害,严重制约了柿产业的发展<sup>[3]</sup>。

该病主要发生在柿树叶片、枝条、果蒂和果实上,不同品种及同一品种的不同部位发病情况不同<sup>[4]</sup>。叶片发病时叶柄、叶脉变成黑色,形成坏死病斑,这也是柿炭疽病区别于其它柿叶部病害的明显标志;枝条发病时,主要表现在柿树的幼梢,严重时病斑互相融合,从而引起叶片脱落,甚至导致枝条死亡<sup>[5]</sup>;柿蒂发病时,表现为黑色坏死现象;果实发病时变红变软,提前脱落。柿炭疽病的病菌主要以菌丝体在幼龄枝条病组织及芽眼中越冬,也可在病果、叶痕和冬芽中越冬,翌年条件适宜时以孢子的形式借风雨和昆虫传播,主要侵染新梢及幼果。一般新梢6月上旬开始发病,雨季发病较为严重,果实6月下旬至7月中下旬发病。Weir等基于分子生物学和形态学的差异将柿树炭疽病菌的表位型界定为柿盘长孢菌*Gloeosporium kaki* Hori,而分类学上将其归类为柿树炭疽菌*Colletotrichum horii* nom. nov.<sup>[6]</sup>。

炭疽病在多种果树、农作物上均有发生和研究报道<sup>[7-11]</sup>,柿炭疽病的研究相对较少,主要集中在部分品种炭疽病菌的分离鉴定和分子序列分析<sup>[12-14]</sup>、侵染过程、发生发展规律及综合防治技术<sup>[5,15]</sup>,对于柿炭疽病防治药剂的筛选还处于初步研究阶段<sup>[16-17]</sup>,研究涉及的药剂种类较少或者为早期药剂,加之炭疽病在多种植物上发生,所以生产中使用的防治药剂种类繁杂、效果不一、安全性不确定,因此对柿炭疽病防治药剂的筛选显得尤为重要。本文针对柿炭疽病菌选择了10类22种杀菌剂,室内测定各种药剂对柿炭疽病菌的抑制作用,筛选出抑制力强的药剂进行田间防治试验。

## 1 材料与方法

### 1.1 常见杀菌剂对柿炭疽病菌室内毒力测定

选取采集于山东青州、广西恭城、河南栾川及陕西富平的4个具有代表性的菌株;杀菌剂包括苯并咪唑类、三唑类、二甲酰亚胺类等10类22种。(1)MIC值测定:将供试菌株接种在含1、5、10  $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$  杀菌剂的PSA平板上,不含药的PSA平板为对照,每皿2个菌株,每处理2次重复,25℃培养4 d

后,采用交叉法测量各处理的菌落直径,求平均值后,计算抑制率,得出药剂对炭疽病菌的最低抑制浓度(Minimum inhibitory concentration, MIC)。抑制率=(对照菌落直径-处理菌落直径/(对照菌落直径-5)×100%;(2)EC<sub>50</sub>值测定:采用菌丝生长速率法<sup>[18]</sup>进行测定,采用MIC测定中的抑制率公式求出各个药剂浓度对菌丝生长抑制率,所得数据经Finney概率分析后用DPS v12.01统计软件求出毒力回归方程式及EC<sub>50</sub>。实验步骤包括:1)配置杀菌剂母液。将备试原药用丙酮溶解,配制成10  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的母液备用。2)炭疽菌株进行活化。把炭疽的菌丝接种于培养皿的PSA培养基平面中央,培养4 d左右待用。3)制备带毒培养基。依据前期各杀菌剂对柿炭疽病菌MIC值的测定结果,设置系列浓度梯度(表1),根据浓度梯度加入一定量的杀菌剂母液,制备系列浓度的带毒培养基。4)炭疽病菌接种。将活化后的炭疽病菌用打孔器在菌落边缘打出直径为0.5 cm的菌饼,然后接种于含药剂系列浓度的PSA培养基上。5)病菌抑制效果观测。炭疽病菌于25℃培养箱中培养6 d左右,观察菌丝生长状况,测量菌落直径,算出抑制率。以不加药剂的PSA平板为空白对照,每个药剂浓度3个重复。

### 1.2 药剂田间防治试验

1.2.1 试验地情况 试验在广西平乐县(110°38'35.91" E, 24°38'0.32" N)沙子镇一个10年生水柿园进行,株行距为3.5 m×4 m。柿园地形为平地,红壤,pH值6.2,肥力中等,管理水平中等,整个园区发病情况基本一致。

1.2.2 试验方法 结合已经得到的室内防治药剂筛选结果,选择其中效果较好和未做室内试验但较新型药剂共5种进行柿炭疽病室外防治药剂的筛选试验,设5个药剂处理(表2)和1个清水对照,每处理3次重复,共18个小区,每小区3株柿树,每个处理9棵树喷1喷雾器药液(22 kg)。施药时间为2015年8月10日、9月1日、9月20日和10月8日,皆为晴天或多云,喷药后3 d内均未下雨。前两次施药时间为下午4:00左右,后两次施药时间为下午3:00左右。

1.2.3 调查方法 在每株调查柿树的树冠中等偏上部位东、西、南、北4个方向定枝4个,每枝果数不少于10个(广西水柿发生该病主要表现在果实上,所以本试验不调查叶片及果蒂),于每次喷药前调查病果率(由于柿果发生炭疽病导致的果实过早脱落

表 1 杀菌剂来源及处理浓度梯度

Table 1 Sources of fungicides and gradient concentration of the treatment

杀菌剂 Fungicides	生产厂商 Manufacturer	浓度梯度 Concentration gradient / ( $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ )
苯醚甲环唑 Difenoconazole	山东潍坊双星农药有限公司 Shandong Weifang Shuangxing Pesticide Co., Ltd.	0, 0.156 2, 0.312 5, 0.625 0, 1.250 0, 2.500 0, 5.000 0
戊唑醇 Tebuconazole	江苏克胜股份有限公司 Jiangsu Kesheng Co., Ltd.	0, 0.156 2, 0.312 5, 0.625 0, 1.250 0, 2.500 0, 5.000 0
噻菌灵 Thiabendazole	浙江绿州生物技术有限公司 Zhejiang Lvzhou Biotechnology Co., Ltd.	0, 0.015 6, 0.031 2, 0.062 5, 0.125 0, 0.250 0, 0.500 0
多菌灵 Carbendazim	山东禾宜生物科技有限公司 Shandong Heyi Biotechnology Co., Ltd.	0, 0.015 6, 0.031 2, 0.062 5, 0.125 0, 0.250 0, 0.500 0
甲基托布津 Methylthiophanate	南京柏蓝科技有限公司 Nanjing Bailan Technology Co., Ltd.	0, 0.031 2, 0.062 5, 0.125 0, 0.250 0, 0.500 0, 1.000 0
苯菌灵 Benomyl	南京柏蓝科技有限公司 Nanjing Bailan Technology Co., Ltd.	0, 0.031 2, 0.062 5, 0.125 0, 0.250 0, 0.500 0, 1.000 0
速克灵 Procymidone	日本住友化学株式会社 Japan Sumitomo Chemical Corp	0, 0.625 0, 1.250 0, 2.500 0, 5.000 0, 10.000 0, 20.000 0
扑海因 Rovral	拜耳作物科学(中国)有限公司 Bayer Crop Science (China) Co., Ltd.	0, 0.312 5, 0.625 0, 1.250 0, 2.500 0, 5.000 0, 10.000 0
啞菌酯 Azoxystrobin	中国农科院植保所农药厂 The Pesticide Factory of IPP of CAAS	0, 0.468 8, 0.937 5, 1.875 0, 3.750 0, 7.500 0, 15.000 0
噻呋酰胺 Thifluzamide	利民化工股份有限公司 Limin Chemical Co. Ltd.	0, 0.625 0, 1.250 0, 2.500 0, 5.000 0, 10.000 0, 20.000 0
氟酰胺 Amide	拜耳作物科学(中国)有限公司 Bayer Crop Science (China) Co., Ltd.	0, 0.625 0, 1.250 0, 2.500 0, 5.000 0, 10.000 0, 20.000 0
乙霉威 Diethofencarb	海利尔药业集团股份有限公司 Hailier Pharmaceutical Group Co., Ltd.	0, 2.500 0, 5.000 0, 10.000 0, 15.000 0, 20.000 0, 40.000 0
啞霉胺 Pyrimethanil	中国农科院植保所农药厂 The Pesticide Factory of IPP of CAAS	0, 10.000 0, 20.000 0, 40.000 0, 50.000 0, 60.000 0, 80.000 0
吡唑醚菌酯 Pyraclostrobin	德国巴斯夫公司 German Basf Inc	0, 0.468 8, 0.937 5, 1.875 0, 3.750 0, 7.500 0, 15.000 0
丙环唑 Propiconazole	陕西标正作物科学有限公司 Shaanxi Biaozheng Crop Science Co., Ltd.	0, 0.078 1, 0.156 3, 0.312 5, 0.625 0, 1.250 0, 2.500 0
烯唑醇 Diniconazole	江苏剑牌农化股份有限公司 Jiangsu Sword Agricultural Co., Ltd.	0, 0.312 5, 0.625 0, 1.250 0, 2.500 0, 5.000 0, 10.000 0
三唑酮 Ketotriazole	江苏剑牌农化股份有限公司 Jiangsu Sword Agricultural Co., Ltd.	0, 0.625 0, 1.250 0, 2.500 0, 5.000 0, 10.000 0, 20.000 0
甲基立枯磷 Tolclofos-methyl	青岛瀚正益农生物科技有限公司 Qingdao Hanzhengyinong AgroSciences Biotechnology Co. Ltd.	0, 0.312 5, 0.625 0, 1.250 0, 2.500 0, 5.000 0, 10.000 0
咯菌腈 Fludioxonil	瑞士先正达作物保护有限公司 Syngenta Crop Protection Co. Ltd.	0.004 9, 0.009 8, 0.019 5, 0.039 1, 0.078 1, 0.156 3
百菌清 Chlorothalonil	利民化工股份有限公司 Limin Chemical Co. Ltd.	0, 0.312 5, 0.625 0, 1.250 0, 2.500 0, 5.000 0, 10.000 0
福美双 Thiram	河北赞峰生物工程有限公司 Hebei Zanfeng Biological Engineering Co., Ltd.	0, 0.312 5, 0.625 0, 1.250 0, 2.500 0, 5.000 0, 10.000 0
代森锰锌 Mancozeb	美国杜邦公司 DuPont Engineering Polymers	0, 0.312 5, 0.625 0, 1.250 0, 2.500 0, 5.000 0, 10.000 0

注:以上杀菌剂均按有效成分计算质量浓度,按照每种农药的说明用量范围而定。

Note: The concentration of above fungicides are calculated according to the effective composition, in accordance with the scope of the description of each pesticide dosage.

表2 田间防治试验药剂

Table 2 Information about the fungicides of field treatment

处理 Treatment	生产厂商 Manufacturer	剂型 Dosage forms	使用浓度 Concentration
苯醚甲环唑 Difenoconazole	山东潍坊双星农药有限公司 Shandong Weifang Shuangxing Pesticide Co., Ltd.	30% WG	1 500 倍 1 500 times
噻唑酰胺 Thifluzamide	利民化工股份有限公司 Limin Chemical Co. Ltd.	240 g · L <sup>-1</sup> SC	2 000 倍 2 000 times
吡唑醚菌酯 Pyraclostrobin	德国巴斯夫公司 German Basf Inc	240 g · L <sup>-1</sup> EC	1 000 倍 1 000 times
咪鲜胺 Prochloraz	湖南大乘医药化工有限公司 Hunan Dacheng Pharmaceutical Chemical Co. Ltd.	25% EC	2 000 倍 2 000 times
咯菌腈 Fludioxonil	瑞士先正达作物保护有限公司 Syngenta Crop Protection Co. Ltd.	25 g · L <sup>-1</sup> SC	1 000 倍 1 000 times

和病斑的大小无关,所以本试验调查时只调查病果率,不调查发病等级),考虑到每次病果率调查时由于发生炭疽病导致的果实脱落情况,病果率的计算方法为:病果率 = [调查当次树上病果数 + (初次调

查果实总数 - 当次调查果实总数) - 其它因素落果数] / 初次调查果实总数。最后一次调查时间为喷药后的第 10 天即 10 月 18 日。防治效果 = (对照病果率 - 处理病果率) / 对照病果率 × 100%。

### 1.3 数据处理

应用 Microsoft Excel 2007、SPSS19.0 和 DPS v12.01 统计软件对数据进行处理和制表、制图等。

## 2 结果与分析

### 2.1 室内不同药剂对柿炭疽病菌的抑制作用

供试的 10 类 22 种杀菌剂对采集于山东青州、广西恭城、河南栾川及陕西富平的 4 个菌株的抑制作用见表 3,对柿炭疽病菌菌丝生长抑制效果较好的杀菌剂有苯并咪唑类、脱甲基抑制剂类(三唑类、DMI 类)、苯吡咯类 3 类杀菌剂,它们有的品种已应用在柿炭疽病的化学防治上,有的则正在作为复配剂进行开发。琥珀酸脱氢酶抑制剂类(SDHIs)及甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂(QoIs)对柿炭疽病菌毒力差异较大,需作进一步的探索。其中琥珀酸脱氢酶抑制剂类(SDHIs)中的噻唑酰胺对于广西水柿炭疽病病

表3 不同杀菌剂对柿炭疽病菌的抑制作用

Table 3 Inhibition effects of different fungicides on pathogens of anthracnose of persimmon

药剂类别 Type of fungicides	药剂名称 Name of fungicides	MIC/( $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ )	EC <sub>50</sub> /( $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ )
苯并咪唑类 Benzimidazole group	噻菌灵 Thiabendazole	1	0.100 9 ~ 0.194 0
	多菌灵 arbandazim	1	0.160 0 ~ 0.298 7
	苯菌灵 Benomyl e	1	0.088 4 ~ 0.244 3
	甲基托布津 Methylthiophanate	1	0.211 1 ~ 0.520 3
氨基甲酸酯类 Carbamate group	乙霉威 Diethofencarb	>10	37.569 8 ~ 174.927
	苯醚甲环唑 Difenoconazole	10	0.101 0 ~ 0.311 4
	戊唑醇 Tebuconazole	10	0.143 5 ~ 0.375 3
	烯唑醇 Diniconazole	≥10	0.311 0 ~ 0.684 7
DMI 类	三唑酮 Ketotriazole	>10	17.951 7 ~ 33.146 9
	丙环唑 Propiconazole	5	0.093 8 ~ 0.178 4
	噻唑酰胺 Thifluzamide	>10	0.071 7 ~ 665.484 8
SDHIs group	氟酰胺 Amide		0.115 2 ~ 40.661 0
	扑海因 Rovral	5	30.294 3 ~ 104.517 1
二甲酰亚胺类 Dicarboximide group	速克灵 Procymidone	>10	19.904 9 ~ 34.583 8
	咯菌腈 Fludioxonil	10	0.011 2 ~ 0.041 0
苯吡咯类 Phenyl group	啞菌酯 Azoxystrobin	>10	21.338 3 ~ 54.580 6
	醚菌酯 Kresoxim-methyl		36.064 9 ~ 45 687.779 6
QoIs group	啞菌酯 Kresoxim-methyl		36.064 9 ~ 45 687.779 6
	啞菌酯 Kresoxim-methyl		36.064 9 ~ 45 687.779 6
苯胺基嘧啶类 Aniline group	啞菌酯 Kresoxim-methyl		36.064 9 ~ 45 687.779 6
有机磷类 Organophosphorus group	啞菌酯 Kresoxim-methyl		36.064 9 ~ 45 687.779 6
	甲基立枯磷 Tolclofos-methyl	>10	0.981 1 ~ 4.180 6
保护性杀菌剂 Protectant fungicides group	75% 百菌清制剂 75% chlorothalonil		271.454 2 ~ 216 874.661 5
	70% 代森锰锌制剂 70% mancozeb		10 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时抑制率不到 5%
	50% 福美双制剂 50% thiram		The inhibition rate of 10 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ was less than 5%

10  $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$  时抑制率不到 5%  
The inhibition rate of 10  $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$  was less than 5%

菌抑制作用较强,所以选用该药进行室外试验。三唑类药物虽然对于柿炭疽病菌抑制作用较强,但其代表性药剂多菌灵、苯菌灵等能诱发病原菌的抗性,同类品种间有正交互抗性,应注意与其它类型杀菌剂混用或轮换使用,所以室外试验未选择三唑类药物。结合表2与市场上的新型杀菌剂使用情况,室外试验选择了苯醚甲环唑、咪鲜胺、咯菌腈、吡唑醚菌酯、噻呋酰胺5种杀菌剂。

## 2.2 不同药剂田间防治效果

由表4可以看出,除噻呋酰胺以外其余4种药

剂对柿果炭疽病的防治效果均较好,5种药剂的防治效果基本上呈现出先上升后下降的趋势,但不同药剂发挥效果的时间有差异,其中苯醚甲环唑和噻呋酰胺起效较慢,咪鲜胺起效较快。总体来看咪鲜胺和咯菌腈起效较快且最终防治效果较好,吡唑醚菌酯和苯醚甲环唑次之,噻呋酰胺效果最不理想;病果率基本呈现上升的趋势,尤其是清水对照,发病率上升较为明显,10月18日最后一次调查时对照发病率达到63.5%,其它几种处理发病率为30%~50%,不同处理之间均达到极显著差异。

表4 不同杀菌剂对柿炭疽病的田间防治效果

Table 4 Inhibition effects of different fungicides on anthracnose of persimmon in field treatment

药剂 Fungicides	调查日期(月-日) Survey date (month-day)					
	08-25		09-21		10-18	
	病果率 Diseased fruit rate/%	防治效果 Control effects/%	病果率 Diseased fruit rate/%	防治效果 Control effects /%	病果率 Diseased fruit rate/%	防治效果 Control effects /%
咪鲜胺 Prochloraz	5.23a	64.07e	13.41a	62.11e	33.24a	47.76d
苯醚甲环唑 Difenoconazole	14.22c	2.33a	25.13d	28.99b	42.72b	32.86c
咯菌腈 Fludioxonil	9.34b	35.85d	18.66b	47.27d	32.39a	49.10d
噻呋酰胺 Thifluzamide	13.85c	4.88b	29.38e	16.98a	51.72d	18.72a
吡唑醚菌酯 Pyraclostrobin	10.52b	27.75c	22.62c	36.08c	46.81c	26.43b
清水对照 Clear water control	14.56c	-	35.39f	-	63.63e	-

注:不同小写字母表示  $P \leq 0.05$  水平下显著性差异。

Note: The different small letters represent significant difference of P level less than or equal to 0.05.

## 3 讨论

本试验选择了10类22种杀菌剂,基本上覆盖了近年来市场上病害防治的常用药剂,并采用室内试验和田间试验相结合的方法进行药剂筛选,为制定较为有效的柿炭疽病防治方法打下了基础。室内试验中发现三唑类对炭疽病菌抑制效果较好,但由于三唑类杀菌剂的作用机理是抑制病原菌体内甾醇的脱甲基化过程,作用位点相对单一,因此存在较高的抗药性风险<sup>[19]</sup>,所以田间试验未选择该类药剂,这符合试验方案中寻找有效、可持续药剂的目标和理念。田间试验结果显示虽然进行了药剂处理,但最终发病率都超过了30%,这可能因为试验柿园往年发病较重且未经过正规的防治,所以出现了前期防效较好,但随着时间推移炭疽病的发病率呈现上升的趋势。后续工作包括:(1)补测咪鲜胺和吡唑醚菌酯对柿炭疽病菌的室内毒力数据,并与其它药剂的室内毒力数据和大田试验结果进行对比分析;(2)从药剂使用时间对最终防治效果的影响方面开展研究,如发病前防治和发病后防治的效果差异来比较不同药剂的防治效果和预防效果,进而探

讨不同药剂的最佳喷药时期<sup>[20]</sup>; (3)通过不同药剂的配合使用筛选出效果较好的药剂组合,为复配新型药剂做好准备工作。由于时间限制本次室外防治试验结果是1年得出的,后续研究需关注连续多年使用的效果差异以比较不同药剂的长期效果;(4)对各种杀菌剂进行综合比较,诸如对植物生长的影响、对环境的影响、成本分析等,力求经济合理地施用高效低毒杀菌剂。

## 4 结论

室内试验结果表明,苯并咪唑类、脱甲基抑制剂类(三唑类)、苯吡咯类3类杀菌剂对柿炭疽病菌的抑制作用较强,其中效果较好的噻菌灵、多菌灵、苯菌灵、甲基托布津、苯醚甲环唑、戊唑醇、丙环唑、咯菌腈8种药剂的MIC值均在 $10 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 以下,EC<sub>50</sub>值在0.0112~0.5203  $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 范围内。在此基础上进行田间试验结果表明,所选5种药剂都起到了显著的防治效果,第1年使用最终防治效果在18.72%~47.76%之间,其中咯菌腈防治效果最好。不同药剂药效的发挥速度及防效稳定性不同,综合来看咯菌腈和咪鲜胺2种药剂起效速度和最终

防治效果均较好,适合在生产中推广使用。

## 参考文献:

- [1] 邓全恩,龚榜初,吴开云,等. 柿果生理性病害顶腐病发病规律调查研究[J]. 林业科学研究,2014,27(5):689-696.
- [2] 谭晓凤,马履一,李芳东,等. 我国木本粮油产业发展战略研究[J]. 经济林研究,2012,30(1):1-5.
- [3] 刘开启,牟惠芳,刘凤英. 柿炭疽病的研究[J]. 山东农业大学学报,1988,(4):69-71.
- [4] Geffroy V, Sévignac M, De Oliveira J C, et al. Inheritance of partial resistance against *Colletotrichum lindemuthianum* in *Phaseolus vulgaris* and co-localization of quantitative trait loci with genes involved in specific resistance[J]. Mol Plant Microbe Interact,2000,13(3):287-296.
- [5] 张敬泽,徐同. 柿树炭疽病菌在越冬枝条上的菌态及数量[J]. 植物保护学报,2003,30(4):438-439.
- [6] Weir B S, Johnston P R. Characterisation and neotypification of *Gloeosporium kaki* Hori as *Colletotrichum horii* nom. nov[J]. Mycotaxon,2010,111(1):209-219.
- [7] 杨光道,段琳,束庆龙,等. 油茶果皮花青素、糖含量和 PAL 活性与炭疽病的关系[J]. 林业科学,2007,43(6):100-104.
- [8] 雷新涛,赵艳龙,姚全胜,等. 杠果抗炭疽病种质资源的鉴定与分析[J]. 果树学报,2006,23(6):838-842.
- [9] 吴良庆,朱立武,衡伟,等. 砀山梨炭疽病原鉴定及其抑菌药剂筛选[J]. 中国农业科学,2010,43(18):3750-3758.
- [10] 王惠哲,李淑菊,刘秀峰,等. 与黄瓜抗炭疽病相关基因连锁的 AFLP 标记的筛选[J]. 园艺学报,2007,34(1):213-216.
- [11] 孙春英,毛胜利,张正海,等. 辣椒抗炭疽病遗传与育种研究进展[J]. 园艺学报2013,40(3):579-590.
- [12] 余贤美,侯长明,王洁,等. 山东牛心柿炭疽病菌的分离鉴定及致病性[J]. 林业科学,2015,51(4):126-133.
- [13] 余贤美,侯长明,王洁,等. 次郎甜柿炭疽病菌的分离鉴定及其 rDNA-ITS 序列分析[J]. 经济林研究,2014,32(1):45-50.
- [14] 张敬泽,徐同,何黎平. 浙江无核柿炭疽病菌鉴定及附着胞形成过程中的核相变化[J]. 菌物学报,2005,24(3):446-456.
- [15] 贾克锋,陈雁,王利忠. 日本甜柿炭疽病发生规律及防治技术[J]. 浙江林学院学报,1997,14(1):45-49.
- [16] 丁向阳,徐建强,邓全恩,等. 柿炭疽病化学防治药剂的初步筛选[J]. 经济林研究,2015,33(4):148-151,156.
- [17] 曲健禄,武海斌,范昆,等. 柿树炭疽病菌的生物学特性及几种杀菌剂对其的抑制作用[J]. 农药学报,2012,14(5):503-509.
- [18] Wang Y H, Chen J, Zhu Y C, et al. Susceptibility to neonicotinoids and risk of resistance development in the brown plant hopper, *Nilaparvata lugens* (Stal) (Homoptera: Delphacidae) [J]. Pest Manag Sci,2008,64(12):1278-1284.
- [19] 潘金菊,慕卫,翟如环,等. 9种杀菌剂对苹果斑点落叶病菌和轮纹病菌的毒力比较[J]. 农药科学与管理,2006,27(6):16-18.
- [20] 刘永刚,李佳佳,李昭煜,等. 枸杞炭疽病防治药剂筛选[J]. 植物保护,2016,42(1):230-234

(责任编辑:金立新)