

◆ 药效与应用 ◆

# 不同农药对桃细菌性穿孔病菌的毒力和田间防效

刘洋<sup>1</sup>, 赵文静<sup>1,2</sup>, 沈斐<sup>3</sup>, 戴慧俊<sup>4</sup>, 朱峰<sup>1</sup>, 董京萍<sup>1</sup>, 金唯新<sup>3</sup>, 纪兆林<sup>1\*</sup>

(1. 扬州大学园艺与植物保护学院, 江苏扬州 225009 2. 连云港市农业科学院果林研究室, 江苏连云港 222000 ;  
3. 无锡市惠山区阳山镇农业服务中心, 江苏无锡 214155 4. 无锡太湖阳山水蜜桃科技有限公司, 江苏无锡 214156)

**摘要:** 采用抑菌圈法测定11种化学农药和7种生物农药对桃细菌性穿孔病菌(*Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*)的毒力, 选出抑菌较好的药剂进行田间防治试验。结果表明, 氯溴异氰尿酸、梧宁霉素和农用硫酸链霉素对桃细菌性穿孔病菌的毒力强,  $EC_{50}$ 值分别为0.055 9、0.065 1、0.069 8 mg/L; 噻唑锌的 $EC_{50}$ 值为0.116 6 mg/L, 抑菌能力次之; 而中生菌素、溴菌腈、噻霉酮和喹啉铜对病菌也有较好的抑制作用,  $EC_{50}$ 值分别为1.242 2、1.528 7、2.171 6和3.031 5 mg/L。田间试验表明, 除了噻霉酮, 其他试验药剂对桃细菌性穿孔病都有较好的病叶和病指防效, 药后5 d的病叶防效为45.88%~93.20%, 药后13 d的病叶防效为44.13%~91.38%。综合之, 氯溴异氰尿酸、噻唑锌、喹啉铜等化学农药和生物农药梧宁霉素、中生菌素对桃细菌性穿孔病具有较好的防治效果, 可选择使用。

**关键词:** 桃细菌性穿孔病; 化学农药; 生物农药; 毒力; 田间防效

中图分类号: S 436.621 文献标志码: A doi:10.3969/j.issn.1671-5284.2020.05.010

## Virulence of Fungicides against Peach Bacterial Shot Hole Pathogen and Control Efficacy of the Disease in Field

LIU Yang<sup>1</sup>, ZHAO Wenjing<sup>1,2</sup>, SHEN Fei<sup>3</sup>, DAI Huijun<sup>4</sup>, ZHU Feng<sup>1</sup>, DONG Jingping<sup>1</sup>, JIN Weixin<sup>3</sup>, JI Zhaolin<sup>1\*</sup>

(1. College of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Jiangsu Yangzhou 225009, China; 2. Laboratory of Forestry and Fruit, Lianyungang Academy of Agricultural Sciences, Jiangsu Lianyungang 222000, China; 3. Agricultural Service Center of Yangshan Town, Huishan District, Jiangsu Wuxi 214155, China; 4. Wuxi Taihu Yangshan Peach Technology Co., Ltd., Jiangsu Wuxi 214156, China)

**Abstract:** The virulence of 11 chemical fungicides and 7 biological fungicides against the pathogen *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* was determined by inhibition zone method. The fungicides with high virulence were selected for control trials in field. The results showed that chlorobromoisocyanuric acid, tetramycin and streptomycin sulfate were highly toxic to *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, with  $EC_{50}$  values of 0.055 9, 0.065 1 and 0.069 8 mg/L, respectively. Zinc thiazole had better antibacterial effect, with  $EC_{50}$  value of 0.116 6 mg/L. Zhongshengmycin, bromothalonil, benziothiazolinone and oxine-copper also had good inhibitory effects on the bacterial pathogen, with  $EC_{50}$  values of 1.242 2, 1.528 7, 2.171 6 and 3.031 5 mg/L, respectively. The field control trials showed that the selected fungicides had better control effect on the peach bacterial shot hole except for benziothiazolinone, with the diseased leaved control effects of 45.88%-93.20% 5 days after the spray four times, and with the effects of 44.13%-91.38% 13 days after the spray. In summary, chemical fungicides such as chlorobromoisocyanuric acid, zinc thiazole, oxine-copper, biological fungicides tetramycin and zhongshengmycin have good control efficacies against peach bacterial shot hole, which can be used selectively.

**Key words:** peach bacterial shot hole; chemical pesticide; biological pesticide; virulence; control efficacy in field

收稿日期: 2019-12-09

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-30-3-02); 农业重大技术协同推广计划[XT(18)003]

作者简介: 刘洋(1996—), 男, 江苏南京人, 硕士研究生, 研究方向为桃树病害防控技术。E-mail: 1300981801@qq.com

共同第一作者: 赵文静(1991—), 女, 江苏赣榆人, 硕士, 实习研究员, 主要从事果树病害防控技术研究。E-mail: 709427235@qq.com

通信作者: 纪兆林(1978—), 男, 江苏句容人, 博士, 副教授, 主要从事桃病害防控及分子植病研究。E-mail: zhliji@yzu.edu.cn

桃细菌性穿孔病(peach bacterial shot hole)是由树生黄单胞李致病变种(*Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* Xap)侵染引起,危害桃树的重要病害之一,在世界范围内广泛分布和传播<sup>[1-2]</sup>。该病害还危害李树<sup>[3]</sup>、杏树<sup>[4]</sup>、樱桃<sup>[5]</sup>等核果类果树以及扁桃<sup>[6]</sup>等,在我国南、北方产区均普遍发生,在沿江河湖海等地区以及多雨年份严重发生。该病主要为害桃树叶片,也能为害枝条和果实,造成早期落叶,减弱树势,影响商品果率,降低品质<sup>[7-9]</sup>。近年来,桃树种植面积大量增加,桃细菌性穿孔病发生日益严重,有的桃园大暴发或大流行,导致减产甚至绝产,带来了较大的经济损失,严重影响桃产业健康和可持续发展。目前可用于防治该病的药剂很少,且防效参差不齐、不理想。因此,笔者通过室内药剂毒力测定和田间试验,以筛选出生产上用于桃细菌性穿孔病防治的有效化学农药和生物农药,为桃细菌性穿孔病高效、低毒防治提供技术支持,也为化学和生物农药复配防治奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试菌株

桃细菌性穿孔病菌(*Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, Xap)9-6,为扬州大学园艺与植保学院实验室保存的菌株,试验前于NB培养基上活化和培养。

### 1.2 供试药剂

选取用于室内毒力测定的药剂均为登记可用于细菌病害防治的杀细菌剂,以及报道具有细菌抑制作用的广谱杀菌剂或一些产区用于细菌病害防治的药剂,如异菌脲和乙蒜素等。在室内毒力测定基础上选择抑菌作用较好的药剂进行田间防治试验。

用于室内毒力测定的化学农药原药有:98%溴菌腈,江苏托球农化股份有限公司生产;97%异菌脲,江苏蓝丰生物化工股份有限公司生产;50%辛菌胺,江苏东宝农化股份有限公司;96%噻唑锌,湖北康宝泰精细化工有限公司;96%啶啉铜、96%叶枯唑,山东德睿商贸有限公司。用于室内毒力测定的化学农药制剂

有:3%噻霉酮可湿性粉剂(WP),陕西西大华特科技实业有限公司;80%波尔多液可湿性粉剂(WP),通州正大农药化工有限公司;20%噻菌铜悬浮剂(SC),浙江龙湾化工有限公司;50%氯溴异氰尿酸可溶粉剂(SP),河南银田精细化工有限公司;57.6%氢氧化铜水分散粒剂(WG),澳大利亚纽发姆有限公司。

用于室内毒力测定的生物农药制剂有:0.3%梧宁霉素水剂(AS),辽宁微科生物工程股份有限公司;72%农用硫酸链霉素可溶粉剂(SP),华北制药河北华诺有限公司;2%春雷霉素可湿性粉剂(WP),青岛泰生生物科技有限公司;80%乙蒜素乳油(EC),河南科邦化工有限公司;12%中生菌素可湿性粉剂(WP),福建凯立生物制品有限公司;8%宁南霉素水剂(AS),德强生物股份有限公司;0.3%丁子香酚可溶液剂(SL),南通神雨绿色药业有限公司。

在室内毒力测定基础上,选择用于田间防治试验的药剂包括:50%氯溴异氰尿酸SP,河南银田精细化工有限公司;0.3%梧宁霉素AS,辽宁微科生物工程股份有限公司;72%农用硫酸链霉素SP,华北制药河北华诺有限公司;20%噻唑锌SC,美国瑞邦国际集团(中国)生物科技有限公司;3%中生菌素WP,福建凯立生物制品有限公司;25%溴菌腈WP,江苏托球农化股份有限公司;3%噻霉酮WP,陕西西大华特科技实业有限公司;33.5%啶啉铜SC,浙江海正化工股份有限公司。

### 1.3 室内毒力测定

原药用丙酮溶解,制剂用无菌水溶解,溶解后用无菌水稀释配置成10 g/L药剂母液。将各药剂母液用无菌水稀释,配置成所需梯度浓度药液。采用牛津杯扩散法测定各梯度药液对桃细菌性穿孔病菌的抑菌效果。配制双层平板,平板表面晾干后,取病菌菌液150 μL( $1 \times 10^8$  cfu/mL)均匀涂平板,将牛津杯放置在平板中央,其中加入100 μL待测药液,于28℃培养16 h后测量抑菌圈直径,每个浓度药剂处理重复3次,并设清水作为对照。

按式(1)计算不同浓度药剂的抑制率。

$$\text{抑制率}/\% = \frac{\text{处理组抑菌圈直径} - \text{对照组抑菌圈直径}}{\text{处理组抑菌圈直径}} \times 100 \quad (1)$$

同时配置含不同梯度浓度的各药剂平板,采用病菌平板划线法,确定各药剂对病菌的最低抑菌浓度(MIC)。将药剂不同浓度的抑制率转换为机率值,浓度转换为对数值,以抑制率机率值为纵坐标(y),浓度对数值为横坐标(x),用DPS软件分析计算出各

药剂对病菌的毒力回归方程、 $EC_{50}$ 值等。

### 1.4 田间小区防治试验

根据室内毒力测试结果,田间小区试验选用毒力较好的氯溴异氰尿酸、梧宁霉素、农用硫酸链霉素、噻唑锌、中生菌素、溴菌腈以及噻霉酮和啶啉

铜等药剂。试验地设在江苏省无锡市惠山区阳山镇寺前村10年生桃园,品种为“柳条白凤”。药剂施药剂量根据药剂包装袋上的推荐用量浓度及生产上防治细菌病害的用量范围综合设置。试验处理:0.3%梧宁霉素AS(有效成分含量3.75 mg/L)、72%农用硫酸链霉素SP(有效成分含量240 mg/L)、3%中生菌素WP(有效成分含量50 mg/L)、20%噻唑锌SC(有效成分含量400 mg/L)、50%氯溴异氰尿酸SP(有效成分含量333.33 mg/L)、25%溴菌腈WP(有效成分含量250 mg/L)、3%噻霉酮WP(有效成分含量20 mg/L)、33.5%喹啉铜SC(有效成分含量223.33 mg/L)以及清水对照。每试验处理3个小区(重复),每小区3棵桃树,共27个小区(重复)。桃树大小一致,各小区

随机排列,并插地牌。桃树落花后开始施药,连续喷施4次,每次间隔14 d左右。

本次试验分别于最后1次施药后5、13 d进行病情调查,调查所有试验桃树,每棵桃树调查10根新梢上的全部叶片。按东、南、西、北、中方向,每个方位随机调查2根新梢。分级方法(以叶片为单位)为0级:叶片上无细菌性穿孔病斑;1级:叶片上病斑极少,不足5%叶面积;2级:叶片上病斑较少,占6%~10%叶面积;3级:叶片上病斑较多,占11%~25%叶面积;4级:叶片上病斑较重,占26%~50%叶面积;5级:叶片上病斑很多很重,占50%以上叶面积。病叶率、病情指数、病叶防效、病指防效,按式(2)~(5)计算。

$$\text{病叶率}/\% = \frac{\text{病叶数}}{\text{调查总叶数}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{病情指数} = \frac{\sum(\text{各级病叶数} \times \text{对应病级值})}{\text{调查总叶数} \times 9} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{病叶防效}/\% = \frac{\text{对照区病叶率} - \text{处理区病叶率}}{\text{对照区病叶率}} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{病指防效}/\% = \frac{\text{对照区病指} - \text{处理区病指}}{\text{对照区病指}} \times 100 \quad (5)$$

## 2 结果与分析

### 2.1 不同药剂对桃细菌性穿孔病菌的毒力

由表1可见,化学农药中氯溴异氰尿酸对桃细菌性穿孔病菌的毒力最强,EC<sub>50</sub>值为0.055 9 mg/L,最小抑菌浓度为27 mg/L;噻唑锌的EC<sub>50</sub>值为0.116 6

mg/L,毒力次之;再者是溴菌腈、噻霉酮和喹啉铜,对应的EC<sub>50</sub>值分别为1.528 7、2.171 6和3.031 5 mg/L。叶枯唑、氢氧化铜对桃细菌性穿孔病菌的毒力较差,EC<sub>50</sub>分别接近100 mg/L和达到400 mg/L以上,而噻菌铜对桃细菌性穿孔病菌完全没有抑制作用。

表1 化学杀菌剂对桃细菌性穿孔病菌的毒力

化学农药	毒力回归方程	相关系数(R <sup>2</sup> )	EC <sub>50</sub> 值/(mg·L <sup>-1</sup> )	最低抑菌浓度/(mg·L <sup>-1</sup> )	
原药	98%溴菌腈	y=1.878 2x+4.653 8	0.997 8	1.528 7	343.750 0
	97%异菌脲	y=0.421 1x+4.303 8	0.962 4	45.022 3	833.333 3
	50%辛菌胺	y=0.522 0x+4.307 5	0.917 5	21.206 7	343.750 0
	96%噻唑锌	y=0.305 9x+5.285 5	0.995 9	0.116 6	833.333 3
	96%喹啉铜	y=0.844 9x+4.593 1	0.990 6	3.031 5	570.312 5
	96%叶枯唑	y=0.353 9x+4.259 6	0.952 7	97.764 5	570.312 5
制剂	3%噻霉酮WP	y=0.529 4x+4.821 7	0.975 1	2.171 6	375.000 0
	80%波尔多液WP	y=0.195 6x+4.655 9	0.985 8	57.411 1	3993.750 0
	20%噻菌铜SC	*	*	*	*
	50%氯溴异氰尿酸SP	y=0.265 0x+5.331 9	0.906 1	0.055 9	27.000 0
	57.6%氢氧化铜WG	y=0.967 6x+2.902 9	0.996 8	425.751 7	

注:空白表示在最高浓度下细菌仍能生长,无法测量;“\*”表示无抑制作用。下同。

由表2可知,在供试的生物农药中,梧宁霉素和农用硫酸链霉素对桃细菌性穿孔病菌的毒力最强,EC<sub>50</sub>值分别为0.065 1、0.069 8 mg/L;中生菌素的毒力次之,EC<sub>50</sub>值为1.242 2 mg/L;乙蒜素的毒力很

差,EC<sub>50</sub>值超过了500 mg/L。梧宁霉素、农用硫酸链霉素和中生菌素完全抑制病菌的最低抑菌浓度分别为12.500 0、38.880 0和14.343 8 mg/L,而丁子香酚则对病菌没有抑制作用。



表 2 生物农药对桃细菌性穿孔病菌的毒力

生物农药	毒力回归方程	相关系数( $R^2$ )	EC <sub>50</sub> 值/(mg·L <sup>-1</sup> )	最低抑菌浓度/(mg·L <sup>-1</sup> )
0.3%梧宁霉素AS	$y=0.4503x+5.5342$	0.9715	0.0651	12.5000
72%农用硫酸链霉素SP	$y=0.2344x+5.2710$	0.9995	0.0698	38.8800
2%春雷霉素WP	$y=1.1690x+3.0600$	0.9522	45.6632	250.0000
80%乙蒜素EC	$y=1.5287x+0.7843$	0.9575	572.3036	1757.8125
12%中生菌素WP	$y=0.4295x+4.9595$	0.9349	1.2422	14.3438
8%宁南霉素AS	$y=0.8750x+3.2465$	0.9261	100.9173	
0.3%丁子香酚SL	*	*	*	*

## 2.2 不同药剂对桃细菌性穿孔病的田间防效

田间小区试验表明,除3%噻霉酮WP的防治效果较差外,其他试验药剂对细菌性穿孔病都有较好的防效。第4次药后5 d的病叶防效为45.88%~93.20%,病指防效为56.15%~94.73%,其中20%噻唑锌SC的防效最好(病叶和病指防效均在90%以上);其次是25%溴菌腈WP、33.5%喹啉铜SC、3%中生菌素WP和

0.3%梧宁霉素AS。药后13 d的病叶防效为44.13%~91.38%,病指防效为56.41%~93.84%,其中72%农用硫酸链霉素SP防效最好,其次是0.3%梧宁霉素AS、33.5%喹啉铜SC、3%中生菌素WP和50%氯溴异氰尿酸SP(表3)。此外,20%噻唑锌SC和25%溴菌腈WP药后13 d的防效明显低于其药后5 d的防效,而50%氯溴异氰尿酸SP和33.5%喹啉铜SC的防效较稳定。

表 3 不同药剂对桃细菌性穿孔病的田间防效

药剂	有效成分含量/ (mg·L <sup>-1</sup> )	第4次药后5 d				第4次药后13 d			
		病叶率/%	病叶防效/%	病情指数	病指防效/%	病叶率/%	病叶防效/%	病情指数	病指防效/%
50%氯溴异氰尿酸SP	333.33	5.80 b	45.88	0.67 b	56.15	5.76 bc	55.83	0.76 cd	62.50
0.3%梧宁霉素AS	3.75	2.57 cd	76.06	0.29 bc	81.45	2.23 cd	82.95	0.28 cde	86.08
72%农用硫酸链霉素SP	240	3.33 cd	69.25	0.37 bc	76.16	1.12 d	91.38	0.13 e	93.84
20%噻唑锌SC	400	0.72 d	93.20	0.08 c	94.73	7.26 b	44.13	0.88 c	56.41
3%中生菌素WP	50	2.33 cd	78.19	0.26 bc	83.10	5.36 bc	58.09	0.65 cde	66.99
25%溴菌腈WP	250	1.15 d	89.41	0.13 c	91.79	7.09 b	44.41	0.79 cd	60.29
3%噻霉酮WP	20	10.33 a	5.59	1.83 a		11.91 a	7.69	1.48 b	26.63
33.5%喹啉铜SC	223.33	1.35 d	87.71	0.19 c	87.75	3.54 bcd	72.89	0.46 cde	77.27
清水对照		10.76 a		1.54 a		13.32 a		2.10 a	

注:同列小写字母数值间差异显著( $P<0.05$ )。

## 3 结论与讨论

毒力测定表明,化学农药氯溴异氰尿酸、生物农药梧宁霉素和农用硫酸链霉素对桃细菌性穿孔病菌的毒力强,EC<sub>50</sub>值分别为0.0559、0.0651和0.0698 mg/L;其次是噻唑锌,EC<sub>50</sub>值为0.1166 mg/L;而中生菌素、溴菌腈、噻霉酮和喹啉铜对病菌也有较好的抑制作用。化学农药氢氧化铜、叶枯唑、波尔多液以及生物农药乙蒜素、宁南霉素的抑菌效果较差,EC<sub>50</sub>值均超过50 mg/L。丁子香酚和噻菌铜对病菌没有抑制作用,前者可能具有诱导抗病作用,而后者具有双重杀菌机理。噻唑基团和铜离子都对细菌有较好的防治作用<sup>[10]</sup>,但对桃细菌性穿孔病菌无抑菌活性还需进一步研究。一般含铜制剂都是植物细菌性病害的首选防治药剂,由于生产上含铜制剂的频繁使用,已出现了桃细菌性穿孔病菌等植物病

原细菌的铜耐受性和抗性<sup>[11-12]</sup>,本研究氢氧化铜对桃细菌性穿孔病菌的抑菌作用较差(EC<sub>50</sub>值为425.7517 mg/L),而噻菌铜则对病菌没有抑菌活性,这或许与桃细菌性穿孔病菌中铜耐受性或抗性有关,其中可能存在其他机制,并不是Xanthomonas中的copLAB基因簇决定的<sup>[11]</sup>。

田间小区防治试验表明,氯溴异氰尿酸、噻唑锌、喹啉铜、溴菌腈等化学农药,梧宁霉素、农用硫酸链霉素、中生菌素等生物农药对桃细菌性穿孔病都有较好的防治效果,药后5 d的病叶防效为45.88%~93.2%,药后13 d的病叶防效为44.13%~91.38%。50%氯溴异氰尿酸SP对水稻白叶枯病和细菌性条斑病<sup>[13]</sup>、水稻细菌性基腐病<sup>[14]</sup>、黄瓜细菌性角斑病<sup>[15]</sup>、月季根癌病<sup>[16]</sup>等都有较好或一定的防治效果。氯溴异氰尿酸低毒、易分解,具有内吸传导作用,溶于水后能释放出次溴酸和次氯酸,具有杀灭细菌和真菌

的能力,释放后形成的三嗪二酮和均三嗪仍有较强的杀菌作用。此外,50%氯溴异氰尿酸SP的生产原料富含尿素、钾盐及微量元素群,也具有促进植物生长的作用<sup>[16]</sup>。因此在桃细菌性穿孔病防治上可考虑使用氯溴异氰尿酸。梧宁霉素(又称四霉素)是一种高效低毒、内吸的农用抗生素,对革兰氏阴性细菌和革兰氏阳性细菌均有极强的杀灭作用,对柑橘溃疡病菌<sup>[17]</sup>、烟草青枯病菌<sup>[18]</sup>具有较强的毒力,对白菜软腐病也有较好的防效<sup>[19]</sup>,因此也可用于桃细菌性穿孔病的防治。农用硫酸链霉素对桃细菌性穿孔病菌的毒力及田间防效均较好,但已不再登记及续展,不能再用于细菌病害的防治。本研究筛选出来的生物农药梧宁霉素及中生菌素或可替代农用硫酸链霉素应用于田间植物细菌病害的防治。因此,氯溴异氰尿酸、梧宁霉素、噻唑锌、中生菌素、喹啉铜、溴菌腈等农药在桃细菌性穿孔病防治上具有较好的应用前景。因笔者只采用一种浓度进行桃细菌性穿孔病田间防治试验,所以在这些药剂的剂量、使用时间和次数以及这些药剂的组合等方面还需要进一步试验和探索,同时这些化学农药和生物农药的复配也需进一步研究,以减少化学农药的使用。

#### 参考文献

- [1] STEFANI E. Economic significance and control of bacterial spot/canker of stone fruits caused by *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*[J]. Journal of Plant Pathology, 2010, 92(S1): 99-103.
- [2] BATTILANI P, ROSSI V, SACCARDI A, et al. Development of *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* epidemics on peaches[J]. Journal of Plant Pathology, 1999, 81(3): 161-171.
- [3] 余德亿,姚锦爱,黄鹏,等.细菌性穿孔病危害对李树叶蛋白质和氨基酸含量的影响[J].植物保护,2013,39(5):181-185.
- [4] 徐勇,惠巧红.杏树杏疗病和细菌性穿孔病的发生与防治[J].现代农村科技,2017(2):36.
- [5] 杨永利,陈庆东,陈倩颖,等.四川樱桃细菌性穿孔病发生危害特点与防控对策[J].四川农业科技,2018(11):26-27.
- [6] PALACIO-BIELSA A, CAMBRA M A, CUBERO J, et al. La mancha bacteriana de los frutales de hueso y del almendro (*Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*), una grave enfermedad emergente en Espana[J]. Phytoma Espana, 2014, 259: 36-42.
- [7] 王曼.桃树细菌性穿孔病发生规律与预防措施[J].西北园艺(果树),2018(8):27-28.
- [8] 邢维杰,辛江.桃细菌性穿孔病的发生与防治[J].北方果树,2017(4):32-33.
- [9] 王召元,李永红,常瑞丰,等.桃穿孔病的发生规律与综合防治措施[J].河北果树,2018(6):29-30.
- [10] 陈燕玲.中国自主创制的农药品种及登记情况[J].现代农药,2017,16(3):1-9.
- [11] GIOVANARDI D, DALLAI D, STEFANI E. Population features of *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* from *Prunus* spp. orchards in northern Italy[J]. European Journal of Plant Pathology, 2017, 147(4): 761-771.
- [12] MCMANUS P S, STOCKWELL V O, SUNDIN G W, et al. Antibiotic use in plant agriculture[J]. Annual Review of Phytopathology, 2002, 40(1): 443-465.
- [13] 全国龙,孙淑玲,陈观浩.防治水稻白叶枯病、水稻细菌性条斑病药效试验[J].南方农业,2018,12(35):62-63.
- [14] 应德文,俞连珠,应凌云.5种药剂对水稻细菌性基腐病的防治效果[J].中国农技推广,2017,33(9):61-62.
- [15] 易金全,韦红,钟承茂.5种药剂防治黄瓜细菌性角斑病药效试验[J].植物医生,2015,28(3):30-31.
- [16] 韩新才,李道明,黄志农,等.50%氯溴异氰尿酸防治月季根癌病[J].植物保护,2004,30(1):82-84.
- [17] 吴明琼,韩宁宁,廖咏梅.4种杀菌剂对柑橘溃疡病菌的室内毒力测定[J].广西植保,2018,31(1):14-16.
- [18] 毕涛,王晓强,李向东,等.烟草青枯病菌有效药剂的筛选[J].山东农业科学,2015,47(11):85-88.
- [19] 赵辰瑞.几种常用抗生素对白菜软腐病防治效果的对比研究[J].基层农技推广,2015,3(12):21-23.

(责任编辑:高蕾)

(上接第42页)

- 定[J].长江大学学报(自然科学版),2013,10(5):22-24.
- [15] 赵应娟,袁虹霞.不同杀菌剂对小麦赤霉病菌的毒力测定与田间药效试验[J].河南科学,2015,33(6):938-941.
- [16] 陈亮,刘君丽,司乃国.大白菜软腐病菌16S rDNA序列比对鉴定及杀菌剂对其生物活性测定试验[J].农药,2011,50(8):573-575.
- [17] CHEN Y, YANG X, GU C Y, et al. Genotypes and phenotypic characterization of field *Fusarium asiaticum* isolates resistant to carbendazim in Anhui province of china [J]. Plant Disease, 2015, 99: 342-346.
- [18] CHEN Y, ZHOU M G. Characterization of *Fusarium graminearum* isolates resistant to both carbendazim and a new fungicide JS399-19[J]. Phytopathology, 2009, 99: 441-446.
- [19] ZHANG Y, CHEN W C, SHAO W Y, et al. Molecular, biological and physiological characterizations of resistance to phenamacril in *Fusarium graminearum*[J]. Plant Pathology, 2017, 66(9): 1404-1412.
- [20] ZHANG Z T, HOU Y P, CAI Y Q, et al. Whole-genome sequencing reveals that mutations in myosin-5 confer resistance to the fungicide phenamacril in *Fusarium graminearum*[J]. Scientific Reports, 2015, 5: 8248.
- [21] SUN H Y, CUI J H, TIAN B H, et al. Resistance risk assessment for *Fusarium graminearum* to pydiflumetofen, a new succinate dehydrogenase inhibitor[J]. Pest Management Science, 2020, 76(4): 1549-1559.

(责任编辑:高蕾)