

3种药剂对葡萄霜霉病防控剂量研究

姜彩鸽¹, 宋双¹, 李茜², 李颖菊², 张怡^{1*}

(1. 宁夏农林科学院植物保护研究所, 宁夏银川 750002; 2. 宁夏大学, 宁夏银川 750021)

摘要 为引进和筛选防治葡萄霜霉病效果较好的新型农药品种, 通过室内毒力测定和田间药效试验, 明确不同品种化学农药的生物活性及田间最佳施药量。结果表明, 孢子囊萌发测定法和叶盘法的测定结果基本一致, 50% 氟啶胺 EC₅₀ 最低, 分别为 0.74 和 0.31 mg/mL, 毒性最高; 其次为 30% 苯甲·醚菌酯, EC₅₀ 分别为 0.91 和 0.37 mg/mL。与 25% 吡唑醚菌酯 EC₅₀ 差异显著。从田间防效看, 50% 氟啶胺药效持续性更长更好, 末次药后 14 d 防效高达 93.86%; 其次为 30% 苯甲·醚菌酯, 这与室内毒力测定结果一致。综合室内毒力测定和田间防效试验, 50% 氟啶胺防治葡萄霜霉病效果最佳, 其次为 30% 苯甲·醚菌酯。依据该试验得出了符合宁夏地区葡萄霜霉病的 3 种药剂田间防控推荐施用量。

关键词 葡萄霜霉病; 化学农药; 室内毒力测定; 田间防效; 剂量

中图分类号 S436.631.1 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)12-0156-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.12.039



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on the Prevention and Control Dose of Three Agents against *Plasmopara viticola* in Grape

JIANG Cai-ge¹, SONG Shuang¹, LI Qian² et al (1. Institute of Plant Protection, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan, Ningxia 750002; 2. Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract In order to introduce and screen new pesticide varieties with better control effect of *Plasmopara viticola* in grape, the biological activity of different chemical pesticides and the best dosage in the field were determined through the laboratory toxicity test and field efficacy test. The results showed that the results of sporangium germination test and leaf disk test were the same basically, the EC₅₀ of 50% haloperidol was the lowest, 0.74 and 0.31 mg/mL respectively, with the highest toxicity. Followed by 30% difenoconazole · kresoxim-methyl, the EC₅₀ were 0.91 and 0.37 mg/mL respectively. Compared with the EC₅₀ of 25% pyraclostrobin, the difference was significant. According to the field control effect, 50% haloperidol had a longer and better efficacy, and the control effect was 93.86% 14 days after the last application, followed by 30% difenoconazole · kresoxim-methyl. The results were consistent with indoor toxicity test. According to the indoor toxicity test and field control experiment, 50% haloperidol had the best control effect on grape *Plasmopara viticola*, followed by 30% difenoconazole · kresoxim-methyl. According to the experiment, the recommended dosage of three kinds of fungicides for controlling grape *Plasmopara viticola* was obtained.

Key words *Plasmopara viticola*; Chemical pesticide; Indoor virulence assay; Field control effect; Dose

宁夏地区得天独厚的地理和气候条件, 使得宁夏成为我国生产优质酿酒葡萄的最佳生态区。近年来伴随着葡萄产业的发展 and 种植面积的增加, 葡萄病害的发生程度也逐年加重。其中尤以葡萄生单轴霉属引起的葡萄霜霉病为重。农业生产中除采取种植抗病品种和改变种植模式外, 主要依靠化学农药防治该病。但常用化学药剂的长期使用, 易使葡萄霜霉病菌产生抗药性。目前, 霜霉病的药剂防治中普遍存在防效偏低、病菌抗药性增强的问题^[1-4]。为了筛选出防治葡萄霜霉病的新型高效药剂, 笔者选用宁夏地区葡萄生产上较少使用的 50% 氟啶胺悬浮剂、25% 吡唑醚菌酯悬浮剂和 30% 苯甲·醚菌酯悬浮剂进行室内毒力测定和田间防效试验, 旨在筛选出防治葡萄霜霉病效果显著的最佳药剂和最佳施用量。

1 材料与与方法

1.1 试验药剂 50% 氟啶胺悬浮剂、25% 吡唑醚菌酯悬浮剂、30% 苯甲·醚菌酯悬浮剂。

基金项目 宁夏回族自治区农业科技自主创新资金农业高质量发展和生态保护科技创新示范项目(NGSB-2021-10-04); 宁夏“十三五”重大科技项目(2018BBF02021); 国家葡萄产业技术体系(CARS-29-24); 宁夏农林科学院农业高质量发展和生态保护科技创新示范项目“酿酒葡萄主要病虫害综合防控研究”(NGSB-2021-4-04); 宁夏自然科学基金(2020AAC03313)。

作者简介 姜彩鸽(1982—), 女, 河南临颍人, 助理研究员, 从事葡萄病虫害研究。* 通信作者, 研究员, 从事农林病虫害防治研究。

收稿日期 2020-10-12

1.2 试验地点及品种 试验地点为玉泉营南大滩。供试葡萄品种为霞多丽。

1.3 室内毒力测定方法 菌种采集: 菌株采集于园林场贵妃玫瑰品种上自然发病的新鲜葡萄霜霉病样。药剂及试剂: 先进行预试验, 将杀菌剂设 3 个浓度梯度, 分别为小于推荐稀释倍数、推荐稀释倍数、大于推荐稀释倍数, 根据结果进行浓度梯度调整, 最终以 5 个浓度梯度作为正式试验, 用以病菌对药剂的敏感性判断。同时设清水对照。

孢子悬浮液准备^[5-6]: 取田间自然发病的新鲜葡萄病叶, 用自来水冲洗净表面的孢子后, 将病叶置于 25 °C 条件下保湿 24 h 来培养新鲜的孢子; 用干净的毛笔将新鲜孢子刷于无菌蒸馏水中, 配成孢子悬浮液; 在显微镜下调整孢子悬浮液浓度至 5×10⁵ 个/mL 用于试验, 于 4 °C 冰箱 15 min 低温处理后用于接种。

1.3.1 孢子囊萌发测定法^[7-9]。杀菌剂溶液和孢子囊悬浮液的混合: 稀释孢子悬浮液, 用凹玻片取一滴(20 μL) 在显微镜下观察, 视野中有 70~100 个孢子囊时, 备用。取 PCR 板, 每孔均加入 20 μL 制作好的孢子囊悬浮液, 再分别加入 20 μL 不同浓度的药液, 每种杀菌剂的每个浓度重复 3 次, 以灭菌水作对照。用硅胶板盖好, 放入 25 °C 恒温培养箱中。

孢子囊萌发情况的观察和记载: 每隔一段时间观察灭菌水对照组中的孢子萌发率, 当萌发率达 60%~70% 则开始观察试验组萌发率。具体方法: 取 20 μL 混合溶液于凹玻片

中,在显微镜下观察,随机观察 4 个视野中孢子囊的萌发情况,用 EVOS 数码大屏幕倒置显微镜拍照保存,统计每视野中的孢子囊总数以及萌发数。

$$\text{抑制率} = (\text{对照萌发率} - \text{处理萌发率}) / \text{对照萌发率} \times 100\%$$

用 Excel、DPS 软件分析数据,获得毒力回归方程、相关系数和 EC_{50} 值。

1.3.2 叶盘法^[10]。接种健康叶片取自金沙林场红地球品种,将葡萄新枝条上健康无病的 4~5 位叶片喷洒同等量不同浓度药液后自然晾干,用打孔器打取直径 1 cm 的叶盘,叶背面朝上置于铺有无菌湿润滤纸的培养皿中,每皿放置 30 个叶盘;在叶盘中央滴 20 μL 孢子悬浮液,置于生物培养箱中培养,培养条件为温度 25 $^{\circ}\text{C}$ 、湿度 80% 左右、光照 12 h/d。对照叶片喷施等量清水,晾干,打取叶盘后滴加等量的菌液。每处理重复 3 皿,5~7 d 后调查发病情况。

根据产孢面积占整个叶盘面积的百分比划分病级:0 级,无病;1 级,1%~5%;3 级,6%~25%;5 级,26%~50%;7 级,51%~75%;9 级,75% 以上。

1.3.3 数据处理。药效计算方法:病情指数 = $[\sum(\text{各级病叶数} \times \text{相对级数值}) / (\text{调查总叶数} \times 9)] \times 100$

$$\text{抑菌率} = (\text{对照病情指数} - \text{处理病情指数}) / \text{对照病情指数} \times 100\%$$

根据上述公式计算病情指数、抑菌率,然后利用 DPS 数据处理软件,将相对抑菌率换算成概率值,根据药剂系列浓度的对数值(x)及该浓度下相对抑菌率的概率值(y)之间的线性回归分析,求出药剂对葡萄霜霉病菌的毒力回归方程、相关系数及有效抑制浓度(EC_{50})等。

1.4 田间药效试验 小区安排:试验药剂和空白对照的小区处理均采用随机区组排列。设 4 个处理(含对照),每处理重复 4 次,共计 16 个小区。每小区 10~15 株。施药方法和器械:采用常规喷雾方法,均匀喷雾;使用器械为工农-16 型背负式喷雾器,工作压力 3~4 kg/cm^2 ,喷孔直径 1.0 mm。施药时间和次数:7 月 23 日田间发病时第一次施药,间隔 7 d 后 7 月 30 日第二次施药,共用药 2 次。施药稀释倍数:按推荐剂量,30% 苯甲·醚菌酯 1 250 倍,50% 氟啶胺 1 500 倍,25% 吡唑醚菌酯 800 倍。

病情调查共 3 次:7 月 23 日施药前调查病情基数,末次施药后 7 d(8 月 6 日)、14 d(8 月 13 日)调查防治效果。

每小区调查 10 个新梢,每梢自上而下调查 10~15 片叶,分别记载病级数。分级方法^[11-12]:0 级,无病斑;1 级,病斑面积占整个叶面积的 5% 以下;3 级,病斑面积占整个叶面积的 6%~25%;5 级,病斑面积占整个叶面积的 26%~50%;7 级,病斑面积占整个叶面积的 51%~75%;9 级,病斑面积占整个叶面积的 76% 以上。

试验期间记录降雨(降雨类型、日降雨量,以 mm 表示)和温度(日平均温度、最高和最低温度,以 $^{\circ}\text{C}$ 表示)的情况^[13]。记录土壤类型、土壤肥力、有机质含量、水分(干湿或涝等)、土壤覆盖物(作物残茬、塑料薄膜覆盖、杂草)等。

药效计算方法:

$$\text{病情指数} = \frac{\sum(\text{各级病叶数} \times \text{相对级数值})}{\text{调查总叶数} \times 9} \times 100$$

防治效果 =

$$\left(1 - \frac{\text{空白对照区药前病情指数} \times \text{处理区药后病情指数}}{\text{空白对照区药后病情指数} \times \text{处理区药前病情指数}}\right) \times 100\%$$

对葡萄的影响:用药后 24 h 后观察,调查药害发生情况。

2 结果与分析

2.1 室内毒力测定

2.1.1 孢子囊萌发测定法。将 3 种药剂的室内毒力测定数据进行单因素试验统计分析,结果见表 1。从表 1 可以看出,在 0.05 显著水平上,3 种药剂的 5 个浓度梯度下分生孢子萌发抑制率差异显著。在 0.01 显著水平上,30% 苯甲·醚菌酯的 5 个浓度梯度下分生孢子萌发抑制率差异显著;50% 氟啶胺 0.67 mg/mL 处理与其他浓度处理差异显著,2.00 mg/mL 处理和 1.00 mg/mL 处理差异不显著,0.50 mg/mL 处理和 0.40 mg/mL 处理差异不显著;25% 吡唑醚菌酯 4.00 mg/mL 处理和 2.00 mg/mL 处理差异不显著,其他处理之间均差异显著。总体而言,试验所设浓度梯度合理。从分生孢子萌发抑制率均值和显著水平看,30% 苯甲·醚菌酯和 25% 吡唑醚菌酯的 4.00 和 2.00 mg/mL 浓度下分生孢子萌发抑制率均在 74%~95%,50% 氟啶胺的 2.00 和 1.00 mg/mL 浓度下分生孢子萌发抑制率均在 80%~91%,均显著高于其他 3 个浓度下的分生孢子萌发抑制率。

表 1 3 种药剂对分生孢子萌发抑制率的影响

Table 1 Effects of three agents on inhibition rate of conidia germination

药剂 Agent	浓度梯度 Concentration gradient // mg/mL	抑制率 Inhibition rate // %
30% 苯甲·醚菌酯 30% difenoconazole · kresoxim-methyl	4.0	94.39±1.40 aA
	2.0	81.78±1.40 bB
	1.0	57.94±2.43 cC
	0.5	32.71±2.43 dD
	0.4	11.68±2.43 eE
50% 氟啶胺 50% haloperidol	2.00	91.00±2.60 aA
	1.00	80.50±3.97 bA
	0.67	61.00±1.50 cB
	0.50	20.50±3.00 dC
	0.40	8.49±5.41 eC
25% 吡唑醚菌酯 25% pyraclostrobin	4.00	85.78±1.42 aA
	2.00	74.41±2.46 bA
	1.00	47.40±3.76 bC
	0.67	27.49±4.92 dC
	0.50	3.32±1.42 eD

注:同列数据后不同大、小写字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在 0.01 和 0.05 水平差异显著

Note: Different uppercase or lowercase letters in the same column showed significant difference at 0.01 or 0.05 level by Duncan's new multiple range test, respectively

将 3 种药剂 5 个浓度梯度下的分生孢子萌发抑制率进行数量反应生测概率值分析,结果见表 2、3 和图 1。3 种药剂的显著水平 P 均小于 0.05,表明所求的毒力回归曲线均合适。3 种药剂的相关系数 r 均接近于 1,表明药剂浓度和分生孢子萌发抑制率呈高度正相关。30% 苯甲·醚菌酯有效抑

制浓度 EC₅₀ 为 0.91 mg/mL, 50% 氟啶胺为 0.74 mg/mL, 25% 吡唑醚菌酯为 1.38 mg/mL。相比之下, 50% 氟啶胺 EC₅₀ 最低, 毒性最高, 其次为 30% 苯甲·醚菌酯。从表 3 有效抑制浓度 EC₅₀ 比率测定看, 30% 苯甲·醚菌酯和 50% 氟啶胺 EC₅₀ 之间差异不显著, 而分别与 25% 吡唑醚菌酯 EC₅₀ 差异显著。

表 2 供试药剂数量反应生测概率值分析

Table 2 Analysis of the probability value of bioassay for quantitative reaction of tested agents

药剂 Agent	毒力回归方程 Virulence regression equation	相关系数(r) Correlation coefficient (r)	显著水平 P 值 Significance level P-value	EC ₅₀ mg/mL
30% 苯甲·醚菌酯 30% difenoconazole · kresoxim-methyl	Y = 5.105 7 + 2.587 5x	0.985 5	0.002 1	0.910 2
50% 氟啶胺 50% haloperidol	Y = 5.500 6 + 3.881 6x	0.942 7	0.016 3	0.743 1
25% 吡唑醚菌酯 25% pyraclostrobin	Y = 4.596 1 + 2.912 3x	0.937 2	0.018 7	1.376 2

表 3 有效抑制浓度(EC) 比率测定

Table 3 Determination of effective inhibitory concentration (EC) ratio

比较组 Comparison group	EC	比率 Ratio	95% 置信区间 95% confidence interval
30% 苯甲·醚菌酯:50% 氟啶胺 30% difenoconazole · kresoxim-methyl : 50% haloperidol	50	1.224 9	0.921 2~1.628 7
30% 苯甲·醚菌酯:25% 吡唑醚菌酯 30% difenoconazole · kresoxim-methyl : 25% pyraclostrobin	50	0.661 4	0.459 3~0.952 4
50% 氟啶胺:25% 吡唑醚菌酯 50% haloperidol :25% pyraclostrobin	50	0.540 0	0.363 9~0.801 3
30% 苯甲·醚菌酯:50% 氟啶胺 30% difenoconazole · kresoxim-methyl : 50% haloperidol	95	1.995 4	1.171 4~3.399 2
30% 苯甲·醚菌酯:25% 吡唑醚菌酯 30% difenoconazole · kresoxim-methyl : 25% pyraclostrobin	95	0.778 7	0.371 0~1.634 5
50% 氟啶胺:25% 吡唑醚菌酯 50% haloperidol :25% pyraclostrobin	95	0.390 2	0.173 7~0.876 4

注:若两有效抑制浓度(EC) 的比率 95% 置信区间包含 1, 则 EC 之间差异不显著

Note: If the 95% confidence interval of the ratio of the two effective inhibitory concentrations (EC) contains 1, the difference between EC is not significant

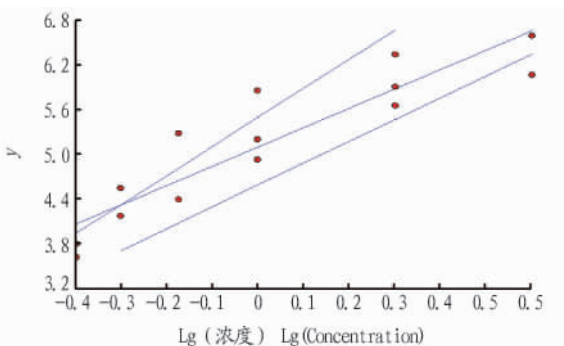


图 1 供试药剂毒力回归曲线

Fig.1 The virulence regression curve of tested agents

而 50% 氟啶胺 EC₉₅ 分别与 30% 苯甲·醚菌酯和 25% 吡唑醚菌酯 EC₉₅ 差异显著。

2.1.2 叶盘法。将 3 种药剂 5 个浓度梯度下的抑菌率进行数量反应生测概率值分析, 结果见表 4、5 和图 2。3 种药剂的显著水平 P 均小于 0.05, 表明所求的毒力回归曲线均合适。3 种药剂的相关系数 r 均接近于 1, 表明药剂浓度和抑菌率呈高度正相关。30% 苯甲·醚菌酯有效抑制浓度 EC₅₀ 为 0.37 mg/mL, 50% 氟啶胺为 0.32 mg/mL, 25% 吡唑醚菌酯为 0.61 mg/mL。相比之下, 50% 氟啶胺 EC₅₀ 最低, 毒性最高, 其次为 30% 苯甲·醚菌酯。从表 5 有效抑制浓度 EC 比率测定看, 50% 氟啶胺与 25% 吡唑醚菌酯之间 EC₉₅ 的 95% 置信区间不包含 1, 差异显著; 其他之间不管是 EC₅₀ 还是 EC₉₅ 差异均不显著。

表 4 供试药剂数量反应生测概率值分析

Table 4 Analysis of the probability value of bioassay for quantitative reaction of tested agents

药剂 Agent	毒力回归方程 Virulence regression equation	相关系数(r) Correlation coefficient (r)	显著水平 P 值 Significance level P-value	EC ₅₀ mg/mL
30% 苯甲·醚菌酯 30% difenoconazole · kresoxim-methyl	Y = 7.279 0 + 5.257 9x	0.931 9	0.021 1	0.368 6
50% 氟啶胺 50% haloperidol	Y = 8.468 9 + 6.913 6x	0.896 1	0.039 6	0.315 0
25% 吡唑醚菌酯 25% pyraclostrobin	Y = 6.076 5 + 4.979 7x	0.906 9	0.033 6	0.607 9

表 5 有效抑制浓度(EC) 比率测定

Table 5 Determination of effective inhibitory concentration (EC) ratio

比较组 Comparison group	EC	比率 Ratio	95% 置信区间 95% confidence interval
30% 苯甲·醚菌酯:50% 氟啶胺 30% difenoconazole · kresoxim-methyl : 50% haloperidol	50	1.170 4	0.499 4~2.743 0
30% 苯甲·醚菌酯:25% 吡唑醚菌酯 30% difenoconazole · kresoxim-methyl : 25% pyraclostrobin	50	0.606 4	0.268 3~1.370 4
50% 氟啶胺:25% 吡唑醚菌酯 50% haloperidol :25% pyraclostrobin	50	0.518 1	0.232 5~1.154 7
30% 苯甲·醚菌酯:50% 氟啶胺 30% difenoconazole · kresoxim-methyl : 50% haloperidol	95	1.390 7	0.798 3~2.422 8
30% 苯甲·醚菌酯:25% 吡唑醚菌酯 30% difenoconazole · kresoxim-methyl : 25% pyraclostrobin	95	0.582 5	0.328 5~1.032 8
50% 氟啶胺:25% 吡唑醚菌酯 50% haloperidol :25% pyraclostrobin	95	0.418 8	0.242 8~0.722 4

注:若两有效抑制浓度(EC) 的比率 95% 置信区间包含 1, 则 EC 之间差异不显著

Note: If the 95% confidence interval of the ratio of the two effective inhibitory concentrations (EC) contains 1, the difference between EC is not significant

综合孢子囊萌发测定法和叶盘法, 结果基本一致, 室内毒性表现为 50% 氟啶胺 > 30% 苯甲·醚菌酯 > 25% 吡唑醚菌酯。

2.2 田间药效试验 将各处理的调查数据进行防效计算并

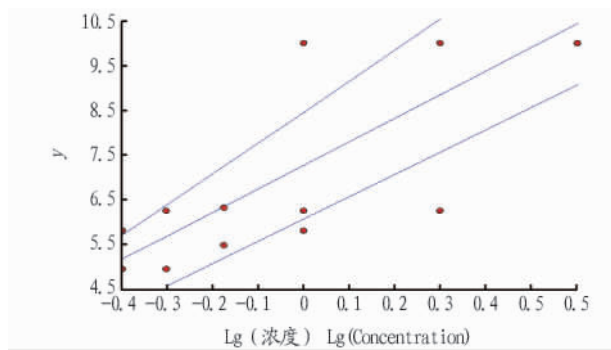


图2 供试药剂毒力回归曲线

Fig.2 The virulence regression curve of tested agents

显著性分析,结果见表6。从末次药后7 d 防效结果看,在0.05和0.01 显著水平上各处理间无显著差异。从防效看,30%苯甲·醚菌酯防治葡萄霜霉病效果较好,防效为58.04%。从末次药后14 d 防效结果看,在0.05 和0.01 显著水平上,50%氟啶胺和30%苯甲·醚菌酯之间差异不显著,而分别与25%吡唑醚菌酯差异显著。整体来看,50%氟啶胺防效最好,其次为30%苯甲·醚菌酯。

表6 供试药剂田间防效

Table 6 Field control effect of tested agents

药剂 Agents	末次药后7 d 防效 Control effect 7 days after the last dose	末次药后14 d 防效 Control effect 14 days after the last dose
50%氟啶胺 50% haloperidol	33.23±10.58 aA	93.89±3.59 aA
30%苯甲·醚菌酯 30% difenoconazole· kresoxim-methyl	58.04±8.42 aA	82.12±8.58 aAB
25%吡唑醚菌酯 25% pyraclostrobin	47.84±7.10 aA	58.94±10.47 bB

注:同列数据后不同大、小写字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在0.01 和0.05 水平差异显著

Note: Different uppercase or lowercase letters in the same column showed significant difference at 0.01 or 0.05 level by Duncan's new multiple range test, respectively

综合来看,50%氟啶胺药效持续性更长更好,末次药后14 d 防效高达93.86%;其次为30%苯甲·醚菌酯。

2.3 田间药剂推荐施用量 综合室内毒力测定和田间药效试验结果看,结果一致,50%氟啶胺防治葡萄霜霉病效果最佳,其次为30%苯甲·醚菌酯。同一浓度下,田间防效普遍比室内效果好。田间药效试验选取的药剂浓度为室内毒力测定浓度梯度的中间值,依据两者防效结果可得到以下田间药剂推荐施用量(表7)。

表7 田间药剂推荐施用量

Table 7 Recommended dosage of agents in the field

药剂 Agent	田间发病情况 Field incidence	浓度 Concentration mg/mL	稀释倍数 Dilution factor
50%氟啶胺 50% haloperidol	轻	0.50~0.67	1 500~2 000
	重	0.67~1.00	1 000~1 500
30%苯甲·醚菌酯30% dife-noconazole·kresoxim-methyl	轻	0.50~0.80	1 250~2 000
	重	0.80~1.33	750~1 250
25%吡唑醚菌酯 25% pyraclostrobin	轻	1.00~2.00	500~1 000
	重	2.00~4.00	250~500

3 结论与讨论

从末次药后7 d 防效结果看,30%苯甲·醚菌酯防治葡萄霜霉病效果较好,防效为58.04%;从末次药后14 d 防效结果看,50%氟啶胺药效持续性更长更好,末次药后14 d 防效可高达93.86%;其次为30%苯甲·醚菌酯,防效为82%。其原因可能是30%苯甲·醚菌酯在田间由于温度、风力、雨水等影响散失较快,抑或是该药本身的长期防治效果不如50%氟啶胺,而50%氟啶胺药效持续性、稳定性更好。至于具体原因,还需要针对不同时间段的防效制定相应的试验去探究。

参考文献

- [1] 杨璐嘉,邓杰,姜彩鸽,等.宁夏地区葡萄霜霉病研究现状及防治对策[C]//中国植物保护学会.绿色植保与乡村振兴——中国植物保护学会2018年学术年会论文集.北京:中国农业科学技术出版社,2018:72.
- [2] 曹雅慧,卢海博,朱修昊,等.60%霜霉·精甲霜水剂防治葡萄霜霉病[J].热带生物学报,2019,10(3):268-271.
- [3] 董华芳,许延波,宋俐谋,等.不同药剂对葡萄霜霉病室内毒力测定和田间防效研究[J].北方园艺,2019(17):50-55.
- [4] 程有普,潘淑芬,李依霏,等.6种杀菌剂对葡萄霜霉病菌的毒力及药效比较[J].安徽农业科学,2018,46(2):109-111.
- [5] 吉春明,刘建凤,苏建坤,等.防治黄瓜霜霉病有效药剂筛选及药效评价[J].天津农业科学,2015,21(12):114-117.
- [6] 李宝燕,王英姿,刘学卿,等.3种杀菌剂对葡萄霜霉病菌的毒力测定和田间药效试验[J].江苏农业科学,2014,42(1):98-99.
- [7] 唐艳.湖南省葡萄霜霉病的发病规律及药剂筛选[D].长沙:湖南农业大学,2014.
- [8] 许志刚.普通植物病理学[M].4版.北京:高等教育出版社,2009.
- [9] 唐艳,肖明远,易国永.防治葡萄霜霉病菌的杀菌剂筛选[J].生物技术世界,2014,11(12):83-84.
- [10] 毕秋艳,杨晓津,马志强,等.葡萄霜霉病有效药剂筛选及药效评价[J].植物保护,2014,40(3):199-203.
- [11] 饶楠.70%吡唑醚菌酯·丙森锌和50%氟啶虫酰胺 DF 的制备及应用研究[D].南昌:江西科技师范大学,2019.
- [12] 李新宇,李磊,石延霞,等.黄瓜棒孢叶斑病拮抗细菌的筛选、鉴定及防治效果[J].植物保护学报,2020,47(3):620-627.
- [13] 宋烨华.农药田间药效试验工作的经验及做法[J].生物灾害科学,2012,35(3):329-332.