

6种杀菌剂对葡萄霜霉病菌的毒力及药效比较

程有普, 潘淑芬, 李依霏, 张伟龙, 高成玲, 程禹 (天津农学院, 天津 300384)

摘要 [目的] 筛选防治葡萄霜霉病的有效药剂。[方法] 采用叶盘漂浮法测定6种杀菌剂对葡萄霜霉病菌的室内毒力, 并对其进行田间药效试验。[结果] 6种杀菌剂对葡萄霜霉病菌的 EC_{50} 在0.325~5.256 $\mu\text{g}/\text{mL}$; 3次施药后7d平均防效在84.07%~93.10%, 其中30%吡唑醚菌酯WG、22.5%啶氧菌酯SC和50%氟醚菌酰胺WG的防效超过90%。[结论] 6种杀菌剂能较好地防治葡萄霜霉病, 30%吡唑醚菌酯WG、22.5%啶氧菌酯SC和50%氟醚菌酰胺WG的防效较高, 可在生产上进一步推广使用。

关键词 葡萄霜霉病; 毒力; 防效; 杀菌剂

中图分类号 S482.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)02-0109-03

Comparison on Effect of Six Fungicides on Grape Downy Mildew (*Plasmopara viticola*) in Laboratory and Field

CHENG You-pu, PAN Shu-fen, LI Yi-fei et al (Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384)

Abstract [Objective] The study aimed to screen out effective fungicides for control of grape downy mildew. [Method] Toxicity of six kinds of fungicides was determined by using leaf disc method and efficacy of the fungicides was tested by field trials. [Result] The EC_{50} values of the six fungicides to *Plasmopara viticola* were in the range of 0.325 - 5.256 $\mu\text{g}/\text{mL}$, and the average control efficacy of the fungicides ranged from 84.07% to 93.10% at the 7th day after the third spraying. The control efficacy of 30% Pyraclostrobin WG, 22.5% picoxystrobin SC, and 50% LH-2010A WG were all above 90%. [Conclusion] The six tested fungicides are all effective against the grape downy mildew. 30% pyraclostrobin WG, 22.5% picoxystrobin SC and 50% LH-2010A WG with high control efficacy, can be further popularized in agricultural production.

Key words Grape downy mildew; Toxicity; Efficacy; Fungicide

葡萄霜霉病是葡萄各产区普遍发生的一种病害^[1]。该病主要为害葡萄叶片, 引起叶片干枯早落, 降低树势, 严重影响葡萄的产量及品质, 降低植株的抗寒性。在每年的多雨潮湿季节, 该病发生尤为严重^[2]。化学防治一直是葡萄生产中防治霜霉病的重要手段, 许多内吸杀菌剂因其良好的治疗作用得以广泛使用, 但内吸杀菌剂对病原菌的作用位点往往比较单一, 长期大量频繁地使用, 抗药性问题较为突出^[3-5], 并且产生的抗性有可能被稳定遗传^[6-7]。同时, 由于抗性的产生, 人们加大农药使用量所带来的污染、药害等问题不容乐观^[8-9]。因此, 生产中迫切需要筛选出适于本地的高效杀菌剂, 了解其药效及安全使用技术。笔者研究了6种内吸杀菌剂对葡萄霜霉病菌的室内毒力及田间药效, 旨在为生产中有效防控葡萄霜霉病提供理论依据。

1 材料与与方法

1.1 材料

1.1.1 供试药剂。60%醚菌酯WG(海南博士威农用化学有限公司)、50%烯酰吗啉WP(河北冠龙农化有限公司)、30%吡唑醚菌酯WG(陕西美邦农药有限公司)、50%氟醚菌酰胺WG(山东省联合农药工业有限公司)、66.5%霜霉威盐酸盐AS(天津市施普乐农药技术发展有限公司)、22.5%啶氧菌酯SC(美国杜邦公司)。6种原药(95%醚菌酯、95%烯酰吗啉、98%吡唑醚菌酯、98%氟醚菌酰胺、96%霜霉威盐酸盐、97%啶氧菌酯)由中国农业科学院蔬菜花卉研究所提供。

1.1.2 试验材料。葡萄霜霉病菌 [*Plasmopara viticola* (Berk. et Curtis) Berl. et de Toni] 采自天津农学院西校区葡萄试验田, 采集新鲜、症状典型、叶背霉层量大的病叶供试验用。

1.2 方法

1.2.1 室内毒力测定。用蒸馏水洗去病叶表面的孢子囊, 然后将病叶置于培养箱中, 18℃、饱和湿度、暗培养, 促使新孢子囊产生。24h后用洁净软毛笔将新孢子囊刷入无菌蒸馏水中, 利用显微镜和Neubauer血球计数板, 调节孢子囊悬浮液浓度为 5×10^5 个/mL, 备用^[10-11]。

采用叶盘漂浮法^[12-14]测定6种杀菌剂对葡萄霜霉病菌的室内毒力。原药先用少量丙酮(霜霉威盐酸盐直接用水, 烯酰吗啉用二甲基甲酰胺)溶解, 再加蒸馏水配成母液。根据预试验结果, 将各原药配成系列浓度药液, 倒入直径9cm的培养皿中, 每皿20mL, 设蒸馏水对照, 4次重复。取当年无病葡萄枝条上第4~5位叶片, 用打孔器打取直径1.5cm的叶盘, 背面朝上放在培养皿药液表面, 15个叶盘/皿, 每个叶盘中央接种20 μL 孢子囊悬浮液。在18℃、16h光照/8h黑暗条件下培养6~8d, 当对照叶盘发病均匀时调查发病情况。根据病斑面积占叶盘面积的百分率对病叶进行分级: 0级, 无病斑; 1级, 5%以下; 3级, 6%~25%; 5级, 26%~50%; 7级, 51%~75%; 9级, $\geq 76\%$ 。计算病情指数和防治效果^[15]。利用SPSS 17.0软件处理数据, 得出各杀菌剂对葡萄霜霉病菌的毒力回归方程、相关系数及抑制中浓度(EC_{50})。

1.2.2 田间药效试验。试验在天津农学院西校区葡萄试验田内进行, 葡萄品种为北红葡萄, 树龄14年, 篱架式栽培, 株行距为1.0m \times 1.5m, 砂质壤土, 管理较粗糙, 每年都有葡萄霜霉病发生。试验共设7个处理, 6种药剂及其施用浓度见表2, 设清水对照。随机区组排列, 4次重复, 共28个小区, 每小区8株葡萄, 于葡萄霜霉病发病初期开始喷药, 喷雾器械为SX-LK16C型手动喷雾器, 采用全株茎叶均匀喷雾法, 喷药液量为1500L/hm²。整个试验过程连续喷药3次, 喷药间隔期为7~10d, 并于第1次喷药前、第2次喷药后7d及

基金项目 国家自然科学基金项目(59637050)。

作者简介 程有普(1969—), 男, 天津人, 副教授, 博士, 从事农药学研究。

收稿日期 2017-11-08

第3次喷药后7d调查发病情况,每小区调查10枝新梢上的所有叶片,按照病斑面积占整叶面积的百分比,采用6级记载法对病叶进行分级,计算病情指数和防治效果。

试验数据用SPSS 17.0软件处理,用Duncan's新复极差法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 6种杀菌剂对葡萄霜霉病的室内毒力 由表1可知,6种内吸杀菌剂对葡萄霜霉病菌均表现出较高的抑菌活性,药后6~8d的 EC_{50} 在0.325~5.256 $\mu\text{g/mL}$ 。其中,97%啉氧菌酯

菌酯和98%吡唑醚菌酯的抑菌活性远远高于其他4种杀菌剂, EC_{50} 分别为0.325、0.444 $\mu\text{g/mL}$,其活性超过了生产中防治霜霉病效果较好的95%烯酰吗啉(EC_{50} 为3.227 $\mu\text{g/mL}$)。98%氟醚菌酰胺的抑制活性和95%烯酰吗啉基本相当, EC_{50} 为3.690 $\mu\text{g/mL}$ 。相比之下,96%霜霉威盐酸盐和95%醚菌酯的抑菌活性稍弱。从 EC_{50} 来看,二者抑菌活性相近,但95%醚菌酯的 EC_{90} 远远高于96%霜霉威盐酸盐,说明95%醚菌酯对葡萄霜霉病菌的整体抑制效果比96%霜霉威盐酸盐差。

表1 6种杀菌剂对葡萄霜霉病菌的室内毒力

Table 1 Toxicity of six fungicides to *Plasmopara viticola*

序号 No.	杀菌剂 Fungicides	毒力回归方程 The regression equation of toxicity	相关系数(r) The correlation coefficient	EC_{50} (95%置信区间) EC_{50} (95% confidence interval) $\mu\text{g/mL}$	EC_{90} (95%置信区间) EC_{90} (95% confidence interval) // $\mu\text{g/mL}$
1	95%醚菌酯	$y=0.668x-0.481$	0.982	5.256(3.714~7.526)	436.542(212.903~942.805)
2	95%烯酰吗啉	$y=0.875x-0.445$	0.987	3.227(2.430~4.264)	93.950(58.764~169.740)
3	98%吡唑醚菌酯	$y=0.844x+0.298$	0.967	0.444(0.208~0.959)	14.645(4.825~78.483)
4	98%氟醚菌酰胺	$y=0.875x-0.496$	0.993	3.690(2.782~4.879)	107.579(67.134~194.799)
5	96%霜霉威盐酸盐	$y=0.886x-0.626$	0.982	5.081(3.013~8.684)	141.968(62.030~313.493)
6	97%啉氧菌酯	$y=0.737x+0.360$	0.977	0.325(0.181~0.567)	17.784(7.051~77.105)

2.2 6种杀菌剂对葡萄霜霉病的田间防效 由表2可知,在葡萄霜霉病发病初期连续施药3次,6种内吸性杀菌剂均显示出较好防效。其中,以30%吡唑醚菌酯WG的施用效果最佳,第2及第3次喷药后7d的平均防效均高于90%,防效高且稳定,有效地控制了葡萄霜霉病的扩展蔓延。22.5%啉氧菌酯SC、50%氟醚菌酰胺WG在第3次施药后7d的平均防效也超过90%,显示出对该病具有较强的控病能力,上述3种药剂在第3次施药后7d的防效无显著差异。相比之下,

60%醚菌酯WG对葡萄霜霉病的田间防效稍低,第2、第3次施药后7d的平均防效分别为82.13%和84.07%,极显著低于前面3种杀菌剂的平均防效。考虑到30%吡唑醚菌酯WG、22.5%啉氧菌酯SC和50%氟醚菌酰胺WG对葡萄霜霉病的较高防效,可进一步在生产上推广使用。66.5%霜霉威盐酸盐AS和50%烯酰吗啉WP防效相当,略低于90%。总体来看,6种杀菌剂第3次药后7d的防效高于第2次药后7d的防效。

表2 6种杀菌剂对葡萄霜霉病的田间防效

Table 2 Field efficacy of six fungicides on grape downy mildew

序号 No.	供试药剂 Fungicides	稀释倍数 Diluted multiples	药前病情指数 Disease index before drug	第2次喷药后7d 7 days after the 2nd spraying		第3次喷药后7d 7 days after the 3rd spraying	
				病情指数 Disease index	防效 Efficacy//%	病情指数 Disease index	防效 Efficacy//%
1	60%醚菌酯WG	2800	4.47	5.27	82.13 cC	5.19	84.07 cB
2	50%烯酰吗啉WP	1200	5.67	4.25	88.65 abAB	4.72	89.02 bAB
3	30%吡唑醚菌酯WG	1500	6.72	4.78	91.51 aA	3.46	93.10 aA
4	50%氟醚菌酰胺WG	3000	6.56	5.94	86.26 bBC	4.81	90.39 abA
5	66.5%霜霉威盐酸盐AS	500	2.61	2.11	87.77 abAB	2.21	88.81 bAB
6	22.5%啉氧菌酯SC	1500	4.31	4.19	85.21 bcBC	2.92	91.11 abA
7	清水对照	—	4.78	31.67	—	36.46	—

注:同列数据后不同大、小写字母分别表示在0.01和0.05水平差异显著

Note: The different lowercase letters and capital letters in the same column denoted that there were significant differences among treatments at 0.05 and 0.01 level, respectively

整个试验过程中,未观察到供试药剂对葡萄叶片及果穗产生任何药害,说明试验剂量下6种杀菌剂对葡萄植株安全。

3 结论与讨论

室内毒力测定及田间药效试验结果表明,供试的6种杀菌剂对葡萄霜霉病菌均有较高的抑菌活性,能在发病初期有

效地控制葡萄霜霉病的发生。其中,吡唑醚菌酯抑菌活性强,防效高,发病初期连续喷施30%吡唑醚菌酯WG 1500倍2~3次,防治效果超过90%,显著高于同类型杀菌剂60%醚菌酯WG 2800倍。其他4种杀菌剂在试验剂量下连续喷施2~3次,防效均在85%以上。

吡唑醚菌酯、啉氧菌酯和醚菌酯均为甲氧基丙烯酸酯类

杀菌剂,通过结合真菌细胞线粒体 bc_1 复合物上的 Q_0 位点,中断电子传递,阻止 ATP 合成。3 种杀菌剂由于化学结构上的差异,在与 Q_0 位点结合时,位置会略有不同,表现为 3 种同类药剂抑菌活性不一^[16]。这可能是该试验中吡唑醚菌酯和啮氧菌酯的抑菌活性显著高于醚菌酯的一个重要原因。甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂作用机理独特,与市场上销售的其他类杀菌剂(如苯并咪唑类、二甲酰亚胺类、14-脱甲基化酶抑制剂、苯基酰胺类)无交互抗性^[17]。氟醚菌酰胺是一种新型的含氟苯甲酰胺类杀菌剂,结构式上的氟原子赋予其较高的抑菌活性,主要通过影响病原菌呼吸链电子传递系统抑制病菌生长^[18];霜霉威盐酸盐属于氨基甲酸酯类杀菌剂,通过干扰卵菌细胞膜中磷脂和脂肪酸的生物合成,抑制菌丝生长、孢子囊形成以及萌发;烯酰吗啉是吗啉类专杀卵菌药剂,通过干扰病菌细胞壁分子结构重排,破坏细胞壁膜的形成^[19]。总之,供试的 6 种药剂隶属于作用机制不同的 4 类杀菌剂,具有保护、内吸、治疗作用,对葡萄霜霉病防效高。若长期频繁地使用同一种农药,很容易产生抗性。因此,生产中应尽量将内吸性杀菌剂与保护性杀菌剂混用或将不同作用机制且无交互抗性的内吸杀菌剂混用或轮换使用,不仅能够减缓抗性,还能达到兼治多种病害、延长持效期、减少施药次数的目的。根据该试验结果,可考虑将吡唑醚菌酯或啮氧菌酯与氟醚菌酰胺、霜霉威盐酸盐、烯酰吗啉等混用或轮换使用。

参考文献

- [1] 刘丽,刘长远,王辉,等.不同葡萄品种对霜霉病的抗性[J].植物保护,2017,43(2):177-182.
- [2] 于舒怡,刘长远,王辉,等.避雨栽培对葡萄霜霉病菌孢子囊飞散时空动态的影响[J].中国农业科学,2016,49(10):1892-1902.

(上接第 104 页)

- [29] 刘白贵.闽江河口湿地芦苇、短叶茼蒿和互花米草三种植物枯落物分解研究[D].福州:福建师范大学,2008.
- [30] 翟水晶,刘白贵,贾宜,等.闽江河口潮汐沼泽枯落物分解过程的能量动态特征[J].福建师范大学学报(自然科学版),2013,29(4):73-79.
- [31] 高俊琴,欧阳华,张锋,等.若尔盖高寒湿地土壤氮矿化对温度和湿度的响应[J].湿地科学,2008,6(2):229-234.
- [32] 陈林,张佳宝,赵炳梓,等.不同施氮水平下土壤的生化性质对干湿交替的响应[J].土壤学报,2013,50(4):675-683.
- [33] MIKHA M M, RICE C W, MILLIKEN G A. Carbon and nitrogen mineralization as affected by drying and wetting cycles[J]. Soil biology and biochemistry, 2005, 37(2):339-347.
- [34] 朱兆良,文启孝.中国土壤氮素[M].南京:江苏科学技术出版社,1992.
- [35] SCHIMMEL J, BALSER T C, WALLENSTEIN M. Microbial stress-response

- [3] 何秀玲,张一宾.甲氧基丙烯酸酯类和酰胺类杀菌剂品种市场和抗性发展情况[J].世界农药,2013,35(3):14-19.
- [4] 詹家绥,吴娥娇,刘西莉,等.植物病原真菌对几类重要单位点杀菌剂的抗性分子机制[J].中国农业科学,2014,47(17):3392-3404.
- [5] 辛彦荣.浅谈北方蔬菜病害抗药性问题及治理措施[J].种子科技,2017,35(6):102-102.
- [6] 毕秋艳,马志强,韩秀英,等.葡萄霜霉病菌对甲霜灵抗性治理及其田间抗药菌株遗传稳定性分析[J].植物病理学报,2014,44(3):302-308.
- [7] 毕秋艳,马志强,赵建江,等.葡萄霜霉菌对仿生杀菌剂缬霉威的敏感基线及其抗性突变体生物学性状的研究[J].植物病理学报,2015,45(6):651-660.
- [8] 陈晓明,王程龙,薄瑞.中国农药使用现状及对策建议[J].农药科学与管理,2016,37(2):4-8.
- [9] 肖学林.实现农药“零”增长的问题与对策[J].科学与财富,2015(29):64.
- [10] 张睿,许辉,唐剑锋,等.新型杀菌剂氟醚菌酰胺对黄瓜霜霉病的毒力和田间药效评价[J].农药,2013,52(8):596-598.
- [11] 刘志君,莫光珍,张书溢,等.不同寄主来源的葡萄霜霉病菌的孢子囊大小和致病力分化的测定[J].农学报,2017,7(7):10-16.
- [12] DEGLENE-BENBRAHIM L, WIEDEMANN-MERDINOGLU S, MERDINOGLU D, et al. Evaluation of downy mildew resistance in grapevine by leaf disc bioassay with in vitro and greenhouse-grown plants[J]. American journal of enology & viticulture, 2010, 61(61):521-528.
- [13] 石洁,王喜娜,孔繁芳,等.河北藜黎与广西资源两地区葡萄霜霉菌致病力分化分析[J].植物保护,2017,43(1):76-82.
- [14] 汤钿.葡萄霜霉病离体接种方法的研究[J].微生物学通报,1994,21(6):373.
- [15] 乔桂双,王文桥,韩秀英,等.两种候选甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂对黄瓜霜霉病的作用方式[J].植物保护学报,2009,36(2):173-178.
- [16] 柏亚罗. Strobilurins 类杀菌剂研究开发进展[J].农药,2007,46(5):289-295.
- [17] 赵平,严秋旭,李新,等.甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂的开发及抗性发展现状[J].农药,2011,50(8):547-551.
- [18] 何玲,袁会珠,唐剑锋,等.新型杀菌剂氟醚菌酰胺对辣椒疫霉的作用机制初探[J].农药学报,2016,18(2):185-193.
- [19] 袁会珠,徐映明,芮昌辉.农药应用指南[M].北京:中国农业科学技术出版社,2011:489-512.

physiology and its implications for ecosystem function[J]. Ecology, 2007, 88(6):1386-1394.

- [36] FIERER N, SCHIMMEL J P. Effects of drying-rewetting frequency on soil carbon and nitrogen transformations[J]. Soil biology and biochemistry, 2002, 34(6):777-787.
- [37] HALVERSON L J, JONES T M, FIRESTONE M K. Release of intracellular solutes by four soil bacteria exposed to dilution stress[J]. Soil science society of america journal, 2000, 64(5):1630-1637.
- [38] 张子川.闽江河口不同盐度短叶茼蒿潮汐沼泽土壤理化特征及模拟盐水入侵对甲烷产生速率的影响[D].福州:福建师范大学,2013.
- [39] 王晓龙,徐立刚,姚鑫,等.鄱阳湖典型湿地植物群落土壤微生物量特征[J].生态学报,2010,30(18):5033-5042.
- [40] 黄秋雨.崇明岛芦苇湿地土壤微生物性质的环岛特征[D].上海:华东师范大学,2012.

本刊提示 参考文献只列主要的、公开发表的文献,序号按文中出现先后编排。著录格式(含标点)如下:(1)期刊——作者(不超过3人者全部写出,超过者只写前3位,后加“等”)。文章题名[J]。期刊名,年份,卷(期):起止页码。(2)图书——编著者.书名[M]。版次(第一版不写)。出版地:出版者,出版年:起止页码。(3)论文集——析出文献作者.题名[C]//。主编.论文集名.出版地:出版者,出版年:起止页码。