

氟硅唑与代森锰锌混配对梨黑星病菌的联合毒力及田间防效

赵建江, 张小凤, 王文桥, 马志强, 韩秀英*

(河北省农林科学院植物保护研究所, 河北省农业有害生物综合防治工程技术研究中心,
农业部华北北部作物有害生物综合治理重点实验室, 保定 071000)

摘要 为了明确氟硅唑与代森锰锌混配对梨黑星病菌的联合毒力,采用菌丝生长速率法测定了氟硅唑、代森锰锌及其不同配比对梨黑星病菌的毒力,以 Wadley 公式进行评价,并通过田间试验验证其对梨黑星病的防治效果。结果表明:氟硅唑与代森锰锌质量比为 1:20、1:25、1:30、1:35 和 1:40 进行复配对菌丝生长均表现为增效,其中 1:25 增效作用最明显,增效系数为 2.68;在田间药效试验中,40%氟硅唑乳油与 80%代森锰锌可湿性粉剂,以质量比 1:25 进行桶混,750~1 200 倍稀释对梨黑星病的防治效果均在 85%以上,与其单剂 40%氟硅唑乳油 8 000 倍和对照药剂 10%苯醚甲环唑水分散粒剂 7 000 倍对梨黑星病的防治效果相当,但显著高于其单剂 80%代森锰锌可湿性粉剂 700 倍的防治效果。氟硅唑与代森锰锌以 1:25 进行桶混,可以在田间推广使用。

关键词 氟硅唑; 代森锰锌; 梨黑星病菌; 增效作用; 田间防效

中图分类号: S 482.2 **文献标识码:** B **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2014.03.038

Joint-toxicity and field efficacy of mixtures of flusilazole and mancozeb against *Venturia nashicola*

Zhao Jianjiang, Zhang Xiaofeng, Wang Wenqiao, Ma Zhiqiang, Han Xiuying

(Plant Protection Institute, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, IPM Center of Hebei Province, Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Northern Region of North China, Ministry of Agriculture, P. R. China, Baoding 071000, China)

Abstract In order to clarify the synergistic interaction of flusilazole and mancozeb against *Venturia nashicola*, the toxicity of flusilazole, mancozeb and their mixtures at different ratios against *V. nashicola* was determined by mycelial growth rate test, the joint-toxicity of the two fungicides was assessed with Wadley formula, and the efficacy on controlling pear scab was assessed by field trials. The results showed that the mixtures of 1:20, 1:25, 1:30, 1:35 and 1:40 exhibited synergistic interaction on the mycelial growth. The synergistic effects of the 1:25 mixture was the most obvious with synergistic ratio of 2.68. The field trials demonstrated that the mixture 750—1 200 times of flusilazole with mancozeb (1:25, W/W) exhibited good control effect, with efficacy of over 85%, equal to that of flusilazole 400 EC 8 000 times and difenoconazole 100 WG 7 000 times, respectively, significantly higher than that of mancozeb 700 WP. The mixture of flusilazole with mancozeb (1:25, W/W) can be widely applied in the fields.

Key words flusilazole; mancozeb; *Venturia nashicola*; synergistic interaction; field efficacy

梨黑星病(*Venturia nashicola* Tanaka et Yamamoto)是我国梨区普遍发生的重要病害。从落花到梨果采收期间均可发病,如防治不当,将会严重影响梨的品质和产量^[1]。目前,通过遗传改良和培育抗病品种增强梨树对黑星病的抗性已取得一定进展^[2-3],

但在生产实际中,仍以化学防治为主。

氟硅唑是一种高效、广谱的麦角甾醇生物合成抑制剂(EBIs),对梨黑星病具有良好的防治效果,现已成为防治该病害的主要药剂。研究发现,河北辛集和曲阳的梨黑星病菌对氟硅唑的敏感性显著低于

泊头和赵县^[4]。农药的合理复配,不但可以延缓病菌抗药性的产生,提高防效,而且可以扩大杀菌谱,降低用药成本^[5-6]。如代森锰锌与霜脲氰 7:1 (质量比)的混合物对防治马铃薯晚疫病具有增效作用^[7]。代森锰锌是一种广谱性多作用位点的保护性杀菌剂,病菌对此药剂不容易产生抗性,可以和多种内吸性药剂混配使用^[8]。为了明确氟硅唑与代森锰锌复配对梨黑星病菌是否具有增效作用,笔者进行了氟硅唑与代森锰锌混合物对梨黑星病菌联合毒力的测定,并进行了该混合物对梨黑星病的田间药效评价。

1 材料与方法

1.1 供试培养基及菌株

马铃薯梨块培养基(PDA + L'): 马铃薯 200 g, 鸭梨 150 g, 葡萄糖 20 g, 琼脂 20 g, 蒸馏水 1 000 mL, pH 6.0~6.2。

梨黑星病菌(*Venturia nashicola*)采自河北省辛集市垒头镇北小陈村,采用单孢分离法进行分离和纯化,分离纯化后将菌株转接到“PDA + L'”平板上^[9],于 20 ℃ 保存备用。

1.2 供试药剂

95.51%氟硅唑(flusilazole)原药,天津久日化工有限公司提供;96%代森锰锌(mancozeb)原药,利民化工股份有限公司提供;40%氟硅唑乳油(flusilazole 400 EC)美国杜邦公司提供;80%代森锰锌可湿性粉剂(mancozeb 800 WP)利民化工股份有限公司提供;10%苯醚甲环唑水分散粒剂(difenoconazole 100 WG),瑞士先正达作物保护有限公司提供。

1.3 室内毒力测定方法

采用菌丝生长速率法^[10]测定供试药剂对梨黑星病菌的抑制作用。分别用适量丙酮将氟硅唑和代森锰锌原药溶解,然后配制成质量浓度为 1 000 μg/mL 的母液,并按氟硅唑和代森锰锌的不同质量比例(1:20、1:25、1:30、1:35 和 1:40)混合,得到不同配比混合液,用无菌水进行系列稀释,按药液与培养基 1:9 的体积比配制成最终含药量为 10、5、1、0.5、0.1 μg/mL 的含药平板。单剂氟硅唑和代森锰锌含药平板的含药量分别为 10、5、1、0.5、0.1、0.05 μg/mL 和 20、10、5、1、0.5 μg/mL。同时设丙酮和清水对照。用直径 5 mm 的打孔器在预培养 60 d 的菌落边缘打取菌饼,正面朝下接种到含药平板上,每处理重复 3 次,置于 20 ℃ 培养箱中,黑暗培养 60 d 后,采用十字交叉法测量各处理的菌落直径。计算各处理浓度的抑制率,采

用 DPS 软件,求出氟硅唑、代森锰锌及其混合物的毒力回归方程,EC₅₀ 值和相关系数。试验重复 2 次。采用 Wadley 法^[6]进行联合毒力评价。

$$EC_{50}(th) = (a+b)/[a/EC(A)_{50} + b/EC(B)_{50}]$$

$$\text{增效系数}(SR) = EC_{50}(th)/EC_{50}(ob)$$

式中 A、B 分别代表两种药剂在混剂中所占比例,ob 为实际观察值,th 为理论值。SR > 1.5 为增效作用;SR = 0.5~1.5 为相加作用;SR < 0.5 为拮抗作用。

抑制率(%) = [(对照菌落增长直径 - 处理菌落增长直径)/对照菌落增长直径] × 100。

1.4 田间药效试验

田间试验分别于 2011 年和 2012 年在河北省辛集市垒头镇北小陈村同一梨园进行。梨树品种为‘鸭梨’,树龄 20 年,株行距为 3 m × 6 m,梨园土壤肥力中等,梨树长势及管理水平一致,黑星病历年发生。试验设:40%氟硅唑乳油 8 000 倍、80%代森锰锌可湿性粉剂 700 倍、10%苯醚甲环唑水分散粒剂 7 000 倍、78.46%氟硅唑与代森锰锌的混合物(质量比 1:25)750、1 000、1 200 倍和空白对照共计 7 个处理。每处理 4 次重复,共 28 个小区,小区随机区组排列,每小区 2 株梨树。采用泰山-18 型机动高压喷雾器均匀喷施,至流失为止,株施药液 10 L 左右。梨树落花后、病害发生前用第一次药,以后根据病情发展和气候条件用药。2011 年用药时间为:4 月 30 日、5 月 15 日、6 月 3 日、7 月 4 日、7 月 23 日、8 月 3 日和 8 月 23 日;2012 年用药时间为:5 月 2 日、5 月 18 日、6 月 5 日、7 月 2 日、7 月 19 日、8 月 10 日和 8 月 29 日。

施药前的病情指数为零,最后一次用药后 14 d 调查病情。每小区调查 2 株,分东、南、西、北、中方向 5 点取样,每点取当年生枝条的 40 片叶,按病叶上病斑面积占整个叶片面积的百分率分级^[11],计算病叶率、病情指数及防治效果。数据采用 Fisher's LSD 法进行差异显著性分析。

$$\text{病叶率}(\%) = (\text{病叶数}/\text{调查总叶片数}) \times 100;$$

$$\text{病情指数} = [\sum(\text{病叶数} \times \text{相对级数})/(\text{调查总叶片数} \times \text{最高级数})] \times 100。$$

2 结果与分析

2.1 氟硅唑与代森锰锌混合物对梨黑星病菌菌丝生长的抑制作用

从表 1 可知,氟硅唑与代森锰锌按质量比 1:20、1:25、1:30、1:35、1:40 进行混配对梨黑星病菌

的菌丝生长均表现出良好的抑制作用,5 个配比对梨黑星病菌的菌丝生长均表现出增效作用,当氟硅唑与代森锰锌以 1:25 进行复配时,增效作用最明显,增效系数为 2.68。

表 1 氟硅唑与代森锰锌混合物对梨黑星病菌菌丝生长的抑制作用¹⁾

Table 1 Inhibitory action of flusilazole-mancozeb mixtures against mycelial growth of <i>Venturia nashicola</i>							
杀菌剂 Fungicides	质量比 Mass ratio	EC ₅₀ (ob)/μg·mL ⁻¹	标准偏差 SD	EC ₅₀ (th)/μg·mL ⁻¹	增效系数 SR	标准偏差 SD	
氟硅唑 Flusilazole	—	0.580 3	0.060 7	—	—	—	
代森锰锌 Mancozeb	—	3.526 3	0.061 8	—	—	—	
氟硅唑:代森锰锌 Flusilazole:Mancozeb	1:20	1.193 5	0.092 9	2.837 8	2.38	0.10	
	1:25	1.100 9	0.003 5	2.948 4	2.68	0.08	
	1:30	1.487 0	0.067 8	3.028 4	2.04	0.03	
	1:35	1.849 7	0.014 4	3.089 0	1.67	0.04	
	1:40	2.062 7	0.078 7	3.136 4	1.52	0.01	

1) EC₅₀(th): 理论值; EC₅₀(ob): 观察值。
EC₅₀(th): Theoretical value, EC₅₀(ob): Observed value.

2.2 田间防治效果

从表 2 可知,2011 年和 2012 年得到了相似的试验结果。40%氟硅唑乳油与 80%代森锰锌可湿性粉剂,以有效成分质量比 1:25 进行复配,对梨黑星病表现出良好的防治效果。该混合物 750、1 000

和 1 200 倍稀释,对梨黑星病的防效均在 85%以上,与其单剂 40%氟硅唑乳油 8 000 倍和对照药剂 10%苯醚甲环唑水分散粒剂 7 000 倍对梨黑星病的防治效果相当,但显著高于单剂 80%代森锰锌可湿性粉剂 700 倍的防治效果。

表 2 不同药剂对梨黑星病的防治效果¹⁾

Table 2 Control efficacy of different fungicides on pear scab								
药剂 Fungicides	稀释 倍数 Dilution time	2011			2012			
		病叶率 / % Rate of diseased leaves	病情指数 Disease index	防治效果 / % Control efficacy	病叶率 / % Rate of diseased leaves	病情指数 Disease index	防治效果 / % Control efficacy	
10%苯醚甲环唑 WG Difenconazole 100 WG	7 000	4.50	1.13	92.85 ab	7.6	1.5	90.45 ab	
40%氟硅唑 EC Flusilazole 400 EC	8 000	4.19	1.16	92.72 ab	4.4	1.1	92.78 ab	
80%代森锰锌 WP Mancozeb 800 WP	700	13.56	3.17	79.65 c	14.6	3.7	76.64 c	
40%氟硅唑 EC+80%代森锰锌 WP (W/W 1:25)	750	4.31	0.70	94.65 a	2.9	0.7	95.76 a	
Flusilazole 400 EC+ Mancozeb 800 WP (W/W 1:25)	1 000	5.81	1.19	92.39 ab	4.2	0.9	93.92 a	
	1 200	8.75	1.89	87.81 b	8.4	2.2	85.96 b	
空白对照 CK	—	31.92	13.79	—	36.0	15.8	—	

1) 根据 Fisher's LSD 分析,同列数据后相同字母表示处理间无显著差异(P=0.05)。
Data in the same column followed by the same letter indicate no significant difference (at the level of P=0.05) according to Fisher's LSD test.

3 结论与讨论

本研究表明,氟硅唑与代森锰锌以质量比 1:25 混配后对梨黑星病菌的菌丝生长表现出良好的增效作用。该混合物 750~1 200 倍稀释对梨黑星病的田间防治效果与三唑类杀菌剂 40%氟硅唑乳油 8 000倍 和 10%苯醚甲环唑水分散粒剂7 000倍的防效相当,优于保护剂 80%代森锰锌可湿性粉剂 700 倍的防效。因此,氟硅唑与代森锰锌以 1:25 进行混配可以在田间推广使用。

氟硅唑因其杀菌谱广、防治效果显著等优点而

被广泛用于真菌病害的防治。但由于该药剂的长期单一使用,致使病原菌对其产生了抗药性。Kunz 等^[12]早在 1997 年就曾报道苹果黑星病菌对氟硅唑产生了较强的抗药性,其田间防效显著降低。本研究结果表明,氟硅唑与代森锰锌以质量比 1:25 混配 750 倍稀释时,对梨黑星病的防效高达 95%,与其单剂 40%氟硅唑乳油 8 000 倍的防效相当,但混剂中 40%氟硅唑乳油的稀释倍数为10 125 倍,明显高于其单用时的稀释倍数。因此,氟硅唑与代森锰锌以 1:25 混配使用,可以有效地降低氟硅唑的使用剂量,从而降低氟硅唑对病原菌的药剂

选择压,进而延缓梨黑星病菌对氟硅唑抗药性的产生。

氟硅唑属于麦角甾醇合成抑制剂类杀菌剂,它是通过抑制 C-14 α -脱甲基化酶的活性,从而阻碍麦角甾醇的合成,进而导致病原菌的细胞膜结构破坏和细胞死亡^[13]。代森锰锌是乙撑二硫代氨基甲酸盐类杀菌剂,是一种典型的多作用位点的保护性杀菌剂,它主要是通过抑制病原菌体内丙酮酸的氧化,从而抑制病原菌的呼吸。这两种作用机理截然不同的杀菌剂混配后增效作用明显,但是其增效机理还有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 孙爱芹,胡江川. 梨黑星病的发生与防治[J]. 安徽农业科学, 2010,38(1):76-77,133.
- [2] 王家珍. 晚熟耐贮梨新品种·新苹果选育[J]. 果树学报, 2004, 21(4):391-392.
- [3] 刘遵春,廖明安,包东娥. 金花梨变异单系对梨黑星病的抗性研究[J]. 西北林学院学报, 2006,21(2):108-109.
- [4] 齐永志,张小风,赵卫松,等. 梨黑星病菌对氟硅唑的敏感性及其与不同杀菌剂之间的交互抗性[J]. 农药学报, 2012,14(2):

(上接 194 页)

终死亡^[11]。从田间防治效果看,茚虫威、氟氟虫脲对稻纵卷叶螟保叶效果和杀虫效果都在 80%以上,可以作为防治稻纵卷叶螟的选择性药剂。

丙溴磷、稻丰散、毒死蜱都属于有机磷类杀虫剂,这类药剂主要通过抑制其靶标物乙酰胆碱酯酶的活性而使昆虫中毒死亡。从田间防效结果看,丙溴磷、稻散·毒死蜱杀虫效果都在 80%以上,保叶效果在 70%以下,杀虫效果明显优于保叶效果。

水稻“两迁”害虫都具有远距离迁飞习性,在对其进行防治过程中,迁出区和迁入区间,同一地区的上下代之间,应轮换、交替使用不同作用机制、无交互抗性的杀虫剂,避免连续、单一用药。虽然不同抗性机制的杀虫剂间混用、轮用不能阻止“两迁”害虫抗性的产生,但是可以减缓“两迁”害虫体内抗性基因的积累,即可以延缓抗性的发展^[12]。因此,可通过交替轮换使用呋虫胺、氟啶虫胺腈、吡蚜酮、噻虫嗪来有效延缓褐飞虱抗药性的发展,交替轮换使用双酰胺类、有机磷类、茚虫威、氟氟虫脲来有效延缓稻纵卷叶螟抗药性的发展。

参考文献

- [1] 农业部全国农业技术推广服务中心. 我国大力防控两迁害虫

165-169.

- [5] 朱卫刚,胡伟群,陈定花,等. 丙环唑和苯醚甲环唑复配对水稻纹枯病的联合毒力[J]. 农药, 2008,47(5):365-366.
- [6] 范子耀,王文桥,孟润杰,等. 吡唑醚菌酯与苯醚甲环唑混合物对茄链格孢的联合毒力及其对马铃薯产量的影响[J]. 农药学报, 2011,13(6):591-596.
- [7] 王文桥,马志强,韩秀英,等. 霜脲氰和代森锰锌对马铃薯晚疫病病菌的离体活性及混合增效作用[J]. 农药学报, 2002,4(1):28-33.
- [8] 王美琴,刘慧平,韩巨才,等. 番茄叶霉病菌对多菌灵、乙霉威及代森锰锌抗性检测[J]. 农药学报, 2003,5(4):30-36.
- [9] 钮绪燕,李丽青,赵华,等. 梨黑星病菌的分离培养和基质研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2003,31(5):80-82.
- [10] 孙广宇,宗兆峰,王建明,等. 植物病理学实验技术[M]. 北京:中国农业出版社, 2002:139-146.
- [11] 赵晓军,周建波,李霞,等. 不同药剂对山西梨区梨树黑星病的田间防效比较[J]. 山西农业科学, 2008,36(7):71-73.
- [12] Kunz S, Deising H, Mendgen K. Acquisition of resistance to sterol demethylation inhibitors by populations of *Venturia inaequalis* [J]. Phytopathology, 1997, 87(12):1272-1278.
- [13] 叶滔,马志强,毕秋艳,等. 植物病原真菌对甾醇生物合成抑制剂类(SBIs)杀菌剂的抗药性研究进展[J]. 农药学报, 2012, 14(1):1-16.

[J]. 农药市场信息, 2008(1):38.

- [2] 农业部全国农业技术推广服务中心. 全国植保专业统计资料[M]. 北京:中国农业出版社, 2008-2012.
- [3] 张帅,邵振润,沈晋良,等. 加强水稻主要病虫科学用药防控的原则和措施[J]. 农药, 2011,50(11):855-857.
- [4] 王鹏,甯佐辛,张帅,等. 我国主要稻区褐飞虱对常用杀虫剂的抗性监测[J]. 中国水稻科学, 2013,27(2):191-197.
- [5] 张帅,邵振润. 2012 年全国农业有害生物抗性监测结果及科学用药建议[J]. 中国植保导刊, 2013,33(3):49-52.
- [6] 庄永林,沈晋良,戴德江,等. 褐飞虱对噻嗪酮抗性的遗传分析[J]. 昆虫学报, 2004,47(6):749-753.
- [7] 庄永林,沈晋良. 稻褐飞虱对噻嗪酮抗性的检测技术[J]. 南京农业大学学报, 2000, 23(3):114-117.
- [8] 张帅,徐蕾,康晓霞,等. 水稻害虫抗药性治理试验与示范[J]. 中国植保导刊, 2013,33(5):52-54.
- [9] 郎玉成,倪瑛萍,刁亚梅. 吡嗪酮生物活性和应用技术研究进展[J]. 农药, 2007, 46(8):513-516.
- [10] 张帅,邵振润. 双酰胺类和新烟碱类杀虫剂应用技术指南[M]. 北京:中国农业出版社, 2012:5-10.
- [11] 邵振润,张帅,高希武. 杀虫剂科学使用指南[M]. 北京:中国农业出版社, 2013:6-7.
- [12] Nagata T, Kamimuro T, Wang Y C, et al. Recent status of insecticide resistance of long-distance migrating rice planthoppers monitored in Japan, China and Malaysia [J]. Journal of Asia-Pacific Entomology, 2002,5(1):113-116.