

多菌灵与代森锰锌混配对梨黑星病菌和苹果斑点落叶病菌的增效研究^{*}

时春喜¹, 李恩才², 祁志军¹, 马小锋¹, 张书翔³

(1 西北农林科技大学 植保资源与病虫害治理教育部重点实验室, 陕西 杨陵 712100;

2 宝鸡市植保植检站, 陕西 宝鸡 721000; 3 富平县农技中心, 陕西 富平 711700)

[摘 要] 采用孢子萌发法和生长速率法分别测定了多菌灵与代森锰锌混配对梨黑星病菌和苹果斑点落叶病菌的增效作用。结果表明, 5 种不同比例的多菌灵与代森锰锌混配制剂对 2 种病原菌均具有显著增效作用, 多菌灵:代森锰锌为 1:1~1:4 的混配组合均表现出协同增效作用, SR 值均>1.5, 仅 1:5 的混配组合 SR 值<1.5, 表现为相加作用。研究结果初步还表明, 病原菌抗药性水平愈高, 混剂增效比率值越大, 增效作用越显著。从降低产品的生产成本和克服病菌的抗药性方面考虑, 应以 1:1~1:3 的配比组合较为合理。

[关键词] 多菌灵; 代森锰锌; 梨黑星病菌; 苹果斑点落叶病菌; 混配; 增效作用

[中图分类号] S482.2⁺99

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2003)04-0131-04

多菌灵(Carbendazim)是广谱、内吸传导性强的杀菌剂品种之一, 对子囊菌、担子菌和半知菌类的大多数病原真菌均有较显著的防治效果, 是我国果树、蔬菜、粮食作物生产中应用最广泛的杀菌剂之一^[1]。但是由于其作用方式单一, 易引致病原菌产生抗药性, 20 世纪 80 年代发现梨黑星病菌、苹果斑点落叶病菌等多菌灵均已产生不同程度的抗药性, 导致生产上防效大幅度下降^[2]。为此, 克服病原菌抗性的产生与发展, 延长多菌灵等内吸性杀菌剂品种的使用寿命, 提高其防病效果已成为我国农药学科的重要研究内容之一。国内许多农药企业普遍采用不易产生抗性的多作用位点的代森锰锌(Mancozeb)与多菌灵(Carbendazim)混配加工成混剂品种以达到提高防治病害效果、延缓和克服病原菌产生抗性的目的^[3]。笔者于 2001~2002 年度对不同混配比例的多菌灵:代森锰锌的混剂进行室内生测试验研究, 以明确其合理的混配比例范围和增效作用, 为该混剂的标准化生产和在农业生产上的推广应用提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 供试菌种

苹果斑点落叶病菌(*A. lternaria mali* Robert)采

自陕西省兴平市店张镇果园病叶, 在实验室分离纯化。梨黑星病菌(*Venturia nashicola* Tana et Yamamoto)采自陕西省杨陵区穆家寨村梨园果实上的初发新鲜病斑。

1.2 供试药剂

500 g/kg 的多菌灵可湿性粉剂(WP), 700 g/kg 的代森锰锌可湿性粉剂(WP)均由农业部药检所提供。

1.3 混配组合

多菌灵:代森锰锌按原药质量比设 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 5 个混配比例组合, 另设多菌灵、代森锰锌 2 个单剂对照和 1 个空白对照, 共 8 个处理, 重复 3 次。每个药剂处理设 6.25, 12.5, 25.0, 50.0, 100.0 $\mu\text{g/g}$ 等 5 个浓度梯度。

1.4 试验方法

1.4.1 对梨黑星病菌的测定 采用孢子萌发法进行测定, 分离病菌以果实上新鲜病斑较易成功, 先将连续培养 3~4 次的菌种接种于 PDA 培养基(pH 值 5.5 左右), 在 (25 $\pm$ 1) $^{\circ}\text{C}$ 恒温箱中培养 3 d^[4]。再用培养好的梨黑星病菌孢子配孢子悬浮液, 在显微镜下(10 $\times$ 10 倍)检查孢子数, 平均每视野有 40~60 个孢子即可。然后将供试药剂稀释成相应设计浓度,

^{*} [收稿日期] 2003-02-28

[基金项目] 国家科技攻关项目(2002BA516A10)

[作者简介] 时春喜(1964-), 男, 河南尉氏人, 副研究员, 主要从事农药研制及应用技术研究。

和梨黑星病孢子悬浮液以 2 mL + 2 mL 混配,另设不加药的蒸馏水 2 mL + 2 mL 孢子悬浮液。最后采用孢子萌发法,置于 24 ℃恒温箱中,15 h 后进行萌发率检查,每处理随机抽查 10 个视野,重复 3 次,凡是孢子芽管超过孢子短半径时为萌发状态。对照处理孢子萌发率在 80% 以上为有效实验,然后求出相对抑制率^[5]。

根据药剂浓度对数值和相对抑制率的机率值,采用最小二乘法求出各供试药剂的毒力回归方程及 EC₉₀,用 W adley 联合毒力测定法求出各混剂的增效比率值 SR,并评判其增效作用^[5]。

1.4.2 对苹果斑点落叶病菌的测定 采用生长速率法测定:将培养好的苹果斑点落叶病菌在无菌条件下用打孔器打成直径 0.4 cm 的菌饼备用;再将设计处理药剂的各浓度梯度药液与 PDA 培养,按 1:9 配成含药培养基,置于直径为 9 cm 培养皿,另设空白对照,然后将准备好的菌饼按正三角形接菌针移置于带药培养皿及空白对照中,加盖标记,置于 26 ℃恒温箱中培养 70 h 后取出,用卡尺进行十字交叉法测量菌落直径(cm),计算各处理相对抑制率^[5],毒力回归方程及 EC₉₀,进行增效作用评价^[5]。

表 1 不同配比的多菌灵·代森锰锌 WP 对梨黑星病菌的抑制率

Table 1 Ralative inhibition incidence of different ratios of carbendazim and mancozeb to <i>V enturia nashicola</i> %											
处理 Teratments	孢子萌发率 Rate of Sporus gem ination						相对抑制率 Relative inhibition incidence				
	6.25	12.50	25.00	50.00	100.00	CK	6.25	12.50	25.00	50.00	100.00
	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g		μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g
多菌灵:代森锰锌 1:1 Carbendazim:M ancozeb 1:1	55.53	37.28	19.98	8.44	3.19	86.1	35.5	56.7	76.8	90.2	96.3
多菌灵:代森锰锌 1:2 Carbendazim:M ancozeb 1:2	53.91	42.08	29.20	12.79	3.97	86.4	37.6	51.3	66.2	85.2	95.4
多菌灵:代森锰锌 1:3 Carbendazim:M ancozeb 1:3	55.09	43.51	28.90	12.73	4.76	82.1	32.9	47.0	64.8	84.5	94.2
多菌灵:代森锰锌 1:4 Carbendazim:M ancozeb 1:4	61.90	45.38	29.90	13.86	6.77	80.6	23.2	43.7	62.9	82.8	91.6
多菌灵:代森锰锌 1:5 Carbendazim:M ancozeb 1:5	66.90	50.03	35.82	26.01	4.65	83.1	19.5	39.8	56.9	68.7	94.4
多菌灵单剂 Carbendazim	65.01	48.22	26.43	17.56	7.92	86.1	24.5	44.0	69.3	79.6	90.8
代森锰锌单剂 M ancozeb	72.50	59.36	45.13	32.08	18.44	84.2	13.9	29.5	46.4	61.9	78.4

表 2 不同配比的多菌灵·代森锰锌 WP 对苹果斑点落叶病菌的毒力

Table 2 Ralative inhibition incidence of different ratios of carbendazim and mancozeb to <i>A lternaria mali</i> Robert											
处理 Teratments	菌落直径/cm Diameter of size						相对抑制率/% Relative inhibition incidence				
	6.25	12.50	25.00	50.00	100.00	CK	6.25	12.50	25.00	50.00	100.00
	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g		μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g
多菌灵:代森锰锌 1:1 Carbendazim:M ancozeb 1:1	3.40	3.10	1.90	1.16	0.76	5.6	39.3	44.6	66.1	79.3	86.4
多菌灵:代森锰锌 1:2 Carbendazim:M ancozeb 1:2	3.33	2.77	1.95	1.43	0.89	5.3	37.1	47.8	63.2	73.1	83.2
多菌灵:代森锰锌 1:3 Carbendazim:M ancozeb 1:3	3.40	2.99	2.18	1.48	0.99	5.2	34.7	42.5	58.1	71.6	80.9
多菌灵:代森锰锌 1:4 Carbendazim:M ancozeb 1:4	3.49	3.09	2.44	1.58	1.08	5.1	31.6	39.5	52.2	69.1	78.9
多菌灵:代森锰锌 1:5 Carbendazim:M ancozeb 1:5	3.83	3.36	2.76	1.92	1.40	5.4	29.1	37.8	48.9	64.4	74.1
多菌灵单剂 Carbendazim	4.44	4.02	3.60	3.01	2.41	5.5	19.2	26.9	34.6	45.3	56.1
代森锰锌单剂 M ancozeb	3.50	2.87	2.18	1.40	0.87	5.4	35.2	46.9	59.6	74.1	83.8

2 结果与分析

2.1 多菌灵:代森锰锌混剂对梨黑星病菌和苹果斑点落叶病菌的毒力

室内测定结果(表 1~ 表 3)表明,同等浓度下多菌灵与代森锰锌的 5 种不同混配组合对梨黑星病菌和苹果斑点落叶病菌的抑制毒力依次递减,其中 1:1 的混配组合相对抑制率最高,EC₉₀ 为 57.13 μg/g(梨黑星病菌)和 133.96 μg/g(苹果斑点落叶病菌),以 1:5 的组合相对抑制率最低,EC₉₀ 分别为 159.62 μg/g(梨黑星病菌)和 424.62 μg/g(苹果斑点落叶病菌)。而单剂多菌灵 EC₉₀ 为 88.67 μg/g(梨黑星病菌)和 2238.72 μg/g(苹果斑点落叶病菌);单剂代森锰锌 EC₉₀ 为 212.57 μg/g(梨黑星病菌)和 305.49 μg/g(苹果斑点落叶病菌),这表明多菌灵与代森锰锌混配后对供试病菌的抑制毒力均有不同程度的提高,同时从多菌灵与代森锰锌混剂对梨黑星病菌和苹果斑点落叶病菌的抑制毒力相比较而言,多菌灵与代森锰锌混剂对梨黑星病菌抑制毒力更强,EC₉₀ 均小于 100 μg/g,而对苹果斑点落叶病菌的 EC₉₀ 均大于 100 μg/g。

表 3 不同配比的多菌灵·代森锰锌WP 对梨黑星病菌和苹果斑点落叶病菌毒力

病菌 Variety of pothogens	处理 T reatment	毒力回归方程 Regressive equation of toxicity	r 值	EC ₉₀ / (μg · g ⁻¹)
梨黑星病菌 <i>V enturia nashicola</i> Tana et Yamamoto	多菌灵:代森锰锌 1:1 Carbendazim :M ancozeb 1:1	Y= 3 082 4+ 1. 820 9x	0. 989 3	57. 13
	多菌灵:代森锰锌 1:2 Carbendazim :M ancozeb 1:2	Y= 3 243 3+ 1. 664 7x	0. 980 0	66. 68
	多菌灵:代森锰锌 1:3 Carbendazim :M ancozeb 1:3	Y= 3 133 7+ 1. 673 9x	0. 979 5	75. 96
	多菌灵:代森锰锌 1:4 Carbendazim :M ancozeb 1:4	Y= 2 882 6+ 1. 464 0x	0. 997 7	83. 79
	多菌灵:代森锰锌 1:5 Carbendazim :M ancozeb 1:5	Y= 3 056 2+ 1. 464 0x	0. 989 2	159. 62
	多菌灵单剂 Carbendazim	Y= 3 024 3+ 1. 672 3x	0. 989 7	88. 67
	代森锰锌单剂 M ancozeb	Y= 2 754 1+ 1. 515 6x	0. 997 0	212. 57
	多菌灵:代森锰锌 1:1 Carbendazim :M ancozeb 1:1	Y= 3 870 3+ 1. 220 4x	0. 997 0	133. 96
	多菌灵:代森锰锌 1:2 Carbendazim :M ancozeb 1:2	Y= 3 775 5+ 1. 091 0x	0. 989 0	169. 43
	多菌灵:代森锰锌 1:3 Carbendazim :M ancozeb 1:3	Y= 3 682 1+ 1. 092 9x	0. 995 1	239. 33
苹果斑点落叶病菌 <i>A lternaria mali</i> Robert	多菌灵:代森锰锌 1:4 Carbendazim :M ancozeb 1:4	Y= 3 572 9+ 1. 109 1x	0. 995 0	276. 99
	多菌灵:代森锰锌 1:5 Carbendazim :M ancozeb 1:5	Y= 3 598 0+ 1. 021 1x	0. 996 8	424. 62
	多菌灵单剂 Carbendazim	Y= 3 448+ 0. 845 6x	0. 997 6	2 238. 72
	代森锰锌单剂 M ancozeb	Y= 3 731. 9+ 1. 025 7x	0. 987 5	305. 49

2.2 多菌灵：代森锰锌混剂的增效作用

从表 4 中的 SR 值可见, 两种药剂各混剂组合的增效作用基本趋势是一致的。多菌灵与代森锰锌的混配比例由 1:1~1:4, SR 值均大于 1.5, 表现出显著的协同增效作用, 当混配比例为 1:5 时, SR 值小于 1.5, 表现出相加作用。多菌灵:代森锰锌混剂比单剂大幅度地提高了抑菌毒力, 表明多菌灵与

代森锰锌混配具有显著的增效作用。所以, 从增效作用上看, 多菌灵与代森锰锌混配以 1:1~1:4 均为合理的混配组合。从单剂抑制毒力来看, 多菌灵抑制毒力较差, EC₉₀ 已达 2 238.72 μg/g, 远远低于代森锰锌, 表明苹果斑点落叶病菌对多菌灵已产生相当强的高度抗药性, 这与已有的文献报道^[2]和田间实际情况相一致。

表 4 多菌灵与代森锰锌不同混配比例组合的抑制毒力及增效作用

Table 4 SR of synergist of the different ratios of carbendazim and mancozeb

病菌种类 Variety of pothogens	处理 T reatment	EC ₉₀ (th)/ (μg · g ⁻¹)	EC ₉₀ (ob)/ (μg · g ⁻¹)	SR 值
梨黑星病菌 <i>V enturia nashicola</i> Tana et Yamamoto	多菌灵:代森锰锌 1:1 Carbendazim :M ancozeb 1:1	125. 14	57. 13	2. 190 4
	多菌灵:代森锰锌 1:2 Carbendazim :M ancozeb 1:2	145. 48	66. 68	2. 181 7
	多菌灵:代森锰锌 1:3 Carbendazim :M ancozeb 1:3	157. 53	75. 96	2. 073 9
	多菌灵:代森锰锌 1:4 Carbendazim :M ancozeb 1:4	166. 14	83. 79	1. 982 8
	多菌灵:代森锰锌 1:5 Carbendazim :M ancozeb 1:5	172. 41	159. 62	1. 080 1
	多菌灵单剂 Carbendazim	—	88. 67	—
	代森锰锌单剂 M ancozeb	—	212. 57	—
	多菌灵:代森锰锌 1:1 Carbendazim :M ancozeb 1:1	537. 63	133. 96	4. 013 4
	多菌灵:代森锰锌 1:2 Carbendazim :M ancozeb 1:2	427. 16	169. 43	2. 521 2
	多菌灵:代森锰锌 1:3 Carbendazim :M ancozeb 1:3	389. 56	239. 33	2. 246 4
苹果斑点落叶病菌 <i>A lternaria mali</i> Robert	多菌灵:代森锰锌 1:4 Carbendazim :M ancozeb 1:4	369. 28	276. 69	1. 943 1
	多菌灵:代森锰锌 1:5 Carbendazim :M ancozeb 1:5	356. 88	424. 62	1. 266 1
	多菌灵单剂 Carbendazim	—	2 238. 72	—
	代森锰锌单剂 M ancozeb	—	305. 49	—

2.3 多菌灵:代森锰锌混剂增效作用与病原菌抗性相关性

对 2 种供试病菌从混剂的增效比率值来看,在多菌灵:代森锰锌为 1:2~1:3 内,针对苹果斑点落叶病菌的增效比率值 SR 远大于梨黑星病菌。其中 1:1 混剂 SR 值达 4.013 4 (苹果斑点落叶病菌),与 2.190 4 (梨黑星病菌)相差近 1 倍,表明随着病原菌抗药水平提高,混剂的增效比率值增大,增效作用越显著。而在多菌灵:代森锰锌为 1:4~1:5 内,针对苹果斑点落叶病菌的 SR 值却小于梨黑病菌,随着代森锰锌比例的增加,增效作用不但呈下降趋势,而且当多菌灵:代森锰锌为 1:4~1:5 时,混剂的增效性与病原菌抗药水平之间相关性有所下降,其所起到的减轻病原菌抗药程度的作用也就显著下降。

3 小结与讨论

1) 本试验结果表明,多菌灵与代森锰锌混配具有显著的增效作用,尤其针对抗药性指数较高的链格孢属引致的苹果斑点落叶病菌,增效作用更显著,

这一结果与刘国谔等^[6]研究的霜脲氰与代森锰锌进行混配,对霜霉病菌的增效作用结果相类似,所以对开发利用老品种混配加工,延长老品种使用寿命,提高防治效果,创造经济效益具有十分广阔的市场前景。

2) 针对梨黑星病菌和苹果斑点落叶病菌,多菌灵与代森锰锌混配以 1:1~1:4 等 4 个混配组合均表现出一致的协同增效作用, SR 值均大于 1.5,仅有 1:5 混配组合 SR 值小于 1.5,表现为相加作用。仅从增效作用角度考虑可以认为,多菌灵与代森锰锌混配的比例以 1:1~1:4 都是合理的,但以 1:1~1:3 增效比率值最大,均在 2.0 以上,增效作用最显著,尤其针对抗药性水平较高的苹果斑点落叶病菌表现出更显著的增效作用,所以从综合增效作用和克服病原菌抗药性等多方面考虑,多菌灵与代森锰锌的混剂以 1:1~1:3 为较合理的配比组合。

3) 试验中观察到病原菌抗病水平愈高,混剂增效作用越明显的现象,其原理有待于进一步研究。

[参考文献]

- [1] 陈万义,屠予饮,钱传范,等. 农药与应用[M]. 北京:化学工业出版社,1991. 107-110,423-430.
- [2] 赵百鸽. 果园病原菌抗药性及其治理[A]. 全国落叶果树病虫害防治技术论文集[C]. 北京:农业出版社,1995. 75-78.
- [3] 张瑞亭,林炳栋,周年新,等. 农药的混用与混剂[M]. 北京:化学工业出版社,1987. 223-243.
- [4] 曹若彬. 果树病理学[M]. 上海:上海科技出版社,1980. 140-142.
- [5] 慕立义. 植物化学保护研究方法[M]. 北京:中国农业出版社,1994. 72-76,114-116.
- [6] 刘国谔,王文桥,严乐恩,等. 霜脲氰与不同杀菌剂混配对两种霜霉病菌的增效作用[J]. 植物保护学报,2000,27(3):277-281.

Study on the synergism of carbendazim and mancozeb against *A lternation m ali* Roberts and *V enturia nashicola*

SHI Chun-xi¹, LI En-cai², QI Zhi-jun¹, MA Xiao-feng¹, ZHANG Shu-xiang³

(1 Key laboratory of Plate Resource Protection and Pest Control, Ministry of Education, Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Station of Plate Protection of Baoji City; Baoji, Shaanxi 712100, China;

3 Center of Agricultural Technology of Fuping County, Fuping, Shaanxi 711700, China)

Abstract: The synergism of carbendazim and mancozeb against *A lternation m ali* Roberts and *V enturia nashicola* was tested. The result showed that all the 5 different ratios of carbendazim to mancozeb had obviously synergistic or additional effect. The ratios from 1:1 to 1:3 were more advisable considering the reducing of the cost and the overcoming of the resistance.

Key words: carbendazim; mancozeb; *A lternation m ali* Roberts; *V enturia nashicola*; mixture formula; synergism