

甘蓝灰霉病防治药剂筛选及田间应用

王秋萍^{1,2}, 吴小毛^{2*}, 龙友华², 苏跃^{1*}, 雷阳¹, 艾强¹,
李荣玉², 胡安龙², 樊荣²

(1. 贵州农业职业学院, 贵州 清镇 551400; 2. 贵州大学农学院, 贵阳 550025)

摘要:为筛选对甘蓝灰霉病具有良好防治作用的药剂, 采用菌丝生长速率法筛选抑菌作用显著的杀菌剂及组合, 并进行田间药效试验。结果表明: 25.5% 吡菌唑 EC、50% 啉酰菌胺 WG、50% 咯菌腈 WP、10% 苯醚甲环唑 WG 和 75% 百菌清 WP 对甘蓝灰霉病菌毒力较高, EC_{50} 分别为 0.135 6、0.213 7、1.133 2、5.864 2、6.020 4 $\mu\text{g/mL}$ 。吡菌唑+咯菌腈(1:3)、吡菌唑+苯醚甲环唑(1:1)、啉酰菌胺+咯菌腈(1:3)和啉酰菌胺+苯醚甲环唑(1:1)对甘蓝灰霉病菌毒力增效作用显著。田间试验表明, 上述 4 个复配药剂对甘蓝灰霉病均具有良好的防治效果, 防效均达 86% 以上, 其中 25.5% 吡菌唑 EC+50% 咯菌腈 WP 的防效最高为 95.32%。4 个复配药剂可用于灰霉病的防治, 实现农药的减量施用。

关键词: 甘蓝; 灰霉病; 防治药剂; 灰葡萄孢菌; 田间防效

中图分类号: S438.6

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2021)04-0043-04

Selection and Field Application of Fungicides for Controlling *Botrytis Cinerea* in Cabbage

WANG Qiuping^{1,2}, WU Xiaomao^{2*}, LONG Youhua², SU Yue^{1*}, LEI Yang¹, AI Qiang¹, LI Rongyu², HU Anlong²,
FAN Rong²

(1. Guizhou Vocational College of Agriculture, Qingzhen 551400; 2. College of Agriculture, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: In order to screen the fungicides with good control effect on grey mould of cabbage, the fungicides and their combinations with significant bacteriostatic effect were screened by mycelial growth rate method, and the field efficacy test was carried out. The results showed that pyrisoxazole 25.5% EC, boscalid 50% WG, fludioxonil 50% WP, difenoconazole 10% WG and chlorothalonil 75% WP performed excellent activity in inhibiting the mycelia growth of *Botrytis cinerea* with EC_{50} values of 0.135 6, 0.213 7, 1.133 2, 5.864 2 and 6.020 4 $\mu\text{g/mL}$, respectively. Four formula combinations with significant synergistic effect against cinerea were screened. Pyrisoxazole + fludioxonil (1:3), pyrisoxazole + difenoconazole (1:1), boscalid + fludioxonil (1:3), boscalid + difenoconazole (1:1) had significant synergistic effect against cinerea. The results of field trials revealed that the above-mentioned four compound fungicides had good control effect on *Botrytis cinerea* of cabbage, and the control effect was over 86%. Among them, pyrisoxazole 25.5% EC + fludioxonil 50% WP had the highest control effect of 95.32%. Four compound fungicides mentioned above can be used to control grey mold and reduce application of fungicides.

Key words: Cabbage; Gray mold; fungicides; *Botrytis cinerea*; Field control effect

收稿日期: 2019-09-03

基金项目: 贵州省农业科技攻关项目(黔科合 NY 字(2012)3010); 贵州省优秀青年科技人才基金(黔科合平台人才(2017)5616); 贵州省高层次创新人才培养计划——“百”层次人才项目(黔科合平台人才【2016】5672); 贵州省科技成果转化项目(黔科合成果【2017】4124)

作者简介: 王秋萍(1991-), 女, 助理讲师, 硕士, 主要从事制药工程及植物保护研究。

通讯作者: 吴小毛, 男, 博士, 教授, E-mail: xmwu@gzu.edu.cn

苏跃, 男, 博士, 研究员, E-mail: 64166561@qq.com

甘蓝是中国重要蔬菜之一, 富含维生素 B₁、维生素 C、叶酸、钾和异硫氰酸酯, 具有良好的膳食和药用价值^[1-2]。随着种植面积不断加大, 甘蓝病害(灰霉病等)发生逐年加重, 严重影响甘蓝的产量和商品品质。甘蓝灰霉病是由灰葡萄孢菌(*Botrytis cinerea*)引发的一种真菌病害, 除为害甘蓝外, 还可为害西红柿、茄子、白菜、萝卜等多种蔬菜^[3-5], 常造成作物大量减产。灰葡萄孢菌寄主范围广、繁殖快、遗传变异大、适合度高, 生产上

对苯并咪唑类、二甲酰亚胺类、N-苯基氨基甲酸酯类等多种杀菌剂普遍产生抗性^[6-8]。生产上迫切需要筛选新型高效药剂及其增效组合。研究开发与常规农药无交互抗性、具有独特作用机制的新型杀菌剂或药剂组合以克服或延缓灰葡萄孢菌的抗性和替代现有的常规农药是甘蓝灰霉病防治中亟须解决的问题。本研究通过菌丝生长抑制法,筛选出对灰葡萄孢菌具有高毒力的新型杀菌剂及药剂组合,并开展了田间药效试验,旨在为灰霉病的防治和农药减量施用提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试菌株:灰葡萄孢菌(*B. cinerea*),由贵州省修文县甘蓝种植基地甘蓝灰霉病病株分离鉴定得到。

供试药剂:70%甲基硫菌灵WP(天津市绿宝农药制造)、50%异菌脲WP(山东省青岛东生药业有限公司)、25%咪鲜胺EC(江苏辉丰农化股份有限公司)、50%腐霉利WP(日本住友化学株式会社)、50%福美双WP(河北冠龙农化有限公司)、40%嘧霉胺WP(德国拜耳有限公司)、75%百菌清WP(瑞士先正达公司)、10%苯醚甲环唑WG(瑞士先正达公司)、50%咯菌腈WP(瑞士先正达公司)、25.5%啶菌噁唑EC(沈阳化工研究院)、50%啶酰菌胺WG[巴斯夫(中国)公司]、10%多抗霉素WP(陕西先农生物科技有限公司)。

1.2 毒力测定

室内毒力测试参考《农药生物活性测试标准操作规范》^[9]进行,采用菌丝生长速率法测定。根据预试验结果将供试药剂梯度稀释,制备含药平板,以上每个处理重复4次。用接种针将菌饼转接到各含药平板中央,置于28℃培养箱中培养5 d,用十字交叉法测量各处理菌落直径,按以下公式计算抑制率,采用DPS进行数据统计分析,求出毒力回归方程、相关系数、 EC_{50} 值。

$$\text{抑制率}(\%) = \frac{(\text{对照菌落直径} - \text{处理菌落直径})}{(\text{处理菌落直径} - \text{菌饼直径})} \times 100$$

1.3 杀菌剂混用的联合毒力评价

选取对甘蓝灰霉病菌毒力较高的5种杀菌剂(内吸性杀菌剂啶菌噁唑和啶酰菌胺、保护性杀菌剂咯菌腈和百菌清、保护性和治疗性杀菌剂苯醚甲环唑)为供试药剂。采用菌丝生长速率法,采用作用机制不同的杀菌剂混用原则,将两种不同杀菌剂按有效成分质量比为9:1、8:1、7:1、5:1、3:1、1:1、1:3、1:5、1:7、1:9的比例进行混用,测定其

对甘蓝灰霉病菌生长的抑制率,操作参照1.2进行。根据孙云沛法计算各种配比的共毒系数(CTC),进而评价药剂不同配比对甘蓝灰霉病菌的抑制作用。当CTC大于120,说明两种药剂混用有增效作用;当CTC小于90为拮抗作用;当CTC为近90~120则为相加作用。根据共毒系数的大小评价复配剂的增效作用,并结合考虑药剂成本以确定最佳配比。

1.4 田间药效试验

2016年5月,在修文县龙场镇甘蓝种植基地进行试验,该蔬菜区往年甘蓝灰霉病发病较重。试验地土质为壤土,肥力中等偏上。试验共设置9个处理,8个药剂处理:25.5%啶菌噁唑EC 225 g a.i./hm²、50%啶酰菌胺WG 225 g a.i./hm²、50%咯菌腈WP 90 g a.i./hm²、10%苯醚甲环唑WG 60 g a.i./hm²、25.5%啶菌噁唑EC+50%咯菌腈WP(112.5+135) g a.i./hm²、25.5%啶菌噁唑EC+10%苯醚甲环唑WG(112.5+30) g a.i./hm²、50%啶酰菌胺WG+50%咯菌腈WP(112.5+135) g a.i./hm²、50%啶酰菌胺WG+10%苯醚甲环唑WG(112.5+30) g a.i./hm²、清水对照(CK)。试验小区采用随机区组设计,每小区重复4次,小区面积30 m²,于发病初期(5月10日)喷药,共施药2次,间隔7 d。采用DX-9A背负式手动喷雾器喷雾施药,喷雾均匀,用水量750 L/hm²。第2次施药后14 d调查发病情况,并计算发病率、防效。计算方法如下:

$$\text{发病率}(\%) = \frac{\text{发病株数}}{\text{调查总株数}} \times 100$$

$$\text{防效}(\%) = \frac{\text{对照发病率} - \text{处理发病率}}{\text{对照发病率}} \times 100$$

1.5 数据分析

采用Excel 2013和DPS 7.5进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 12种杀菌剂对灰葡萄孢菌的毒力

由表1可知,供试药剂对灰葡萄孢菌菌丝生长均有不同程度的抑制作用,且差异明显。其中25.5%啶菌噁唑EC毒力最强, EC_{50} 为0.135 6 μg/mL;其次为50%啶酰菌胺WG, EC_{50} 为0.213 7 μg/mL。 EC_{50} 在1~10 μg/mL的药剂依次为50%咯菌腈WP、10%苯醚甲环唑WG和75%百菌清WP, EC_{50} 分别为1.133 2、5.864 2、6.020 4 μg/mL。 EC_{50} 在10~100 μg/mL的药剂依次为50%福美双WP、25%咪鲜胺EC和10%多抗霉素WP, EC_{50} 分别为10.865 4、13.203 7、74.313 5 μg/mL。 EC_{50} 大于100 μg/mL的药剂依次为50%腐霉利WP、50%

表1 12种杀菌剂对甘蓝灰霉病菌毒力

杀菌剂	毒力回归方程	EC ₅₀ (μg/mL)	相关系数(r)
70% 甲基硫菌灵 WP	y=2.393 0+1.146 0x	188.108 0	0.974 3
50% 异菌脲 WP	y=1.300 7+1.238 3x	164.183 2	0.961 2
25% 咪鲜胺 EC	y=2.741 4+2.015 4x	13.203 7	0.957 1
50% 腐霉利 WP	y=2.514 1+1.134 3x	155.440 0	0.989 1
75% 百菌清 WP	y=2.433 0+0.824 0x	6.020 4	0.990 8
40% 啉霉胺 WP	y=1.596 2+1.536 5x	971.221 3	0.979 54
50% 福美双 WP	y=4.326 1+0.612 3x	10.865 4	0.982 1
10% 苯醚甲环唑 WG	y=4.235 7+1.463 1x	5.864 2	0.980 2
50% 咯菌腈 WP	y=3.940 0+0.949 0x	1.311 2	0.986 4
25.5% 啶菌噁唑 EC	y=6.324 6x+0.146 5x	0.135 6	0.986 2
50% 啶酰菌胺 WG	y=6.453 2+1.564 9x	0.213 7	0.974 6
10% 多抗霉素 WP	y=3.400 5+0.854 9x	74.313 5	0.984 1

异菌脲 WP、70% 甲基硫菌灵 WP 和 40% 啉霉胺 WP, EC₅₀ 分别为 155.440 0、164.183 2、188.108 0、971.221 3 μg/mL。

2.2 5种杀菌剂对灰葡萄孢菌的联合毒力

从表2可知,啶菌噁唑 EC 和咯菌腈 WP 按 5:1、3:1、1:1、1:3、1:5、1:7 混用时,CTC 均大于 120,增效作用明显,1:3 最佳;啶菌噁唑 EC 和百菌清 WP 混用不表现增效作用;啶菌噁唑 EC 和苯醚甲环唑 WG 按 5:1、3:1、1:1 混合用时增效作用明

显,1:1 最佳。啶酰菌胺 WG 和咯菌腈 WP 按 1:1、1:3、1:5、1:7 混用时,CTC 均大于 120,增效作用明显,1:3 最佳;啶酰菌胺 WG 和百菌清 WP 混用不表现增效作用;啶酰菌胺 WG 和苯醚甲环唑 WG 按 5:1、3:1、1:1 混合用时增效作用明显,1:1 最佳。啶菌噁唑 EC 与啶酰菌胺 WG 混用不表现增效作用。表明啶菌噁唑 EC 和啶酰菌胺 WG 可以分别与咯菌腈和苯醚甲环唑复配协同增效。

2.3 甘蓝灰霉病菌配方组合药剂的田间防效

表2 不同药剂混用对灰霉病菌的联合毒力

比例	啶菌噁唑:咯菌腈	啶菌噁唑:百菌清	啶菌噁唑:苯醚甲环唑	啶酰菌胺:咯菌腈	啶酰菌胺:百菌清	啶酰菌胺:苯醚甲环唑	啶菌噁唑:啶酰菌胺
9:1	76.35	73.26	109.56	46.53	69.81	112.36	56.47
7:1	89.46	67.32	115.34	71.41	62.79	101.43	85.36
5:1	126.34	55.31	120.34	95.17	57.46	126.75	57.18
3:1	186.83	47.83	156.37	111.35	45.39	159.38	51.27
1:1	222.86	63.41	223.61	124.64	60.42	186.96	48.93
1:3	268.32	62.35	92.46	213.16	58.67	102.72	52.51
1:5	233.16	43.26	86.13	146.23	39.58	75.39	46.53
1:7	213.08	48.36	78.53	185.42	49.52	86.29	44.68
1:9	112.36	58.36	84.26	94.67	52.34	58.16	41.81

田间药效结果(表3)表明,单一喷施 25.5% 啶菌噁唑 EC、50% 啶酰菌胺 WG 和 50% 咯菌腈 WP 对甘蓝灰霉病的防治效果分别为 85.65%、83.34% 和 80.31%,三者的防治效果相当,极显著高于常规药剂 10% 苯醚甲环唑 WG。喷施混剂 25.5% 啶菌噁唑 EC+50% 咯菌腈 WP、25.5% 啶菌噁唑 EC+10% 苯醚甲环唑 WG、50% 啶酰菌胺 WG+50% 咯菌腈 WP、50% 啶酰菌胺 WG+10% 苯醚甲环唑 WG 的处理对甘蓝灰霉病防治具有良好的协同增效作用,均高于单剂处理。其中喷施混剂 25.5% 啶菌

噁唑 EC+50% 咯菌腈 WP 的处理防效最高,为 95.32%,极显著高于其他混剂和单剂。其次为 25.5% 啶菌噁唑 EC+10% 苯醚甲环唑 WG、50% 啶酰菌胺 WG+50% 咯菌腈 WP 和 50% 啶酰菌胺 WG+10% 苯醚甲环唑 WG,防效分别达 91.43%、89.26% 和 86.53%。从表3也可看出,啶菌噁唑、啶酰菌胺分别与咯菌腈和苯醚甲环唑混用既能显著提高防效又能降低农药的使用量,达到了良好的协同增效作用并实现农药的减量施用。

表3 配方药剂防治甘蓝灰霉病的田间防效

处理	有效成分用量(g a.i./hm ²)	发病率(%)	防效(%)
25.5% 啉菌唑 EC	225	3.21	85.65deD
50% 啉酰菌胺 WG	225	3.72	83.34eDE
50% 咯菌腈 WP	90	4.40	80.31eE
10% 苯醚甲环唑 WG	60	7.25	67.53fF
25.5% 啉菌唑 EC+50% 咯菌腈 WP	112.5+135(1:3)	1.05	95.32aA
25.5% 啉菌唑 EC+10% 苯醚甲环唑 WG	112.5+30(1:1)	1.91	91.43bB
50% 啉酰菌胺 WG+50% 咯菌腈 WP	112.5+135(1:3)	2.40	89.26cC
50% 啉酰菌胺 WG+10% 苯醚甲环唑 WG	112.5+30(1:1)	3.01	86.53dD
对照	-	22.34	-

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)

3 结论与讨论

陈丽萍等^[10]报道了8种杀菌剂对灰葡萄孢菌的毒力,表明灰葡萄孢菌对咯菌腈、戊唑醇和啉酰菌胺较敏感。本研究采用菌丝生长速率法测定了12种杀菌剂对灰葡萄孢菌的毒力,筛选到对其毒力较高的5种杀菌剂依次为:25.5% 啉菌唑 EC、50% 啉酰菌胺 WG、50% 咯菌腈 WP、10% 苯醚甲环唑 WG、75% 百菌清 WP,其 EC_{50} 分别为0.135 6、0.213 7、1.133 2、5.864 2、6.020 4 $\mu\text{g/mL}$,结果与上述报道相符。

牛慧慧等^[4]、赵建江等^[11]和王翀^[12]研究表明,啉酰菌胺分别与烯肟菌酯、吡唑醚菌酯和腐霉利混配对抑制灰葡萄孢菌具有良好的增效作用。刘青等^[13]研究表明啉霉胺与咯菌腈以质量比1:1、1:2、1:3、3:2、3:1复配时表现增效作用。本研究采用菌丝生长速率法和作用机制不同的杀菌剂混用原则,筛选出对灰葡萄孢菌具有协同增效毒力组合4个,分别为啉菌唑+咯菌腈(1:3)、啉菌唑+苯醚甲环唑(1:1)、啉酰菌胺+咯菌腈(1:3)和啉酰菌胺+苯醚甲环唑(1:1),研究补充增加了防治灰葡萄孢菌的药剂组合。

田间试验表明,喷施混剂啉菌唑+咯菌腈(1:3)、啉菌唑+苯醚甲环唑(1:1)、啉酰菌胺+咯菌腈(1:3)和啉酰菌胺+苯醚甲环唑(1:1)处理对甘蓝灰霉病防治具有良好的协同增效作用,防治效果均高于单剂处理,防效均达86%以上。其中喷施混剂25.5% 啉菌唑 EC+50% 咯菌腈 WP处理防效最高,为95.32%。此外,啉菌唑、啉酰菌胺分别与咯菌腈和苯醚甲环唑混用在显著提高防效的同时又能降低农药的使用量,达到了良好的协同增效作用和实现农药的减量施用。

参考文献:

[1] 方智远.我国甘蓝产销变化与育种对策[J].中国蔬菜,2008(1):1-2.

[2] 杨丽梅,方智远,庄木,等.“十二五”我国甘蓝遗传育种研究进展[J].中国蔬菜,2016(11):1-6.

[3] 农业部农药检定所.GB/T 17980.28-2000 农药田间药效试验准则(一):杀菌剂防治蔬菜灰霉病[S].北京:中国标准出版社,2000.

[4] 牛慧慧,赵建江,韩秀英,等.啉酰菌胺与烯肟菌酯复配对灰葡萄孢的毒力增效作用[J].农药,2019,58(1):61-64.

[5] 苏克跃,王云海,严寒,等.苦参碱防治甘蓝蚜虫和茄子灰霉病的田间防效评价[J].中国植保导刊,2013,33(12):66-67.

[6] Hou J, Gao Y N, Feng J T, et al. Sensitivity of Botrytis cinerea to Propamidine: in vitro Determination of Baseline Sensitivity and the Risk of Resistance [J]. European Journal of Plant Pathology, 2010, 128(2):261-267.

[7] Sun H A, Wang H C, Chen Y, et al. Multiple Resistance of Botrytis cinerea from Vegetable Crops to Carbendazim, Diethofencarb, Procymidone, and Pyrimethanil in China[J].Plant Disease, 2010, 94(5):551-556.

[8] 卢晓雪,聂国媛,孙海燕,等.长三角地区果蔬灰霉病菌对5种杀菌剂的抗药性检测[J].江苏农业科学,2018,46(24):97-100.

[9] 康卓,顾宝根.农药生物活性测试标准操作规范杀菌剂卷[M].北京:化学工业出版社,2016:95-96.

[10] 陈丽萍,吴长兴,苍涛,等.8种杀菌剂对草莓灰霉病菌的室内毒力[J].浙江农业科学,2018,59(9):1535-1537.

[11] 赵建江,陈治芳,韩秀英,等.啉酰菌胺与唑胺菌酯混配对灰葡萄孢毒力的增效作用[J].农药学报,2015,17(4):417-424.

[12] 王翀.啉酰菌胺和腐霉利复配对草莓灰霉病菌的联合毒力及增效作用[J].农药,2018,57(6):461-464.

[13] 刘青,张亚,王翀,等.啉霉胺和咯菌腈复配对草莓灰霉病的增效作用研究[J].中国植保导刊,2018,38(12):62-64,71.

(责任编辑:王丝语)