

· 研究论文 ·

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

范子耀^{1,2,3}, 王文桥^{*1,3}, 孟润杰^{1,3}, 韩秀英^{1,3},
张小风^{1,3}, 马志强^{1,3}, 刘颖超²

(1. 河北省农林科学院 植物保护研究所 河北 保定 071000; 2. 河北农业大学 植物保护学院 河北 保定 071000;
3. 河北省农业有害生物综合防治工程技术研究中心 河北 保定 071000)

摘要:为明确吡唑醚菌酯与苯醚甲环唑混合物对茄链格孢 *Alternaria solani* 毒力的增效作用,采用菌丝生长速率法和孢子萌发法测定了吡唑醚菌酯、苯醚甲环唑及其不同比例混合物对茄链格孢的毒力,以 Wadley 公式评价其联合毒力,并通过田间试验评价了混合物对马铃薯早疫病防治效果及其对马铃薯产量的影响。结果表明:吡唑醚菌酯与苯醚甲环唑质量比为 1:1、2:1、3:1、4:1、5:1、1:2 和 1:5 的混合物对抑制菌丝生长表现为增效,其中配比 1:2 的增效最明显,增效系数 (SR) 为 2.05,但该配比混合物对抑制分生孢子萌发仅表现为相加作用 (SR 1.29)。在田间药效试验中,配比为 1:2 的混合物对马铃薯早疫病的防效显著高于相同剂量的单剂及其他常用药剂的防效,增产率达 46.8%,亦显著高于对照药剂。

关键词:吡唑醚菌酯; 苯醚甲环唑; 茄链格孢; 马铃薯; 增效作用; 防治效果; 增产率

DOI: 10.3969/j.issn.1008-7303.2011.06.06

中图分类号: S481.3 文献标志码: A 文章编号: 1008-7303(2011)06-0591-06

Joint-toxicity of mixtures of pyraclostrobin with difenoconazole against *Alternaria solani* and effect of their synergistic mixture on potato yield

FAN Zi-yao^{1,2,3}, WANG Wen-qiao^{*1,3}, MENG Run-jie^{1,3}, HAN Xiu-ying^{1,3},
ZHANG Xiao-feng^{1,3}, MA Zhi-qiang^{1,3}, LIU Ying-chao²

(1. Institute of Plant Protection Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences Baoding 071000 Hebei Province China;
2. College of Plant Protection Agricultural University of Hebei Baoding 071000 Hebei Province China;
3. IPM Centre of Hebei Province Baoding 071000 Hebei Province China)

Abstract: In order to clarify the synergistic interaction of pyraclostrobin and difenoconazole against *Alternaria solani*, the toxicity of pyraclostrobin, difenoconazole and their mixtures at different ratios against *Alternaria solani* was determined by mycelial growth rate test and conidial germination assay, the joint-toxicity of the two fungicides was assessed with Wadley formula, and the efficacy in

收稿日期: 2011-07-05; 修回日期: 2011-09-07.

作者简介: 范子耀 (1984-) 男, 河北省晋州市人, 在读研究生, E-mail: ziyaoan0402@126.com; * 通讯作者 (Author for correspondence): 王文桥 (1963-) 男, 湖北省洪湖市人, 博士, 研究员, 从事植物病害化学防治及杀菌剂应用技术研究, 电话: 0312-5915659, E-mail: wenqiaow@163.com

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项“马铃薯产业技术体系病害防控”(nycytx-15).

controlling potato early blight and the effect of their synergistic mixtures on potato yield was assessed through the field trials. The result showed that the mixtures of 1:1 2:1 3:1 4:1 5:1, 1:2 and 1:5 exhibited synergistic interaction against the mycelial growth of *A. solani*, the synergistic effects of the 1:2 mixture was most obvious with synergistic ratio (SR) of 2.05, and the 1:2 mixture exhibited additive effect against conidial germination with SR of 1.29. The result of field trials on controlling efficacy showed that the tank mixture (1:2, W/W) exhibited significantly higher efficacy in controlling potato early blight than single agent alone with the same rate of application and the other common fungicides, and the mixture gave 46.8% of the yield increase ratio of potato, significantly higher than that given by the fungicides as control.

Key words: pyraclostrobin; difenoconazole; *Alternaria solani*; potato; synergistic interaction; controlling efficacy; yield increase ratio

由茄链格孢 *Alternaria solani* 引起的马铃薯早疫病可造成马铃薯大量减产,损失率可达30%以上^[1-3]。目前生产中主要依靠化学防治^[4-5]。早疫病具有潜育期短、再侵染频繁、流行性强的特点,长期大量使用单一药剂防治,病原菌易产生抗药性。国外已有关于茄链格孢对唑菌酯产生抗性的报道^[6-8]。

利用现有农药进行复配,可以延缓病菌抗药性的产生,提高防效,扩大杀菌谱及降低用药成本^[9]。如代森锰锌与霜脲氰 7:1(质量比)的混合物及丙环唑和苯醚甲环唑 1:1(质量比)的混合物分别对防治马铃薯晚疫病及水稻纹枯病具有增效作用^[9-11]。

吡唑醚菌酯是甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂,作用于真菌线粒体呼吸链中的细胞色素 bc₁ 复合物,阻止电子传递,从而抑制真菌孢子萌发或菌丝生长^[12]。苯醚甲环唑是一种甾醇脱甲基化杀菌剂,通过抑制真菌细胞膜甾醇生物合成而阻止真菌的生长^[13]。为了明确吡唑醚菌酯与苯醚甲环唑的混合物对茄链格孢是否具有增效作用,笔者进行了吡唑醚菌酯与苯醚甲环唑混合物的联合毒力测定,并通过田间药效试验评价了该混合物对马铃薯早疫病的防治效果及其对马铃薯产量的影响。

1 材料与方 法

1.1 供试菌种

茄链格孢 *Alternaria solani* 采自河北省围场县克勒沟镇小苇子沟村,经常规组织分离法进行病原菌分离与纯化,按照柯赫氏法则^[14]进行验证,单孢分离后转接到试管中的 PDA 斜面上,于 4℃ 冰箱中保存。

1.2 药剂

99% 吡唑醚菌酯(pyraclostrobin)原药,沈阳化

工研究院提供;95% 苯醚甲环唑(difenoconazole)原药,安徽绩溪农华生物科技有限公司提供;10% 苯醚甲环唑水分散颗粒剂(difenoconazole 100 WDG),瑞士先正达作物保护有限公司提供;25% 吡唑醚菌酯乳油(pyraclostrobin 250 EC),德国巴斯夫(欧洲)公司提供;80% 代森锰锌可湿性粉剂(mancozeb 800 WP),杜邦公司提供;10% 多抗霉素可湿性粉剂(polyoxin 100 WP),日本科研制药株式会社提供;50% 异菌脲可湿性粉剂(iprodione 500 WP),德国拜耳作物科学(中国)有限公司提供。

1.3 培养基

PDA:1 L 无菌水,200 g 马铃薯,20 g 葡萄糖,15 g 琼脂;WA:1 L 无菌水,15 g 琼脂。

1.4 室内毒力测定方法

1.4.1 菌丝生长速率法 采用菌丝生长速率法^[15]测定供试药剂对茄链格孢菌丝生长的抑制作用。先用丙酮分别将吡唑醚菌酯和苯醚甲环唑溶解后配制成质量浓度为 300 μg/mL 的母液,再将其按不同质量比(1:0、1:1、1:2、1:3、1:4、1:5、2:1、3:1、4:1、5:1、0:1)混合,得到不同配比混合液。按药液与培养基 1:9 的体积比配成最终含药量为 3.0、1.5、0.75、0.375、0.1875 μg/mL 的培养基,以加无菌水的培养基为对照。用直径 5 mm 的打孔器在预培养 7 d 的菌落边缘打取菌饼,正面朝下接种到含药培养基上,每处理重复 3 次,置于 25℃ 培养箱中培养 6 d 后,用十字交叉法调查各处理菌落直径。按(1)式计算各处理的抑制率,采用 DPS v7.05 版软件进行数据统计分析,试验重复 2 次。

抑制率/% = [(对照菌落增长直径 - 处理的菌落增长直径) / 对照菌落增长直径] × 100 (1)

在药剂浓度对数值(x)与抑制率几率值(y)之间进行线性回归分析,求出毒力回归方程($y = a +$

$bx)$ 及相关系数 (r), 继而求出有效抑制中浓度 (EC_{50} 值)。

1.4.2 孢子萌发法 采用孢子萌发法^[15]测定药剂对茄链格孢分生孢子萌发的抑制作用。按 1.4.1 节方法配制吡唑醚菌酯与苯醚甲环唑的混剂, 将分生孢子悬浮液 (1×10^5 个/mL) 均匀涂抹在含药的 WA 培养基上, $60 \mu\text{L}/\text{皿}$, 每个浓度 3 次重复, 在 26°C 光照条件下培养 5 h 后调查分生孢子萌发情况, 试验重复 2 次。数据统计方法同 1.4.1 节。

1.5 联合毒力评价方法

采用 Wadley 法^[16]进行评价。 $EC_{50}(\text{th}) = (a + b) / [a/EC_{50}(\text{A}) + b/EC_{50}(\text{B})]$; 增效系数 (SR) = $EC_{50}(\text{th}) / EC_{50}(\text{ob})$ 。式中 A、B 分别代表两种药剂, a 、 b 分别代表两种药剂的配比, ob 为实际观察值, th 为理论值。 $SR > 1.5$ 为增效作用; $SR = 0.5 \sim 1.5$ 为相加作用; $SR < 0.5$ 为拮抗作用。

1.6 田间药效试验

田间试验分别于 2010 年和 2011 年在河北省围场县克勒沟镇小苇子沟村进行。供试马铃薯品种为费乌瑞它 (*favorita*)。2010 年试验: 5 月 12 日定植, 高垄栽培, 垄距 0.8 m, 株距 0.3 m, 前茬为马铃薯, 早疫病历年发生。试验共设 7 个处理 (均按有效成分计): 10% 多抗霉素 WP $150 \text{ g}/\text{hm}^2$; 80% 代森锰锌 WP $1350 \text{ g}/\text{hm}^2$; 50% 异菌脲 WP $450 \text{ g}/\text{hm}^2$; 10% 苯醚甲环唑 WDG $105 \text{ g}/\text{hm}^2$; 25% 吡唑醚菌酯 EC $105 \text{ g}/\text{hm}^2$; 吡唑醚菌酯与苯醚甲环唑混合物 (质量比 1:2) $105 \text{ g}/\text{hm}^2$; 清水对照。试验小区采用随机区组排列, 每处理 4 次重复, 小区面积 80 m^2 。7 月 2 日第 1 次施药, 共施药 4 次, 间隔 7 d。采用“卫士”牌背负式手动喷雾器喷雾施药。喷雾均匀

周到, 用水量 $675 \text{ L}/\text{hm}^2$ 。2011 年试验: 马铃薯于 5 月 14 日定植, 7 月 5 日第 1 次施药, 种植模式及试验处理与 2010 年试验一致。

施药前病情基数为零; 第 4 次施药 7 d 后调查发病情况。每小区随机 5 点取样, 每点调查 2 株, 每株调查全部叶片, 按叶片上病斑面积占整个叶面积的百分率分级^[17]。计算病叶率、病情指数及防效, 数据采用 Fisher's LSD 法进行差异显著性分析。

病叶率 / % = (病叶数 / 调查总叶数) $\times 100$

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

防治效果 / % = $[(\text{对照病情指数} - \text{处理病情指数}) / \text{对照病情指数}] \times 100$

1.7 杀菌剂混合施用对马铃薯产量的影响

对 2010 年 9 月 16 日收获的马铃薯进行品质评价和产量计算。每小区 5 点取样, 每点 0.72 m^2 (每点种植 6 个芽块, 5 个点共 3.6 m^2)。将所收获的马铃薯按非商品薯 (150 g 以下) 和商品薯 (150 g 以上) 分开, 记录并计算烂薯率及商品薯率, 并求出增产率。

烂薯率 / % = (烂薯数 / 调查总薯数) $\times 100$

商品薯率 / % = (商品薯数 / 调查总薯数) $\times 100$

增产率 / % = $[(\text{处理产量} - \text{对照产量}) / \text{对照产量}] \times 100$

2 结果与分析

2.1 供试药剂对茄链格孢菌丝生长的抑制作用

从表 1 可知, 吡唑醚菌酯与苯醚甲环唑不同配比的混合物对茄链格孢菌丝生长表现出不同程度的抑制作用。9 种混合物的抑制作用均强于吡唑醚菌

表 1 吡唑醚菌酯与苯醚甲环唑混合物对茄链格孢菌丝生长的抑制作用

Table 1 Inhibitory action of pyraclostrobin-difenoconazole mixtures against mycelial growth of *Alternaria solani*

杀菌剂 Fungicides	质量比 Mass ratio	$EC_{50}(\text{th}) /$ ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	$EC_{50}(\text{ob}) /$ ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	标准偏差 SD	增效系数 SR	标准偏差 SD
吡唑醚菌酯 pyraclostrobin (P)	—	—	1.301 9	0.177 6	—	—
苯醚甲环唑 difenoconazole (D)	—	—	0.309 4	0.010 0	—	—
P + D	1:1	0.498 0	0.309 3	0.009 4	1.61	0.05
P + D	2:1	0.639 4	0.352 7	0.009 1	1.77	0.09
P + D	3:1	0.745 1	0.460 8	0.015 4	1.55	0.01
P + D	4:1	0.827 3	0.447 6	0.012 6	1.76	0.14
P + D	5:1	0.892 9	0.522 8	0.006 1	1.61	0.12
P + D	1:2	0.407 8	0.201 2	0.005 6	2.05	0.03
P + D	1:3	0.373 9	0.265 3	0.002 3	1.44	0.04
P + D	1:4	0.356 2	0.258 9	0.007 8	1.41	0.01
P + D	1:5	0.345 3	0.228 8	0.004 8	1.55	0.01

注 (Note): $EC_{50}(\text{th})$: 理论值 (Theoretical value), $EC_{50}(\text{ob})$: 观察值 (Observed value)。

酯单剂,二者以质量比 1:1、2:1、3:1、4:1、5:1、1:2、1:5 混配时均表现出增效作用,其中 1:2 的混合物增效作用最明显,增效系数(SR)为 2.05;而以 1:3、1:4 混配时仅表现出相加作用。

2.2 供试药剂对茄链格孢分生孢子萌发的抑制作用

从表 2 可知,虽然对抑制茄链格孢菌丝生长表现出增效作用的几组配比混合物对分生孢子萌发的抑制作用均强于苯醚甲环唑单剂,但仅 1:5 的混合物对分生孢子萌发的抑制表现增效,增效系数为 2.05,其余 6 种混合物均表现为相加作用。

表 2 吡唑醚菌酯与苯醚甲环唑混合物对茄链格孢分生孢子萌发的抑制作用
Table 2 Inhibitory action of pyraclostrobin-difenoconazole mixtures against conidial germination of *A. solani*

杀菌剂 Fungicides	质量比 Mass ratio	EC ₅₀ (th) / ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	EC ₅₀ (ob) / ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	标准偏差 SD	增效系数 SR	标准偏差 SD
吡唑醚菌酯 pyraclostrobin (P)	—	—	0.012 2	0.000 2	—	—
苯醚甲环唑 difenoconazole (D)	—	—	3.363 1	0.630 6	—	—
P + D	1:1	0.023 9	0.025 4	0.004 3	0.97	0.16
P + D	2:1	0.018 0	0.022 0	0.002 5	0.83	0.09
P + D	3:1	0.017 4	0.018 9	0.002 9	0.83	0.09
P + D	4:1	0.015 0	0.019 9	0.001 0	0.75	0.04
P + D	5:1	0.014 4	0.014 7	0.001 7	0.99	0.11
P + D	1:2	0.035 8	0.027 9	0.001 6	1.29	0.07
P + D	1:5	0.070 9	0.034 9	0.003 0	2.05	0.18

表 3 不同药剂对马铃薯早疫病的防治效果

Table 3 Efficacy of different fungicides in controlling potato early blight

药剂 Fungicides	有效剂量 Dose a. i. / (g/hm^2)	2010			2011		
		病叶率 Rate of diseased leaves / %	病情指数 Disease index	防治效果 Controlling efficacy / %	病叶率 Rate of diseased leaves / %	病情指数 Disease index	防治效果 Controlling efficacy / %
10% 多氧霉素 WP polyoxin 100 WP	150	19.92	4.53	75.5 d	17.04	2.95	73.79 d
80% 代森锰锌 WP mancozeb 800 WP	1 350	21.89	4.95	73.3 e	16.86	2.65	76.41 c
50% 异菌脲 WP iprodione 500 WP	450	16.76	3.70	80.0 c	14.38	2.62	76.71 c
10% 苯醚甲环唑 WDG difenoconazole 100 WDG	105	17.29	3.37	81.8 b	12.34	1.95	82.63 b
25% 吡唑醚菌酯 EC pyraclostrobin 250 EC	105	16.70	3.12	83.2 b	12.27	1.90	83.05 b
25% 吡唑醚菌酯 EC + 10% 苯醚甲环唑 WDG pyraclostrobin 250 EC + difenoconazole 100 WDG	35 + 70	12.24	2.06	88.9 a	9.81	1.39	87.61 a
CK	—	60.48	18.53	—	42.75	11.24	—

注: 根据 Fisher's LSD 分析, 同列数据后相同小写字母表示数据间无显著差异 ($P=0.05$)。

Note: Data in the same row followed by the same letter indicate no significant difference (at the level of $P=0.05$) according to Fisher's LSD test.

本研究的目的是为了能够更好地利用吡唑醚菌酯, 延长其使用寿命, 降低茄链格孢对其产生抗药性的风险。考虑到市场价格、防治效果以及对晚疫病的兼治作用^[18-19], 在田间试验中将吡唑醚菌酯与苯醚甲环唑混制剂的配比定为 1:2 (质量比)。

2.3 田间防治效果

2010 年田间试验结果证明, 吡唑醚菌酯与苯醚甲环唑 1:2 的混合物对马铃薯早疫病的防治效果为 88.9%, 显著高于几种对照药剂; 2011 年的田间试验结果与之一致(表 3)。

2.4 不同药剂处理对田间马铃薯产量的影响

2010 年田间试验结果表明, 施用吡唑醚菌酯与苯醚甲环唑混合物(质量比 1:2) 小区的烂薯率为

零, 商品薯率为 65.6%, 增产率达 46.8%, 显著高于几种对照药剂; 2011 年的田间药效试验结果与之一致(表 4)。

表 4 不同药剂处理对田间马铃薯产量的影响

Table 4 The effect of different fungicides application on the yield of potato in the field

药剂 Fungicides	有效剂量 Dose μ . i/ (g/hm ²)	产量 Yield/ (kg/hm ²)	烂薯率 Rotten tubers ratio/%	商品薯率 Goods tubers ratio/%	增产率 Yield increase ratio/%
10% 多氧霉素 WP polyoxin 100 WP	150	3.73×10^4	1.7	54.2	29.2 c
80% 代森锰锌 WP mancozeb 800WP	1 350	3.43×10^4	0.9	52.6	18.7 d
50% 异菌脉 WP iprodione 500 WP	450	3.65×10^4	0.8	50.4	26.6 c
10% 苯醚甲环唑 WDG difenoconazole 100WDG	105	4.04×10^4	0.8	59.4	40.1 b
25% 吡唑醚菌酯 EC pyraclostrobin 250 EC	105	3.95×10^4	0.0	62.6	36.8 b
25% 吡唑醚菌酯 EC + 10% 苯醚甲环唑 WDG pyraclostrobin 250 EC + difenoconazole 100 WDG	35 + 70	4.24×10^4	0.0	65.6	46.8 a
CK	—	2.89×10^4	5.5	29.4	—

注: 根据 Fisher's LSD 分析, 同列数据后相同小写字母表示数据间无显著差异($P=0.05$)。

Note: Data in the same row 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

本研究结果表明, 吡唑醚菌酯与苯醚甲环唑 1:2 (质量比) 混合物对抑制茄链格孢的菌丝生长表现出增效作用, 对抑制其分生孢子萌发表现出相加作用, 对马铃薯早疫病的田间防治效果及对马铃薯的增产率均显著高于其他常规杀菌剂。

甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂杀菌谱广, 作用位点单一, 属“高抗性风险”药剂^[19-20]。理论上讲, 在生产中使用桶混药剂可明显降低各单剂的用量, 因而能有效地延缓茄链格孢对单剂抗性的产生, 但其实际效果还需继续跟踪监测。该类药剂除了对病原菌的直接作用外, 还能诱导许多作物尤其是谷物的生理变化, 如抑制乙烯的生物合成, 提高内源细胞分裂素的含量, 增强对 CO₂ 的同化, 提高植物对氮的利用等, 从而延长绿叶组织保绿期和提高产量^[12], 吡唑醚菌酯及其混合物对马铃薯产量的影响是否与以上几个因素相关, 还有待进一步研究证明。

苯醚甲环唑属于甾醇脱甲基化抑制剂(SBI), 杀菌谱广, 在对茄链格孢菌丝生长有很好的抑制作用的同时, 也可诱导机体产生保护性反应^[21-22], 因此该药虽已使用多年, 但尚未有茄链格孢对其产生抗药性的报道。将吡唑醚菌酯与苯醚甲环唑混用, 可优势互补; 此外, 在防治早疫病的同时, 对马铃薯晚疫病也会有很好的预防作用^[18-19]。

苯醚甲环唑在真菌菌丝体中的积累是被动吸收和主动流出的结果, 该过程需要能量的补给, 已证实 SBI 在 10 余种丝状真菌中普遍存在需能流出现象^[23], 而吡唑醚菌酯主要是抑制病菌孢子萌发及菌丝生长所需能量的产生。两药混合增效可能起因于后者抑制前者通过细胞膜向外流出时的能量供给, 从而增加前者在细胞内的积累, 提高后者在细胞中的浓度。

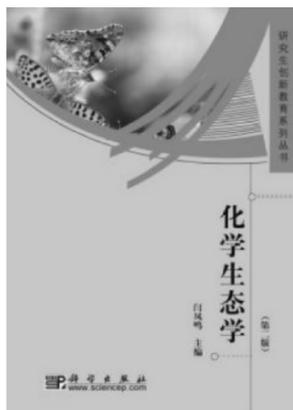
参考文献:

- [1] HARRISON M D, VENETTE J R. Chemical control of potato early blight and its effect on potato yield [J]. *Am J Potato Res*, 1970, 47(3): 81-86.
- [2] DONG Jin-gao (董金皋). *Agricultural Plant Pathology: North (农业植物病理学: 北方本)* [M]. Beijing (北京): China Agriculture Press (中国农业出版社), 2001: 147-148.
- [3] SHTIENBERG D, BERGERON S N, NICHOLSON A G, et al. Development and evaluation of a general model for yield loss assessment in potatoes [J]. *Phytopathology*, 1990, 80(5): 466-472.
- [4] CHRIST B J. Effect of disease assessment method on ranking potato cultivars for resistance to early blight [J]. *Plant Dis*, 1991, 75(4): 353-356.
- [5] PSCHIEDT J W, STEVENSON W P. The critical period for control of early blight (*Alternaria solani*) of potato [J]. *Am J Potato Res*, 1988, 65(8): 425-438.
- [6] CHEN Kai (陈凯). 杀菌剂抗性阻止与治理概述 [J]. *J Jiangsu Agric Sci* (江苏农业科学), 2009(5): 145-147.

- [7] PASCHE J S ,WHARAM C M ,GUDMESTAD N C. Shift in sensitivity of *Alternaria solani* in response to QoI fungicides [J]. *Plant Dis* 2004 88(2) : 181 - 187.
- [8] PETERS R D ,DRAKE K A ,GUDMESTAD N C. First report of reduced sensitivity to a QoI fungicide in isolates of *Alternaria solani* causing early blight of potato in Canada [J]. *Plant Dis* , 2008 92(12) : 1707.
- [9] ZHU Wei-gang(朱卫刚) ,HU Wei-qun(胡伟群) ,CHEN Ding-hua(陈定花) *et al.* 丙环唑和苯醚甲环唑复配对水稻纹枯病的联合毒力 [J]. *Agrochemicals* (农药) ,2008 47(5) : 365 - 366.
- [10] GISI U ,BINDER H ,RIMBACH E. Synergistic interactions of fungicides with different modes of action [J]. *Trans Br Mycol Soc* ,1985 85(2) : 299 - 306.
- [11] WANG Wen-qiao(王文桥) ,MA Zhi-qiang(马志强) ,HAN Xiu-ying(韩秀英) *et al.* 霜脲氰和代森锰锌对马铃薯晚疫病菌的离体活性及混合增效作用 [J]. *Chin J Pestic Sci*(农药学报) 2002 4(1) : 28 - 32.
- [12] SI Bin-bin(思彬彬) ,YANG Zhuo(杨卓). 甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂作用机理研究进展 [J]. *World Pesticides* (世界农药) , 2007 29(6) : 5 - 9.
- [13] LIU Chang-ling(刘长令). World Comprehensive Agricultural Chemicals: Fungicide(世界农药大全: 杀菌剂卷) [M]. Beijing (北京) : Chemical Industry Press(化学工业出版社) ,2006: 155 - 158.
- [14] XU Zhi-gang(许志刚). Normal Plant Pathology(普通植物病理学) [M]. Beijing(北京) : China Agriculture Press(中国农业出版社) 2004: 368.
- [15] SUN Guang-yu(孙广宇) ,ZONG Zhao-feng(宗兆峰) ,WANG Jian-ming(王建明) , *et al.* Plant Pathology Laboratory Technology(植物病理学实验技术) [M]. Beijing(北京) : China Agriculture Press(中国农业出版社) 2002: 139 - 146.
- [16] HAN Li-juan(韩丽娟) ,GU Zhong-yan(顾中言) ,WANG Qiang(王强) , *et al.* Pesticide Mixtures and Mixtures of Pesticides(农药复配与复配农药) [M]. Nanjing(南京) : Jiangsu Science and Technology Press(江苏科学技术出版社) , 1994: 44 - 45.
- [17] GB/T 17980.31 - 2000. Pesticide guidelines for the field efficacy trials(1) : Fungicides against early and late blight of tomato [农药田间药效试验准则(一) : 杀菌剂防治番茄早疫病和晚疫病] [S]. Beijing(北京) : China Standards Press(中国标准出版社) , 2000.
- [18] JEFFREY M S , WILLIAM W K. Field optimization of dimethomorph for the control of potato late blight *Phytophthora infestans*: application rate ,interval and mixtures [J]. *Crop Prot* , 2003 22(4) : 609 - 614.
- [19] LIU Chang-ling(刘长令). World Comprehensive Agricultural Chemicals: Fungicide(世界农药大全: 杀菌剂卷) [M]. Beijing (北京) : Chemical Industry Press(化学工业出版社) ,2006: 139 - 143.
- [20] BAI Ya-luo(柏亚罗) ,WAN Hong-mei(万红梅). 甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂的抗性剖析 [J]. *Agrochemicals* (农药) ,2009 , 48(2) : 88 - 95.
- [21] WANG Hai-qiang(王海强) ,TIAN Jia-shun(田家顺) ,YAN Qing-ping(严清平) *et al.* 番茄早疫病菌对 7 种杀菌剂的敏感性比较及其对苯醚甲环唑的敏感性基线建立 [J]. *Agrochemicals*(农药) 2008 47(4) : 294 - 296.
- [22] SUO LANG LA MU(索朗拉姆) ,HUANG Li-li(黄丽丽). The sensitivity of *Valsa* spp. to difenoconazole and azoxystrobin(苹果树腐烂病菌对苯醚甲环唑和啞菌酯的敏感性研究) [D]. Yangling(杨凌) : Northwest A & F University(西北农林科技大学) 2010.
- [23] WAARD M D. Synergism and antagonism in fungicide mixtures containing sterol demethylation inhibitors [J]. *Phytopathology* , 1996 86(11) : 1281 - 1283.

(责任编辑: 金淑惠)

• 新书推介 •



化学生态学(第二版)

生命科学专论 闫凤鸣 著

978-7-03-032275-3 定价: 78.00 元 开本: 16

内容简介: 本书是《化学生态学》的第二版, 仍然保持第一版的结构, 分为“原理篇”和“方法篇”两大部分。全书共 22 章, “原理篇”深入浅出地介绍化学生态学的原理、简史、现状和展望, 包括信息化学物质、化学感受机理、昆虫信息素、植物和昆虫的相互作用、三级营养关系、植物化感作用、植物诱导抗性、化学生态学和生物技术、海洋环境中的化学通讯、高等动物和人的化学生态学等 14 章。“方法篇”包括 8 章, 详细介绍化学生态学研究中常用的生物测定、化学物质的样品制备技术、化学分析、电生理学的方法技术, 以及化学生态学工作者的综合素质培养等。书末附有代表性昆虫的信息素、植物次生物质主要类别的化学结构及名词索引等。适用于生物学、化学、农业科学和环境科学等专业师生和相关领域的专业人员。

更多图书信息请您关注 <http://books.lifescience.com.cn/>

《科学出版社》提供 电话: 010-64017301