

· 研究简报 ·

## 啞菌酯对三种蔬菜病害的毒力、防效及安全性研究

康立娟<sup>1,2\*</sup>, 韩秀英<sup>1</sup>, 马志强<sup>1</sup>

(1. 河北省农林科学院 植物保护研究所, 河北 保定 071000;

2. 中国农业大学 农学与生物技术学院, 北京 100094)

**摘要:** 采集未施用过甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂地区的番茄早疫病菌 *A. lternaria solani*、辣椒炭疽病菌 *Collecterichum capsica*、黄瓜霜霉病菌 *Pseudoperonospora cubensis*, 于室内测定啞菌酯对该 3 种病菌的毒力, 结果分别为: 对早疫菌的 EC<sub>50</sub> 值为 8 617 6 μg/mL, 对炭疽菌的 EC<sub>50</sub> 值为 5 634 5 μg/mL, 对霜霉菌的 EC<sub>50</sub> 值为 0 004 9 μg/mL; 连续两年在田间使用 3 个不同剂量的啞菌酯防治上述 3 种病菌, 均得到了 80% 以上的良好防效; 室内盆栽番茄、辣椒、黄瓜的不同品种, 于不同的生长时期, 喷施不同浓度的啞菌酯, 500 μg/mL 浓度下未见药害。本研究表明, 连续使用 3 次啞菌酯即可有效控制病害的发展, 而且对作物安全性高。

**关键词:** 啞菌酯; 毒力; 防效; 安全性

中图分类号: S431.16

文献标识码: A

文章编号: 1008-7303(2004)01-0085-04

## Toxicity and Field Control Efficacy of Azoxystrobin to Three Kinds of Vegetable Diseases as well as its Safety to Vegetables

KANGLI Juan<sup>1,2\*</sup>, HAN Xiu-ying<sup>1</sup>, MA Zhi-qiang<sup>1</sup>

(1. Institute of Plant Protection, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Baoding 071000, China;

2. College of Agriculture & Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

**Abstract:** Field control efficacy of azoxystrobin (Amistar) on cucumber downy mildew, pepper brown leaf spot, tomato early blight as well as its toxicity to their pathogenic fungi was investigated. The EC<sub>50</sub> to *Pseudoperonospora Cubensis*, *Collecterichum capsica*, *A. lternaria solani* are 0 004 9 μg/mL, 5 6345 0 μg/mL, 8 6176 μg/mL, respectively. Field experiments showed this fungicide was very efficacious on controlling those diseases, and their efficacies are over 80 percent. At the same time, this fungicide was also very safe to vegetables. When sprayed at 500 μg/mL, a concentration more than two times higher than used in the field, which did not induce any harmful effect on vegetable development and growth. The study indicated that azoxystrobin be used three times successive could control those diseases, and was safety to plants.

**Key words:** azoxystrobin; toxicity; control efficacy; safety

新型杀菌剂啞菌酯 (azoxystrobin) (商品名称 Amistar) 是一种以天然产物 strobilurins 为先导化合物而研制开发的甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂<sup>[1]</sup>, 具有与现有杀菌剂不同的作用机制, 即通过阻止特定细胞色素, 导致线粒体电子传递受到抑制。它具有杀

菌活性高、杀菌谱广、内吸性强、“对环境友好”等特点<sup>[2,3]</sup>, 自问世以来, 已在全世界 60 余种作物上进行了田间试验<sup>[2]</sup>, 成为杀菌剂市场上广泛应用的品种。该药剂对多种水果及蔬菜病害均有很好的防效<sup>[3]</sup>, 包括欧洲的谷物和葡萄、中美洲的香蕉和美国的番

收稿日期: 2003-07-07; 修回日期: 2003-12-18

作者简介: 康立娟 (1972-), 女, 河北人, 在职研究生, 助理研究员, 现从事杀菌剂的研究与开发

\* 通讯地址: 河北省农林科学院植保所; 联系电话: 0312-5915659; E-mail: kanglijuan0224@163.com

茄、花生等<sup>[2]</sup>,在亚洲,啞菌酯多用于经济价值较高的水果上<sup>[3]</sup>。

番茄、辣椒、黄瓜是河北各地区保护地的主要蔬菜种植品种,病害发生严重而且复杂。作者选择了3种主要病害,针对其发生规律,对用药时期和用药次数进行了试验,并在室内进行了啞菌酯对3种病原菌的毒力测定以及药剂对作物的安全性测定,以期为啞菌酯的科学、合理应用提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验药剂

25% 啞菌酯 (azoxystrobin) 悬浮剂 (Amistar 25SC, 先正达公司); 90% 三乙磷酸铝 (fosephaluminum) 可溶性粉剂 (镇江江南化工厂); 80% 代森锰锌 (mancozeb) 可湿性粉剂 (Dithane MT 4580W P, 罗门-哈斯公司)。

### 1.2 室内毒力测定

1.2.1 采用菌落直径法<sup>[4]</sup>测定啞菌酯对番茄早疫病菌和辣椒炭疽病菌的毒力 将啞菌酯制成系列浓度的含药培养基,以加无菌水的培养基为对照,每个浓度重复3次。番茄早疫病菌 *A. lternaria solani* 和辣椒炭疽菌 *Collecterichum capsica* 菌株采自保定地区,该地区未用过甲氧丙烯酸酯类杀菌剂。将培养基置于 22 的培养箱中黑暗培养 3 d, 十字交叉测量菌落直径,计算菌丝生长抑制率,并求出药剂毒力回归方程和抑制中浓度 (EC<sub>50</sub>)。

1.2.2 采用叶盘漂浮法<sup>[5,6]</sup>测定啞菌酯对黄瓜霜霉病菌的毒力 将啞菌酯配制成系列浓度悬浮液,空白对照加蒸馏水,每个浓度重复3皿。每个叶盘接种 10 μL 的黄瓜霜霉菌 *Pseudoperonospora cubensis* 孢子囊悬浮液 (含 50~100 个孢子囊),置于 18~20 的光照条件下培养 6~8 d, 调查病级,并依此计算病情指数、相对防效,求出药剂毒力回归方程和 EC<sub>50</sub> 值。

### 1.3 田间药效试验

1.3.1 试验作物 番茄: 佳粉 15; 辣椒: 赤选一号; 黄瓜: 津绿 3 号。均为感病品种。

1.3.2 试验方法 试验地均安排在河北省保定郊区,历年蔬菜病害发生较重,栽培条件均匀一致,管理水平较高。辣椒炭疽病、黄瓜霜霉病试验分别设 25% 啞菌酯悬浮剂 200、150、100 μg/mL 3 个浓度,辣椒炭疽病以 80% 代森锰锌可湿性粉剂 2 500 μg/mL 为对照药剂,黄瓜霜霉病以 90% 三乙磷酸铝可溶性粉剂 1 111 μg/mL 为对照药剂; 番茄早疫病试验设啞菌酯 150、100、75 μg/mL 3 个浓度,以 80% 代森锰锌可湿性粉剂 2 500 μg/mL 为对照药剂。每个试验均设一个空白对照,每处理 4 次重复,随机区组排列。于发病初期开始用药,番茄早疫病间隔 10 d 用药一次,共用药 2 次; 辣椒炭疽病、黄瓜霜霉病间隔 7 d 用药一次,共用药 3 次。以植株叶片和果实表面均匀布满液滴为度。

### 1.4 安全性试验

1.4.1 试验作物 番茄: ML 402, 佳粉 15, 毛粉 802, 串珠樱桃, 中杂 9 号。辣椒: 中椒 4 号, 中椒 5 号, 中椒 6 号, 湘研 15 号, 苏椒 3 号。黄瓜: 长春密刺, 津绿 4 号, 津春 3 号, 津春 4 号, 津优 2 号, 中农 5 号, 中农 8 号。

### 1.4.2 试验方法

1.4.2.1 供试植株准备 于温室内种植上述各作物品种,每一品种 4 个小区,每小区 50 株,17 个品种顺序排列,其他管理方法同大田。

1.4.2.2 处理方法 在不同生育期——幼苗期、定植期、成株 (开花、结果) 期,选择长势均匀的植株置于培养室内,每处理选盆栽苗 10 株。室内模拟有利于药害产生的高温高湿环境: 温度 38~42, 相对湿度 60%~80%, 24 h 光暗交替。用 25% 啞菌酯悬浮剂 500、250 和 125 μg/mL 3 个浓度对植株进行喷雾,以全株均匀布满液滴为度,分别于培养 1、3、5 d 后调查药害情况。

## 2 结果与讨论

### 2.1 室内毒力测定

试验结果见表 1。

用菌落直径法测得啞菌酯对番茄早疫病的

Table 1 The toxicity of azoxystrobin to three pathogenic fungi

Strains	Regression equation	EC <sub>50</sub> (95% CL) / μg · mL <sup>-1</sup>	r
<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	y = 6.98 + 0.86 x	0.0049 (0.0023~0.0095)	0.9862
<i>Collecterichum capsica</i>	y = 4.70 + 0.40 x	5.6345 (2.2489~12.7300)	0.9986
<i>A. lternaria solani</i>	y = 4.53 + 0.51 x	8.6176 (4.1039~18.0968)	0.9789

EC<sub>50</sub>值为 8 617 6 μg/mL, 对辣椒炭疽菌的 EC<sub>50</sub> 值为 5 634 5 μg/mL。

用叶盘飘浮法测得啞菌酯对黄瓜霜霉菌的 EC<sub>50</sub> 值为 0 004 9 μg/mL。由于啞菌酯对孢子萌发有很强的抑制作用, 故表现出很强的毒力。

## 2.2 田间药效试验

对照药剂三乙磷酸铝曾被该地区长期使用来防

治蔬菜病害, 防效已有所下降。啞菌酯在发病初期用药, 对黄瓜霜霉病的防治效果比较理想, 以最低处理浓度用药 3 次后的防效在 85% 以上, 能使病害得到及时有效的控制, 远远高于对照药剂三乙磷酸铝的防效, 差异达到极显著水平(见表 2)。

Table 2 The field control effect of azoxystrobin on cucumber downy mildew in 1999 and 2000

Treatment	Average control effect (%)					
	1999			2000		
	1st treatment	2nd treatment	3rd treatment	1st treatment	2nd treatment	3rd treatment
	(t= 0.05)			(t= 0.05)		
azoxystrobin 200 μg/mL	90.95 a	90.48 a	96.45 a	89.08 a	92.35 a	95.05 a
azoxystrobin 150 μg/mL	88.60 b	87.03 ab	92.95 b	85.13 b	85.75 b	91.25 b
azoxystrobin 100 μg/mL	85.73 bc	81.27 b	88.05 c	76.45 c	81.65 c	86.45 c
fosetyl-aluminium 900 μg/mL	75.35 c	66.78 c	48.43 d	71.80 d	68.13 d	40.07 d

啞菌酯对辣椒炭疽病的防治, 两年的试验结果比较一致(见表 3)。低浓度的处理, 用药 3 次后两年的防效分别为 80.23% 和 82.96%, 与对照药剂代森锰锌两年的防效 86.00% 和 85.85% 差异不显著; 高

浓度的处理用药 3 次后, 两年的防效分别为 89.04% 和 88.60%, 高于对照药剂代森锰锌同年的防效, 差异显著。

Table 3 The field control effect of azoxystrobin on pepper brown leaf spot in 1999 and 2000

Treatment	Average control effect (%)					
	1999			2000		
	1st treatment	2nd treatment	3rd treatment	1st treatment	2nd treatment	3rd treatment
	(t= 0.05)			(t= 0.05)		
azoxystrobin 200 μg/mL	81.18 a	86.70 a	89.04 a	82.60 a	85.21 a	88.60 a
azoxystrobin 150 μg/mL	73.94 b	82.58 b	83.76 b	76.99 b	79.12 b	84.78 b
azoxystrobin 100 μg/mL	67.34 c	76.13 c	80.23 b	71.76 c	76.42 b	82.96 b
DithaneM-45 1 600 μg/mL	80.53 a	85.26 a	86.00 ab	78.76 b	81.55 ab	85.85 b

番茄早疫病试验的用药浓度低于其他两种病害的用药浓度。因气候干旱病害发展较慢, 用药两次后

150 μg/mL 处理的平均防效达到 91.68%, 高于对照药剂代森锰锌的平均防效 83.22% (见表 4)。

Table 4 The field control effect of azoxystrobin on tomato early blight in 1999 and 2000

Treatment	Average control effect (%)			
	1999		2000	
	1st treatment	2nd treatment	1st treatment	2nd treatment
	(t= 0.05)		(t= 0.05)	
azoxystrobin 150 μg/mL	87.85 a	92.90 a	85.92 a	90.45 a
azoxystrobin 100 μg/mL	77.73 b	84.48 b	75.17 b	80.45 b
azoxystrobin 75 μg/mL	66.60 c	73.70 c	60.06 c	62.88 c
DithaneM-45 80W P 1 600 μg/mL	80.50 b	82.80 b	77.00 b	83.64 b

本研究连续两年的试验结果比较一致。在田间病情高增长率的情况下, 嘧菌酯高浓度用药控制 3 种病害的药效随用药次数的增加而增加; 低浓度处理对黄瓜霜霉病和辣椒炭疽病也有较好的防效(80% 以上), 但对番茄早疫病的防效不理想(73.70%、62.88%)。发病初期适时用药, 用药 2 次或 3 次后, 病情得到比较有效的控制, 基本不再扩展, 可作为田间合理用药的次数, 使用浓度 100~200  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。

### 2.3 安全性试验

不同生育期的药害调查结果表明, 在高温、高湿、不通风、蔬菜易产生药害的生长期, 嘧菌酯最高试验浓度 500  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , 在施药 1、3、5 d 后观察, 未见植株的生长点及叶片受到任何影响, 与对照植株长势无异。表明嘧菌酯不同浓度对 3 种蔬菜各个生长期相对安全。

## 3 结论与讨论

1) 由于黄瓜霜霉菌是活体营养生物 (biotroph), 因此采用叶盘飘浮法进行活体测定; 番茄早疫菌和辣椒炭疽菌是死体营养生物 (necrotroph), 故采用菌落直径法进行离体测定。室内毒力测定结果显示, 嘧菌酯对黄瓜霜霉菌的抑制中浓度远远低于对番茄早疫菌和辣椒炭疽菌的抑制中浓度, 该结果与田间试验中嘧菌酯对黄瓜霜霉病的防效高于对其他两种病害的防效相一致。

2) 在发病初期田间用药, 对病情控制起到了重要作用。由于嘧菌酯是一种高效、安全的药剂<sup>[2,3]</sup>, 在植株对药剂的敏感时期高浓度 500  $\mu\text{g}/\text{mL}$  用药, 高出田间用药浓度 (100~250  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) 1 倍仍安全, 用药时期可以提早到苗期。

3) 据国外的一些报道<sup>[5,7,8]</sup>, 使用过甲氧丙烯酸酯类杀菌剂的地区已经检测到抗药菌株。嘧菌酯在中国尚属新药剂, 未有抗药菌株的报道。本课题近两年曾经多次连续在黄瓜上使用嘧菌酯, 并连续监测, 没有发现抗药菌株。然而, 目前认为这类杀菌剂的固有抗性风险是高水平的<sup>[2]</sup>, 而且生产中过量用药, 单

一用药的习惯, 使产生抗药性的风险也客观存在。因此, 有关该药剂的抗药性问题有待进一步深入研究。

### 参考文献:

- [1] Margot P, Huggenberger F, Amrein J, *et al* CGA 279202: A new broad-spectrum strobilurin fungicide [A]. In: Brighton Crop Protection Conference on Pests and Disease [C]. Brighton, U.K., 1998: 375-382.
- [2] ZHANG Shu-ya (张舒亚), ZHOU Ming-guo (周明国). 甲氧丙烯酸酯类杀菌剂的生物学及应用技术研究 [A]. Chemical Control of Plant Diseases in China (中国植物病害化学防治研究) (第三卷) [C]. Beijing (北京): China Agriculture Science & Technology Press (中国农业科技出版社), 2002: 1-10.
- [3] Dale S. Efficacy of 'Amistar' against Fruit and Vegetable Diseases in Asia [A]. Chemical Control of Plant Diseases in China (中国植物病害化学防治研究) (第三卷) [C]. Beijing (北京): China Agriculture Science & Technology Press (中国农业科技出版社), 2002: 42-49.
- [4] Georgopoulos S G, Dekker J. FAO [C]. *PML Prot BunLmL*, 1982: 30: 39-49.
- [5] Ishii H, Fraaije A B, Sugiyama T, *et al*. Occurrence and molecular characterization of strobilurin resistance in cucumber powdery mildew and downy mildew [J]. *Phytopathology*, 2001, 91(12): 1166-1171.
- [6] WANG Wen-qiao (王文桥), LI Guo-rong (刘国镛), YAN Le-en (严乐恩), *et al*. 黄瓜和葡萄霜霉病菌的抗药性监测 [J]. *J Nanjing Agric Univ* (南京农业大学学报), 1996, 19 (Suppl): 127-131.
- [7] Beresford R, Park H, Brown G, *et al*. Strategies to avoid resistance development to strobilurin and related fungicides in New Zealand [A]. Proceeding of the 52th New Zealand Plant Protection Conference [C]. 1999: 179-182 (Abstract).
- [8] Sierotaki H, Paris S, Steinfeld U, *et al*. Mode of resistance to respiration inhibitors at the cytochrome bcl enzyme complex of *Mycosphaerella fijiensis* field isolates [J]. *Pest Management Sci*, 2002, 56: 833-841.