

黄瓜霜霉病菌对氟噻唑吡乙酮的敏感性测定及其田间防效

高 菁, 杨利娟, 张春祥, 王 勇* (天津市农业科学院植物保护研究所, 天津 300381)

摘要 明确天津地区黄瓜霜霉病菌对氟噻唑吡乙酮的敏感性及其田间防效, 为该病害的防治提供理论依据。采用离体叶片法测定黄瓜霜霉病菌对氟噻唑吡乙酮的敏感性, 并进行田间防效试验。结果表明, 24 株黄瓜霜霉病菌对氟噻唑吡乙酮存在敏感性差异, EC_{50} 值为 0.002 6~0.071 3 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。田间试验表明, 10% 氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂对黄瓜霜霉病防效均在 85% 以上。黄瓜霜霉病菌对氟噻唑吡乙酮具有较高敏感性, 田间防效高, 推荐使用有效剂量 19.50~30.00 g/hm^2 。

关键词 黄瓜霜霉病; 氟噻唑吡乙酮; 敏感性; 田间防效

中图分类号 S482.2 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)24-0142-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.24.039



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Susceptibility and Field Efficacy of Oxathiapiprolin against the Pathogen of Cucumber Downy Mildew

GAO Wei, YANG Li-juan, ZHANG Chun-xiang et al (Institute of Plant Protection, Tianjin Academy of Agricultural Sciences, Tianjin 300381)

Abstract To clarify the susceptibility and control effect of oxathiapiprolin against cucumber downy mildew in a view of the application of this fungicide in the field. The susceptibility test was assayed by vitro leaf disc method and field efficacy trials were carried out. The results showed that different susceptibility was found among 24 downy mildew pathogen, the EC_{50} values of oxathiapiprolin ranged from 0.002 6 to 0.071 3 $\mu\text{g}/\text{mL}$. In field trials, the control effect of oxathiapiprolin 10% OD to cucumber downy mildew was higher than 85%. Cucumber downy mildew pathogen was sensitive to oxathiapiprolin, and 19.50~30.00 g/hm^2 of oxathiapiprolin 10% OD was recommended in field.

Key words Cucumber downy mildew; Oxathiapiprolin; Susceptibility; Field efficacy

黄瓜霜霉病的病原为专性寄生菌古巴假霜霉(*Pseudoperonospora cubensis*), 主要侵染黄瓜的叶片, 是黄瓜生产中最为严重的病害^[1]。在温湿度适宜的条件下, 该病害极易暴发、传播速度快、流行性强, 造成黄瓜大幅减产甚至绝收^[2]。由于抗病品种的缺乏, 对于该病害的防治主要以化学防治为主。目前生产上常用的杀菌剂主要有酰胺类杀菌剂(如甲霜灵)、甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂(如嘧菌酯)、丙烯酰胺类杀菌剂(氟吗啉)和双炔酰菌胺(如烯酰吗啉和双炔酰菌胺)等^[3-4]。但黄瓜霜霉病病原是一种高度抗性风险病原菌, 极易产生抗药性, 许多内吸性杀菌剂如甲霜灵等长期使用而导致防效显著降低^[5-7]。因此, 为了有效地控制黄瓜霜霉病, 新型杀菌剂的安全应用推广具有尤为重要的意义。

氟噻唑吡乙酮(Oxathiapiprolin)是由杜邦公司开发的新型嘧啶类杀菌剂, 是一种氧化固醇结合蛋白(OSBP)抑制剂, 对卵菌纲病害如晚疫病、霜霉病等有特效^[8-9]。2016年2月美国杜邦公司的95%氟噻唑吡乙酮原药、10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂(商品名增威赢绿)在中国获得正式登记, 对黄瓜霜霉病、马铃薯晚疫病等病害具有显著的防效^[10-12]。由于该药剂对病原菌的作用位点单一, 开展其田间抗性监测为病害的持续有效控制及抗药性治理策略的制订提供重要的依据^[13]。笔者于2016—2018年从天津黄瓜主产区采集黄瓜霜霉病病原菌, 检测其对氟噻唑吡乙酮的敏感性, 并进行田

间试验, 综合评价其防病效果, 以期在黄瓜生产中科学用药提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料 供试菌株: 2016—2018年从天津市主要黄瓜种植区县采集新鲜的黄瓜霜霉病病叶, 将其编号记录, 带回实验室于4℃冰箱保存待用。使用前, 将采集的黄瓜霜霉病叶片背面喷水避光于20℃的培养箱中保湿培养24h。24h后将其叶片背面的孢子囊刷下, 用无菌水制成浓度为 1×10^5 个/mL的孢子囊悬浮液, 以备接种待用。

供试作物: 黄瓜品种津春5号。

供试药剂: 97.6%氟噻唑吡乙酮原药和10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂, 美国杜邦公司。将原药用二甲亚砜(DMSO)溶解, 加入无菌水稀释成1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 母液, 母液中DMSO的含量不超过0.1%。50%烯酰吗啉可湿性粉剂, 山东省菏泽北联农药制造有限公司。

1.2 方法

1.2.1 黄瓜霜霉病菌对氟噻唑吡乙酮的敏感性测定。采用离体叶盘法测定2016—2018年在天津区县采集24株黄瓜霜霉病菌对氟噻唑吡乙酮的敏感性。将配制好的氟噻唑吡乙酮母液加入无菌水10倍梯度稀释为 10^2 、10、1、0.1和0.01 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的待测药液。在直径9cm的培养皿中倒入15mL无菌水, 上面放置20片直径6mm的叶盘, 使其叶背朝上漂浮于无菌水上, 采用喷雾塔将每个平皿定量喷施5mL待测药液, 晾干后悬滴接种20 μL 浓度为 1×10^5 个/mL的霜霉病孢子囊悬浮液, 置于20℃培养箱中黑暗培养7~14d, 待对照充分发病后调查各处理叶盘发病情况。根据叶盘上病斑的发病面积进行病级划分^[14]。计算病情指数和防效, 并通过DPS 7.05数据分析软件进行药剂浓度与药剂相对防效之间的线性回归分析, 求出药剂的毒力回归方程、相关系数

基金项目 国家重点研发计划子课题“果蔬种子种苗带菌检测及其处理新技术研发”(2017YFD0201602); 天津市科技计划项目“西青区设施蔬菜农药减施增效全程绿色防控技术中试(17YFNZNC00190)。

作者简介 高菁(1982—), 女, 辽宁瓦房店人, 副研究员, 从事蔬菜病害防治研究。*通信作者, 研究员, 从事蔬菜病害防治研究。

收稿日期 2020-05-09

以及有效抑制中浓度 (EC_{50})。

1.2.2 10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂对黄瓜霜霉病的田间防效测定。 试验在天津市黄花店包营村设施黄瓜棚中进行。共设 5 个处理:处理①~③为 10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂按药剂推荐使用剂量 19.50、24.75、30.00 g/hm², 药剂对照为 50%烯酰吗啉可湿性粉剂 300.00 g/hm², 并设清水对照。每处理重复 3 次, 不同处理随机排列, 每小区面积 20 m²。黄瓜叶片上有零星霜霉病发生时采用背负式手动喷雾器进行茎叶喷施, 施药量 1 800 L/hm², 共施药 3 次, 每次间隔期 7 d。第 3 次施药后 7 和 14 d, 按各叶片上病斑面积占整个叶片面积的百分率调查各处理叶片发病病级^[15], 并计算病情指数及防效。

2 结果与分析

2.1 黄瓜霜霉菌对 10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂的敏感性 采集天津静海、西青、宝坻和武清 4 个黄瓜种植区县的 24 株黄瓜霜霉病病原菌, 并通过离体叶盘法测定菌株对氟噻唑吡乙酮的敏感性。结果表明, 不同来源的黄瓜霜霉菌株对氟噻唑吡乙酮均具有较强的敏感性, 且存在一定的差异。分离到的 24 株菌株对 10%氟噻唑吡乙酮的 EC_{50} 在 0.002 6~0.071 3 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 平均值为 (0.018 5 \pm 0.017 5) $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。其中, EC_{50} 在 0.005~0.010 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 菌株的分离频率最高, 达 29%, EC_{50} 值低于平均值 0.018 5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的菌株达 70.83% (图 1)。

2.2 10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂对黄瓜霜霉病的田间防效 田间药效试验结果发现, 10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂对黄瓜霜霉病具有较好的田间防效。在黄瓜霜霉病发病初期连续喷施 10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂 3 次 (每次间隔 7 d), 3 次药后 7 d 黄瓜霜霉病的防效得到显著控制, 清水对照的病情指数上升到 31.64, 而 10%氟噻唑吡乙

酮可分散油悬浮剂处理小区病情指数在 3.39~4.81, 防效在 84.81%~89.29%, 且防效高于对照药剂 50%烯酰吗啉可湿性粉剂处理, 方差分析结果表明, 10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂 24.75 和 30.00 g/hm² 处理小区的防效显著高于 50%烯酰吗啉可湿性粉剂 300.00 g/hm² 处理小区, 10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂 19.50 g/hm² 处理小区防效与 50%烯酰吗啉可湿性粉剂 300.00 g/hm² 无显著差异。10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂 3 个剂量处理小区, 高剂量处理小区防效显著高于低剂量处理小区, 且均与中剂量处理小区无显著差异。3 次药后 14 d, 清水对照的病情指数上升到 47.89, 而 10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂处理小区病情指数在 5.19~7.61, 防效在 85.93%~90.39%, 显著高于对照药剂 50%烯酰吗啉可湿性粉剂 300.00 g/hm² 处理小区的防效, 且 10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂 3 个剂量处理小区防效无显著差异 (表 1)。

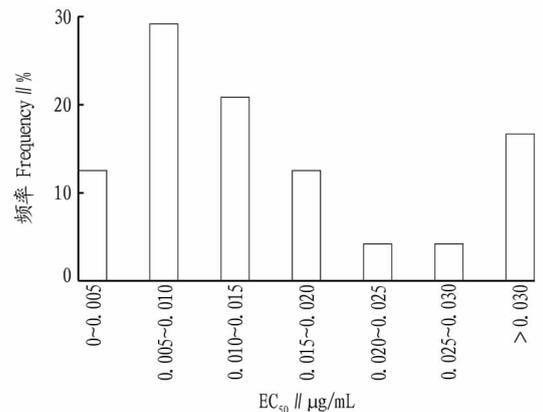


图 1 黄瓜霜霉菌对氟噻唑吡乙酮敏感性的频率分布

Fig.1 Frequency distribution of the sensitivity of cucumber downy mildew to fluorothiazolopyriethyol

表 1 10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂对黄瓜霜霉病的田间防效

Table 1 Field control effect of 10% fluorothiazolidoprazone dispersible oil suspension against cucumber downy mildew

序号 No.	处理 Treatment	有效成分 Active ingredient g/hm ²	3 次药后 7 d 7 d after three doses		3 次药后 14 d 14 d after three doses	
			病情指数 Disease index	防效 Control effect / %	病情指数 Disease index	防效 Control effect / %
1	10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂	19.50	4.81	84.81 bc	7.61	85.93 b
		24.75	4.14	86.92 ab	6.89	87.26 ab
		30.00	3.39	89.29 a	5.19	90.39 a
2	50%烯酰吗啉可湿性粉剂	300.00	5.19	83.58 c	8.39	82.48 c
3	清水对照	—	31.64	—	47.89	—

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments at 0.05 level

3 结论与讨论

该研究采用离体叶盘法测定天津地区黄瓜霜霉菌对氟噻唑吡乙酮的敏感性, 结果表明, 氟噻唑吡乙酮对该地区黄瓜霜霉菌具有较强的敏感性, 通过田间药效试验发现 10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂在使用剂量 19.50~30.00 g/hm² 下, 对黄瓜霜霉病的防效显著, 且持效期长, 优于对照药剂 50%烯酰吗啉可湿性粉剂, 可以作为黄瓜霜霉病防治的首选药剂^[12,16]。

黄瓜霜霉病一直是黄瓜生产中危害严重的叶部病害, 随

着其抗病品种的不断选育应用, 其病原不断出现新的致病型与小种, 导致该病害的侵染危害始终没有得到有效的控制^[17-18]。因此, 黄瓜霜霉病的控制还需要依赖于化学药剂防治。FRAC 认为黄瓜霜霉菌是抗药性风险较高的 10 种病原菌之一^[19], 在黄瓜霜霉病防治中广泛应用, 如苯基酰胺类 (PAs)、羧酸酰胺类 (CAAs) 和甲氧基丙烯酸酯类 (QoIs) 等不断出现抗性菌株, 从而导致了田间该病害难于及时有效的控制^[20]。因此, 新作用位点和化学结构的杀菌剂对黄瓜霜霉

(下转第 187 页)

增加不饱和脂肪酸的摄入量,尤其是 α -亚麻酸的摄入^[10]。牡丹籽油富含亚油酸和亚麻酸,是极具保健作用的优质食用油^[11-12],在该研究中,通过对比分析安徽铜陵、青海共和和安徽亳州3个产地的牡丹籽油中脂肪酸成分发现,青海的牡丹籽油不饱和脂肪酸含量(74.284%)>安徽铜陵(68.874%)>安徽亳州(64.865%),非常符合优质食用油的标准。其中青海共和县样品中油酸和 α -亚麻酸显著性高于安徽铜陵和亳州地区的样品,尤其是 α -亚麻酸的含量,青海(25.651%)的样品是安徽铜陵(17.174%)样品的1.5倍。而亚油酸的含量以安徽铜陵(26.941%)产区的最高,分别是青海(22.892%)的1.2倍、亳州(24.669%)的1.1倍。一般来说,亚油酸和 α -亚麻酸的含量是评估食用油质量的重要标准,能够降低血液胆固醇水平,预防心血管疾病和动脉粥样硬化^[13-14]。综合比较3个产地的亚油酸和 α -亚麻酸之和,发现青海共和县(48.543%)>安徽铜陵(44.115%)>安徽亳州(43.264%),青海共和县的牡丹籽油表现更佳。

同时,通过对饱和脂肪酸(棕榈酸、硬脂酸)的测定,发现青海共和县牡丹籽油中棕榈酸的含量比安徽铜陵和亳州产区的高,这是青海牡丹籽油中饱和脂肪酸略高于安徽铜陵和亳州产区的原因,需要通过现代的种植技术进行品质改良。

4 结论

该研究以“凤丹”为材料,调查和比较安徽铜陵市、青海共和县、安徽亳州市3个油用牡丹产地的牡丹籽油质量成分,结果表明,青海省共和县油用牡丹“凤丹”籽粒饱满、含油

量高,且饱和脂肪酸含量均高于安徽铜陵和亳州产区,研究数据说明青海省共和县的地理位置与气候条件非常适宜油用牡丹“凤丹”品种的应用与推广,具有种植和开发前景。

参考文献

- [1] 范俊安,夏永鹏,申明亮,等.近15年牡丹皮研究文献分析[J].中国中医药信息杂志,2006,13(6):103-104.
 - [2] 王明清.“凤丹白”牡丹遗传转化体系的研究[D].上海:上海师范大学,2020.
 - [3] 周品,任博.山丹县东乐镇南滩油用牡丹产业发展现状及必要性分析[J].甘肃科技纵横,2019,48(3):12-14.
 - [4] 汤博,李卫文,储转南,等.油用牡丹在共和县的引种表现及栽培技术[J].现代农业科技,2019(20):143-144.
 - [5] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定:GB 5009.168—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
 - [6] 国家质量监督检验检疫总局.谷物与豆类 千粒重的测定:GB/T 5519—2008[S].北京:中国标准出版社,2009.
 - [7] 胡翠珍,李胜,马绍英,等.响应面法优化葡萄籽油提取工艺及其抗氧化性[J].食品科学,2015,36(20):56-61.
 - [8] 吴泽河,熊双丽.响应面-主成分分析法优化低糖菊芋饼干配方[J].核农学报,2018,32(3):539-547.
 - [9] 王兴宏,马绍英,李秉建,等.牡丹籽油提取工艺与精炼工艺的优化[J].核农学报,2019,33(8):1559-1568.
 - [10] 秦薇.不同因素对油用牡丹栽培品质的影响[D].哈尔滨:东北林业大学,2016.
 - [11] 张晓,王佳雅.牡丹籽油理化指标、卫生指标和脂肪酸组成分析[J].现代食品,2018(4):82-85,98.
 - [12] 丁熙柠,史田,杨林菲,等.不同海拔高度油用牡丹凤丹籽粒品质与气象因子的相关性研究[J].河南农业科学,2019,48(11):120-126.
 - [13] 王利民,符真珠,高杰,等.植物不饱和脂肪酸的生物合成及调控[J].基因组学与应用生物学,2020,39(1):254-258.
 - [14] 毛善巧,李西俊.牡丹籽油的研究进展及油用牡丹综合利用价值分析[J].中国油脂,2017,42(5):123-126.
- (上接第143页)
- 病的田间防治具有重要意义。
- 氟噻唑吡乙酮是杜邦公司研发的首个嘧啶噻唑啉异噁唑啉类杀菌剂,其作用位点新颖,对霜霉病、晚疫病等卵菌纲病害病原多个生长发育阶段均有抑制作用,在瓜类霜霉病、葡萄霜霉病、番茄晚疫病和辣椒疫病的田间防治中具有显著的防效^[8]。但由于氟噻唑吡乙酮是作用位点单一类型杀菌剂,且黄瓜霜霉病病原极易产生抗药性,因此,田间应用时应及时掌握其对黄瓜霜霉病菌的抗性发展水平,与其他类型杀菌剂交替使用,延缓抗药性的产生。
- #### 参考文献
- [1] SAVORY E A,GRANKE L L,QUESADA-OCAMPO L M,et al.The cucurbit downy mildew pathogen *Pseudoperonospora cubensis*[J].Molecular plant pathology,2011,12(3):217-226.
 - [2] LEBEDA A,COHEN Y.Cucurbit downy mildew(*Pseudoperonospora cubensis*)-biology, ecology, epidemiology, host-pathogen interaction and control[J].European journal of plant pathology,2011,129(2):157-192.
 - [3] GISI U,SIEROTZKI H.Fungicide modes of action and resistance in downy mildews[J].European journal of plant pathology,2008,122(1):157-167.
 - [4] 陈永明,谷莉莉,林双喜,等.黄瓜霜霉病的研究进展及登记防治农药的分析[J].农学学报,2018,8(8):9-15,100.
 - [5] BLUM M,WALDNER M,OLAYA G,et al.Resistance mechanism to carboxylic acid amide fungicides in the cucurbit downy mildew pathogen *Pseudoperonospora cubensis*[J].Pest management science,2011,67(10):1211-1214.
 - [6] ZHAO X J,REN L,YIN H,et al.Sensitivity of *Pseudoperonospora cubensis* to dimethomorph,metalaxyl and fosetyl-aluminium in Shanxi of China[J].Crop protection,2013,43:38-44.
 - [7] 王文桥,韩秀英,吴杰,等.河北省和山东省黄瓜霜霉病菌对氟吡菌胺的抗性及常规药剂对黄瓜霜霉病的田间防效[J].植物保护学报,2019,46(2):385-392.
 - [8] 顾林玲,柏亚罗.氟噻唑吡乙酮的开发及应用[J].现代农药,2017,16(4):42-45,50.
 - [9] MIAO J Q,DONG X,LIN D,et al.Activity of the novel fungicide oxathiapiprolin against plant-pathogenic oomycetes[J].Pest management science,2016,72(8):1572-1577.
 - [10] 王廷廷.新型杀菌剂氟噻唑吡乙酮专利布局[J].农药市场信息,2016(15):29-31.
 - [11] 刘莲枝,段江华.增城赢绿防治马铃薯晚疫病效果试验[J].云南农业科技,2019(4):10-11.
 - [12] 吉沐祥,吴琴燕,王建华,等.10种生物和化学杀菌剂防治葡萄霜霉病的药效评价[J].农学学报,2017,7(3):17-23.
 - [13] MIAO J Q,DONG X,CHI Y D,et al.*Pseudoperonospora cubensis* in China:Its sensitivity to and control by oxathiapiprolin[J].Pesticide biochemistry & physiology,2018,147:96-101.
 - [14] 孟润杰,韩秀英,吴杰,等.河北省黄瓜霜霉病菌对甲霜灵和啞菌酯的抗性动态及七种药剂的田间防效[J].植物保护学报,2017,44(5):849-855.
 - [15] 席敦芹.不同药剂对黄瓜霜霉病的防治效果[J].安徽农业科学,2010,38(17):9057,9148.
 - [16] 王永存,李聪晓,刘桂芳.10%氟噻唑吡乙酮对黄瓜霜霉病防治效果研究[J].农业灾害研究,2016,6(6):60-61.
 - [17] COHEN Y,VAN DEN LANGENBERG K M,WEHNER T C,et al.Resurgence of *Pseudoperonospora cubensis*:The causal agent of cucurbit downy mildew[J].Phytopathology,2015,105(7):998-1012.
 - [18] OJIAMBO P S,GENT D H,QUESADA-OCAMPO L M,et al.Epidemiology and population biology of *Pseudoperonospora cubensis*:A model system for management of downy mildews[J].Annual review of phytopathology,2015,53:223-246.
 - [19] FRAC.FRAC list of plant pathogenic organisms resistant to disease control agents.Fungicide resistance action committee,crop life international [EB/OL].(2006-12-10)[2020-02-05].http://www.frac.info.
 - [20] COHEN Y.The novel oomycete oxathiapiprolin inhibits all stages in the asexual life cycle of *Pseudoperonospora cubensis*-causal agent of cucurbit downy mildew[J].PLoS One,2015,10(10):1-22.