

· 研究论文 ·

新型杀菌剂丁吡吗啉的生物活性及作用方式初探

陈小霞¹, 袁会珠^{* 1}, 覃兆海^{* 2}, 齐淑华¹, 孙丽鹏¹

(1. 中国农业科学院 植物保护研究所, 农业部农药化学与应用技术重点开放实验室, 北京 100094

2 中国农业大学 理学院, 北京 100094)

摘要: 吡吗啉是一种结构新颖的杀菌剂, 化学名(E)-3-(2-氯吡啶-4-基)-3-(4-叔基苯基)-丙烯酸吡吗啉。室内生物测定结果表明, 在离体条件下, 吡吗啉对致病疫霉 *Phytophthora infestans*、辣椒疫霉 *Phytophthora capsici*、立枯丝核菌 *Rhizoctonia solani*、古巴假霜霉 *Pseudoperonospora cubensis* 等重要植物病原菌均有很好的抑制活性, 其对致病疫霉、辣椒疫霉、立枯丝核菌菌丝生长的抑制中浓度(EC_{50})分别为 1.38 ± 0.06 、 0.72 ± 0.05 和 $4.44 \pm 0.03 \mu\text{g/mL}$, 对古巴假霜霉菌孢子囊萌发的抑制中浓度为 $5.33 \pm 0.05 \mu\text{g/mL}$; 但其对尖镰孢萎蔫专化型菌 *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*、轮纹大茎点菌 *Macrophoma kawatsukai*、玉蜀黍赤霉 *Gibberella zeae* 的菌丝生长无抑制效果。用 $400 \mu\text{g/mL}$ 的吡吗啉药液喷雾处理番茄幼苗, 分别在施药后 1、3 和 8 d 接种致病疫霉的游动孢子, 其对番茄晚疫病的防效分别为 94.2%、90.8% 和 78.1%, 说明吡吗啉在防治番茄晚疫病中具有较好的保护作用 and 一定的持效期。

关键词: 吡吗啉; 生物活性; 番茄晚疫病; 作用方式

中图分类号: S482.2

文献标志码: A

文章编号: 1008-7303(2007)03-0229-06

Preliminary Studies on Antifungal Activity of Pymorph

CHEN Xiao-xia¹, YUAN Hui-zhu^{* 1}, QIN Zhao-hai^{* 2}, QI Shu-hua¹, SUN Lipeng¹

(1. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100094 China;

2 College of Science, China Agricultural University, Beijing 100094 China)

Abstract Antifungal activity of the novel fungicide pymorph, (E)-3-[(2-chloropyridine-4-yl)-3-(4-tert-butylphenyl)-acryloyl]morpholine was investigated. The results of bioassay of pymorph against plant pathogens in vitro proved antifungal activity of pymorph in inhibiting the mycelium growth of *Phytophthora infestans*, *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* and in inhibiting the zoospore germination of *Pseudoperonospora cubensis*. The EC_{50} values were 1.38 ± 0.06 , 0.72 ± 0.05 , 4.44 ± 0.03 and $5.33 \pm 0.05 \mu\text{g/mL}$, respectively. However pymorph showed a weak inhibition against *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, *Macrophoma kawatsukai* and *Gibberella zeae* etc. The control efficacy of pymorph against tomato late blight when applied 1 d, 3 d and 8 d at the concentration of $400 \mu\text{g/mL}$ before inoculation with zoospore suspension of *Phytophthora infestans*, were 94.2%, 90.8% and 78.1%, respectively. It indicated that pymorph had excellent preventive efficacy and persistence activity against tomato late blight.

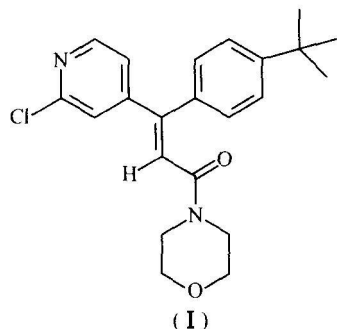
Key words pymorph; antifungal activity; *Phytophthora infestans*; mode of action

收稿日期: 2007-05-13 修回日期: 2007-07-17

作者简介: 陈小霞 (1983-), 女, 湖北武汉人, 硕士研究生; * 通讯作者 (Author for correspondence): 袁会珠 (1967-), 男, 河北藁城人, 博士, 研究员, 主要从事农药药理和农药使用技术研究. 联系电话: 010-62815941; E-mail: yuanhui-zhu@mail.china.com; 覃兆海 (1965-), 男, 博士, 教授, 主要从事农药分子设计研究. 联系电话: 010-62732958.

基金项目: 国家重点基础研究发展计划 (“973”计划) (2003CB114403); 国家科技支撑计划项目 (2006BAE01A03-10).

丁吡吗啉 (pyrimorph, I) 是中国农业大学、江苏耕耘化学有限公司和中国农业科学院植物保护研究所联合研究开发的一种具有我国自主知识产权的创新农药品种, 化学名: (E)-3-(2-氯吡啶-4-基)-3-(4-叔丁基苯基)-丙烯酰吗啉, 温室盆栽试验结果表明, 其对番茄晚疫病具有很好的保护防治效果, 但对其抑菌生物活性及作用方式等尚未进行系统研究。



丁吡吗啉是在烯酰吗啉化学结构的基础上采用模拟 (mimetic) 方法合成的一种新型杀菌剂。烯酰吗啉是一种肉桂酸衍生物, 1988年由 Shell公司研制开发, 生物实验结果表明, 烯酰吗啉可强烈抑制游动孢子囊的形成、休眠孢子的萌发和菌丝生长^[1,2], 但不影响游动孢子的释放, 在田间表现为低抗药性风险^[1], 是防治卵菌病害的优良杀菌剂。从结构上看, 丁吡吗啉与烯酰吗啉因都含有吗啉环结构而有相似之处, 但由于烯酰吗啉的主要活性基团并非吗啉环^[1], 因此, 作者对丁吡吗啉的生物活性和作用方式进行了研究。

1 材料与方法

1.1 供试药剂

98% 丁吡吗啉 (pyrimorph) 原药 (中国农业大学理学院合成室), 用丙酮配成 $1 \times 10^3 \mu\text{g/mL}$ 的母液, 再用逐步稀释法配制成系列浓度药液, 备用。

1.2 供试菌种

灰葡萄孢 *Botrytis cinerea*、玉蜀黍赤霉 *G. iberella*

zeae、大丽花轮枝孢 *Verticillium dahliae*、瓜类炭疽菌 *Colletotrichum orbiculare*、瓜果腐霉 *Pythium aphanidermatum*、褐孢霉 *Fulvia fulva*、立枯丝核菌 *Rhizoctonia solani*、禾谷丝核菌 *Rhizoctonia cerealis*、尖镰孢萎蔫专化型 *Fusarium oxysporum* Schl f sp vasinfectum、轮纹大茎点菌 *Macrophoma kawatsukai*、致病疫霉 *Phytophthora infestans*、辣椒疫霉 *Phytophthora capsici* 和古巴假霜霉 *Pseudoperonospora cubensis*, 均为中国农业科学院植物保护研究所保存菌种。

1.3 供试培养基

致病疫霉和辣椒疫霉的培养采用黑麦蔗糖琼脂培养基, 其他病原菌采用马铃薯葡萄糖琼脂培养基 (PDA 培养基)。

黑麦蔗糖琼脂培养基的制备: 称取 60 g 黑麦, 加入 500 mL 蒸馏水, 在 25°C 下浸泡 48 h 用双层纱布过滤, 保留浸出液, 将黑麦加入 500 mL 纯水后在搅拌机中捣碎, 将浸出液和捣碎的黑麦一起煮沸 1 h 用 4 层纱布过滤, 在滤液中加入 15 g 琼脂粉和 20 g 蔗糖, 煮沸溶解后分装, 最后在 121°C 下湿热灭菌 30 min 后备用。

1.4 供试番茄品种

佳粉十五号, 由北京鑫农丰农业技术研究所提供。

1.5 丁吡吗啉对常见植物病原真菌的生物活性测定

采用菌丝生长速率法^[2-4]测定丁吡吗啉对供试靶标菌的抑菌活性。在预备试验的基础上制备系列浓度的含药培养基, 同时设空白对照。用直径 5 mm 的打孔器在培养基上生长旺盛的病原菌菌落边缘打取菌饼, 将菌饼菌丝面朝下接种于已凝固的含药培养基中央, 于 $(24 \pm 2)^\circ\text{C}$ 恒温培养箱内黑暗培养。待对照菌落大于 5 cm 但未长至全皿时, 采用十字交叉法测量菌落直径, 与对照比较计算出抑制百分率。每处理重复 3 次。采用机率值分析法计算丁吡吗啉对植物病原真菌菌丝生长的抑制中浓度 (EC_{50} 值)。

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

采用凹玻片萌发法^[3,4]测定丁吡吗啉对古巴假霜霉孢子囊萌发的抑制作用。从大田采回新鲜黄瓜霜霉病病叶, 置于 $18 \sim 20^\circ\text{C}$ 的恒温箱中保湿

24~48 h 使其产生大量的孢子囊。然后用毛笔蘸蒸馏水刷下新产生的孢子囊, 配成浓度为每 mL 含 5×10^4 个孢子的孢子囊悬浮液。分别将 20 μL 浓

度为 1、5、10、25 和 50 $\mu\text{g/mL}$ 的药液与等量的孢子囊悬浮液混合后滴于凹玻片上, 于 20℃ 培养箱中保湿培养 12 h, 观察孢子囊的萌发率, 计算萌发抑制率, 采用机率值分析法计算丁吡吗啉对古巴假霜霉菌孢子囊萌发的 EC_{50} 。

1.6 丁吡吗啉作用方式的测定

1.6.1 致病疫霉游动孢子悬浮液的制备^[12-5] 向在黑麦培养基中生长 10 d 的致病疫霉的培养皿中注入 8 mL 灭菌蒸馏水, 用棉棒将孢子囊洗下, 制成孢子囊悬浮液。将孢子囊悬浮液置于 4℃ 冰箱中 2~3 h 以促进游动孢子的释放, 最终调整游动孢子浓度至每 mL 含 5×10^4 个。

1.6.2 吡吗啉对番茄晚疫病的保护作用^[13-4]

将番茄种植在相同大小的盆钵中(直径 8.5 cm、高 10 cm 的盆钵里装有泥土、草炭与珍珠岩, 其体积比为 2:2:1), 1 株/钵, 在番茄 4 片复叶期时采用叶面喷雾处理。丁吡吗啉配成 100、200、400、800 和 1 000 $\mu\text{g/mL}$ 的系列浓度药液。喷药处理后 2~4 h 将制备好的致病疫霉孢子悬浮液均匀地喷于番茄叶片上, 将番茄苗放入人工气候箱中保湿培养(20℃, 相对湿度 95%, 光照 12 h/d)。待空白对照充分发病后调查发病情况, 计算番茄晚疫病的病情指数及防效。试验设空白对照, 每处理 15 株, 重复 3 次。

1.6.3 吡吗啉对番茄晚疫病的治疗作用^[13-4]

将制备好的致病疫霉孢子悬浮液均匀喷于 4 片复叶期时的番茄叶片上, 保湿培养(条件同 1.6.2) 24 h 后, 进行叶面药剂喷雾处理, 丁吡吗啉药液的系列浓度分别为 100、200、400、800 和 1 000 $\mu\text{g/mL}$ 。将喷药后的番茄植株再放入人工气候箱中保湿培养, 待空白对照充分发病后调查发病情况, 计算番茄晚疫病的病情指数及防效。试验设空白对照, 每处理 15 株, 重复 3 次。

1.6.4 吡吗啉对番茄晚疫病防治的持效期

测定方法同 1.6.2 节保护作用的测定, 分别于丁吡吗啉喷药处理后第 1、3 和 8 d 接菌, 待空白对照充分发病后调查发病情况, 计算番茄晚疫病的病情指数及防效。

1.6.5 吡吗啉对番茄晚疫病的内吸输导杀菌活性测定^[16]

1.6.5.1 番茄根系对丁吡吗啉的吸收和输导性 取盆栽培养至 4 片复叶期的番茄幼苗, 采用根

部施药方法每盆浇灌 30 mL 浓度分别为 250、500、1 000 和 2 000 $\mu\text{g/mL}$ 的丁吡吗啉药液。处理后 48 h 将制备好的致病疫霉孢子囊悬浮液用毛刷均匀地涂布在番茄中部两片复叶的正反面。待空白对照充分发病后调查发病情况, 按照 1.6.6 节方法计算病情指数及防效。试验设空白对照, 每处理 15 株, 重复 3 次。

1.6.5.2 番茄叶片对丁吡吗啉的吸收和输导方向 选取番茄幼苗中部两片复叶, 在复叶中间的两片小叶的正反面用毛刷涂布浓度分别为 250、500、1 000 和 2 000 $\mu\text{g/mL}$ 的丁吡吗啉药液, 自然风干后, 采用菌饼接种方法, 在复叶的前部小叶和复叶的基部叶片上分别接种致病疫霉的菌饼。待空白对照充分发病后, 根据叶片上处理和未处理部位的发病情况评价药剂的内吸输导方向。每处理 15 株, 重复 3 次。

1.6.6 病情指数调查和防效计算 番茄晚疫病病情分级标准如下^[13-4]: 0 级(无病斑); 1 级(病斑面积占整个叶面积的 5% 以下); 3 级(病斑面积占整个叶面积的 6%~10%); 5 级(病斑面积占整个叶面积的 11%~20%); 7 级(病斑面积占整个叶面积的 21%~50%); 9 级(病斑面积占整个叶面积的 50% 以上)。

2 结果与分析

2.1 丁吡吗啉对常见植物病原真菌的生物活性

室内测定了丁吡吗啉对 13 种常见植物病原菌的菌丝生长或孢子囊萌发的抑制活性, 结果见表 1。其在离体条件下对致病疫霉、辣椒疫霉、立枯丝核菌、古巴假霜霉菌等重要植物病原均有很好的抑菌活性, 对致病疫霉、辣椒疫霉、立枯丝核菌菌丝生长速率的 EC_{50} 值分别为 1.38 ± 0.06 、 0.72 ± 0.05 和 $4.44 \pm 0.03 \mu\text{g/mL}$, 对古巴假霜霉菌孢子囊萌发的 EC_{50} 值为 $5.33 \pm 0.05 \mu\text{g/mL}$; 但对尖镰孢萎蔫转化型菌、轮纹大茎点菌、玉蜀黍赤霉菌等植物病原真菌的 EC_{50} 值大于 100 $\mu\text{g/mL}$, 几乎没有抑制效果。另外, 丁吡吗啉对灰葡萄孢、大丽花轮枝孢、瓜类炭疽菌、瓜果腐霉、褐孢霉和禾谷丝核菌的抑菌效果较差, 其 EC_{50} 值在 41.51~63.77 $\mu\text{g/mL}$ 之间。实验结果表明, 丁吡吗啉抑菌谱较窄, 只对致病疫霉、辣椒疫霉等卵菌和立枯丝核菌有较好的抑制效果, 因此, 作者以致病疫霉为靶标菌, 进一步研究了丁吡吗啉的作用方式。

表 1 丁吡吗啉对 13种病原菌的抑制活性

Table 1 Inhibitory activity of pyrimorph against 13 kinds of plant fungi

病原菌 Fungi	回归方程 Regression equation	相关系数 r	EC ₅₀ /(μg/mL)	95% 置信区间 95% CL/(μg/mL)
致病疫霉 <i>Phytophthora infestans</i>	$Y = 2.1371x + 4.7005$	0.985	1.38	1.17~1.62
辣椒疫霉 <i>Phytophthora capsici</i>	$Y = 1.0712x + 5.0154$	0.967	0.72	0.58~0.93
立枯丝核菌 <i>Rhizoctonia solani</i>	$Y = 1.3197x + 4.1456$	0.983	4.44	3.23~6.10
古巴假霜霉 <i>Pseudoperonospora cubensis</i>	$Y = 0.7750x + 4.4364$	0.987	5.33	3.31~8.45
尖镰孢萎蔫专化型 <i>Fusarium oxysporum</i> Schl f. sp. vasinfectum	$Y = 1.1341x + 2.4580$	0.989	174.30	94.79~320.49
轮纹大茎点菌 <i>Macrophoma kawatsukai</i>	$Y = 1.0375x + 2.8252$	0.989	124.81	71.45~218.01
玉蜀黍赤霉 <i>Gibberella zeae</i>	$Y = 1.0423x + 2.8507$	0.987	115.36	67.50~197.15
灰葡萄孢 <i>Botrytis cinerea</i>	$Y = 1.3188x + 2.8446$	0.996	43.08	29.22~54.45
大丽花轮枝孢 <i>Verticillium dahliae</i>	$Y = 1.7444x + 2.1773$	0.990	1.51	31.30~55.03
瓜类炭疽菌 <i>Colletotrichum orbiculare</i>	$Y = 1.4279x + 2.4782$	0.989	58.34	39.61~85.94
瓜果腐霉 <i>Pythium aphanidermatum</i>	$Y = 1.6802x + 2.0519$	0.985	56.84	45.11~71.61
褐孢霉 <i>Fulvia fulva</i>	$Y = 1.6749x + 2.0664$	0.993	56.42	44.85~70.97
禾谷丝核菌 <i>Rhizoctonia cerealis</i>	$Y = 1.5257x + 2.2466$	0.981	63.77	51.51~78.95

2.2 丁吡吗啉的保护作用和治疗作用

用丁吡吗啉喷雾处理番茄幼苗,药后 24 h和药前 24 h分别接种致病疫霉,药后 7 d调查番茄植株叶片晚疫病的发生情况,结果见表 2。可以看出,丁吡吗啉在防治番茄晚疫病时具有良好的保护效果,随着药液浓度增加其防治效果越高,当浓度大于 400 μg/mL 时,其对番茄晚疫病的防治效果超过 94.2%,甚至达到 100%,能够有效控制番茄晚疫病。番茄幼苗接菌处理 24 h后用丁吡吗啉喷雾处理,其对番茄晚疫病的治疗效果较差,虽然随着浓度增加其防治效果也增加,但与保护效果相比,其治疗效果明显偏低。因此,初步探明丁吡吗啉具有很好的保护作用,但治疗作用较差。

2.3 丁吡吗啉防治番茄晚疫病的持效期

测定结果(表 3)表明,用 400 μg/mL 的丁吡吗啉药液喷雾番茄植株,施药后 1、3 和 8 d 分别接

种致病疫霉,药剂对番茄晚疫病的防治效果分别为 94.2%、90.8% 和 78.1%;使用浓度为 800 μg/mL 的药液喷雾,施药后 1、3 和 8 d 接菌,对番茄晚疫病的防治效果分别为 100%、99.3% 和 100%。初步表明丁吡吗啉在防治番茄晚疫病时有较长的持效期。

2.4 丁吡吗啉对番茄晚疫病的内吸输导杀菌活性

2.4.1 灌根处理时 吡吗啉对番茄晚疫病的防治效果 采用丁吡吗啉灌根处理番茄幼苗,其不同浓度下对番茄晚疫病的防治效果见图 1。可以看出,丁吡吗啉 500、1 000 和 2 000 μg/mL 浓度灌根处理,对番茄晚疫病的防治效果分别为 12.8%、29.3% 和 36.1%,初步说明番茄幼苗对丁吡吗啉有一定的内吸性。

表 2 丁吡吗啉对番茄晚疫病的保护和治疗作用

Table 2 Effect of preventative and curative action of pyrimorph against tomato late blight

处理 Treatment	浓度 Concentration ($\mu\text{g/mL}$)	保护作用 Preventative action		治疗作用 Therapeutic action	
		病情指数	防治效果	病情指数	防治效果
		Disease index	Control efficacy (%)	Disease index	Control efficacy (%)
对照 CK	0	39.9	—	21.8	—
丁吡吗啉	100	21.6	45.9	19.3	11.5
Pyrimorph	200	10.6	73.4	15.8	27.8
	400	2.3	94.2	13.3	39.3
	800	0	100	7.7	64.9
	1000	0	100	3.3	84.7

表 3 丁吡吗啉对番茄晚疫病防治的持效期

Table 3 Persistent of pyrimorph against tomato late blight

处理 Treatment	浓度 Concentration ($\mu\text{g/mL}$)	施药后 1 d 接种 Inoculation 1 d after spray		施药后 3 d 接种 Inoculation 3 d after spray		施药后 8 d 接种 Inoculation 8 d after spray	
		病情指数	防治效果	病情指数	防治效果	病情指数	防治效果
		Disease index	Control efficacy (%)	Disease index	Control efficacy (%)	Disease index	Control efficacy (%)
对照 CK	39.9	—	26.9	—	49.6	—	—
丁吡吗啉	100	21.6	45.9	10.8	59.7	25.2	49.1
Pyrimorph	200	10.6	73.4	6.1	77.2	17.1	65.5
	400	2.3	94.2	2.5	90.8	10.9	78.1
	800	0	100	0.19	99.3	0	100

2.4.2 吡吗啉在番茄叶片内的吸收和输导 对4叶期的番茄幼苗,在第二片复叶的中间两片小叶涂抹用药,其对处理的中间两片小叶以及前后面小叶晚疫病的防治效果见图 1。用 250 $\mu\text{g/mL}$ 丁吡吗啉药液涂抹番茄复叶的中间小叶,其对处理小叶晚疫病的防效高达 86.7%,但对前面叶片的防效为 32.3%,对后面小叶叶片的防效为 26.7%,初步表明丁吡吗啉在叶片内有一定的横向输导性。其他浓度丁吡吗啉药液处理结果与此相似,说明在一片番茄复叶中,丁吡吗啉药液处理到的小叶对晚疫病防治效果最好,对前面小叶的防效较差,对后面小叶的防效最差。

3 结论与讨论

本研究结果表明,丁吡吗啉的抑菌谱较窄,只对卵菌(如致病疫霉、辣椒疫霉、古巴假霜霉菌等)和立枯丝核菌有较好的抑菌活性,但对半知菌亚门真菌、子囊菌亚门真菌的抑菌活性较差,在抑菌谱上与烯酰吗啉相似,可作为卵菌病害杀菌剂进一步研究开发。

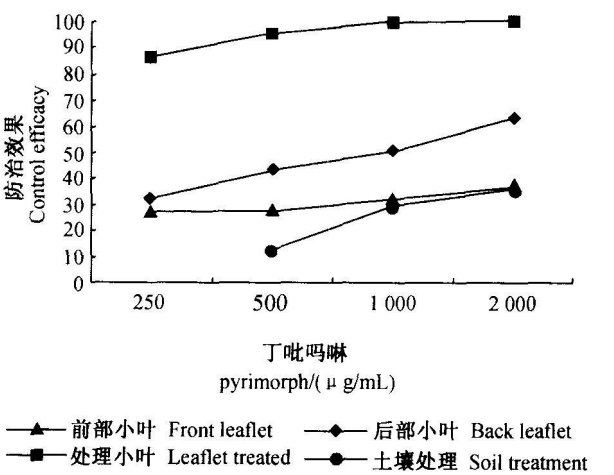


图 1 吡吗啉对番茄灌根处理和局部小叶处理对晚疫病的防治效果

Fig 1 Systemic action of pyrimorph against tomato late blight by soil treatment and part-leaflet treatment

卵菌是目前农业生产中一类非常重要的植物病原,可造成多种植物病害,如由致病疫霉造成的番茄晚疫病和马铃薯晚疫病、由辣椒疫霉导致的辣椒疫病等^[7]。卵菌的世代短,产孢量大,潜育期

短,再侵染次数多,对寄主植物的破坏性强,流行速度快,给农业生产造成了严重的经济损失,如番茄晚疫病可造成减产 10%~30%,严重时可达 80%,甚至绝产^[2]。在卵菌的综合防治措施中,化学防治仍然是控制病害的主要手段之一。但目前生产中普遍发生了卵菌对现有杀菌剂产生抗性的问题^[8],这对当前农业的发展构成了严重的威胁^[7,8]。因此,研究开发新型卵菌杀菌剂具有重要的应用价值,卵菌病害杀菌剂也一直是农药研究开发的热点^[7,9,10]。鉴于丁吡吗啉对卵菌有较好的抑制作用,建议今后应集中研究丁吡吗啉对致病疫霉、辣椒疫霉等重要卵菌的作用方式和作用机理,并研究比较丁吡吗啉与烯酰吗啉在作用方式和作用特性上的差异,研究比较致病疫霉、辣椒疫霉等对两者抗药性的差异,以探索丁吡吗啉在农业生产中的应用前景。

已有的研究表明,烯酰吗啉有较好的内吸传导活性^[1],而丁吡吗啉对番茄晚疫病的防治效果及作用特征的研究结果表明,该药剂具有很好的保护活性和较长的持效期,但治疗效果和内吸传导性较差。这说明两种杀菌剂在作用特性和作用方式上存在差别。作者采用生物测定的方法研究丁吡吗啉的内吸作用,以同样浓度药液分别灌根和喷雾处理,前者对番茄晚疫病的防治效果明显差于后者,初步发现丁吡吗啉虽然有一定的内吸活性,但活性很差。更详细的作用方式还有待仪器分析进一步证实,而有关其具体的作用机制也有待于深入进行研究。

参考文献:

[1] HUANG Qing-chun(黄青春), YE Zhong-yin(叶钟音). 烯酰

吗啉(DMM)的特性及其作用机制[J]. Pesticide Science and Administration(农药科学与管理), 2000 21(5): 28~31.

- [2] HUANG Xiong-yin(黄雄英), YUAN Huizhu(袁会珠), REN Xing-guo(任新国), et al. 烯酰吗啉对番茄晚疫病病原菌的抑制活性[J]. Plant Protection(植物保护), 2006 32(6): 45~47.
- [3] FANG Zhong-da(方中达). Research Method for Plant Pathology, 3rd ed. (植病研究方法, 第三版) [M]. Beijing(北京): China Agriculture Press(中国农业出版社), 1998 12.
- [4] CHEN Nian-chun(陈年春). Pesticide Bioassay Method(农药生物测定技术) [M]. Beijing(北京): Beijing Agricultural University Press(北京农业大学出版社), 1991 10.
- [5] MITANI S, ARAKI S, YAMAGUCHI T, et al. Antifungal Activity of the Novel Fungicide Cyazofamid against Phytophthora Infestants and other Plant Pathogenic Fungi in vitro [J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2001, 70: 92~99.
- [6] LI Heng-ku(李恒奎), ZHOU Ming-guo(周明国). 氟烯菌酯对禾谷镰孢菌的生物活性及其内吸传导性研究[J]. Chin J Pestic Sci(农药学报), 2006, 8(1): 30-35.
- [7] LIU Chang-ling(刘长令), LI Ji-de(李继德). 卵菌纲病害用杀菌剂的开发进展[J]. Pesticide(农药), 2000 39(8): 1-3.
- [8] WANG Wen-qiao(王文桥), LIU Guo-rong(刘国容). 卵菌对内吸性杀菌剂的抗药性及对策[J]. Acta phytopathologica Sinica(植物病理学报), 1996, 26(4): 294~296.
- [9] SIN ai-guo(司乃国), LIU Jun-li(刘君丽), LI Zhi-nian(李志念), et al. 创制杀菌剂烯酰菌酯生物活性及应用研究(I)——黄瓜霜霉病[J]. Pesticide(农药), 2003, 42(10): 36-38.
- [10] LIU Wu-cheng(刘武成), LI Zhi-nian(李志念), ZHANG Yue(张越), et al. 氟吗啉药效应用研究(I)——室内生物活性测定[J]. Pesticide(农药), 1999, 38(4): 10-13.

(Ed. JIN SH)

• 新书推介 •

《世界农药新进展》

由上海农药研究所张一宾等编写的《世界农药新进展》近日由化工出版社出版。作者分别从市场、品种、农药开发特点、创制方法及今后世界农药发展趋势等方面,收集了近年来的大量信息,全面阐述和分析归纳了当今世界农药进展情况、中国农药工业概况、外国公司在中国重点推广的品种等,并对中国农药的创制、研发及世界农药发展的趋势提出了自己的观点。内容丰富,可读性强,主要供我国农药的科研开发人员、生产管理技术人员及市场营销人员阅读,也可供大专院校农药、植保等相关专业的师生及有机合成化学的相关人士、农业植保技术干部参考。

(刘军, 杨新玲提供)