

柑橘炭疽病高效杀菌剂的筛选及 抗药性菌株的发现

杨 媚^{1†}, 冯淑杰^{2†}, 何银银¹, 王 震¹, 周而勋¹

(1 华南农业大学 资源环境学院, 广东 广州 510642; 2 华南农业大学 园艺学院, 广东 广州 510642)

摘要:采用生长速率法,用50%多菌灵可湿性粉剂(WP)、80%代森锰锌可湿性粉剂(WP)、10%苯醚甲环唑水分散剂(WG)、45%咪鲜胺水乳剂(EW)和25%嘧菌酯悬浮剂(FW)5种杀菌剂对来自广东不同地区和不同柑橘品种的10个柑橘炭疽病菌菌株进行了毒力测定.结果表明,咪鲜胺对柑橘炭疽病菌具有最好的抑制效果,其次是苯醚甲环唑;所有供试菌株对嘧菌酯和代森锰锌都具有一定程度的抗药性;不同地区的菌株对多菌灵的敏感性存在明显的差异,其中菌株CCMZ035、CCMZ004、CCST003和CCST026对多菌灵表现出很强的耐药性(抗药性).因此,咪鲜胺和苯醚甲环唑可作为防治柑橘炭疽病的首选药剂.

关键词:柑橘炭疽病; 盘长孢状刺盘孢; 杀菌剂; 毒力; 抗药性

中图分类号:S482.2; S436.661.1 文献标志码:A 文章编号:1001-411X(2013)01-0028-04

Screening of Efficient Fungicides for the Control of Citrus Anthracnose and the Discovery of Fungicide-Resistant Isolates

YANG Mei^{1†}, FENG Shujie^{2†}, HE Yinyin¹, WANG Zhen¹, ZHOU Erxun¹

(1 College of Natural Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;
2 College of Horticulture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Five fungicides, namely 50% carbendazin WP, 80% mancozeb WP, 10% difenoconazole WG, 45% prochloraz EW and 25% azoxystrobin FW, were tested for their toxicities to citrus anthracnose pathogen *Colletotrichum gloeosporioides* isolates from different citrus varieties and different districts of Guangdong Province by using mycelial growth rate method. The results showed that prochloraz had the best antifungal effect, followed by difenoconazole. All tested isolates had certain degrees of resistance to azoxystrobin and mancozeb, and showed obvious sensitivity differences to carbendazim. Isolates CCMZ004, CCMZ004, CCST003 and CCST026 all had the strong tolerance (resistance) to carbendazim. Therefore, prochloraz and difenoconazole can be used as the preferable fungicides to control citrus anthracnose.

Key words: citrus anthracnose; *Colletotrichum gloeosporioides*; fungicide; toxicity; fungicide resistance

柑橘 *Citrus reticulata* Banco 是世界第一大果树种类,在世界百果中,其种植面积和产量均居首位^[1].由盘长孢状刺盘孢(胶孢炭疽菌) *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. 引起的柑橘炭疽病是世界柑橘产区普遍发生的重要病害之一^[1-2].另外,炭疽病与青霉病和绿霉病等病害还可引起柑橘果实腐烂,严重影响柑橘果品的贮运与保鲜^[3].炭疽病菌除了危害柑橘外,还可为害香蕉、苹果、梨、柿、杏、桃、番茄、草

收稿日期:2012-06-12 网络出版时间:2013-01-11
网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/44.1110.S.20130111.0926.009.html>
作者简介: 杨 媚 (1965—),女,实验师;冯淑杰 (1978—),女,副教授,博士;† 对本文贡献相同;通信作者:周而勋 (1963—),男,教授,博士,E-mail: exzhou@scau.edu.cn

莓和瓜类等多种植物,在热带亚热带地区尤其严重,常常导致严重的果蔬炭疽病.近年来,随着优质柑橘品种的大面积种植,一些柑橘炭疽病的发生和危害非常严重,但我国对柑橘炭疽病的相关研究不多^[1].最近,广东省肇庆市德庆县的名优柑橘品种——德庆贡柑的炭疽病大面积暴发流行,给该县的柑橘生产造成了严重的经济损失^[4].因此,当前如何有效地控制炭疽病的发生和危害,已成为柑橘种植业亟待解决的重要课题.生产实践证明,在炭疽病发病初期,适时喷施药剂是控制该病的有效措施之一^[5].然而,由于连续多年使用苯并咪唑类和取代苯类的杀菌剂,导致各柑橘产区病原菌产生抗药性,防治效果下降^[6].为了筛选对柑橘炭疽病高效、低毒和安全的杀菌剂,并了解广东各柑橘产区炭疽病菌的抗药性现状,本研究从防治真菌病害常用的 5 大类杀菌剂(苯并咪唑类、二硫代氨基甲酸盐类、三唑类、咪唑类和 β -甲氧基丙烯酸酯类)中各选取 1 种代表性杀菌剂,即多菌灵、代森锰锌、苯醚甲环唑、咪鲜胺和啉菌酯,对来自广东省不同地区和不同柑橘品种的 10 个柑橘炭疽病菌菌株进行室内毒力测定,以进一步了解柑橘炭疽病菌的抗药性现状,为生产上合理用药提供可靠的依据.

1 材料与方法

1.1 供试菌株

从广东省柑橘各主产区采集具有典型症状的柑橘炭疽病样本(枝条或叶片)进行病原菌分离,得到的菌株经过纯化后,再进行单孢分离,选取其中 10 个具代表性的单孢菌株作为本研究的供试菌株.这些供试菌株的详细情况如下:CCDQ013 菌株,分离自广东肇庆的贡柑 *Citrus sinensis* cv. Gonggan;CCFS014 菌株,分离自广东佛山的年橘 *C. reticulata*;CCZJ003 菌株,分离自广东湛江的红江橙 *C. sinensis* cv. Hongjiangcheng;CCZJ034 菌株,分离自广东湛江的红橘 *C. erythresa*;CCMZ035 菌株,分离自广东梅州的四季柚 *C. grandis* cv. Sijiyou;CCMZ004 菌株,分离自广东梅州的沙田柚 *C. grandis* cv. Shatianyou;CCHZ001 菌株,分离自广东惠州的春甜橘 *C. reticulata* cv. Chuntianju;CCHZ020 菌株,分离自广东惠州的天草 *C. reticulata* cv. Tiancao;CCST003 菌株,分离自广东汕头的蕉柑 *C. reticulata* var. tankan;CCST026 菌株,分离自广东汕头的脐橙 *C. sinensis*. 根据其形态学特征和 ITS 序列,上述 10 个供试菌株被鉴定为盘长孢状刺盘孢(胶孢炭疽菌)^[1],保存于华南农业大学资源环境学院热带亚热带真菌研究室.

1.2 供试药剂

50% 多菌灵可湿性粉剂(WP,江苏苏化集团新

沂农化有限公司);80% 代森锰锌可湿性粉剂(WP,南通德斯益农化工有限公司);10% 苯醚甲环唑水分散剂(WG,瑞士诺华有限公司);45% 咪鲜胺水乳剂(EW,江苏剑牌农药化工有限公司);25% 啉菌酯悬浮剂(FW,先正达苏州作物保护有限公司).各供试药剂的使用质量浓度详见表 1.

表 1 供试药剂的质量浓度
Tab. 1 Mass concentrations of fungicides used

供试药剂	$\rho/(\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1})$				
50% 多菌灵	100.00	200.00	300.00	400.00	500.00
25% 啉菌酯	0.10	0.20	0.40	0.80	1.60
10% 苯醚甲环唑	0.05	0.10	0.20	0.40	0.80
80% 代森锰锌	40.00	60.00	80.00	100.00	120.00
45% 咪鲜胺	0.01	0.02	0.04	0.08	0.16

1.3 毒力测定及抗药性分级

毒力测定采用生长速率法^[7].具体方法如下:在 49 mL 灭菌 PDA 培养基中加入 1 mL 50 倍于使用浓度的杀菌剂母液,充分摇匀,均匀倒入 3 个直径为 9 cm 的培养皿中,冷却凝固,制备成含药 PDA 平板;将在 PDA 平板上培养了 7 d 的柑橘炭疽病菌菌丝块(直径为 5 mm)放置于含药 PDA 平板中央(以不含药的 PDA 平板为对照),每皿 1 块,重复 3 次,于 28 ℃ 培养箱内培养,7 d 后采用十字交叉法度量菌落直径,计算抑制率.计算公式如下:

抑制率 = [(对照菌落直径 - 处理菌落直径) / 对照菌落直径] × 100%.

以杀菌剂有效成分质量浓度对数值为自变量(x),相对抑制率的几率值为因变量(y),计算出毒力回归方程式和相关系数.由毒力回归方程计算 EC_{50} .参考杨叶等^[8]所使用的芒果炭疽病菌对多菌灵的抗药性分级标准: EC_{50} 大于 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的为高抗; EC_{50} 为 1 ~ 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的为抗性; EC_{50} 小于 1 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的为敏感.以此为标准对柑橘炭疽病菌的抗药性进行分级.

2 结果与分析

2.1 多菌灵对柑橘炭疽病菌不同菌株的毒力及抗药性分析

从表 2 可看出,10 个菌株对多菌灵的敏感性(抗药性)存在明显差异.其中菌株 CCDQ013、CCFS014、CCZJ003、CCZJ034、CCHZ001 和 CCHZ020 的 EC_{50} 分别为 0.125 0、0.051 0、0.032 4、0.048 6、0.061 5 和 0.122 2 $\mu\text{g}/\text{mL}$,均小于 1 $\mu\text{g}/\text{mL}$,说明这些菌株仍保持了对多菌灵的高度敏感性;而菌株 CCMZ035、CCST026、CCMZ004 和 CCST003 的 EC_{50} 则分别达到了 963.772 0、832.665 3、612.314 2 和 200.539 5 $\mu\text{g}/\text{mL}$, EC_{50} 均大于 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$,表现出了对多菌灵

的明显抗药性,均为高抗菌株.不同菌株间的最高EC₅₀是最低EC₅₀的29 746倍,说明这些菌株之间的抗药性差异很大.

表 2 50%多菌灵 WP 对柑橘炭疽病菌的毒力
Tab. 2 Toxicity of 50% carbendazim WP to *Colletorichum gloeosporioides*

菌株代号	回归方程 ¹⁾	相关系数(<i>r</i>)	EC ₅₀ / ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)
CCDQ013	$y = 1.3957x + 6.2604$	0.9917	0.1250
CCFS014	$y = 3.0897x + 8.9927$	0.9294	0.0510
CCZJ003	$y = 5.5348x + 13.2418$	0.9699	0.0324
CCZJ034	$y = 3.0917x + 9.0594$	0.9331	0.0486
CCMZ035	$y = 0.5574x + 3.3368$	0.9137	963.7720
CCMZ004	$y = 0.7660x + 2.8653$	0.9428	612.3142
CCHZ001	$y = 2.6260x + 8.1804$	0.9236	0.0615
CCHZ020	$y = 1.5333x + 6.3999$	0.9916	0.1222
CCST003	$y = 0.7866x + 3.1892$	0.9119	200.5395
CCST026	$y = 0.8533x + 2.5080$	0.9778	832.6653

1)x:杀菌剂有效成分质量浓度对数值,y:相对抑制率的几率值.

2.2 嘧菌酯对柑橘炭疽病菌不同菌株的毒力及抗药性分析

从表3可见,嘧菌酯的EC₅₀在1~100 μg/mL之间,说明这些菌株对该药剂存在一定的抗药性.菌株CCST003的EC₅₀最高,为13.3282 μg/mL,而其他菌株的EC₅₀均小于10 μg/mL,其中CCST026菌株的EC₅₀最低,为1.5087 μg/mL.最高EC₅₀是最低EC₅₀的8.8倍,说明各菌株对嘧菌酯存在一定的抗药性,但抗药性差异不太大.

表 3 嘧菌酯 FW 对柑橘炭疽病菌的毒力
Tab. 3 Toxicity of azoxystrobin FW to *Colletorichum gloeosporioides*

菌株代号	回归方程 ¹⁾	相关系数 (<i>r</i>)	EC ₅₀ / ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)
CCDQ013	$y = 0.2104x + 4.8917$	0.9876	3.2711
CCFS014	$y = 0.3554x + 4.8299$	0.9789	3.0102
CCZJ003	$y = 0.3835x + 4.6783$	0.9874	6.8991
CCZJ034	$y = 0.4157x + 4.8531$	0.9709	2.2560
CCMZ035	$y = 0.4209x + 4.8275$	0.9759	2.5690
CCMZ004	$y = 0.2801x + 4.8663$	0.9598	3.0020
CCHZ001	$y = 0.3326x + 4.6918$	0.9608	8.4476
CCHZ020	$y = 0.5652x + 4.8194$	0.9784	2.0870
CCST003	$y = 0.2564x + 4.7117$	0.9981	13.3282
CCST026	$y = 0.3067x + 4.9452$	0.9808	1.5087

1)x:杀菌剂有效成分质量浓度对数值,y:相对抑制率的几率值.

2.3 苯醚甲环唑对柑橘炭疽病菌不同菌株的毒力及抗药性分析

从表4可看出,苯醚甲环唑的EC₅₀值差别不大,均小于1 μg/mL,说明所有供试菌株对苯醚甲环唑的敏感性程度都很高.菌株CCFS014的EC₅₀最高,为0.3599 μg/mL,菌株CCST026的EC₅₀最低,为0.2228 μg/mL.最高EC₅₀仅为最低EC₅₀的1.6倍,说明这些菌株之间的抗药性差异很小.

表 4 苯醚甲环唑 WG 对柑橘炭疽病菌的毒力
Tab. 4 Toxicity of difenoconazole WG to *Colletorichum gloeosporioides*

菌株代号	回归方程 ¹⁾	相关系数(<i>r</i>)	EC ₅₀ / ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)
CCDQ013	$y = 0.5170x + 5.2982$	0.9968	0.2650
CCFS014	$y = 0.7161x + 5.3179$	0.9930	0.3599
CCZJ003	$y = 0.5955x + 5.3569$	0.9961	0.2516
CCZJ034	$y = 0.6405x + 5.3269$	0.9936	0.3088
CCMZ035	$y = 0.7098x + 5.3885$	0.9913	0.2835
CCMZ004	$y = 0.7547x + 5.4480$	0.9902	0.2549
CCHZ001	$y = 0.7361x + 5.4704$	0.9938	0.2295
CCHZ020	$y = 0.6126x + 5.3335$	0.9944	0.2855
CCST003	$y = 0.7951x + 5.5080$	0.9938	0.2296
CCST026	$y = 0.7765x + 5.5064$	0.9961	0.2228

1)x:杀菌剂有效成分质量浓度对数值,y:相对抑制率的几率值.

2.4 代森锰锌对柑橘炭疽病菌不同菌株的毒力及抗药性分析

从表5可见,10个菌株对代森锰锌均具有一定程度的抗药性.其中菌株CCZJ003、CCDQ013、CCMZ035、CCMZ004、CCHZ020和CCFS014的EC₅₀值均大于100 μg/mL,属于高抗药性菌株,而其他菌株的EC₅₀值也介于1~100 μg/mL之间,属于抗性菌株.菌株CCZJ003的EC₅₀最高,为316.9140 μg/mL,菌株CCST003的EC₅₀最低,为35.5019 μg/mL.最高EC₅₀是最低EC₅₀的8.9倍,说明各菌株对代森锰锌存在一定的抗药性,但这些菌株之间的抗药性差异不太大.

2.5 咪鲜胺对柑橘炭疽病菌不同菌株的毒力及抗药性分析

从表6可看出,咪鲜胺的EC₅₀均小于1 μg/mL,说明所有菌株对咪鲜胺的敏感性程度都很高.菌株CCMZ004的EC₅₀最高,为0.0312 μg/mL,而菌株CCHZ020的EC₅₀最低,为0.0186 μg/mL.最高EC₅₀仅为最低EC₅₀的1.7倍,说明这些菌株之间的抗药性差异很小.

表 5 代森锰锌 WP 对柑橘炭疽病菌的毒力
Tab. 5 Toxicity of mancozeb WP to *Colletorichum gloeosporioides*

菌株代号	回归方程 ¹⁾	相关系数 (<i>r</i>)	EC ₅₀ / (μg · mL ⁻¹)
CCDQ013	$y = 0.931\ 1\ x + 2.817\ 6$	0.972 6	220.740 2
CCFS014	$y = 1.010\ 4\ x + 2.906\ 7$	0.980 8	117.945 1
CCZJ003	$y = 1.455\ 7\ x + 1.359\ 5$	0.971 8	316.914 0
CCZJ034	$y = 1.293\ 2\ x + 2.428\ 2$	0.973 9	97.438 7
CCMZ035	$y = 2.796\ 3\ x - 0.023\ 9$	0.983 7	62.613 5
CCMZ004	$y = 1.151\ 9\ x + 2.509\ 7$	0.975 2	145.181 8
CCHZ001	$y = 1.326\ 8\ x + 1.928\ 1$	0.962 2	206.627 3
CCHZ020	$y = 1.287\ 4\ x + 2.254\ 9$	0.984 6	135.614 8
CCST003	$y = 2.218\ 1\ x + 1.561\ 4$	0.993 8	35.501 9
CCST026	$y = 1.361\ 5\ x + 2.777\ 0$	0.981 7	42.933 4

1)x:杀菌剂有效成分质量浓度对数值,y:相对抑制率的几率值.

表 6 咪鲜胺 EW 对柑橘炭疽病菌的毒力
Tab. 6 Toxicity of prochloraz EW to *Colletorichum gloeosporioides*

菌株代号	回归方程 ¹⁾	相关系数 (<i>r</i>)	EC ₅₀ / (μg · mL ⁻¹)
CCDQ013	$y = 1.472\ 5\ x + 7.5369$	0.992 8	0.018 9
CCFS014	$y = 1.691\ 4\ x + 7.716\ 7$	0.988 7	0.024 8
CCZJ003	$y = 1.147\ 7\ x + 6.755\ 1$	0.989 6	0.029 6
CCZJ034	$y = 1.675\ 5\ x + 7.676\ 4$	0.983 9	0.025 3
CCMZ035	$y = 5.409\ 8\ x + 14.343\ 6$	0.852 1	0.018 7
CCMZ004	$y = 1.384\ 5\ x + 7.084\ 4$	0.984 7	0.031 2
CCHZ001	$y = 1.879\ 1\ x + 8.120\ 1$	0.991 2	0.021 9
CCHZ020	$y = 5.271\ 2\ x + 14.117\ 5$	0.831 8	0.018 6
CCST003	$y = 1.753\ 0\ x + 7.796\ 8$	0.997 4	0.025 4
CCST026	$y = 1.546\ 1\ x + 7.445\ 2$	0.984 5	0.026 2

1)x:杀菌剂有效成分质量浓度对数值,y:相对抑制率的几率值.

3 讨论与结论

本研究明确了广东柑橘炭疽病菌对 5 种供试杀菌剂的敏感性差异,筛选出了咪酰胺和苯醚甲环唑这 2 种防治柑橘炭疽病的首选杀菌剂,并发现了梅州和汕头地区各有 2 个菌株对多菌灵产生了高抗药性,这是广东柑橘炭疽病菌出现高抗药性菌株的首次报道.由此可见,这 2 个地区的柑橘炭疽病菌对多菌灵的抗药性形势是非常严峻的,多菌灵在通常的使用浓度下对这 2 个地区柑橘炭疽病的防治将是无效的,应引起高度重视,其抗药性原因有待进一步研究.

Jayasinghe 等^[9]曾报道过该菌对多菌灵、甲基托

布津和苯菌灵较尖孢刺盘孢(尖孢炭疽菌) *C. acutatum* 敏感;胡美娇等^[10]对芒果炭疽病菌的研究也证实了盘长孢状刺盘孢(胶孢炭疽菌)比尖孢刺盘孢对多菌灵更敏感.由此看来,盘长孢状刺盘孢(胶孢炭疽菌)是一类对苯并咪唑类杀菌剂非常敏感的菌株.本研究结果表明,来自广东省不同地区和不同柑橘品种的柑橘炭疽病菌(盘长孢状刺盘孢)10 个菌株对 5 种不同杀菌剂的敏感性(抗药性)存在明显的差异,其中咪酰胺和苯醚甲环唑的 EC₅₀ 均小于 1 μg/mL,供试菌株对这 2 种药剂均未产生抗药性;而供试菌株对啞菌酯和代森锰锌菌均产生了一定程度的抗药性,且在代森锰锌中产生了一定数量的高抗菌株;尤其值得注意的是,不同菌株对多菌灵敏感性(抗药性)的差异最明显,最高 EC₅₀ 是最低 EC₅₀ 的 29 746 倍.这可能是由于抗药性菌株所在地区长期单一使用某种药剂,导致这些菌株产生了对该药剂的耐药性(抗药性),病菌的遗传物质发生了变化,抗药性可以稳定遗传,经过若干代繁殖以后,抗药性菌株得以延续下来,形成一个抗药性群体.徐大高等^[11]和詹儒林等^[12]在研究广东、海南的芒果炭疽病菌对多菌灵的抗性时也发现田间存在抗药性菌株,且抗药性存在地区间差异.姜于兰等^[13]对贵州的柑橘炭疽病菌进行室内杀菌剂的毒力测定时发现,10% 苯醚甲环唑的抑菌作用最强,其 EC₅₀ 为 0.021 2 μg/mL,25% 咪酰胺的 EC₅₀ 为 3.282 5 μg/mL,而 25% 啞菌酯的 EC₅₀ 为 9 650.901 9 μg/mL,已经失去了利用价值,这与本研究的结果差别甚大.在本研究中,柑橘炭疽病菌对咪酰胺未产生抗药性,菌株中最高 EC₅₀ 仅为 0.031 2 μg/mL,对啞菌酯虽然产生了一定的抗药性,但抗性程度不高,在这些地区仍可使用.这也进一步说明了菌株抗药性的形成与不同地区的用药历史、用药水平及当地的气象条件等有关,存在明显的地域差异.

参考文献:

[1] 王震,杨媚,杨迎青,等. 广东省柑橘炭疽病原菌的形态与分子鉴定[J]. 菌物学报, 2010, 29 (4): 488-493.

[2] 曹若霖. 果树病理学 [M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 1997:1-5

[3] 耿鹏,陈少华,胡美英,等. 马克斯克鲁维酵母对柑橘采后绿霉病的抑制效果[J]. 华中农业大学学报, 2011, 30 (6): 712-716.

[4] 彭埃天,陈玉托,宋晓兵,等. 德庆贡柑炭疽病的发生与防治初探[J]. 广东农业科学, 2008,35(2): 58-60.

(下转第 40 页)

- [J]. 昆虫知识, 2002, 39(1):67-70.
- [4] 章玉苹, 曾玲, 陆永跃, 等. 橘小实蝇对敌百虫抗性稳定性及再增长趋势[J]. 昆虫学报, 2008, 51(10): 1044-1049.
- [5] 潘志萍, 陆永跃, 曾玲, 等. 橘小实蝇实验种群对敌百虫、高效氯氰菊酯和阿维菌素的抗性增长规律[J]. 昆虫学报, 2008, 51(6):609-617.
- [6] 章玉苹, 曾玲, 陆永跃, 等. 橘小实蝇对敌百虫抗药性遗传分析[J]. 华南农业大学学报, 2008, 28(1):39-43.
- [7] 杜迎刚, 苗青, 季清娥, 等. 多杀菌素和荧光桃红 B 对橘小实蝇取食的影响[J]. 昆虫知识, 2009, (3):441-444.
- [8] 王波, 黄居昌, 陈家骅. 酶解啤酒废酵母生产橘小实蝇蛋白饵剂的研究[J]. 江西农业大学学报, 2010, 32(2):299-302.
- [9] MCQUATE G T, CUNNINGHAM R T, PECK S L, et al. Suppression oriental fruit fly populations with phloxine B-protein bait sprays[J]. Pesti Sci, 1998, 55(5):574-576.
- [10] VARGAS R I, MILLER N W, STARK J D. Field trial of spinosad as a replacement for naled, DDVP, and malathion in methyl eugenol and cue-lure bucket traps to attract and kill male oriental fruit flies and melon flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii[J]. J Econ Entomol, 2003, 96(6):1780-1785.
- [11] BARRY J D, POLAVARAPU S. Feeding and survivorship of blueberry maggot flies (Diptera: tephritidae) on protein baits incorporate with insecticides[J]. Florida Entomol, 2005, 88(3):268-277.
- [12] VARGAS R I, PROKOPY R. Local attraction and feeding response of melon flies and oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) to various protein baits with and without spinosad[J]. Hawaiian Entomo Soc Proc, 2006, 38:49-60.
- [13] ALCANTARA-LICUDINE J P, CUNNINGHAM R T, LIQUIDO N J, et al. Dissipation of phloxine B and uranine in protein bait sprayed in a coffee field for the suppression of Mediterranean fruit fly[J]. Bull Environ Contam Toxicol, 1999, 62(3):344-351.
- [14] MCQUATE G T, PECK S L, BARR P G, et al. Comparative laboratory evaluation of spinosad and phloxine B as toxicants in protein baits for suppression of three fruit fly (Diptera: Tephritidae) Species[J]. J Econ Entomol, 2005, 98(4):1170-1178.
- [15] VARGAS R I, MILLER N W, PROKOPY R J. Attraction and feeding responses of Mediterranean fruit fly and a natural enemy to protein baits laced with two novel toxins, phloxine B and spinosad[J]. Entom Exp Appl, 2002, 102: 273-282.
- [16] VARGAS R I, PROKOPY R. Attraction and feeding responses of melon flies and oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) to various protein baits with and without toxicants[J]. Proc Hawaiian Entomol, 2006, 38: 49-60.

【责任编辑 周志红, 霍 欢】

(上接第31页)

- [5] 冷怀琼, 刘襄成, 沈言章. 柑橘炭疽菌次生分生孢子形成研究[J]. 植物病理学报, 1984, 14(2): 95-100.
- [6] 叶琪明. 浙江桔园农药使用现状及减少用药对策[J]. 农药科学与管理, 2001, 22(增刊): 39-41.
- [7] 黄彰欣. 植物化学保护实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1993:9-15
- [8] 杨叶, 何书海, 张淑娟, 等. 海南芒果炭疽菌对多菌灵的抗药性测定[J]. 热带作物学报, 2008, 29(1): 73-77.
- [9] JAYASINGHE C K, FERNANDO T H P S. Growth at different temperatures and on fungicide amended media: Two characteristics to distinguish *Colletotrichum* species pathogenic to rubber[J]. Mycopathologia, 1998, 143: 93-95.
- [10] 胡美姣, 李敏, 杨凤珍, 等. 两种芒果炭疽病菌生物学特性的比较[J]. 西南农业学报, 2005, 18(3): 306-310.
- [11] 徐大高, 潘汝谦, 郑仲, 等. 芒果炭疽菌对多菌灵的抗药性监测[J]. 华南农业大学学报:自然科学版, 2004, 25(2): 34-36.
- [12] 詹儒林, 李伟, 郑服丛. 芒果炭疽菌对多菌灵的抗药性[J]. 植物保护学报, 2005, 32(1): 71-76.
- [13] 姜于兰, 周小燕. 不同杀菌剂对柑橘炭疽病菌的室内毒力测定[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(8): 94-95.

【责任编辑 周志红】