

# 不同杀菌剂对番石榴枝枯病原菌的毒力和田间防效

邵雪花<sup>1</sup>, 赖多<sup>1</sup>, 朱华兴<sup>2</sup>, 黄建辉<sup>2</sup>, 李扇妹<sup>2</sup>, 匡石滋<sup>1\*</sup>

(1. 广东省农业科学院果树研究所, 农业部南亚热带果树生物学与遗传资源利用重点实验室, 广州 510640; 2. 广东省中山市坦洲镇农业服务中心, 中山 528400)

**摘要** 为有效防治我国近些年新发现的番石榴枝枯病, 本研究采用菌丝生长速率法和孢子萌发法, 测定了 8 种杀菌剂对番石榴枝枯病菌(小新壳梭孢)的毒力, 筛选出高效药剂, 并进行田间防治试验。结果表明: 30% 咪鲜胺 CS 对小新壳梭孢的抑菌能力最强,  $EC_{50}$  为 0.2 mg/L; 其次是 60% 苯醚甲环唑 WG 和 35% 苯甲·嘧菌酯 SC,  $EC_{50}$  分别为 0.23 和 0.29 mg/L。30% 咪鲜胺 CS 和 35% 苯甲·嘧菌酯 SC 对小新壳梭孢分生孢子萌发的抑制作用最强,  $EC_{50}$  分别为 0.07 和 0.09 mg/L; 30% 咪鲜胺 CS 和 60% 苯醚甲环唑 WG 的预防作用和治疗作用效果也最好; 田间试验结果表明, 使用 30% 咪鲜胺 CS 和 60% 苯醚甲环唑 WG 防治番石榴枝枯病的防效最好, 达到 56.87% 和 52.40%, 有较大的应用潜力。

**关键词** 番石榴枝枯病; 小新壳梭孢; 杀菌剂; 毒力; 田间防效

**中图分类号:** S 482.2 **文献标识码:** B **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2018144

## Virulence and control efficacy in field of different fungicides against the pathogen of guava shoot blight

SHAO Xuehua<sup>1</sup>, LAI Duo<sup>1</sup>, ZHU Huaxing<sup>2</sup>, HUANG Jianhui<sup>2</sup>, LI Shanmei<sup>2</sup>, KUANG Shizi<sup>1</sup>

(1. Institute of Fruit Tree Research, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of South Subtropical Fruit Biology and Genetic Resource Utilization, Ministry of Agriculture, Guangzhou 510640, China; 2. Agricultural Service Center of Tanzhou Town of Zhongshan, Guangdong, Zhongshan 528400, China)

**Abstract** Guava shoot blight of is a new serious disease which infects guava twigs in the southern China in recent years. The objective of this study was to screen the effective fungicides against the disease. The virulence of eight fungicides against the pathogen *Neofusicoccum parvum* was tested in the laboratory by the methods of mycelial growth and spore conidial germination, and the fungicides with high virulence were used in the field control trials. Results showed that prochloraz 30% CS exhibited the strongest inhibitory activity with  $EC_{50}$  value of 0.2 mg/L, followed by difenoconazole 60% WG and difenoconazole · azoxystrobin 35% SC, with  $EC_{50}$  values of 0.23 mg/L and 0.29 mg/L, respectively. Meanwhile, prochloraz 30% CS and difenoconazole · azoxystrobin 35% SC had maximum toxicity against spore germination with the average  $EC_{50}$  values of 0.07 and 0.09 mg/L, respectively. Moreover, prochloraz 30% CS and difenoconazole 60% WG showed high preventive and curative activity against *N. parvum*. Field experiment showed that prochloraz 30% CS and difenoconazole 60% WG had great potential to control guava shoot blight, with the control efficacies of 56.87% and 52.40%, respectively.

**Key words** guava shoot blight; *Neofusicoccum parvum*; fungicide; virulence test; control efficacy in field

番石榴 *Psidium guajava* L. 为桃金娘科 Myrtaceae 番石榴属 *Psidium* 的常绿灌木或小乔木, 原

产于美洲热带的墨西哥、秘鲁、巴西及西印度群岛一带, 是一种适应性很强的热带果树。在我国广东、海

南、广西、福建、台湾及云南等省份广泛种植,也是近年来岭南特色水果之一<sup>[1-2]</sup>。果实色、香、味诱人,果肉嫩滑可口,营养丰富,尤其是维生素 C 含量很高,深受广大消费者的喜爱<sup>[3-4]</sup>。

番石榴枝枯病是近年来发现的一种新病害,该病发病频率很高,特别是在管理粗放,栽培时间较长的果园可造成毁灭性灾害。经本实验室分离鉴定病原菌为新壳梭孢菌 *Neofusicoccum parvum*, 该菌是重要的植物病原真菌,属于囊菌葡萄座腔菌科的无性阶段<sup>[5]</sup>,能引起多种植物病害,如枇杷树、圆锥蒲桃、亚洲梨、鳄梨和紫花野牡丹的枝条枯萎等<sup>[6-9]</sup>。*N. parvum* 多以枝条作为侵染目标,特别是在寄主受到环境胁迫或长势衰弱的情况下其侵染性增强,它们也能通过健康植物的伤口侵入<sup>[10-11]</sup>,也就解释了番石榴枝枯病在种植时间较长的果场易暴发的原因。

*N. parvum* 主要定殖于番石榴枝干,故命名为番石榴枝枯病。2017 年匡石滋等首次在番石榴枯枝上发现由 *N. parvum* 引起的番石榴枝枯病。与已报道的病原菌不同,它主要危害枝干,发病初期番石榴部分枝条和叶片开始黄化,随病情加重,枝条干枯数量逐渐增多并蔓延至全树。目前生产上尚无防控该病害的有效药剂与方法,本试验从市场上购买常用的杀菌剂中初步筛选出 8 种,对 *N. parvum* 进行室内毒力测定和田间药效试验,以期对番石榴枝枯病的防治提供指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 供试菌株

菌种由广东省农业科学院果树研究所,农业部南亚热带果树生物学与遗传资源利用重点实验室于 2017 年 2 月从广东省中山市坦洲镇采集并分离纯化,经鉴定为新壳梭孢菌 *N. parvum*, 在 PDA 斜面上于 4℃ 冰箱中保存备用。

#### 1.1.2 供试杀菌剂

供试药剂是从目前真菌杀菌剂中挑选出的 8 种效果较好的杀菌剂,30% 咪鲜胺微囊悬浮剂,江苏明德立达作物科技有限公司;16% 咪鲜·异菌脲悬浮剂,山东潍坊双星农药有限公司;50% 丙环唑乳油,陕西美邦农药有限公司;35% 苯甲·啞菌酯悬浮剂,北京富力特农业科技有限责任公司;60% 苯醚甲环唑水分散粒剂,海利尔药业集团股份有限公司;70% 甲基硫菌灵可湿性粉剂,允发化工上海有限公司;20% 腈菌·福美双可湿性粉剂,河南力克化工有限公司;80% 代森锰锌可湿性粉剂,山东百纳生物科技有限公司。

#### 1.1.3 供试培养基

试验采用 PDA 培养基,用于病菌的活化、保存。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 母液的配制

根据预试验结果将上述制剂用无菌水配制成母液,并将其倍比稀释 5 种浓度(表 1)4℃ 冰箱保存备用。

表 1 杀菌剂浓度设置

Table 1 Concentration of fungicides

杀菌剂 Fungicide	菌丝生长试验浓度/mg · L <sup>-1</sup> Concentration on mycelial growth						孢子萌发试验浓度/mg · L <sup>-1</sup> Concentration on spore germination				
	30% 咪鲜胺 CS prochloraz 30% CS	6.79	3.4	1.7	0.85	0.42	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05
16% 咪鲜·异菌脲 SC prochloraz · iprodione 16% SC	6.35	3.18	1.59	0.79	0.4	3.2	1.6	0.80	0.4	0.2	
50% 丙环唑 EC propiconazole 50% EC	4.25	2.13	1.06	0.53	0.27	2.4	1.2	0.6	0.3	0.15	
35% 苯甲·啞菌酯 SC difenoconazole · azoxystrobin 35% SC	4.65	2.33	1.16	0.58	0.29	1.2	0.6	0.3	0.15	0.075	
60% 苯醚甲环唑 WG difenoconazole 60% WG	1.8	0.9	0.45	0.23	0.11	0.96	0.48	0.24	0.12	0.06	
70% 甲基硫菌灵 WP thiophanate-methyl 70% WP	11.6	5.8	2.9	1.45	0.73	4.8	2.4	1.2	0.6	0.3	
20% 腈菌·福美双 WP myclobutanil · thiram 20% WP	182.4	91.2	45.6	22.8	11.4	96	48	24	12	6	
80% 代森锰锌 WP mancozeb 80% WP	11.6	5.8	3.0	1.5	0.75	10.4	5.2	2.6	1.3	0.65	

### 1.2.2 杀菌剂对菌丝生长的抑制作用

采用菌丝生长速率测定法<sup>[12]</sup>。分别吸取不同浓度的供试杀菌剂(表 1)1 mL 加入已装有 15 mL 灭菌并降温至 50℃左右的 PDA 培养基的三角瓶中,混匀,倒入培养皿中,备用。以加入无菌水的 PDA 培养基平板作对照。每种杀菌剂的每个浓度均设 3 次重复。用无菌打孔器( $d=5$  mm)打取培养好的病原菌菌饼 1 块,接种到 PDA 培养基平板中央,置于 28℃恒温培养箱中培养 3 d。十字交叉法测量菌落直径,计算菌丝生长抑制率。求出毒力回归方程,进一步算出  $EC_{50}$  及相关系数  $r$ 。

菌丝生长抑制率= $[(\text{对照菌落直径}-\text{处理菌落直径})/(\text{对照菌落直径}-\text{菌饼直径})]\times 100\%$ ;

农药有效浓度(mg/L)=(含量百分数/稀释倍数) $\times 10^6$ 。

### 1.2.3 杀菌剂对孢子萌发的抑制作用

采用孢子萌发法<sup>[13]</sup>。含药及对照培养基的制备同 1.2.2。根据菌丝生长速率测定结果,设定供试药剂的系列浓度如表 1。将纯化后的小新壳梭孢菌菌株接种在 PDA 平板上,28℃黑暗培养 4 d 后,加入 10 mL 的无菌水刮洗菌丝,所得到的悬浮液经 3 层无菌纱布过滤,滤液于 10 000 r/min 离心 5 min,弃掉上清液,将分生孢子重新悬浮在 10 mL 的无菌水中。在显微镜下使用血球计数板计算孢子悬浮液的浓度,最终将孢子悬浮液浓度调至  $1\times 10^5$  个/mL。吸取 100  $\mu$ L 孢子悬浮液加入 PDA 培养平板中,涂布均匀。28℃黑暗培养 24 h,观察分生孢子的萌发情况,当芽管长度超过孢子长度的一半时视为萌发,每个平板至少观察 200 个以上的分生孢子,最后计算孢子萌发抑制率。

孢子萌发率=(孢子萌发数/检查孢子总数) $\times 100\%$ ;

孢子萌发抑制率= $[(\text{对照孢子萌发率}-\text{处理孢子萌发率})/\text{对照孢子萌发率}]\times 100\%$ 。

### 1.2.4 杀菌剂的预防和治疗作用

根据前期室内毒力测定结果,在实验基地采集未接触过药剂的大小和健康状况一致的番石榴叶片,参考任莉等<sup>[14]</sup>的方法处理叶片。用无菌水冲洗叶片 3 次后晾干,将叶片在配制好的药液中浸泡 30 s(每种药剂设置 3 个有效浓度),置于铺有湿润滤纸的培养皿中常温培养 24 h,用消毒的接种针在番石榴叶片表面刺 1 个小伤口,将 10  $\mu$ L 提前配制好的孢子悬浮液(配制方法同 1.2.3)滴在伤口处,每处

理 10 片叶,每片叶接种 1 处,将接种后的番石榴叶片置于培养箱中(28℃;L//D=12 h//12 h;相对湿度 85%以上)培养 7 d 后,观察发病情况,采用十字交叉法测量病斑直径(cm),取平均值计算防效,试验共重复 3 次。为了评估药剂的治疗效果,将采集的番石榴叶片先按照上述方法接种孢子悬浮液,24 h 后按照上述方法喷施相同浓度的药液,对照喷施清水。每个处理同样 10 片叶片,将处理的番石榴叶片在培养箱中培养 7 d 后,在病斑的垂直方向上量取直径(cm)后取平均值计算抑菌率,试验共重复 3 次。

抑菌率=(对照病斑直径-处理病斑直径)/对照病斑直径 $\times 100\%$ 。

### 1.2.5 田间药效试验

在广东省中山市坦洲镇的番石榴种植区随机选取 1 个自然发病果场,于 2017 年 3 月进行田间药效试验。试验选取 5 种农药,喷雾浓度分别为 30%咪鲜胺 CS 1 500 倍、35%苯甲·嘧菌酯 SC 5 000 倍、60%苯醚甲环唑 WG 5 000 倍、50%丙环唑 EC 2 000 倍、16%咪鲜·异菌脲 SC 750 倍,采用叶面喷雾,以番石榴叶片滴水为限,药剂使用量为每 6 株番石榴树约 30 kg 药液,在 3 月份的春梢生长期开始喷药,共喷药 3 次,前两次间隔 15 d,最后 1 次喷药间隔 30 d,以清水为对照。田间试验共设 6 个处理,每处理重复 6 株,随机排列进行挂牌标记。田间试验重复 2 次。

田间防效调查在最后 1 次喷药后的 30 d 进行。每株树东、南、西、北 4 个方向抽取约 100 个枝条调查发病情况,计算防治效果。

防治效果=(对照区发病叶片-处理区发病叶片)/对照区发病叶片 $\times 100\%$ 。

### 1.2.6 数据分析

采用 Excel 软件计算毒力回归方程和  $EC_{50}$ ,利用 SPSS 19.0 对试验数据进行统计分析,采用 Duncan 氏新复极差法进行显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 8 种杀菌剂对番石榴枝枯病原菌菌丝生长的抑制作用

采用菌丝生长速率法测定各药剂对 *N. parvum* 的毒力,各杀菌剂的毒力大小有差异。30%咪鲜胺 CS、60%苯醚甲环唑 SC 和 35%苯甲·嘧菌酯 SC

对该菌株具有极强的毒力,EC<sub>50</sub>都低于 0.3 mg/L; 50%丙环唑 EC 和 16%咪鲜·异菌脲 SC 对该病原菌具有较强的毒力,EC<sub>50</sub>分别为 0.57 和 0.71 mg/L; 70%甲基硫菌灵 WP 和 80%代森锰锌 WP 的毒力相对较差,EC<sub>50</sub>大于 1 mg/L; 20%腈菌·福美双 WP 效果最差,EC<sub>50</sub>为 23.29 mg/L(表 2)。8 种药

剂的 EC<sub>50</sub>大小顺序为:20%腈菌·福美双 WP>80%代森锰锌 WP>70%甲基硫菌灵 WP>16%咪鲜·异菌脲 SC>50%丙环唑 EC>35%苯甲·嘧菌酯 SC>60%苯醚甲环唑 WG>30%咪鲜胺 CS(表 2)。其中 30%咪鲜胺 CS 效果最好,EC<sub>50</sub>为 0.20 mg/L,可推荐作为防治番石榴干枯病的有效药剂。

表 2 8 种杀菌剂对 *Neofusicoccum parvum* 毒力测定

Table 2 Virulence of 8 fungicides against the pathogen *Neofusicoccum parvum*

杀菌剂 Fungicide	菌丝生长抑制活性 Inhibitory activity on mycelial growth			孢子萌发抑制活性 Inhibitory activity on spore germination		
	毒力回归方程 Regression equation of toxicity	EC <sub>50</sub> / mg·L <sup>-1</sup>	相关系数(r) Correlation coefficient	毒力回归方程 Regression equation of toxicity	EC <sub>50</sub> / mg·L <sup>-1</sup>	相关系数(r) Correlation coefficient
30%咪鲜胺 CS prochloraz 30% CS	Y=5.856 4+1.230 6X	0.20	0.917 7	Y=7.163 0+1.898 0X	0.07	0.986 5
60%苯醚甲环唑 WG difenoconazole 60% WG	Y=6.029 6+1.605 1X	0.23	0.981 5	Y=6.585 0+1.714 8X	0.12	0.967 5
35%苯甲·嘧菌酯 SC difenoconazole·azoxystrobin 35% SC	Y=5.571 2+1.063 8X	0.29	0.966 5	Y=6.680 3+1.633 5X	0.09	0.995 3
50%丙环唑 EC propiconazole 50% EC	Y=5.521 4+2.122 0X	0.57	0.9736	Y=5.812 0+1.272 1X	0.23	0.986 9
16%咪鲜·异菌脲 SC prochloraz·iprodione 16% SC	Y=5.218 9+1.472 7X	0.71	0.982 3	Y=5.746 9+1.716 2X	0.37	0.997 5
70%甲基硫菌灵 WP thiophanate-methyl 70% WP	Y=4.900 1+1.467 9X	1.17	0.946 1	Y=5.202 3+1.316 4X	0.70	0.995 3
80%代森锰锌 WP mancozeb 80% WP	Y=4.240 2+1.926 6X	2.48	0.975 3	Y=5.130 8+1.298 4X	0.79	0.999 6
20%腈菌·福美双 WP myclobutanil·thiram 20% WP	Y=2.356 0+1.933 9X	23.29	0.985 0	Y=2.973 8+1.834 9X	12.71	0.993 8

### 2.2 8 种杀菌剂对番石榴枝枯病病原菌分生孢子萌发的抑制作用

8 种杀菌剂对小新壳梭孢菌分生孢子的萌发均有抑制作用(表 2)。30%咪鲜胺 CS 和 35%苯甲·嘧菌酯 SC 的抑制作用最强,EC<sub>50</sub>分别为 0.07 和 0.09 mg/L;60%苯醚甲环唑 WG、50%丙环唑 EC 和 16%咪鲜·异菌脲 SC 抑制作用次之,EC<sub>50</sub>分别为 0.12、0.23 和 0.37 mg/L;70%甲基硫菌灵 WP 和 80%代森锰锌 WP 对该菌虽也有抑制作用,但 EC<sub>50</sub>较大,为 0.70 和 0.79 mg/L,是 30%咪鲜胺 CS 对小新壳梭孢菌孢子萌发抑制毒力的 1/10;而 20%腈菌·福美双 WP 对该菌孢子萌发的抑制活性最低,EC<sub>50</sub>为 12.71 mg/L(表 2)。通过表 2 可见现在登记药剂中 30%咪鲜胺 CS、35%苯甲·嘧菌酯 SC 和 60%苯醚甲环唑 WG 对小新壳梭孢菌菌丝生长和孢子萌发均有较高的抑制毒力,可作为田间防治的首选药剂。

### 2.3 8 种杀菌剂对番石榴枝枯病的预防和治疗作用

结果表明:8 种药剂对番石榴枝枯病均有一定的防治效果,且相同药剂的预防作用和治疗作用相

差不大,效果随着药剂浓度的提高而增加。在预防活性试验中 60%苯醚甲环唑 WG 在 300 mg/L 下的预防作用最好,抑制率为 80.59%,高于其他药剂处理,其次为 30%咪鲜胺 CS 300 mg/L,抑制率为 67.64%,而 20%腈菌·福美双 WP 100 mg/L 的预防效果最差,抑制率仅为 11.44%;治疗作用也是 60%苯醚甲环唑 WG 300 mg/L 的效果最好,200 mg/L 次之,30%咪鲜胺 CS 300 mg/L 位居第三,20%腈菌·福美双 WP 100 mg/L 效果最差,抑菌率分别为 79.43%、71.33%、68.82%和 9.78%(表 3)。

### 2.4 5 种杀菌剂对番石榴枝枯病的田间防治效果

30%咪鲜胺 CS、35%苯甲·嘧菌酯 SC、60%苯醚甲环唑 WG、50%丙环唑 EC 和 16%咪鲜·异菌脲 SC 进行田间喷雾药效试验,试验结果见表 4。由结果可以看出,5 种药剂对番石榴枝枯病均有一定的防效,春梢时用药,30%咪鲜胺 CS 和 60%苯醚甲环唑 WG 相对防效最好,分别为 56.87%和 52.4%,35%苯甲·嘧菌酯 SC 次之,防效为 40.34%,50%丙环唑 EC 和 16%咪鲜·异菌脲 SC 较差,防效分别为 18.84%和 22.64%。

表 3 8 种杀菌剂对 *Neofusicoccum parvum* 预防和治疗作用<sup>1)</sup>Table 3 Protective and curative activity of 8 fungicides on *Neofusicoccum parvum*

杀菌剂 Fungicides	浓度/mg·L <sup>-1</sup> Concentration	预防作用 Protective activity		治疗作用 Curative activity	
		病斑直径/cm Spot diameter	抑菌率/% Inhibition rate	病斑直径/cm Spot diameter	抑菌率/% Inhibition rate
30%咪鲜胺 CS prochloraz 30% CS	100	(2.15±0.42)b	(39.79±0.11)c	(2.15±0.32)ab	(39.75±0.09)c
	200	(1.45±0.12)bc	(59.28±0.04)bc	(1.39±0.46)bc	(60.93±0.11)b
	300	(1.16±0.31)c	(67.64±0.09)b	(1.11±0.18)c	(68.82±0.05)b
60%苯醚甲环唑 WG difenoconazole 60% WG	100	(1.89±0.42)bc	(47.15±0.11)c	(1.86±0.33)bc	(47.78±0.09)bc
	200	(1.03±0.15)c	(71.15±0.04)b	(1.02±0.26)c	(71.33±0.07)b
	300	(0.69±0.05)d	(80.59±0.01)a	(0.73±0.11)d	(79.43±0.03)a
35%苯甲·啞菌酯 SC difenoconazole·azoxystrobin 35% SC	100	(2.52±0.08)ab	(29.52±0.02)cd	(2.61±0.17)a	(26.92±0.05)cd
	200	(2.00±0.24)b	(43.85±0.07)c	(2.00±0.21)b	(44.04±0.06)c
	300	(1.59±0.13)bc	(55.43±0.04)bc	(1.60±0.09)bc	(55.07±0.03)bc
50%丙环唑 EC propiconazole 50% EC	100	(2.70±0.42)a	(24.46±0.09)cd	(2.66±0.12)a	(25.38±0.03)cd
	200	(2.15±0.06)b	(39.65±0.02)c	(2.09±0.11)b	(41.49±0.03)c
	300	(1.61±0.52)bc	(54.92±0.15)bc	(1.58±0.26)bc	(55.84±0.07)bc
16%咪鲜·异菌脲 SC prochloraz·iprodione 16% SC	100	(2.52±0.32)ab	(29.17±0.10)cd	(2.49±0.1)ab	(30.39±0.03)cd
	200	(1.80±0.05)bc	(49.56±0.01)bc	(1.87±0.13)bc	(47.58±0.04)bc
	300	(1.57±0.09)bc	(55.98±0.03)bc	(1.66±0.14)bc	(53.46±0.04)bc
70%甲基硫菌灵 WP thiophanate-methyl 70% WP	100	(2.90±0.35)a	(18.83±0.11)d	(2.99±0.35)a	(16.14±0.10)d
	200	(2.78±0.12)a	(22.07±0.03)d	(2.82±0.19)a	(21.12±0.05)d
	300	(2.34±0.26)ab	(34.39±0.07)cd	(2.51±0.16)ab	(29.83±0.04)cd
80%代森锰锌 WP mancozeb 80% WP	100	(2.52±0.39)ab	(29.34±0.11)cd	(2.60±0.08)a	(27.25±0.02)cd
	200	(2.43±0.07)ab	(32.00±0.02)cd	(2.37±0.12)ab	(33.64±0.03)cd
	300	(2.23±0.13)ab	(37.60±0.04)c	(2.27±0.81)ab	(36.44±0.02)c
20%腈菌·福美双 WP myclobutanil·thiram 20% WP	100	(3.16±0.04)a	(11.44±0.01)d	(3.22±0.18)a	(9.78±0.05)d
	200	(3.09±0.21)a	(13.48±0.06)d	(3.04±0.17)a	(14.62±0.05)d
	300	(2.62±0.40)ab	(26.79±0.11)cd	(2.74±0.17)a	(23.26±0.19)cd
对照 Control	—	(3.57±0.23)a	—	(3.57±0.23)a	—

1) 表中数据为平均数±标准差,同列数据后标注不同字母表示差异显著( $P<0.05$ ),下同。

Data in the table are mean±SD. Different small letters indicate significant differences at  $P<0.05$  by Duncan's multiple range test. The same below.

表 4 5 种杀菌剂对 *Neofusicoccum parvum* 田间防治效果

Table 4 Control efficacy of 5 fungicides on

*Neofusicoccum parvum* in field

农药种类 Fungicide	防效/% Control efficacy
30%咪鲜胺 CS prochloraz 30% CS	(56.87±0.14)a
60%苯醚甲环唑 WG difenoconazole 60% WG	(52.40±0.05)b
35%苯甲·啞菌酯 SC difenoconazole·azoxystrobin 35% SC	(40.34±0.14)c
50%丙环唑 EC propiconazole 50% EC	(18.84±0.22)d
16%咪鲜·异菌脲 SC prochloraz·iprodione 16% SC	(22.64±0.22)d

## 3 讨论

本研究中 30%咪鲜胺 CS、35%苯甲·啞菌酯 SC、60%苯醚甲环唑 WG、50%丙环唑 EC 和 16%咪鲜·异菌脲 SC 对 *N. parvum* 菌株的菌丝生长和孢

子萌发均有较好的抑制作用。在活体接种试验中,这 5 种药剂对番石榴枝枯病的预防和治疗防效也较高,室内毒力与活体防效一致,接种试验中其保护和治疗效果差距并不明显。选取这 5 种杀菌剂进行田间试验,结果表明 5 种杀菌剂对番石榴枝枯病均有一定的防治效果,春梢开始防治的防效明显好于对照处理,且未见药害现象。但所有处理防效都低于 60%,这与生产需要的 90%以上防效还差很多,可能是由于番石榴枝枯病菌定殖于枝条的韧皮部内而导致药剂防效低。

番石榴枝枯病的病原菌种类繁多,不同番石榴栽培区病原菌种类略有不同,因此在田间使用化学药剂防治时,应首先确定病原菌的种类,交替使用杀菌剂并配合生物防治和农业措施综合防治以延缓病菌抗药性产生并提高防治效果。因番石榴枝枯病的致病机理目前尚不清楚,不能以此来确定最佳用药时期和施药方法,故在使用化学防治时,仍需关注抗性发展状况。

(下转 217 页)

- [7] 李元喜. 杀虫剂对赤眼蜂的影响[J]. 中国生物防治, 2004, 20(2): 81-86.
- [8] 王彦华, 俞瑞鲜, 赵学平, 等. 新烟碱类和大环内酯类杀虫剂对四种赤眼蜂成蜂急性毒性和安全性评价[J]. 昆虫学报, 2012, 55(1): 36-45.
- [9] YOUNG Y N, SEO M J, SHIN J G, et al. Toxicity of greenhouse pesticides to multicolored Asian lady beetles, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) [J]. Biological Control, 2003, 28(2): 164-170.
- [10] 宋化稳, 慕立义, 王金信. 13 种杀虫剂对龟纹瓢虫及大草蛉的毒力研究[J]. 农药科学与管理, 2001, 22(6): 17-18.
- [11] 张东海, 吴晓峰, 付磊. 几种药剂对天敌瓢虫的安全性测定[J]. 新疆农业科学, 2007, 44(S3): 24-29.
- [12] 王秀梅, 侯志广, 李天昊, 等. 阿维菌素对异色瓢虫不同发育阶段的影响[J]. 农药, 2011, 50(10): 737-739.
- [13] 陈天业, 牟吉元, 慕立义, 等. 草蛉对农药的敏感性[J]. 中国生物防治, 1996, 12(1): 39-42.
- [14] 严珍, 岳建军, 陈泽坦. 几种杀虫剂对丽草蛉的毒力研究[J]. 农业科技通讯, 2012(2): 64-65.
- [15] 丁岩钦, 陈玉平. 中华草蛉对棉蚜与棉铃虫的捕食作用研究[J]. 生物防治通报, 1986, 2(3): 97-102.
- [16] 肖云丽, 郭海波, 李明贵, 等. 中华通草蛉幼虫对麦蚜捕食作用的初步研究[J]. 昆虫天敌, 2006, 28(3): 109-114.
- [17] 赵敬钊. 草蛉的保护和利用[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 1989: 35-50.
- [18] 邵振芳, 尹文兵, 陈建华, 等. 草蛉在虫害生物防治中的应用研究进展[J]. 现代农业科技, 2016(3): 171-174.
- [19] 邹一桥, 郑炳宗. 常用农药对丽蚜小蜂和中华草蛉的毒力测定[J]. 生物防治通报, 1988, 4(3): 114-117.
- [20] 李美, 孙作文, 王金信, 等. 十一种杀虫剂的亚致死剂量对中华草蛉幼虫结茧的羽化和影响[J]. 昆虫天敌, 2003, 25(1): 20-23.
- [21] 邹伦山, 孙学明, 曹艳霞, 等. 中华通草蛉在园林植物上的消长和农药敏感性研究[J]. 山东林业科技, 2007(2): 62-63.
- [22] 陈天业, 牟吉元, 慕立义, 等. 3 种灭幼脲类杀虫剂对中华草蛉成虫的影响[J]. 山东农业大学学报, 1996, 27(1): 99-101.
- [23] 姜兴印, 王开运, 仪美芹. 不同地区小菜蛾对杀虫剂的抗性差异[J]. 农药学报, 2000, 2(4): 44-48.
- [24] 中华人民共和国国家环境保护部. GB/T31270. 17-2014 化学农药环境安全评价试验准则. 第 17 部分: 天敌赤眼蜂急性毒性试验[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [25] 吴洪波, 张帆, 王素琴, 等. 几种常用杀虫剂对异色瓢虫的敏感性测定[J]. 中国生物防治, 2007, 23(3): 213-217.
- [26] 朱九生, 连梅力, 王静, 等. 五种杀虫剂对卵寄生性天敌广赤眼蜂室内安全性评价[J]. 中国生态农业学报, 2009, 17(4): 715-720.
- [27] 李美, 赵德友, 孙作文, 等. 杀虫剂对中华草蛉幼虫的毒力及其选择性研究[J]. 农药学报, 2000, 2(3): 57-61.
- [28] 汤方, 李生臣, 孔祥波, 等. 吡虫啉等杀虫剂对温室白粉虱及其两种天敌的选择毒力[J]. 农药学报, 2007, 9(1): 88-91.
- [29] 罗兰, 杨国锋, 刘兆良, 等. 啶虫脒和吡蚜酮对苜蓿蚜虫和薊马的防效及残留[J]. 中国草地学报, 2017, 39(6): 21-25.
- [30] 范胜平, 周学强, 阳爱民, 等. 甲氧虫酰肼和氯虫苯甲酰胺混配剂对甜菜夜蛾的增效作用及田间防效[J]. 湖南农业科学, 2017(2): 67-70.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 203 页)

## 参考文献

- [1] 王阿桂. 4 个红肉番石榴品种在福建漳州引种试验初报[J]. 中国南方果树, 2017, 46(3): 103-105.
- [2] 薛卫东. 珍珠番石榴在闽南地区引种表现及发展前景[J]. 东南园艺, 2014(1): 48-49.
- [3] 李圣男, 蔡大川, 郑家概, 等. HPLC 法测定番石榴中总维生素 C 的含量[J]. 广州化工, 2017, 45(11): 136-138.
- [4] 何江, 严霖, 宁琳, 等. 番石榴果实加工应用研究现状分析[J]. 农业研究与应用, 2016(5): 37-39.
- [5] PENNYCOOK S R, SAMUELS G J. *Botryosphaeria* and *Fusicoccum* species associated with ripe fruit rot of *Actinidia deliciosa* (Kiwifruit) in New Zealand [J]. Mycotaxon, 1985, 24: 445-458.
- [6] HEATH R N, ROUX J, SLIPPERS B, et al. Occurrence and pathogenicity of *Neofusicoccum parvum*, and *N. mangiferae*, on ornamental *Tibouchina* species [J]. Forest Pathology, 2011, 41(1): 48-51.
- [7] PLOETZ R C, PÉREZ-MARTINEZ J M, PALMATEER A J, et al. Influence of temperature, light intensity, and isolate on the development of *Neofusicoccum parvum*-induced dieback of eugenia, *Syzygium paniculatum* [J]. Plant Disease, 2009, 93(8): 804-808.
- [8] SHEN Y M, CHAO C H, LIU H L. First report of *Neofusicoccum parvum* associated with stem canker and dieback of Asian pear trees in Taiwan [J]. Plant Disease, 2010, 94(8): 1062.
- [9] ZEA-BONILLA T, GONZÁLEZ-SÁNCHEZ M A, MARTÍN-SÁNCHEZ P M, et al. Avocado dieback caused by *Neofusicoccum parvum* in the Andalucía region, Spain [J]. Plant Disease, 2007, 91(8): 1052.
- [10] BLODGETT J T, KRUGER E L, STANOSZ G R. *Sphaeropsis sapinea* and water stress in a red pine plantation in central Wisconsin [J]. Phytopathology, 1997, 87(4): 429-434.
- [11] SWART W J, WINGFIELD M J. Biology and control of *Sphaeropsis sapinea* on *Pinus* species in South Africa [J]. Plant Disease, 1991, 75(8): 761-766.
- [12] 孙广宇, 宗兆锋. 植物病理学实验技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [13] 中华人民共和国农业部. NY/T1156. 1—2006 农药室内生物测定试验准则杀菌剂第 1 部分: 抑制病原真菌孢子萌发试验凹玻片法[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [14] 任莉, 陈坤荣, 王成玉, 等. 咪鲜胺锰盐防治油菜菌核病的潜力研究[J]. 中国农业科学, 2010, 43(20): 4183-4191.

(责任编辑: 杨明丽)