

克菌丹·啮氧菌酯对柑橘沙皮病的防治效果评价

宋晓兵, 彭埃天*, 凌金锋, 崔一平, 程保平, 陈霞

(广东省农业科学院植物保护研究所, 广东省植物保护新技术重点实验室, 广州 510640)

摘要 为筛选防治柑橘沙皮病的高效低毒药剂, 连续两年进行了新型复配药剂 50% 克菌丹·啮氧菌酯水分散粒剂防治柑橘沙皮病的田间药效试验, 对该药剂防治柑橘沙皮病的效果及安全性进行了评价。两年的试验结果表明: 50% 克菌丹·啮氧菌酯水分散粒剂有效成分用量 625 mg/kg 对柑橘沙皮病具有较好的防治效果, 2018 年药剂处理两次后对柑橘叶片和果实沙皮病的防治效果分别为 78.46% 和 76.84%, 2019 年药剂处理两次后对柑橘叶片和果实沙皮病的防治效果分别为 78.79% 和 75.59%, 显著优于对照药剂 80% 克菌丹水分散粒剂 800 mg/kg 的处理, 优于对照药剂 22.5% 啮氧菌酯悬浮剂 150 mg/kg 的处理。50% 克菌丹·啮氧菌酯水分散粒剂对柑橘安全, 值得应用于柑橘沙皮病防治的示范与推广。

关键词 克菌丹·啮氧菌酯; 柑橘沙皮病菌; 药剂防治; 评价

中图分类号: S 436.66 **文献标识码:** B **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2019727

Control effect of captan · picoxystrobin against *Diaporthe citri*

SONG Xiaobing, PENG Aitian*, LING Jinfeng, CUI Yiping, CHENG Baoping, CHEN Xia

(Research Institute of Plant Protection, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangdong Provincial Key Laboratory of High Technology for Plant Protection, Guangzhou 510640, China)

Abstract To screen the high-efficacy and low-toxicity fungicide for controlling *Diaporthe citri*, a two-year consecutive field experiment was conducted to evaluate the efficacy and safety of captan · picoxystrobin 50% WG against *D. citri*. The results showed that captan · picoxystrobin 50% WG at 625 mg/kg had a good control effect against *D. citri* on citrus leaves and fruits, the control efficacy of fungicide treatment twice in 2018 reached 78.46% and 76.84%, 78.79% and 75.59% in 2019, respectively, which was significantly superior than that of captan 80% WG at 800 mg/kg, and better than that of picoxystrobin 22.5% SC at 150 mg/kg. Captan · picoxystrobin 50% WG is safe for citrus, which is worthy of demonstration and promotion *D. citri* control.

Key words captan · picoxystrobin; *Diaporthe citri*; chemical control; evaluation

柑橘沙皮病是世界柑橘上的重要真菌性病害, 在美国、欧洲、日本以及我国普遍发生, 病原菌的有性态为柑橘间座壳菌 *Diaporthe citri*, 无性态为柑橘拟茎点霉 *Phomopsis citri*^[1-3]。柑橘新梢、嫩叶和未成熟果实被侵染后, 在病部表面呈现许多散生或密集成片的褐色或黑褐色硬质小粒点, 严重影响叶部光合作用及果实外观, 因而称作沙皮病。

近年来, 柑橘沙皮病在广东柑橘产区发生普遍, 主要危害贡柑、脐橙、沙田柚、蜜柚等, 严重影响柑橘果实的品相和价格。目前, 有关柑橘沙皮病防治技

术的研究报道较少, 大多采用化学药剂防治沙皮病, 常规使用的杀菌剂为代森锰锌^[4-6], 其他常用药剂包括多菌灵、甲基硫菌灵、咪鲜胺、吡唑醚菌酯等^[7-11]。单一药剂的长期大量使用, 难免出现病原菌的抗药性、农药残留超标等问题, 因此, 筛选新型、安全、高效的柑橘沙皮病防治药剂, 对柑橘产业的健康发展具有重要意义。

克菌丹(captan)是一种广谱的有机硫杀菌剂, 具有治疗和保护双重作用, 其作用机理主要通过抑制 α -酮戊二酸脱氢酶系活性和阻碍丙酮酸脱羧作

收稿日期: 2019-12-31 修订日期: 2020-03-17

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFD0202000); 广东省现代农业产业技术体系创新团队建设项目(2020KJ108)

* 通信作者 E-mail: pengait@163.com

用^[12],对苹果轮纹病、斑点落叶病等果树病害具有较好的防治效果^[13-14]。啮氧菌酯(picoxystrobin)是先正达公司研发的甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂,具有广谱、内吸性高等特点^[15],其作用机制主要通过抑制病原菌线粒体的呼吸作用,导致线粒体不能提供细胞正常代谢所需要的能量,最终导致细胞死亡^[16],对香蕉叶斑病、黑星病等果树病害有较好的防治效果^[17-19]。为探讨药剂的安全使用和化学防治技术,为今后推广应用提供科学依据,2018 年—2019 年笔者连续两年进行了新型复配药剂 50%克菌丹·啮氧菌酯水分散粒剂防治柑橘沙皮病的田间应用效果评价。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试药剂

50%克菌丹·啮氧菌酯水分散粒剂(WG)由湖南农大海特农化有限公司提供,80%克菌丹水分散粒剂(WG)为河南欣农化工有限公司产品,22.5%啮氧菌酯悬浮剂(SC)为美国杜邦公司产品。

1.1.2 试验地点

2018 年试验地点设在广东省德庆县新圩镇新围村,2019 年试验地点设在广东省德庆县新圩镇龙角村,柑橘品种均为‘贡柑’。

1.2 试验方法

1.2.1 药剂处理

试验设 50%克菌丹·啮氧菌酯 WG 375、500 mg/kg 和 625 mg/kg,80%克菌丹 WG 500 mg/kg,22.5%啮氧菌酯 SC 150 mg/kg 及空白对照(清水处理)共 6 个处理。

1.2.2 施药时间

2018 年从柑橘幼果期开始施药,每隔 10~15 d 施药 1 次,共施药 2 次,具体施药时间为 2018 年 6 月 22 日(幼果期),2018 年 7 月 6 日(夏梢抽生期)。2019 年从柑橘夏梢抽生期开始施药,每隔 10~15 d 施药 1 次,共施药 2 次,具体施药时间为 2019 年 9 月 18 日(秋梢盛发期)、2019 年 9 月 28 日(秋梢转绿期)。

1.3 调查及统计方法

每小区调查 2 株,每株柑橘树按东、南、西、北、

中五个方位各选 1 个点取样,每点调查两个梢的全部叶片和 6 个果实。记录总叶(果)数、病叶(果)数和病级数,计算病情指数及防效,并用 DMRT 方法对试验结果进行差异显著性分析。

沙皮病分级标准:0 级,叶、果无病斑;1 级,叶、果上褐点病斑面积占叶、果面积的 5%以下;3 级,叶、果上褐点病斑面积占叶、果面积的 6%~10%;5 级,叶、果上褐点病斑面积占叶、果面积的 11%~25%;7 级,叶、果上褐点病斑面积占叶、果面积的 26%~50%;9 级,叶、果上褐点病斑面积占叶、果面积的 51%以上。

病情指数 = $\sum(\text{各级病叶/果数} \times \text{相对级数}) / (\text{调查总叶/果数} \times \text{最高级数值}) \times 100$;

防治效果 = $(\text{空白对照区病情指数} - \text{处理区病情指数}) / \text{空白对照区病情指数} \times 100\%$ 。

2 结果与分析

2.1 2018 年的试验结果

2018 年施药 2 次后 26 d 各药剂处理对柑橘沙皮病(叶)的防治效果见表 1。50%克菌丹·啮氧菌酯 WG 375、500 mg/kg 和 625 mg/kg 处理的平均病指分别为 1.13、0.95 和 0.80,随施药浓度升高,平均病指降低,375 mg/kg 处理与 500、625 mg/kg 处理的差异达到显著水平。50%克菌丹·啮氧菌酯 WG 375、500 和 625 mg/kg 处理的平均防效分别为 69.53%、74.43%和 78.46%,随施用剂量升高,平均防效升高,3 个处理间的平均防效差异达到显著水平。与对照药剂相比,50%克菌丹·啮氧菌酯 WG 375 mg/kg 处理的平均防效显著低于对照药剂 22.5%啮氧菌酯 SC 150 mg/kg 处理,与 80%克菌丹 WG 800 mg/kg 处理的防效相当;50%克菌丹·啮氧菌酯 WG 500 mg/kg 处理的平均防效与 80%克菌丹 WG 800 mg/kg 处理的防效相当,略低于 22.5%啮氧菌酯 SC 150 mg/kg 处理;50%克菌丹·啮氧菌酯 WG 625 mg/kg 处理的平均防效显著高于 80%克菌丹 WG 800 mg/kg 处理,略高于 22.5%啮氧菌酯 SC 150 mg/kg 处理。施药 2 次后 26 d 对果实的调查结果显示,50%克菌丹·啮氧菌酯 WG 对柑橘沙皮病果实的防治效果略低于叶片的防治效果,但趋势基本相似。

表 1 50%克菌丹·啮氧菌酯水分散粒剂防治柑橘沙皮病试验结果(2018 年)¹⁾
Table 1 Control effect of captan · picoxystrobin 50% WG against *Diaporthe citri* in 2018

药剂名称 Fungicide	有效成分用量/ mg·kg ⁻¹ Dosage of active ingredient	药后 26 d 调查叶片 26 days after treatment on leaves		药后 26 d 调查果实 26 days after treatment on fruits	
		平均病指±标准误 Average disease index±SE	平均防效/% Average control efficacy	平均病指±标准误 Average disease index±SE	平均防效/% Average control efficacy
50%克菌丹·啮氧菌酯 WG	375	(1.13±0.02)b	69.53 c	(2.92±0.07)b	66.84 c
captan · picoxystrobin 50% WG	500	(0.95±0.01)cd	74.43 b	(2.55±0.07)cd	71.05 b
	625	(0.80±0.07)d	78.46 a	(2.04±0.06)e	76.84 a
80%克菌丹 WG captan 80% WG	800	(1.00±0.04)bc	72.91 bc	(2.78±0.16)bc	68.42 bc
22.5%啮氧菌酯 SC picoxystrobin 22.5% SC	150	(0.89±0.05)cd	76.05 ab	(2.27±0.07)de	74.21 a
空白对照 Blank control	—	(3.70±0.12)a	—	(8.80±0.14)a	—

1) 同列数据后不同小写字母者表示经 DMRT 法检验在 0.05 水平差异显著。下表同。
Different lowercase letters in the same column indicate significant difference ($P<0.05$). The same applies below.

2.2 2019 年的试验结果

2019 年施药 2 次后 23 d 各药剂处理对柑橘沙皮病(叶)的防治效果见表 2。50%克菌丹·啮氧菌酯 WG 375、500 mg/kg 和 625 mg/kg 处理的平均病指分别为 2.30、1.99 和 1.67,随施用剂量升高,平均病指降低,375 mg/kg 处理与 625 mg/kg 处理的平均病指差异达到显著水平。50%克菌丹·啮氧菌酯 WG 375、500 mg/kg 和 625 mg/kg 处理的平均防效分别为 70.77%、74.76%和 78.79%,随施用剂量升高,平均防效升高,各处理间的平均防效差异达到显著水平。与对照药剂相比,50%克菌丹·啮

氧菌酯 WG 375 mg/kg 处理的平均防效显著低于对照药剂 22.5%啮氧菌酯 SC 150 mg/kg 处理,略低于 80%克菌丹 WG 800 mg/kg 处理;50%克菌丹·啮氧菌酯 WG 500 mg/kg 处理的平均防效高于对照药剂 80%克菌丹 WG 800 mg/kg 处理,与 22.5%啮氧菌酯 SC 150 mg/kg 处理的防效相当;50%克菌丹·啮氧菌酯 WG 625 mg/kg 处理的平均防效则显著高于两个对照药剂处理。施药 2 次后 23 d 对果实的调查结果显示,50%克菌丹·啮氧菌酯 WG 对柑橘沙皮病果实的防治效果略低于叶片的防治效果,但趋势基本相似。

表 2 50%克菌丹·啮氧菌酯水分散粒剂防治柑橘沙皮病试验结果(2019 年)
Table 2 Control effect of captan · picoxystrobin 50% WG against *Diaporthe citri* in 2019

药剂名称 Fungicide	有效成分用量/ mg·kg ⁻¹ Dosage of active ingredient	药后 23 d 调查叶片 23 days after treatment on leaves		药后 23 d 调查果实 23 days after treatment on fruits	
		平均病指±标准误 Average disease index±SE	平均防效/% Average control efficacy	平均病指±标准误 Average disease index±SE	平均防效/% Average control efficacy
50%克菌丹·啮氧菌酯 WG	375	(2.30±0.05)b	70.77 c	(3.84±0.12)b	67.32 d
captan · picoxystrobin 50% WG	500	(1.99±0.09)bc	74.76 b	(3.38±0.07)bc	71.26 bc
	625	(1.67±0.08)c	78.79 a	(2.87±0.07)c	75.59 a
80%克菌丹 WG captan 80% WG	800	(2.13±0.08)b	72.88 bc	(3.61±0.09)b	69.29 cd
22.5%啮氧菌酯 SC picoxystrobin 22.5% SC	150	(1.94±0.03)bc	75.32 b	(3.24±0.17)bc	72.44 b
空白对照 Blank control	—	(7.86±0.24)a	—	(11.76±0.42)a	—

2.3 对柑橘安全性

在试验过程中初步观察,50%克菌丹·啮氧菌酯 WG 3 个施用剂量处理对柑橘未见药害现象,柑橘叶片、枝梢和果实生长正常。

3 结论与讨论

柑橘沙皮病原菌是一种弱寄生真菌,当病菌侵入果实和叶片后,诱导寄主受侵染部位的周围细胞

产生防卫反应,形成植保素 6,7-二甲氧基香豆素,限制菌丝的扩展,甚至将其杀死在表皮细胞内,被感染组织形成黑褐色硬质的突起小粒点^[20-21]。柑橘沙皮病的黑点是寄主防卫反应的产物,病菌一旦侵入,黑点就会产生,因此防治重点是预防病原菌的侵入^[22]。广东地区 4—6 月为多雨季节,柑橘叶片及果实易感病,是喷药保护的关键时期。

柑橘沙皮病流行成因包含施肥不当,土壤通透

性差,导致树势差;管理粗放,柑橘园过密或修剪不及时,导致橘园通风透光条件差;排水不良,易引起树势衰退,导致树体抵抗力下降等多种因素^[23-24]。柑橘沙皮病原菌的分生孢子可在树干、树皮或枯枝上越冬,翌年当温、湿度适宜时孢子萌发,借助风雨传播。分生孢子的最适侵染温度为 24~28℃,成功侵染需要叶面或果面至少持续 4 h 的高湿条件^[25];温度低于或高于最适侵染温度时,则需要更长的持续高湿时间才能成功侵染^[26]。

本研究的试验结果表明,50%克菌丹·啮氧菌酯 WG 对柑橘沙皮病有优良的防治效果,克菌丹与啮氧菌酯复配有较好的增效作用,可延缓病原菌抗药性的产生。根据柑橘沙皮病的发生流行规律,在清园期、春芽萌发期、谢花期、幼果期抓准时机施药,每隔 10~15 d 施药 1 次,具体施药次数视柑橘生育期、病害的发生程度和天气情况而定,用药量以有效成分量 500~625 mg/kg 为宜。此外,利用生物农药防治柑橘沙皮病也是未来的发展趋势,如利用拮抗菌等防治柑橘沙皮病也取得了较好的研究进展^[27-28],今后需要进一步的试验研究。

参考文献

- [1] 陈国庆,姜丽英,徐法三,等. 防治柑橘黑点病药剂的离体和田间筛选[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2010, 36(4): 440-444.
- [2] 彭成绩,蔡明段,彭埃天. 南方果树病虫害原色图谱[M]. 北京: 中国农业出版社, 2016.
- [3] GUARNACCIA V, CROUS P W. Emerging citrus diseases in Europe caused by species of *Diaporthe* [J]. IMA Fungus, 2017, 8(2): 317-334.
- [4] 田红霞,向富勇,储昌斌,等. 脐橙砂皮病的发生规律和化学防治技术研究[J]. 农业与技术, 2019, 39(18): 62-64.
- [5] 张岳,谢深喜,易图永,等. 26 种杀菌剂对柑橘砂皮病菌的室内毒力测定[J]. 湖南农业科学, 2018(12): 60-62.
- [6] 徐志德,陈章发,李连芳,等. 防治柑橘砂皮病的杀菌剂组合筛选试验[J]. 湖南农业科学, 2019(9): 58-61.
- [7] 张素英,唐明丽,门友均,等. 吡唑醚菌酯·甲基硫菌灵防治柑橘沙皮病药效试验及安全性评价[J]. 南方园艺, 2019, 30(4): 14-16.
- [8] 周娜,胡军华,姚廷山,等. 33 种杀菌剂对柑桔砂皮病菌 *Diaporthe citri* 的室内毒力[J]. 中国南方果树, 2014, 43(3): 74-76.
- [9] 邓光宙,阳廷密,张素英,等. 几种农药对金柑黑点型柑橘树

- 脂病的田间药效评价[J]. 南方园艺, 2018, 29(5): 18-20.
- [10] 杨小华,吴玉成,石绪根,等. 60%吡唑醚菌酯·代森联水分散粒剂防治柑橘树脂病试验[J]. 生物灾害科学, 2019, 42(2): 95-99.
- [11] 张文梅,黄河,蒋军喜,等. 10 种杀菌剂对柑桔黑斑病菌的室内毒力测定[J]. 中国南方果树, 2011, 40(1): 28-29.
- [12] 成世杰,范昆,张彬彬,等. 苹果轮纹病菌对甲基硫菌灵、克菌丹和代森联的敏感性[J]. 果树学报, 2017, 34(12): 1590-1598.
- [13] 刘保友,王英姿,衣先家,等. 苯醚甲环唑与克菌丹混配防治苹果斑点落叶病的增效作用[J]. 中国果树, 2018(1): 63-66.
- [14] 张伟,亓超,王英姿,等. 醚甲环唑与克菌丹混配对苹果轮纹病的增效作用研究[J]. 中国果树, 2015(3): 54-57.
- [15] 赵玉雪,孙建昌,朱佳敏,等. 啮氧菌酯的研究进展[J]. 农业灾害研究, 2019, 9(4): 24-25.
- [16] 孙扬,徐应明,秦旭,等. 新型杀菌剂啮氧菌酯在田间黄瓜和土壤中的残留消解动态及残留分析[J]. 农业资源与环境学报, 2014, 31(5): 476-481.
- [17] 宋晓兵,彭埃天,凌金锋,等. 新型杀菌剂啮氧菌酯对香蕉叶斑病的防治效果[J]. 生物安全学报, 2017, 26(4): 327-330.
- [18] 徐伟松. 啮氧菌酯对香蕉叶斑病的防治效果研究[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(5): 1359-1360.
- [19] 徐伟松,周振标,黄怡林. 啮氧菌酯对香蕉黑星病田间药效试验研究[J]. 农药科学与管理, 2014, 35(7): 59-62.
- [20] ARIMOTO Y, HOMMA Y, MISATO T. Studies on citrus melanose and citrus stem-end rot by *Diaporthe citri* (Faw.) Wolf. Part 4. Antifungal substance in melanose spot [J]. Japanese Journal of Phytopathology, 1986, 52(1): 39-46.
- [21] 方天露,李怡岚,易图永,等. 柑橘砂皮病原菌的分离鉴定和药剂筛选试验[J]. 中国果树, 2017(2): 53-55.
- [22] 黄振东,黄茜斌,蒲占涓,等. 柑橘黑点病药剂防治试验[J]. 中国果树, 2009(6): 34-37.
- [23] 苏志玲,王博. 陕南柑橘树脂病发生原因及防治措施[J]. 植物医生, 2013, 26(1): 16.
- [24] 龙建国. 对柑橘树脂病(沙皮病)的控制与分析[J]. 中国农业信息, 2016(7): 112.
- [25] 姜丽英,徐法三,黄振东,等. 柑橘黑点病的发病规律和防治[J]. 浙江农业学报, 2012, 24(4): 647-653.
- [26] AGOSTINI J P, BUSHONG P M, BHATIA A, et al. Influence of environmental factors on severity of citrus scab and melanose [J]. Plant Disease, 2003, 87(9): 1102-1106.
- [27] 刘胜贵,周玉莎,易江,等. 柑橘内生菌的分离、鉴定及其对沙皮病的防治作用[J]. 生命科学研究, 2016, 20(5): 429-434.
- [28] 龙兆雨,何可佳,戴良英,等. 柑橘砂皮病菌生防菌的筛选及其发酵条件优化[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2018, 44(3): 334-338.

(责任编辑: 杨明丽)