

陈佳, 石金巧, 冉飞, 陈听听, 龙友华. 不同药剂对猕猴桃花腐病的防治效果 [J]. 广东农业科学, 2023, 50 (3): 113–119.

不同药剂对猕猴桃花腐病的防治效果

陈 佳¹, 石金巧¹, 冉 飞¹, 陈听听¹, 龙友华^{1,2}

(1. 贵州大学作物保护研究所 / 贵州大学猕猴桃工程技术研究中心,
贵州 贵阳 550025; 2. 贵州大学教学实验场, 贵州 贵阳 550025)

摘要:【目的】明确6种药剂对猕猴桃花腐病的田间防治效果,筛选高效、安全的药剂用于指导猕猴桃的田间生产。【方法】采用随机区组设计开展田间试验,测定喷施6种药剂后猕猴桃花腐病的发病率及病情指数,通过计算防治前后发病率和病情指数的变化值来判断防治效果,并记录猕猴桃植株生长情况和花果发育性状来评价其安全性。【结果】6种药剂对猕猴桃花腐病呈不同水平的防治效果,且均对猕猴桃植株安全。防治前各处理组与对照组的发病率、病情指数均无显著性差异;连续两次施药防治后,各处理组和对照组的发病率较防治前均呈增加趋势,且发病情况变化值差异显著,其中对照组的发病情况变化值最大,发病率与病情指数增幅分别为达13.29%和6.84%;春雷·溴菌腈与四霉素·丙硫唑处理组的变化值最小,发病率增幅均小于1.50%,病情指数增幅均小于1.00。田间防治效果与发病情况相对应,连续两次施药后,春雷·溴菌腈处理表现出最高的防治效果,四霉素·丙硫唑次之,均达75%以上。各药剂施用后对猕猴桃植株均无药害症状和其他不良影响,且较对照组呈不同水平的保花保果增产作用。6种药剂中,春雷·溴菌腈、四霉素·丙硫唑最能有效延缓猕猴桃花腐病病原菌的传播与扩散,减轻发病程度,可以高效安全地防治猕猴桃花腐病。【结论】针对猕猴桃花腐病,筛选出春雷·溴菌腈、四霉素·丙硫唑两种高效安全的药剂,可在猕猴桃田间生产中进行推广。

关键词:药剂; 猕猴桃花腐病; 发病情况; 生长情况; 发育性状; 防治效果

中图分类号: S482.2

文献标志码: A

文章编号: 1004-874X (2023) 03-0113-07

Control Effects of Different Agents Against Blossom Blight of Kiwifruit

CHEN Jia¹, SHI Jinqiao¹, RAN Fei¹, CHEN Tingting¹, LONG Youhua^{1,2}

(1. Institute of Crop Protection, Guizhou University / Research Center for Engineering Technology of Kiwifruit, Guizhou University, Guiyang 550025, China;
2. Teaching Experimental Field of Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract:【Objective】The research was carried out to clarify the field control effects of six agents on blossom blight of kiwifruit, and to screen efficient and safe agents for guiding the field production of kiwifruit.【Method】The field control experiment was carried out by using random block design, and the incidence rate and disease index of blossom blight of kiwifruit after the application of six agents were determined, and the control effects were evaluated by calculating the change values of incidence rate and disease index before and after treatment. The safety of each agent was evaluated by its effects on the growth situation of kiwifruit plants and the development characteristics of flowers and fruits.【Result】Six agents

收稿日期: 2022-12-10

基金项目: 财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系 (CARS-26); 贵州省科技计划项目 (黔科合支撑〔2020〕1Y016); 贵州省科技支撑计划项目 (QKHZC〔2021〕YB237); 贵州大学人才引进科研基金 (X2021029)

作者简介: 陈佳(1997—), 男, 在读硕士生, 研究方向为植物保护, E-mail: c18184436145@126.com

通信作者: 龙友华(1970—), 男, 瑶族, 博士, 教授, 研究方向为农产品质量安全、有害生物绿色防控及猕猴桃育种栽培, E-mail: yhlong3@gzu.edu.cn

showed different control effects on blossom blight of kiwifruit, and all of them were safe to kiwifruit plants. The results of field trials showed that there was no significant difference in incidence rate and disease index between the treatment groups and the CK group before control. After two consecutive treatments, the incidence rates of treatment groups and CK group showed an increasing trend compared with those before control, and the change values of the disease situation were significantly different, among which the change value of the CK group was the largest, and the incidence rate and disease index increased by 13.29% and 6.84, respectively. The change values of kasumin • brothermothingonil and tetramycin•propyrithiazole were the smallest, with the increase of incidence rate less than 1.50% and the increase of disease index less than 1.00. The field control effect corresponded to the disease situation. After two consecutive treatments, the treatment of kasumin • brothermothingonil showed the highest control effect, followed by tetramycin•propyrithiazole, both of which were above 75%. All agents had no phytotoxicity symptoms and other adverse effects on kiwifruit plants after the application of agents, and showed different degrees of flower protection, fruit protection and yield increase compared with the CK group. The results showed that among the six agents, kasumin • brothermothingonil and tetramycin • propyrithiazole were the most effective in delaying the transmission and spread of the pathogen of blossom blight of kiwifruit, reducing the disease severity, and controlling blossom blight of kiwifruit efficiently and safely. 【Conclusion】 Two effective and safe agents – kasumin • brothermothingonil and tetramycin • propyrithiazole are screened for blossom blight of kiwifruit, which can be promoted in field production of kiwifruit.

Key words: agent; blossom blight of kiwifruit; incidence; growth situation; development characteristics; control effect

【研究意义】猕猴桃是一种原产于中国的多年生藤本植物，其果实风味独特，受到广大消费者的青睐^[1]。《2021年中国猕猴桃产业研究报告》指出：我国猕猴桃种植面积超 18 万 hm²，年产量达 219 万 t，均居世界第一，其主产区为陕西、四川、贵州等省份。然而，近年来猕猴桃花腐病发生严重，病原菌对长期施用的常规防治药剂已产生一定抗药性，导致猕猴桃花腐病防治难度加大，极大限制我国猕猴桃产业发展。开展猕猴桃花腐病田间防治研究，筛选安全、高效的药剂，对于高效防治该病害，促进猕猴桃产业的健康发展具有指导意义。【前人研究进展】猕猴桃花腐病又称猕猴桃细菌性花腐病，其病原菌主要为假单胞菌属 (*Pseudomonas* spp.)，包括绿黄假单胞菌 (*P. viridiflava*)、荧光假单胞菌 (*P. fluorescens*) 及丁香假单胞菌 (*P. syringae*)^[2-4]。病原菌每年 4 月初开始侵染猕猴桃植株，通过花蕾与萼片进入花器官，发病初期花蕾和萼片上出现黄褐色斑点，清晨时可在感病花蕾上看见水珠状菌脓，如遇低温高湿气候病原菌则迅速蔓延，导致花蕾褐变、坏死、脱落、不可开放，或果实小且畸形，严重降低猕猴桃产量^[5-6]。日常生产中常采用树皮环剥、断根、缩短母枝等农业方法^[7-8]或喷施石硫合剂、铜制剂、叶枯唑等化学药剂对猕猴桃花腐病进行防治^[9-10]。前者会损伤树体，严重影响幼树或弱势树体的生长；后者简单高效，是目前防治猕猴桃花腐病的优选方法之一。但长期使用单一药剂容易导致病原菌产生抗药性，故在防治时

可将药剂进行复配，既能延缓抗药性产生，又能提高药效^[11-13]。将安全环保的生物农药与低毒高效的化学农药进行复配后施用，已成为当代农业病害防治的重要途径，涂美艳等^[14]将春雷霉素、戊唑醇、丙森醚菌酯与咪酰胺复配后施用，可将猕猴桃溃疡病病情指数控制至 4.67，显著低于对照的 17.00；杨丽娜等^[15]将申嗪霉素与吡唑醚菌酯复配后施用，对桃枝枯病的防效达 80% 以上；王垚等^[16]将四霉素与噻霉酮复配后施用，对烟草青枯病的防效可达 90% 以上。【本研究切入点】贵州猕猴桃花腐病发生严重，利用高效安全的药剂进行防治，符合病虫害防治要求及绿色食品发展需要。2020 年，本课题组通过室内药筛试验，发现将四霉素与丙硫唑按有效成分 4 : 1 复配对猕猴桃花腐病菌具有毒力增效作用，但其对花腐病的田间防效、植株生长情况及花果发育性状的影响尚未探明^[6]，本研究将其与对应单剂、生产上常用药剂及对应复配剂同时进行田间施用，以期为花腐病的防治挖掘新药剂。【拟解决的关键问题】本研究通过开展田间防效试验，明确 6 种药剂对猕猴桃花腐病的田间防效，并评价其安全性，以期筛选出高效安全的药剂，为猕猴桃产业的健康发展提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试猕猴桃 供试猕猴桃品种为贵长，树龄 4 年，架型为“T”型，株行距为 3.5 m × 3.0 m，

种植密度为 900 株 /hm²，供试猕猴桃植株近 3 年连续发生花腐病。

1.1.2 试验地概况 试验地位于贵州省息烽县猕猴桃种植基地 (27°03'15.7"N、106°31'13.9"E)，当地为亚热带季风性气候，土壤为黄棕壤土，平均海拔 1 256.0 m，年均温 12.5 ℃，年降雨量 1 203 mm。喷药防治时间为 2021 年 4 月，喷药前后两天均无降雨。试验地块除处理药剂不同外，浇水、施肥、授粉等管护措施均一致。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 选取长势相同的植株进行试验，共设 7 个处理。根据推荐使用浓度施用本团队所筛选药剂、生产上常用药剂及其复配剂进行

试验^[6,10](表 1)，分别为 0.3% 四霉素 500 倍液 (A)、20% 丙硫唑 1 500 倍液 (B)、6% 春雷霉素 1 500 倍液 (C)、27% 春雷·溴菌腈 1 000 倍液 (D)、36% 春雷·喹啉铜 2 000 倍液 (E)、0.3% 四霉素与 20% 丙硫唑按有效成分质量比 4 : 1 复配后 500 倍液 (F，以下简称四霉素·丙硫唑)、清水对照 (CK)，所有药剂的施用方式均为现配现用。试验采用随机区组设计(表 2)，每个处理 3 次重复，共计 21 个小区，每个小区 3 株猕猴桃，共计 63 株猕猴桃。分别于 2021 年 4 月 14 日、4 月 24 日施药，采用容量 20 L 的背负式电动喷雾器进行喷雾防治，均匀喷雾至药液充分附着在植株表面且刚好不掉落为宜。

表 1 试验药剂清单
Table 1 List of test agents

序号 No.	商品名 Product	含量及活性成分 Content and active ingredient	剂型 Dosage type	生产厂家 Manufacturer	使用浓度依据 Basis of use concentration
1	双功密定	0.3% 四霉素	水剂	辽宁微生物工程股份有限公司	农药登记推荐使用浓度
2	道元馈克	20% 丙硫唑	悬浮剂	贵州道元生物技术有限公司	农药登记推荐使用浓度
3	翠大夫	6% 春雷霉素	水剂	山东省淄博恒生农药有限公司	农药登记推荐使用浓度
4	细炭停	27% 春雷·溴菌腈	可湿性粉剂	陕西汤普森生物科技有限公司	农药登记推荐使用浓度
5	放大镜铜喜	36% 春雷·喹啉铜	悬浮剂	广东真格生物科技有限公司	农药登记推荐使用浓度
6	—	0.3% 四霉素与 20% 丙硫唑有效成分质量比 4 : 1	—	—	农药登记推荐使用浓度

表 2 随机区组设计
Table 2 Random block design

重复 Repetition	小区 Block							
	I	A	E	D	C	CK	B	F
II	CK	B	F	A	E	C	D	
III	D	CK	C	F	A	E	B	

1.2.2 调查指标及方法 (1) 发病情况及防效。采用五点取样法定株定点调查发病情况，从每株树东、西、南、北、中五点各选取 1 根长势一致的枝条挂牌标记，调查并记录总花蕾数及发病花蕾数。于第 1 次施药前 1 d (4 月 13 日) 调查发病情况背景值，于第 1 次施药 7 d 后 (4 月 21 日) 调查第 1 次防治结果，于第 2 次施药 7 d 后 (5 月 1 日) 调查第 2 次防治结果，对比其发病情况防治前后变化值。调查时段为早晨 7:30—10:00，此时菌脓流出便于观察发病情况。根据花蕾发病程度将病害分为 5 级：0 级，花蕾无流脓、褐变等发病症状；1 级，花蕾流脓、褐变等病斑面积小于 1%；2 级，花蕾病斑面积在 1%~5% 之间；3 级，花蕾病斑面积在 5%~20% 之间；4 级，花

蕾病斑面积大于 20%，被侵染花蕾坏死、腐烂或脱落。参照以下公式计算发病率、病情指数、防效及相对防效^[17]：

$$\text{发病率} (\%) = \frac{\text{发病花蕾数}}{\text{总花蕾数}} \times 100$$

$$\text{病情指数} = \sum (\text{各级发病花蕾数} \times \text{各级代表值}) / (\text{总花蕾数} \times \text{最高级代表值}) \times 100$$

$$\text{防效} (\%) = (\text{对照发病率} - \text{处理发病率}) / \text{对照发病率} \times 100$$

$$\text{相对防效} (\%) = (\text{对照病情指数} - \text{处理病情指数}) / \text{对照病情指数} \times 100$$

(2) 植株生长情况及花果发育性状。结合施药后植株生长情况及花果发育性状判断药剂是否安全，若无药害或其他不良影响则评价为安全。参照刘兆鸿等^[18]方法调查植株生长情况，分别调查各处理区猕猴桃叶、嫩梢、花、果实等施药后是否有药害症状产生。参照孙金秋^[19]的方法，于第 2 次施药后采用 1.2.2 (1) 中的五点取样法调查各处理的花果发育性状，通过开花率、畸形花率、座果率及畸形果率等指标评价各药剂施用后是否有不良影响。在盛花期调查开花率和畸形花率，对所有已开放花朵进行人工授粉，并

疏除未开放花蕾以防影响后期座果率的调查；在谢花后 15 d 调查各处理的座果率及畸形果率，并疏除畸形果、损伤果、病虫果等发育不良果实，使每根结果枝的叶果比为 4 : 1，以保证果实养分供应充足和生长发育正常；在成熟期，从每处理中随机采 15 个猕猴桃果实称重并计算平均单果质量。各性状指标计算公式如下：

$$\text{开花率} (\%) = \text{开放花朵数} / \text{总花蕾数} \times 100$$

$$\text{畸形花率} (\%) = \text{畸形花数} / \text{开放花朵数} \times 100$$

$$\text{座果率} (\%) = \text{座果数} / \text{开放花朵数} \times 100$$

$$\text{畸形果率} (\%) = \text{畸形果数} / \text{座果数} \times 100$$

1.3 数据统计与分析

使用 Microsoft Excel 2010 统计试验数据；使用 DPS 7.05 软件中的 Duncan's 新复极差法进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同药剂对猕猴桃花腐病发生情况的影响

如表 3 所示，各处理防治前发病情况相当，发病率及病情指数均无显著性差异，防治后则表现出显著差异。第 1 次施药后，各处理发病情况

表 3 不同药剂对猕猴桃花腐病发生情况的影响
Table 3 Effect of different agents on incidence of blossom blight of kiwifruit

药剂 Agent	防治前 Before control		第 1 次防治 1 st Control		第 2 次防治 2 nd Control		防治前后变化值 Value changed before and after control	
	发病率 Incidence rate (%)	病情指数 Disease index	发病率 Incidence rate (%)	病情指数 Disease index	发病率 Incidence rate (%)	病情指数 Disease index	发病率 Incidence rate (%)	病情指数 Disease index
	四霉素 Tetramycin	2.42 ± 0.27a	1.07 ± 0.06a	3.12 ± 0.03d	1.75 ± 0.04c	5.34 ± 0.20d	2.67 ± 0.10d	2.92 ± 0.18d
丙硫唑	2.37 ± 0.16a	1.00 ± 0.06a	4.08 ± 0.06b	2.25 ± 0.09b	8.63 ± 0.17b	4.24 ± 0.18b	6.26 ± 0.09b	3.24 ± 0.14b
Propyrithiazole								
春雷霉素 Kasumin	2.16 ± 0.16a	1.11 ± 0.09a	3.52 ± 0.04c	1.95 ± 0.07c	6.89 ± 0.18c	3.36 ± 0.10c	4.74 ± 0.32c	2.25 ± 0.06c
春雷·溴菌腈月青 Kasumin · brotherthomelingonil	2.35 ± 0.21a	1.30 ± 0.12a	2.63 ± 0.14e	1.43 ± 0.06d	3.67 ± 0.16e	1.83 ± 0.07e	1.32 ± 0.11e	0.52 ± 0.09e
春雷·喹啉铜 Kasumin · oxine-copper	2.23 ± 0.27a	1.04 ± 0.11a	3.11 ± 0.12d	1.76 ± 0.03c	5.67 ± 0.21d	2.81 ± 0.07d	3.44 ± 0.19d	1.77 ± 0.12d
四霉素·丙硫唑 Tetramycin · propyrithiazole	2.49 ± 0.08a	1.03 ± 0.11a	2.69 ± 0.10e	1.45 ± 0.06d	3.73 ± 0.12e	1.84 ± 0.06e	1.24 ± 0.10e	0.81 ± 0.11e
对照 CK	2.23 ± 0.16a	1.08 ± 0.08a	6.13 ± 0.39a	3.22 ± 0.24a	15.52 ± 0.96a	7.92 ± 0.37a	13.29 ± 0.85a	6.84 ± 0.31a

注：表中数值为 3 次重复的平均值 ± 标准误，同列数据后小写英文字母不同者表示差异显著。

Note: Values in the table are the mean ± SE of three replicates, and different lowercase letters after data in the same column represent significant differences.

差异显著，其中对照发病情况最严重，发病率与病情指数分别为 6.13% 和 3.22，均显著高于其他处理；其次依次是丙硫唑、春雷霉素、四霉素、春雷·喹啉铜；春雷·溴菌腈与四霉素·丙硫唑发病情况最轻，发病率与病情指数均显著低于其他处理。第 2 次施药后，各处理发病情况差异显著且趋势与第 1 次相当，其中发病情况最严重的仍然是对照，发病情况最轻的仍然是春雷·溴菌腈与四霉素·丙硫唑。比较防治前后的发病情况，发现各处理发病情况较防治前均呈增加趋势，且发病情况变化值差异显著，其中对照变化值最大，发病率增幅为 13.29%，病情指数增幅为 6.84；春雷·溴菌腈与四霉素·丙硫唑变化值最小，发病

率增幅均小于 1.50%，病情指数增幅均小于 1.00。该结果表明，6 种药剂均能有效延缓猕猴桃花腐病原菌的传播与扩散，减轻发病程度，其中春雷·溴菌腈与四霉素·丙硫唑延缓病原菌传播与扩散的能力最强。

2.2 不同药剂对猕猴桃花腐病的田间防效

如表 4 所示，不同药剂处理对猕猴桃花腐病的防治效果差异显著。第 1 次施药后，春雷·溴菌腈与四霉素·丙硫唑防治效果最佳，防效及相对防效均显著高于其他处理，达 50% 以上；其次是四霉素与春雷·喹啉铜；再次是春雷霉素；而防治效果最差的是丙硫唑，防效及相对防效均显著低于其他处理。第 2 次施药后，各处理对猕猴

表 4 不同药剂对猕猴桃花腐病的田间防效
Table 4 Field control effects of different agents on blossom blight of kiwifruit

药剂 Agent	第 1 次防治 1 st Control		第 2 次防治 2 nd Control	
	防效 Control effect (%)	相对防效 Relative control effect (%)	防效 Control effect (%)	相对防效 Relative control effect (%)
四霉素 Tetramycin	48.73 ± 2.82b	45.13 ± 2.89b	65.45 ± 1.52b	66.21 ± 1.53b
丙硫唑 Propyrithiazole	33.05 ± 3.29d	29.77 ± 2.41d	44.12 ± 2.23d	46.38 ± 1.11d
春雷霉素 Kasumin	42.18 ± 2.98c	38.95 ± 2.32c	55.23 ± 2.93c	57.48 ± 0.84c
春雷·溴菌腈 Kasumin · brothermothingonil	57.06 ± 0.47a	55.23 ± 1.50a	76.29 ± 0.44a	76.9 ± 0.75a
春雷·喹啉铜 Kasumin · oxine-copper	49.07 ± 1.35b	44.69 ± 3.09b	63.34 ± 1.49b	64.41 ± 1.13b
四霉素·丙硫唑 Tetramycin · propyrithiazole	55.97 ± 1.24a	54.69 ± 2.15a	75.9 ± 0.76a	76.74 ± 0.35a

注：表中数值为 3 次重复的平均值 ± 标准误，同列数据后小写英文字母不同者表示差异显著。

Note: Values in the table are the mean ± SE of three replicates, and different lowercase letters after data in the same column represent significant differences.

桃花腐病的防治效果较第 1 次防治均明显上升，其中防治效果最佳的仍是春雷·溴菌腈与四霉素·丙硫唑，防效及相对防效均显著高于其他处理，达 75% 以上。分别比较每次防治时春雷·溴菌腈、春雷·喹啉铜及春雷霉素三者间的防治效果，四霉素·丙硫唑、四霉素及丙硫唑间三者间的防治效果，发现复配药剂相较于单剂均表现出更好的防治效果。试验结果表明，田间施药防治 1 次能一定程度上防治猕猴桃花腐病，连续施药两次则能提高防治效果，其中复配药剂春雷·溴菌腈与四霉素·丙硫唑的防治效果最佳，具有较好的应用前景。

2.3 不同药剂对猕猴桃植株生长情况及花果发育性状的影响

田间调查发现，各药剂处理后猕猴桃叶、

嫩梢、花、果实均未因施药而引起药害症状。不同药剂处理对猕猴桃花发育性状的影响差异显著，且均优于对照，无不良影响（表 5）。其中，春雷·溴菌腈与四霉素·丙硫唑处理后开花率最高，均达 90% 以上；畸形花率最低，均小于 2%；座果率最高，均达 95% 以上；畸形果率最低，均小于 3%；单果质量最大，均达 107 g 以上，各性状指标均显著优于其他处理。该结果表明，不同药剂处理均具有保花保果作用，并一定程度增加猕猴桃产量，其中保花保果和增产作用最强的是春雷·溴菌腈与四霉素·丙硫唑。结合不同药剂对植株生长情况及花果发育性状的影响，发现各药剂施用后对植株无药害且能保花保果并增产，表明这些药剂在推荐使用浓度下对猕猴桃植株安全，适于田间施用。

表 5 不同药剂对猕猴桃花果发育性状的影响
Table 5 Effects of different agents on development characteristics of flowers and fruits of kiwifruit

药剂 Agent	开花率 Abloom rate (%)	畸形花率 Misshapen flower rate (%)	座果率 Fruit setting rate (%)	畸形果率 Misshapen fruit rate (%)	单果质量 Single fruit weight (g)
四霉素 Tetramycin	87.23 ± 0.48b	3.08 ± 0.22c	92.86 ± 0.41b	4.04 ± 0.17c	104.13 ± 1.39b
丙硫唑 Propyrithiazole	80.78 ± 1.16c	6.16 ± 0.45b	84.25 ± 0.40d	7.56 ± 0.48b	94.77 ± 0.87d
春雷霉素 Kasumin	85.05 ± 0.39b	3.64 ± 0.20c	90.11 ± 0.67c	4.46 ± 0.37c	99.83 ± 0.73c
春雷·溴菌腈 Kasumin · brothermothingonil	90.92 ± 0.93a	1.79 ± 0.25d	95.49 ± 0.88a	2.62 ± 0.57d	109.47 ± 1.60a
春雷·喹啉铜 Kasumin · oxine-copper	86.98 ± 0.84b	3.35 ± 0.31c	92.65 ± 0.43b	4.29 ± 0.22c	103.37 ± 1.18b
四霉素·丙硫唑 Tetramycin · propyrithiazole	90.33 ± 0.66a	1.88 ± 0.21d	95.14 ± 0.69a	2.81 ± 0.29d	107.8 ± 1.22a
对照 CK	69.93 ± 1.77d	10.68 ± 0.33a	76.2 ± 1.50e	14.73 ± 0.28a	86.73 ± 0.90e

注：表中数值为 3 次重复的平均值 ± 标准误，同列数据后小写英文字母不同者表示差异显著。

Note: Values in the table are the mean ± SE of three replicates, and different lowercase letters after data in the same column represent significant differences.

3 讨论

猕猴桃花腐病危害范围广，在意大利、韩国、日本等国家及我国贵州、广西、陕西、河南等省份均有发生。其发病期多集中在低温多雨的早春

花期，若不能及时控制，会对后期果实生长发育带来不良影响，导致严重减产减收^[2-10]。花腐病防控方法中属化学防治最为简单、高效、迅速，本课题组通过前期研究发现四霉素与丙硫唑复配

对猕猴桃花腐病菌具有毒力增效作用^[6]，故将其与对应单剂、田间生产常用药剂及对应复配剂用于开展田间试验，以挖掘防治猕猴桃花腐病的新药剂。本研究测定了6种药剂对猕猴桃花腐病的田间防效，筛选出两种防治效果最好的复配药剂春雷·溴菌腈与四霉素·丙硫唑，这与猕猴桃生产中长期推广应用的单剂防治法不同^[8-10]。发病情况调查结果表明，6种药剂均能有效延缓猕猴桃花腐病病原菌的传播与扩散，但不能完全阻断，这可能与花腐病菌的蔓延速度快及潜伏隐蔽性有关^[5]；其中，复配药剂春雷·溴菌腈与四霉素·丙硫唑延缓病原菌传播与扩散的能力最强，可将发病率与病情指数控制在较低水平，这种病害控制能力与海飞等^[20]的研究结果相似。田间防效试验表明，春雷·溴菌腈与四霉素·丙硫唑的防治效果最佳，明显优于对应单剂，这与李聪聪等^[21]的研究结果一致。第2次施药后，各药剂对猕猴桃花腐病的防治效果均较第1次施药明显上升，这说明间隔10 d、连续两次施药是高效防治该病害的技术要点，与闫娟等^[9]的研究结果相似。

猕猴桃生产既要求高效防控病害，又要求兼顾食品安全与环保问题，所以药剂施用后是否造成药害或其他不良影响是值得关注的^[22-23]。本研究结果表明，各药剂处理对猕猴桃叶、嫩梢、花、果实均无药害。进一步测定花果发育性状，发现不同药剂处理较对照均能显著提升猕猴桃花果发育性状，未造成不良影响。其中春雷·溴菌腈与四霉素·丙硫唑保花保果增产作用最为明显，这与王垚等^[16]、杨振华等^[24]的研究中生物农药与其他药剂复配可促进作物生长、提高产量的结果相符。对比表4与表5，发现其保花保果增产作用与田间防效相对应，表明该作用可能是通过药剂对花腐病的有效防治实现的。药剂处理减弱了花腐病对花的危害，保护花正常生长，为后期果实正常生长发育提供了基础和保障，从而实现保花保果及增产。结合不同药剂对植株生长情况及花果发育性状的影响，发现6种药剂均对猕猴桃植株安全，适于田间施用。

4 结论

本研究通过田间试验测定了6种药剂对猕猴桃花腐病的田间防治效果，结果表明不同药剂处理对猕猴桃花腐病的防治效果存在显著差异，能不同程度延缓病原菌传播与扩散。各药剂施用后

对猕猴桃植株无药害产生且能保花保果并增产。其中防治效果最佳的是复配药剂春雷·溴菌腈与四霉素·丙硫唑，两者施用后发病率增幅均小于1.50%，病情指数增幅均小于1.00，防效及相对防效均达75%以上，开花率均达90%以上，畸形花率均小于2%，座果率均达95%以上，畸形果率均小于3%，单果质量均达107 g以上。研究发现，在猕猴桃花期，以安全间隔10 d，连续两次喷施适宜浓度的春雷·溴菌腈与四霉素·丙硫唑，可取得理想的应用效果。可考虑将以上两种药剂作为常用防治药剂的替代品、轮换品进行推广，为田间防治猕猴桃花腐病提供指导。

参考文献 (References) :

- 陈楚润, 姜多, 吴传金, 易泉, 罗超, 罗文娟, 张周靖, 唐炼丽. 红阳猕猴桃收贮运方案制定方法研究 [J]. 广东农业科学, 2018, 45(3):33-37. DOI:10.16768/j.issn.1004-874X.2018.03.006.
- CHEN C R, JIANG D, WU C J, YI X, LUO C, LUO W J, ZHANG Z J, TANG L L. Effects of harvest time on fruit quality and storability of ‘Red Sun’ kiwifruit [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2018, 45(3):33-37. DOI:10.16768/j.issn.1004-874X.2018.03.006.
- BALESTRA G M, MAZZAGLIA A, ROSSETTI A. Outbreak of bacterial blossom blight caused by *Pseudomonas viridiflava* on *Actinidia chinensis* kiwifruit plants in Italy [J]. *Plant Disease*, 2008, 92(12):1707. DOI:10.1094/pdis-92-12-1707a.
- LEE Y S, HAN H S, KIM G H, KOH Y H, HUR J S, JUNG J S. Causal agents of blossom blight of kiwifruit in Korea [J]. *The Plant Pathology Journal*, 2009, 25(3):220-224. DOI:10.5423/ppj.2009.25.3.220.
- GAN K, SHIMAGAMI T, MATSUDAIRA T, TSUGI Y, MORIGUCHI K, NAKASHIMA K, MORIMOTO T, SUGITA K S, TABUCHI M, GOMI K, ICHIMURA K, HAMANO K, SUEZAWA K, OTANI M, FUKUDA T, MANABE T, KATAOKA I, AKIMITSU K. A kiwifruit cultivar crossbred with *Actinidia chinensis* and *Actinidia rufa* has practical tolerance to *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* biovar 3 [J]. *Journal of Plant Pathology*, 2019, 101(4):1211-1214. DOI: 10.1007/s42161-019-00349-9.
- 张竹竹, 龙友华, 杨森, 李磊, 尹显慧. 猕猴桃花腐病的发生规律及防治措施 [J]. 中国南方果树, 2019, 48(2):159-164. DOI:10.13938/j.issn.1007-1431.20180712.
- ZHANG Z Z, LONG Y H, YANG S, LI L, YIN X H. Occurrence regularity and control of blossom blight of kiwifruit [J]. *South China Fruits*, 2019, 48(2):159-164. DOI:10.13938/j.issn.1007-1431.20180712.
- 陈听听, 莫飞旭, 张荣全, 袁腾, 赵志博, 龙友华. 贵长猕猴桃花腐病病原鉴定及防控药剂筛选 [J]. 果树学报, 2021, 38(6):975-985. DOI:10.13925/j.cnki.gsxh.20200493.
- CHEN T T, MO F X, ZHANG R Q, YUAN T, ZHAO Z B, LONG Y H. Identification of the pathogens of blossom blight and screening of fungicides (bactericides) in Guichang kiwifruit [J]. *Journal of Fruit Science*, 2021, 38(6):975-985. DOI:10.13925/j.cnki.gsxh.20200493.
- 刘永军. 环剥防治猕猴桃花腐病 [J]. 植物医学, 1993(1):48. DOI:10.13718/j.cnki.zwys.1993.01.028.
- LIU Y J. Ring peeling control of blossom blight of kiwifruit [J].

- Plant Health and Medicine*, 1993(1):48. DOI:10.13718/j.cnki.zwys.1993.01.028.
- [8] 唐有发.桂北山区红阳猕猴桃花腐病和黑斑病的发生规律及防治措施[J].南方农业,2016,10(27):9–10. DOI:10.19415/j.cnki.1673-890x.2016.27.005.
TANG Y F. Occurrence regularity and control of blossom blight and black spot of Hongyang kiwifruit in the mountainous area of northern Guangxi [J]. *South China Agriculture*, 2016, 10(27):9–10. DOI:10.19415/j.cnki.1673-890x.2016.27.005.
- [9] 同娟,杨晓,李娜.猕猴桃花果管理技术要点[J].河北果树,2017(3):36–37. DOI:10.19440/j.cnki.1006-9402.2017.03.024.
YAN J, YANG X, LI N. Technical points of kiwifruit flower and fruit management [J]. *Hebei Fruits*, 2017(3):36–37. DOI:10.19440/j.cnki.1006-9402.2017.03.024.
- [10] 孟军政.猕猴桃花腐病的防治措施[J].果树资源学报,2020,1(4):41–42. DOI:10.16010/j.cnki.14-1127/s.2020.04.014.
MENG J Z. Control measures of blossom blight of kiwifruit [J]. *Journal of Fruit Resources*, 2020, 1(4):41–42. DOI:10.16010/j.cnki.14-1127/s.2020.04.014.
- [11] HIEN A S, SOMA D D, SOMÉ F A, NAMOUNTOUGOU M, PODA S B, OUÉDRAOGO G A, DIABATÉ A, DABIRÉ R K. Short persistence and vector susceptibility to ficam 80wp (bendiocarb active ingredient) during pilot application of indoor residual spraying in Burkina Faso, West Africa [J]. *Journal of Medical Entomology*, 2021, 58(2):781–786. DOI:10.1093/jme/tjaa240
- [12] LIANG S Y, LI Y, LIU S T, YU Y, YANG Y H, FANG A F, BI H W. The sensitivity of *Didymella bryoniae* to difenoconazole and boscalid and the synergistic mechanism of fungicide co-formulation [J]. *European Journal of Plant Pathology*, 2021, 161(4): 865–879. DOI:10.1007/s10658-021-02368-8.
- [13] 蓝国兵,何自福,于琳,汤亚飞,李正刚,邓铭光,余小漫.戊唑醇和咯菌腈复配对火龙果褐腐病菌的联合毒力及田间防效[J].广东农业科学,2020,47(5):74–79. DOI:10.16768/j.issn.1004-874X.2020.05.010.
LAN G B, HE Z F, YU L, TANG Y F, LI Z G, DENG M G, SHE X M. Synergistic toxicity and field control efficacy of tebuconazole and fludioxonil against *Neoscytalidium dimidiatum* on pitaya [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2020, 47(5):74–79. DOI:10.16768/j.issn.1004-874X.2020.05.010.
- [14] 涂美艳,钟程操,李靖,孙淑霞,陈栋,宋海岩,刘飘,廖明安,江国良.不同田间措施对猕猴桃溃疡病防控效果比较研究[J].西南农业学报,2019,32(11):2586–2591. DOI:10.16213/j.cnki.sejas.2019.11.016.
TU M Y, ZHONG C C, LI J, SUN S X, CHEN D, SONG H Y, LIU P, LIAO M A, JIANG G L. Comparative study on prevention and control effect of different field measures on canker of kiwifruit [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2019, 32(11):2586–2591. DOI:10.16213/j.cnki.sejas.2019.11.016.
- [15] 杨丽娜,张亮,韦永淑,王凌云,朱峰,董京萍,金唯新,纪兆林.吡唑醚菌酯及与生物农药复配防治桃枝枯病[J].农药,2022,61(1):65–69. DOI:10.16820/j.cnki.1006-0413.2022.01.015.
YANG L N, ZHANG L, WEI Y S, WANG L Y, ZHU F, DONG J P, JIN W X, JI Z L. Control effects of pyraclostrobin and its mixtures with biopesticides on peach shoot blight [J]. *Agrochemicals*, 2022, 61(1):65–69. DOI:10.16820/j.cnki.1006-0413.2022.01.015.
- [16] 王垚,黄纯杨,杨亮,代玉豪,苟剑渝,田维强,肖庆礼,丁伟.烟草青枯病复配增效药剂筛选及田间防效[J].农药,2022,61(10):776–780. DOI:10.16820/j.nyzz.2022.1020.
- WANG Y, HUANG C Y, YANG L, DAI Y H, GOU J Y, TAIN W Q, XIAO Q L, DING W. Selection on synergetic ratio of combine pesticides totobacco bacterial wilt and their field control effect [J]. *Agrochemicals*, 2022, 61(10):776–780. DOI:10.16820/j.nyzz.2022.1020.
- [17] 瞿付娟.重庆枇杷花腐病病害研究[D].重庆:西南大学,2008.
QU F J. Studies on the pathogens of flower rot of loquat in Chongqing [D]. Chongqing: Southwest University, 2008.
- [18] 刘兆鸿,莫明全,王绍斌,龙祖华.果实蝇饵剂防治蜜桃橘小实蝇的田间药效试验[J].广西植保,2022,35(1):13–16.
LIU Z H, MO M Q, WANG S B, LONG Z H. Field efficacy test of fruit fly baits for control of *Bactrocera dorsalis* Hendel of nectarine [J]. *Guangxi Plant Protection*, 2022, 35(1):13–16.
- [19] 孙金秋.破眠剂对猕猴桃萌芽、结果的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2019.
SUN J Q. Effects of dormancy breaking chemicals on the germination and fructification habit of kiwifruit [D]. Yangling: Northwest A & F University, 2019.
- [20] 海飞,李天杰,郑伟,刘圣明,徐建强.吡唑醚菌酯与氟环唑组合对小麦叶锈病的防效及对小麦的安全性[J].农药学报,2022,12(8):1–9. DOI:10.16801/j.issn.1008-7303.2022.0082.
HAI F, LI T J, ZHENG W, LIU S M, XU J Q. Control efficacy of a combination of pyraclostrobin and epoxiconazole against *Puccinia recondite* and its safety evaluation on wheat plants [J]. *Chinese Journal of Pesticide Science*, 2022, 12(8):1–9. DOI:10.16801/j.issn.1008-7303.2022.0082.
- [21] 李聪聪,吴玉星,王亚娇,纪莉景,韩森,孔令晓.咯菌腈和戊唑醇复配对假禾谷镰孢菌丝生长及所致病害的影响[J].植物病理学报,2022, 12(8):1–13. DOI:10.13926/j.cnki.apps.000795.
LI C C, WU Y X, WANG Y J, JI L J, HAN S, KONG L X. Effects of fludioxonil and tebuconazole mixtures on mycelial growth and disease of Fusarium crown rot [J/OL]. *Acta Phytopathologica Sinica*, 2022, 12(8):1–13. DOI:10.13926/j.cnki.apps.000795.
- [22] 张文,汤佳乐,程小梅,尚雪波,张群,王仁才,罗赛男.湖南省猕猴桃农药残留及风险评估[J].江西农业大学学报,2021,43(1):42–51. DOI:10.13836/j.jjau.2021006.
ZHANG W, TANG J L, CHENG X M, SHANG X B, ZHANG Q, WANG R C, LUO S N. Monitoring and evaluation of the pesticide residues in kiwifruit in Hunan province [J]. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 2021, 43(1):42–51. DOI:10.13836/j.jjau.2021006.
- [23] 张新凤,张国,于居龙,方继朝,罗光华,朱凤,束兆林.吡蚜酮复配药剂对稻飞虱控制效果及蜘蛛安全性研究[J].农学学报,2022,12(6):33–38.
ZHANG X F, ZHANG G, YU J L, FANG J C, LUO G H, ZHU F, SHU Z L. Pyrethroid compound insecticides: control effect on rice planthopper and safety for spiders [J]. *Journal of Agriculture*, 2022, 12(6):33–38.
- [24] 杨振华,缑一杰,王新宁.5种杀菌剂混配对草莓细菌性角斑病防治效果研究[J].西北林学院学报,2022,37(5):162–166,265.
YANG Z H, HOU Y J, WANG X N. Control effect of 5 kinds of fungicides mixed on bacterial angular spot of strawberry [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2022, 37(5):162–166,265.