

◆ 药效与应用 ◆

生防菌和免疫诱抗剂防治猕猴桃溃疡病 生测方法的构建与应用

姚 令¹, 吴石平², 黄 露², 安星宇², 蒋选利^{1*}

(1. 贵州大学农学院植保系, 贵阳 550025 2. 贵州省农业科学院植物保护研究所, 贵阳 550006)

摘要: 为探索猕猴桃溃疡病活体内生物测定方法, 筛选防治猕猴桃溃疡病的生防菌和免疫诱抗剂。笔者采用数理统计的方法, 对生物测定方法进行研究, 构建包括病原菌、寄主和药剂的猕猴桃溃疡病生物测定技术; 利用该技术对6种生防菌、7种免疫诱抗剂和4种免疫诱抗物进行生物测定, 并用田间试验法进行验证。试验结果表明, 猕猴桃枝条接种后22 d时变异系数最小, 病斑较大, 接种后19~22 d可作为调查时间; 接种5~20 μL 菌液, 病斑长度无显著差异; 试验重复数达10次以上时, 标准误差逐渐趋于平稳; 17种试验药剂中, 有7种药剂在接种前7 d施药的抑制率显著高于在接种前2 d施药, 9种药剂接种前7 d和2 d施药的抑制率无显著差异; 0.2%补骨脂种子提取物微乳剂、0.1% S-诱抗素水剂在接种前7 d施药对猕猴桃溃疡病抑制率最高, 分别为77.03%和75.35%, 田间防效分别为64.51%和66.10%。猕猴桃溃疡病活体内生物测定的方法可应用于猕猴桃溃疡病生防菌、免疫诱抗剂的筛选; 0.2%补骨脂种子提取物微乳剂、0.1% S-诱抗素水剂可结合其他防治措施用于防控猕猴桃溃疡病。

关键词: 生物测定; 猕猴桃溃疡病; 生防菌; 免疫诱抗剂; 抑制率

中图分类号: S 436.634.1 **文献标志码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1671-5284.2021.03.010

Construction and Application of Bioassay Method for the Biocontrol Agents and Plant Immune Inducers of Controlling Kiwifruit Canker

YAO Ling¹, WU Shiping², HUANG Lu², AN Xingyu², JIANG Xuanli^{1*}

(1. Department of plant protection, College of agriculture, Guizhou University, Guiyang 550025, China; 2. Institute of plant protection, Guizhou Academy of Agricultural Sciences, Guiyang 550006, China)

Abstract: In order to explore the bioassay method of kiwifruit canker *in vivo*, screening of biocontrol agents and plant immune inducers for the prevention and treatment of kiwifruit canker was performed. The bioassay method of kiwifruit canker was studied by mathematical statistics, and the bioassay technology of kiwifruit canker including pathogen, host and medicament was constructed. The bioassay of 6 types of biocontrol bacteria, 7 types of immune inducers, and 4 types of immune elicitor was carried out by using this technology, and the field experiment method was used for verification. The results showed that 22 d after inoculation, the coefficient variation was the smallest. The lesion was larger, 19-22 d after inoculation could be used as the investigation time. The lesion length had no significant difference in 5-20 μL of inoculation volume. When the number of repeats were more than 10 times, the standard error tended to be stable. Among the 17 tested pesticides, the inhibition ratio of 7 pesticides applied 7 d before inoculation were significantly higher than those of applied 2 d before inoculation, and the inhibition ratio of 9 pesticides applied 7 d and 2 d before inoculation had no significant difference. The inhibition ratio of 0.2% *Psoralea corylifolica* L. seed extract microemulsion and 0.1% S-elicitor on kiwifruit canker were 77.03% and 75.35%, respectively, and the field control effects were 64.51% and 66.10%, respectively.

收稿日期: 2021-03-25

基金项目: 贵州省科技支撑项目 [黔科合支撑 (2017) 2566-2] 贵州省科技计划项目 [黔科合基础 (2019) 1308]

作者简介: 姚令 (1995-), 男, 贵州松桃人, 硕士研究生, 研究方向为植物病理学。E-mail: 1158142736@qq.com

通信作者: 蒋选利 (1960-), 男, 陕西杨凌人, 教授, 主要从事植物免疫、植物真菌病害及植物病理学研究工作。E-mail: JXL3237@163.com

In vivo bioassay of kiwifruit canker can be used to screen biocontrol bacteria and immune inducers against kiwifruit canker. This method can be used as a reference for the selection of fungicides for controlling branch diseases of other large host plants, but the test parameters should be determined according to different diseases and hosts. 0.2% *Psoralea corylifolia* L. seed extract microemulsion and 0.1% *S*-inducer can be combined with other control measures to control kiwifruit canker.

Key words: bioassay; kiwifruit canker; biocontrol agents; plant immune inducers; inhibition ratio

农药生物测定是研究和评价农药的重要方法，其贯穿于新化合物结构设计、活性发现、前期研究、开发登记、生产应用到产品生命周期管理等各个环节^[1]，许多优秀农药的发现都得益于新的测定方法^[2]。按基本原理杀菌剂生物测定分为2类：第1类测定中包括病菌和药剂，第2类测定中包括病菌、药剂和寄主^[3]。生防菌类杀菌剂和免疫诱抗剂是2类重要的农药，由于具有环境友好和持效期较强的特点，对非靶标生物无毒副作用，病原菌不易产生抗药性等优点，部分生防菌类杀菌剂和免疫诱抗剂还能够促进植物生长，增强植物抗逆性，其对植物病害防控起着重要作用^[4-5]。除部分生防菌类杀菌剂对病原菌有拮抗作用外，大多数生防菌没有直接杀灭、拮抗作用，或拮抗作用不是主要控病途径，免疫诱抗剂则对病原菌没有直接作用。因此，生防菌类杀菌剂和免疫诱抗剂的室内生测方法常采用第2类生物测定方法。目前，包含寄主的生物测定方法有稻瘟病、灰霉病等病害^[6-7]，防治猕猴桃溃疡病的生防菌类杀菌剂和免疫诱抗剂室内生物测定的方法未见报道。为构建一种用于大型寄主植物枝干病害生物测定方法，笔者以猕猴桃溃疡病菌（*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*, Psa）为对象，采用离体枝条

接种的方法进行了生防菌类药剂及免疫诱抗剂的室内生物测定方法研究，并对6种生防菌、7种免疫诱抗剂和4种免疫诱抗物进行筛选，为大型寄主植物生防菌类药剂及免疫诱抗剂的室内生测方法及猕猴桃溃疡病绿色防控选择提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试菌株

猕猴桃溃疡病原菌丁香假单胞菌猕猴桃致病变种于2019年6月采自息烽县石硐镇的猕猴桃病样中分离得到，并保存于贵州省农业科学院植物保护研究所植物病理实验室。

1.1.2 枝条

采自贵州省农业科学院猕猴桃试验园。该园从2019年8月—12月（采样期间）均未施用任何农药；品种为“贵长”，剪下的一年生枝条，截成约30 cm小段，喷施75%酒精表面消毒，立即用蒸馏水清洗，晾干后在两端涂上凡士林，备用。

1.1.3 试验药剂

6种生防菌剂、7种免疫诱抗剂和4种免疫诱抗物的来源见表1。

表 1 试验药剂及来源

药剂名称	稀释倍数	生产厂家
1 000亿芽孢/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂	1 000	河北中保绿农作物科技有限公司
1 000亿孢子/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂	600	河北冠农农化有限公司
3 000亿芽孢/g荧光假单胞菌可湿性粉剂	200	广东真格生物科技有限公司
80亿芽孢/g甲基营养型芽孢杆菌LW-6 可湿性粉剂	1 000	陕西恒田生物农业有限公司
10亿芽孢/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂	1 000	撒尔夫（河南）农化有限公司
10亿CFU/g多粘类芽孢杆菌可湿性粉剂	1 000	浙江省相庐汇丰生物科技有限公司
6%寡糖·链蛋白可湿性粉剂	1 000	中国农科院植保所廊坊农药中试厂
0.1% S-诱抗素水剂	500	四川国光农化股份有限公司
3%氨基寡糖素水剂	100	山东圣鹏科技股份有限公司
1.2%辛菌胺醋酸盐水剂	250	山东胜邦绿野化学有限公司
0.007 5%芸苔素内酯水剂	1 000	成都新朝阳作物科学有限公司
0.2%补骨脂种子提取物微乳剂	200	沈阳同祥生防菌类杀菌剂有限公司
0.5%香菇多糖水剂	500	山东圣鹏科技股份有限公司
98%复硝酚钠 [*]	2 500	河南新雨化工科技有限公司
10%亚磷酸钾水溶液	300	瑞士六道福国际作物科学有限公司
植物防冻剂	500	焦作云台大化生物科技有限公司
万寿菊发酵液	500	贵州御凤天泓科技发展有限公司

注：^{*}表示98%复硝酚钠原药稀释。

1.2 试验方法

1.2.1 接种

取保存于 -80°C 冰箱中的Psa菌株在NA (Nutrient Agar) 培养基中划线,于 20°C 培养箱中培养48 h;用无菌水将NA培养基上的菌落洗下,然后稀释为浓度 1×10^8 cfu/mL的菌悬液。在枝条表面横切一条宽度约为枝条直径的三分之二、深度至木质部的伤口,往伤口处滴加菌液。接种后枝条放置于保湿盒中,保湿。保湿盒放置于人工气候室,温度为白天 16°C ,夜晚 13°C 。

1.2.2 调查方法

调查时,采用小刀削开表皮,采用游标卡尺测量病斑长度。

1.2.3 调查时间试验

取70支两端涂好凡士林的猕猴桃枝条,接种

后分别于7、10、13、16、19、22和25 d后进行发病程度调查。

1.2.4 接种量试验

取40支猕猴桃枝条分别接种5、10、15、20 μL 已制备的菌液,20 d后调查发病情况。

1.2.5 重复数试验

取25支猕猴桃枝条,进行病原菌接种。保湿放置20 d后调查发病情况,计算标准误,以确定最小重复数。

1.2.6 药剂室内筛选

将不同生防、免疫诱抗药剂配制成相应的浓度,喷施于猕猴桃枝条表面,采用清水作为对照。分为2组,1组病原菌接种前2 d喷施药剂,1组病原菌接种前7 d喷施药剂,接种20 d后调查发病情况。药剂抑制率按式(1)计算,比较2组间药剂的抑制率。

$$\text{抑制率}/\% = \frac{\text{对照枝条病斑长度} - \text{处理枝条病斑长度}}{\text{对照枝条病斑长度}} \times 100 \quad (1)$$

1.2.7 田间试验

用0.2%补骨脂种子提取物微乳剂、0.1% S-诱抗素水剂、1.2%辛菌胺醋酸盐水剂、80亿芽孢/g甲基营养型芽孢杆菌LW-6可湿性粉剂和10亿芽孢/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂,按照NY/T 1464.72—2018《田间药效试验准则 第72部分 杀菌剂防治猕猴桃溃疡病》方法进行,连续施3次,间隔7 d,末次药后第10 d,调查5种药剂对猕猴桃叶片溃疡病的田间防效。

1.2.8 数据处理

采用Excel进行数据处理,利用DPS软件采用Duncan新复极差法进行方差分析,采用Origin 2018软件绘图。

2 结果与分析

2.1 调查时间

调查时间试验结果表明,接种后病斑长度随时间增加而变长。7~10 d病斑扩展较慢;10 d时病斑长度为 0.54 ± 0.23 cm;10~25 d病斑快速扩展;25 d病斑长度为 3.87 ± 1.34 cm。从数据的离散程度来看,刚发病时病斑长度数据离散程度较大,10 d时为0.420 9。随着病斑扩展,离散系数逐渐变小,22 d时最小为0.222 6。25 d时枝条已经开始出现干枯或表面生长杂菌,调查较为困难,数据误差和变异系数变大(图1)。

2.2 接种量

接种5~20 μL 菌液,枝条均有较好发病,病斑长度在1.94~2.07 cm,病斑长度无显著差异(表2)

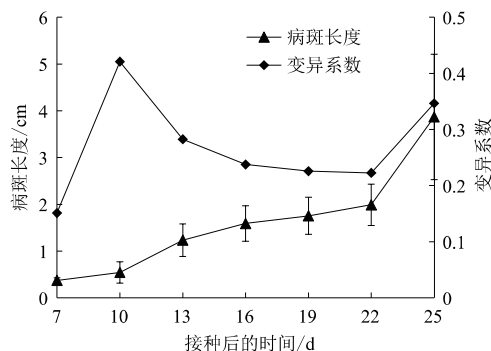


图1 病斑长度及变异系数

表2 不同接种量发病程度

接种量/ μL	平均病斑长度/cm
5	1.94 ± 0.49 a
10	2.01 ± 0.39 a
15	2.07 ± 0.47 a
20	2.03 ± 0.44 a

注:不同小写字母表示有显著差异($P < 0.05$);表中数据为平均数 $\pm$ 标准差。

2.3 最小重复数

通过清水对照枝条病斑长度标准误分析,调查3个病斑时标准误较大,随着重复数的增加标准误急剧降低,当重复数达到10次以上时,开始逐渐趋于平稳(图2)。

2.4 施药时间

在不同施药时间内,生防菌和免疫诱抗剂对溃疡病的抑制效果不同。0.1% S-诱抗素水剂、1.2%辛菌胺醋酸盐水剂、10%亚磷酸钾水溶液、0.007 5%芸

苔素内酯水剂、3 000亿芽孢/g荧光假单胞菌可湿性粉剂、植物防冻剂、10亿cfu/g多粘类芽孢杆菌可湿性粉剂等7种药剂，接种前7 d施药的抑制率显著高于接种前2 d施药的抑制率($P<0.05$)；1 000亿芽孢/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂(河北中保)、1 000亿孢子/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂(河北冠农)、6%寡糖·链蛋白可湿性粉剂、10亿芽孢/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂、3%氨基寡糖素水剂、0.2%补骨脂种子提取物微乳剂、0.5%香菇多糖水剂、98%复硝酚钠和万寿菊发酵液等9种药剂，接种前7 d施药的抑制率与接种前2 d施药效果相当，无显著差异。80亿芽孢/g甲基营养型芽孢杆菌LW-6可湿性粉剂，接种前7 d施药的抑制率略低于接种前2 d施药效果，差异不显著(图3)。

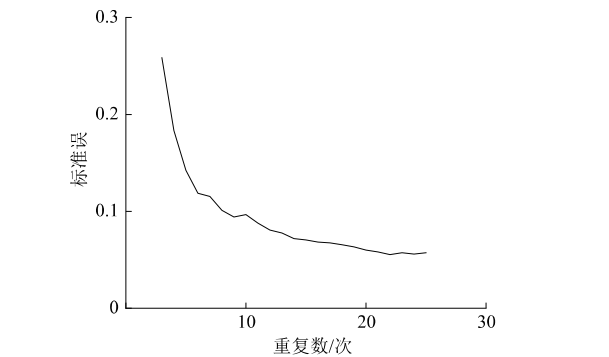
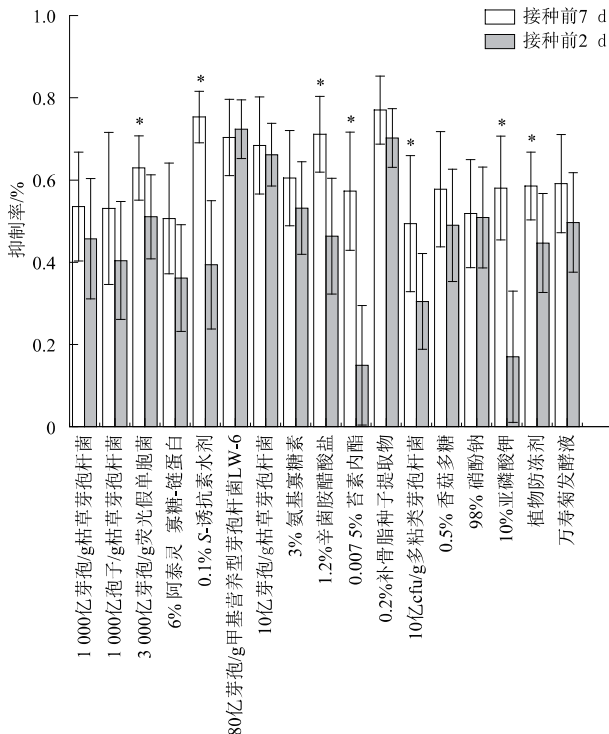


图 2 不同群体数量病斑长度的标准误



注 *表示2组试验抑制率在 $P<0.05$ 水平上存在显著差异。

图 3 接种前 7 d 施药与接种前 2 d 施药抑制率对比

2.5 不同药剂对猕猴桃溃疡病室内抑制效果
6种生防菌、7种免疫诱抗剂和4种免疫诱抗物对猕猴桃溃疡病均有一定抑制作用(表3)。其中，0.2%补骨脂种子提取物微乳剂、0.1% S-诱抗素水剂抑制率最高，分别为77.03%和75.35%，与3 000亿芽孢/g荧光假单胞菌可湿性粉剂和3%氨基寡糖素水剂等12种药剂有显著差异；其次，1.2%辛菌胺醋酸盐水剂、80亿芽孢/g甲基营养型芽孢杆菌LW-6可湿性粉剂和10亿芽孢/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂，抑制率分别为71.14%、70.38%和68.43%。

表 3 接种前 7 d 喷药不同药剂的抑制率

药剂名称	平均病斑长度	抑制率/%
0.2%补骨脂种子提取物微乳剂	0.425	77.03 a
0.1% S-诱抗素水剂	0.456	75.35 a
1.2%辛菌胺醋酸盐水剂	0.534	71.14 ab
80亿芽孢/g甲基营养型芽孢杆菌LW-6可湿性粉剂	0.548	70.38 abc
10亿芽孢/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂	0.584	68.43 abcd
3 000亿芽孢/g荧光假单胞菌可湿性粉剂	0.685	62.97 bcde
3%氨基寡糖素水剂	0.731	60.49 bcdef
万寿菊发酵液	0.756	59.14 cdef
植物防冻剂	0.767	58.54 def
10%亚磷酸钾水溶液	0.776	58.05 def
0.5%香菇多糖水剂	0.781	57.78 def
0.007 5%芸苔素内酯水剂	0.790	57.3 def
1 000亿芽孢/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂(河北中保)	0.859	53.57 ef
1 000亿孢子/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂(河北冠农)	0.868	53.08 ef
98%复硝酚钠	0.891	51.84 ef
6%寡糖·链蛋白可湿性粉剂	0.913	50.65 ef
10亿cfu/g多粘类芽孢杆菌可湿性粉剂	0.936	49.41 f
清水对照	1.850	

注 数据后不同小写字母表示药剂抑制率在 $P<0.05$ 水平有显著差异。

2.6 田间药剂试验

试验结果表明,0.2%补骨脂种子提取物微乳剂等5种药剂对猕猴桃溃疡病均有一定的防效(表4)。3次施药后10 d,0.2%补骨脂种子提取物微乳剂、0.1% S-诱抗素水剂、1.2%辛菌胺醋酸盐水剂、80亿芽孢/g甲基营养型芽孢杆菌LW-6可湿性粉剂和10亿芽孢/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂的平均防效分别为64.51%、66.10%、59.86%、62.31%和53.75%。其中，0.2%补骨脂种子提取物微乳剂和0.1% S-诱抗素水剂对猕猴桃溃疡病防效最好，其与10亿芽孢/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂的防效有显著差异。

表 4 生防菌和免疫诱抗剂防治猕猴桃溃疡病试验结果

药剂	稀释倍数	末次药后10 d病指数	防效/%
0.2%补骨脂种子提取物微乳剂	1 000	4.06	64.51 aAB
0.1% S-诱抗素水剂	600	3.83	66.10 aA
1.2%辛菌胺醋酸盐水剂	200	4.56	59.86 abAB
80亿芽孢/g甲基营养型芽孢杆菌LW-6可湿性粉剂	1 000	4.31	62.31 aAB
10亿芽孢/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂	500	4.86	53.75 bB
清水对照		11.39	

注 不同小写字母表示有显著差异 ($P<0.05$),不同大写字母表示有极显著差异 ($P<0.01$)。

3 结果与讨论

离体枝条接种的方法在猕猴桃溃疡病防治药剂筛选中已有应用,但对于接种量、试验群体数量和调查时间等参数一直未有较为系统的研究。笔者探索防治猕猴桃溃疡病的药剂,包括病原、药剂和寄主的生物测定方法。试验结果表明,在接种量5~20 μL,接种量对发病程度无显著影响。从试验群体数量来看,当重复数小于10次时,随着重复数的增加,标准误快速减少;当重复数大于10次以后,趋于稳定,并缓慢下降。结合试验工作量,建议杀菌剂防治猕猴桃溃疡病室内生物测定的重复数为10次。从调查时间来看,随着接种后保湿的时间越长,猕猴桃溃疡病的病斑越大,试验变异系数越小。笔者证实了喷施药剂、伤口接种、保湿培养后调查试验结果的方法,可有效地评价生防菌和免疫诱抗剂对猕猴桃溃疡病的防效。该方法可用于其他枝干类病害生物测定,但是接种方法、试验群体数量和调查时间等参数需要根据病害扩展速度和变异程度确定。

猕猴桃溃疡病是猕猴桃生产中最重要病害,目前药剂防治依然是防治猕猴桃溃疡病的主要手段。许多研究者都曾进行药剂防治试验,陈亮等^[8]采用离体试验和室内盆栽活体试验的方法测试了硫酸链霉素、中生菌素等几种杀菌剂对猕猴桃溃疡病的防效;张文娟^[9]测试了一株猕猴桃溃疡病内生放线菌WN34及其发酵液活性粗提物的抑菌效果和田间防效,证实WN34菌株发酵液具有开发成为新型生防药剂的潜力;Lovato等^[10]证实了绿茶提取物可使猕猴桃溃疡病致病力降低;Minardi等^[11]发现溃疡病在无症状猕猴桃植株中的存在时间可长达数年,并提出仅依赖植株表面杀菌处理来防治猕猴桃溃疡病是否有效的问题;龙友华等^[12]和黄露等^[13]采用室内平板菌落计数测试药剂毒力并结合田间试验进

行了猕猴桃溃疡病化学防治药剂筛选。秦虎强等^[14]筛选了猕猴桃溃疡病的化学防治药剂。笔者筛选了17种防治猕猴桃溃疡病的生防菌类药剂及免疫诱抗剂,其中0.2%补骨脂种子提取物微乳剂、0.1% S-诱抗素水剂在室内生物测定中抑制率较好,80亿芽孢/g甲基营养型芽孢杆菌LW-6可湿性粉剂和1.2%辛菌胺醋酸盐水剂次之,田间防效为59.86%~66.10%,可以结合其他药剂,用于猕猴桃溃疡病的防治。

不同施药时间对溃疡病防效不同,如秦虎强等^[15]研究了72%农用链霉素可溶粉剂、46%氢氧化铜水分散粒剂、20%叶枯唑可湿性粉剂和1.5%噻霉酮水乳剂的预防和治疗效果,表明侵染前施药的防效优于侵染后。本试验发现接种前7 d施药的效果整体优于接种前2 d的抑制效果,且不同药剂差异不同,其中0.1% S-诱抗素水剂等7种药剂,接种前7 d施药效果显著优于接种前2 d施药,这可能是因为生防菌和免疫诱抗剂需较长时间才能在植株上定殖或诱导植物产生抗病性,笔者将进一步研究明确其机制。

参考文献

[1] 陈杰,袁静,许勇华.我国创制农药生物测定概述与展望[J].世界农药,2020,42(5):1-9.
[2] 李树正.农药生物测定方法及其问题[J].世界农药,1990,12(5):48-51.
[3] 陈年春.农药生物测定技术[M].北京:北京农业大学出版社,1991.
[4] 季雪婧,寇远涛,张礼生.基于文献计量学的国际生物防治研究发展态势分析[J].中国生物防治学报,2019,35(1):122-128.
[5] 刘艳潇,祝一鸣,周而勋.植物免疫诱抗剂的作用机理和应用研究进展[J].分子植物育种,2020,18(3):1020-1026.
[6] 农业部农药检定所.NY/T 1156.10—2008 农药室内生物测定试验准则杀菌剂第10部分:防治灰霉病试验 盆栽法[S].北京:中国农业出版社,2008.

- [7] 卢灿华, 夏振远. 生测法高效筛选烟草青枯病生防菌[C]//彭友良. 中国植物病理学会2018年学术年会论文集. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2018: 5222.
- [8] 陈亮, 颜克成, 刘君丽, 等. 几种药剂对农作物细菌性病害的防治效果[J]. 农药, 2017, 11(56): 79-81.
- [9] 张文娟. 猕猴桃溃疡病拮抗菌株筛选及田间药效试验[J]. 陕西农业科学, 2020, 66(5): 36-38; 43.
- [10] LOVATO A, PIGNATTI A, VITULO N, et al. Inhibition of virulence-related traits in *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* by gunpowder green tea extracts[J]. Frontiers in Microbiology, 2019, 10: 2362.
- [11] MINARDI P, ARDIZZI S, LUCCHESI C. Endophytic survival of

- Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* in *Actinidia chinensis* 'Hort16A' plants[J]. Acta Horticulturae, 2019(1243): 97-102.
- [12] 龙友华, 夏锦书. 猕猴桃溃疡病防治药剂室内筛选及田间药效试验[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(10): 84-86.
- [13] 黄露, 何芳, 秦智慧, 等. 杀菌剂对猕猴桃溃疡病菌的室内毒力测定及田间防效[J]. 中国南方果树, 2017, 46(2): 137-140; 143.
- [14] 秦虎强, 赵志博, 高小宁, 等. 猕猴桃细菌性溃疡病菌对17种杀菌剂的敏感性及其不同药剂田间防效[J]. 西北农业学报, 2015, 24(9): 145-151.
- [15] 秦虎强, 赵志博, 高小宁, 等. 四种杀菌剂防治猕猴桃溃疡病的效果及田间应用技术[J]. 植物保护学报, 2016, 43(2): 321-328.

(责任编辑: 高蕾)

(上接第32页)

3 结论

溴嘧氯草醚在重壤土、中壤土和砂壤土中属于不移动农药。在正常条件下, 溴嘧氯草醚通过土壤移动作用进入地下水而造成地下水污染的风险较小。

参考文献

- [1] LU L, CHEN J, WU J, et al. New 2-pyrimidinyl-oxy-naryl-benzylamine derivatives, their processes and uses: WO, 2002034724 [P]. 2002-05-02.
- [2] 杨征敏, 吕强, 赵沈江, 等. 棉田除草剂溴嘧氯草醚的中试合成及杂质鉴定[J]. 农药学报, 2014, 16(4): 400-405.
- [3] 台文俊, 陈杰, 徐小燕, 等. 棉田除草活性化合物SIOC0426生物活性初步评价[J]. 农药学报, 2009, 11(1): 87-91.
- [4] 安凤春, 莫汉宏, 杨克武, 等. 农药在土壤中的迁移的研究方法[J]. 环境化学, 1994, 13(3): 214-217.
- [5] 黄家章, 郑永权, 刘新刚, 等. 氟虫腈在水稻土和红壤中的淋溶研究[J]. 农业环境科学学报, 2010, 29(增刊): 201-204.
- [6] 孔德洋, 许静, 韩志华, 等. 七种农药在3种不同类型土壤中的吸附及淋溶特性[J]. 农药学报, 2012, 14(5): 545-550.
- [7] 许秀莹, 宋稳成, 王鸣华, 等. 氟啶胺在土壤中的吸附解吸与淋溶特性[J]. 中国环境科学, 2013, 33(4): 669-673.
- [8] 田丽娟, 刘迎春, 陶波, 等. 氟磺胺草醚在土壤中的淋溶及其影响

- 因素[J]. 农药, 2015, 54(10): 740-743.
- [9] 张鹏, 慕卫, 刘峰, 等. 噻虫嗪在土壤中的吸附和淋溶特性[J]. 环境化学, 2015, 34(4): 705-711.
- [10] 朱峰, 董丰收, 刘新刚, 等. 新型杀菌剂苯菌酮在3种典型土壤中的淋溶行为[J]. 农药学报, 2015, 17(6): 763-768.
- [11] 杨昱, 亢育杰, 郑张瑜, 等. 苯噻菌酯在土壤中的降解、吸附和迁移特性[J]. 环境化学, 2016, 35(4): 658-665.
- [12] 马云峰, 李学德, 等. 双氟磺草胺在不同类型土壤中的吸附与淋溶特性研究[J]. 农药学报, 2016, 18(3): 380-386.
- [13] 李璇, 冯岩, 王娇, 等. 氨唑草酮在土壤中的降解、吸附与淋溶特性[J]. 农药, 2017, 56(10): 757-759; 774.
- [14] 谢慧, 王军, 杜晓敏, 等. 新农药啶虫脒在三种典型土壤中的吸附与淋溶研究[J]. 土壤学报, 2017, 54(1): 118-127.
- [15] 张月, 周雯雯, 贾浩然, 等. 双唑草腈在7种土壤中的淋溶特性[J]. 农药, 2019, 58(12): 893-897; 904.
- [16] 何健, 李菊颖, 豆叶枝, 等. 环丙酰草胺在土壤中的迁移特性[J]. 农药学报, 2020, 22(4): 721-726.
- [17] 中华人民共和国农业部. GB/T 31270.5—2014化学农药环境安全评价试验准则 第5部分: 土壤淋溶试验[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [18] 何红梅, 吴珉, 张春荣, 等. 超高效液相色谱-串联质谱法测定环境样品中溴嘧氯草醚残留及其在土壤中降解特性的研究[J]. 分析化学, 2017, 45(10): 1564-1570.

(责任编辑: 高蕾)

淡紫拟青霉首次在我国柑橘树上登记

近期, 柳州市惠农化工有限公司申请的2亿孢子/g淡紫拟青霉粉剂产品获批登记。登记作物和防治对象为柑橘树线虫, 推荐在柑橘树新梢抽发前或新根生长时、线虫发生前或发生初期使用。在树冠滴水线内先刨根部周围表土层1~2 cm, 每亩10.5~15 kg药剂, 与适量细沙拌匀然后均匀撒施, 覆土淋水。

这是我国首次批准淡紫拟青霉在柑橘树上登记。此前, 淡紫拟青霉在我国的登记作物和防治对象为番茄、草坪(根结)线虫。

GB 2763《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》2019版、2021版均将淡紫拟青霉列为豁免制定食品中最大残留量标准的农药。

(来源: 农化专利服务)