



池艳艳, 陈炳旭, 董易之. 5 种杀螨剂对不同螨态荔枝叶螨的毒力评价和田间防效 [J]. 环境昆虫学报, 2020, 42 (4): 998–1004.

5 种杀螨剂对不同螨态荔枝叶螨的毒力评价和田间防效

池艳艳^{1,2}, 陈炳旭^{1,2*}, 董易之^{1,2}

(1. 广东省农业科学院植物保护研究所, 广州 510640; 2. 广东省植物保护新技术重点实验室, 广州 510640)

摘要: 为了综合评价常用杀螨剂对荔枝叶螨 *Oligonychus litchii* 的室内毒力, 在室内分别采用 Potter 喷雾法、浸叶碟法和浸叶法测定了 5 种常用杀螨剂对荔枝叶螨成螨、卵和若螨的毒力, 并测定了 5 种杀螨剂对荔枝叶螨的田间防效。室内毒力结果表明: 哒螨灵、阿维菌素对荔枝叶螨成螨和若螨有较高的毒力, 联苯肼酯对成螨和若螨的毒力较低, 而螺螨酯和乙螨唑对成螨基本无活性, 对若螨有一定的毒力; 5 种杀螨剂对卵的毒力大小依次为乙螨唑>螺螨酯>哒螨灵>阿维菌素>联苯肼酯。田间防效试验中, 15% 哒螨灵乳油和 1.8% 阿维菌素乳油对荔枝叶螨的总体防效较好, 药后 1 d 防效高于 70%, 药后 10 d 防效达 100%, 药后 20 d 防效仍在 90% 以上, 速效性和持效性均较好; 240 g/L 螺螨酯悬浮剂和 110 g/L 乙螨唑悬浮剂对荔枝叶螨药后 3 d 防效均低于 70%, 而药后 20 d 的防效高于 90%, 说明两药剂速效性较差但持效性较好; 43% 联苯肼酯悬浮剂药后 1、3 d 防效低于阿维菌素和哒螨灵, 高于螺螨酯和乙螨唑, 药后 15 d 防效开始下降。在田间防治荔枝叶螨时, 若荔枝叶螨发生早期、成螨较少时建议施用螺螨酯或乙螨唑, 而荔枝叶螨种群中成螨、若螨较多时推荐施用阿维菌素、哒螨灵或联苯肼酯。

关键词: 杀螨剂; 荔枝叶螨; 毒力

中图分类号: Q968.1; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2020) 04-0998-07

Toxicity and field efficacy of five acaricides against *Oligonychus litchii* on different life stage

CHI Yan-Yan^{1,2}, CHEN Bing-Xu^{1,2*}, DONG Yi-Zhi^{1,2} (1. Plant Protection Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China; 2. Guangdong Provincial Key Laboratory of High Technology for Plant Protection, Guangzhou 510640, China)

Abstract: In order to evaluate the activity of five common acaricides to *Oligonychus litchi*, the toxicities on adult mite, nymph mite and egg were measured in laboratory using potter spraying method, slide-dipping method and leaf-dipping method respectively, and the control effects were also tested in the field. The result showed that pyribaden and avermectin displayed relatively higher toxicities to adult and nymph mite, followed by bifenthrin. Spirodiclofen and etoxazole showed a certain effect to nymph mite, but very poor effect to adult mite. The toxicities on egg rank (from high to low) of the five acaricides were etoxazole, spirotetrameth, pyribaden, avermectin and bifenthrin. In field efficacy trial, 15% pyribaden EC and 1.8% avermectin EC showed relatively good control effect to *O. litchi*. The control effect was higher than 70% at 1 day after treatment (DAT), and increased to 100% at 10 DAT. Moreover, the control effect was still above 90% at 20 DAT. These results indicated that pyribaden and avermectin had quick action speed and

基金项目: 国家重点研发计划 (2017YFD0202100); 国家荔枝龙眼产业技术体系 (CARS-32-42); 广东省荔枝产业技术体系 (2019KJ107-4)

作者简介: 池艳艳, 女, 1989 年生, 山东省聊城市人, 硕士研究生, 研究方向为果树虫害防治, E-mail: chiyanan2012@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence: 陈炳旭, 男, 博士, 研究员, 主要研究方向为果树虫害防治, E-mail: gzchenbx@163.com

收稿日期 Received: 2019-06-22; 接受日期 Accepted: 2019-09-23

long persistence. The control effects of 240 g/L spiroticlofen SC and 110 g/L etoxazole SC were lower than 70% at 3 DAT and higher than 90% at 20 DAT, which indicated slow action speed and long persistence of these two pesticides. At 1 DAT and 3 DAT, the control effect of 43% bifenazate SC was lower than 15% pyribaden EC and 1.8% avermectin EC, but higher than 240 g/L spiroticlofen SC and 110 g/L etoxazole SC. At 15 DAT, the control effect of 43% bifenazate SC began to fall. In the actual application, spiroticlofen and etoxazole are recommended in the early stage with fewer adult mite, and pyribaden, avermectin, and bifenazate are recommended when adult mite and nymph mite predominate the population.

Key words: Acaricide; *Oligonychus litchii*; toxicity

荔枝叶螨 *Oligonychus litchii* 属于叶螨科、小爪螨属, 1989 年在台湾首次报道 (Lo and Ho, 1989), 现今已成为荔枝主产区的主要害虫之一。荔枝叶螨多通过吸取汁液危害, 叶片初呈黄白色小斑点, 严重时叶片变褐、提前脱落 (徐海明等, 2017)。该螨繁殖能力强, 世代周期短, 活动范围小, 受药机会多, 气候适宜时短期内即可猖獗危害。实际生产中, 荔科技园长期大面积地使用各类化学农药防治叶螨, 如果施用药剂不当, 不仅很难达到较好的效果, 造成农药浪费, 还会由于农药大量使用而污染环境。

阿维菌素是一种十六元大环内酯类化合物, 具有触杀和胃毒作用 (主要是胃毒作用), 作用于害虫的氯离子通道, 致使神经传导受阻, 最终导致昆虫麻痹死亡 (袁会珠等, 2006; 王兰和冯宏祖, 2008; Mckellar *et al.*, 2008)。哒螨灵是哒嗪类化合物, 主要为触杀作用, 通过抑制线粒体的呼吸作用来达到杀虫效果 (Kim *et al.*, 2004; 柏亚罗, 2005; 郭宝元等, 2009)。联苯肼酯为联苯肼类杀螨剂, 具有较好的击倒活性和较长的持效期, 作用于害螨中枢神经传导系统 GABA 受体 (王元元等, 2011; 刘长令, 2012; Hiragaki *et al.*, 2012; 范潇, 2015)。螺螨酯属于季酮酸类化合物, 通过抑制害螨体内的脂肪合成, 破坏害螨的能量代谢而导致害螨死亡 (Nauen, 2005; 陆恒等, 2010)。乙螨唑属于二苯基恶唑啉类化合物, 为触杀性杀螨剂, 具有良好的渗透能力和耐雨水冲刷能力, 作用方式包括抑制螨正常蜕皮和杀卵活性 (王志静等, 2012; 范潇, 2015)。

目前, 阿维菌素、哒螨灵、联苯肼酯、螺螨酯和乙螨唑是荔枝主产区防治叶螨的主要药剂, 而关于这 5 种药剂对荔枝叶螨不同螨态的毒力、速效性、持效性等尚缺乏系统研究。因此, 本研究在室内测定了 5 种杀螨剂对荔枝叶螨各螨态的毒力, 并进行了田间防效试验, 进一步明确了 5 种

杀螨剂对荔枝叶螨的作用特点, 以期为荔科技园合理选用杀螨剂提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试荔枝叶螨于 2013 年 3 月采自广东省农业科学院大丰试验基地, 在温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相对湿度 70% ~ 80%、光周期 L:D = 14:10 h 的养虫室内用新鲜干净的“糯米糍”荔枝叶片饲养。

室内毒力试验药剂: 95% 阿维菌素原药 (深圳诺普信农化股份有限公司), 98.5% 哒螨灵原药 (深圳诺普信农化股份有限公司), 97% 联苯肼酯原药 (广东广康生化科技股份有限公司), 93% 乙螨唑原药 (深圳诺普信农化股份有限公司), 95% 螺螨酯原药 (深圳诺普信农化股份有限公司)。

田间药效试验药剂: 1.8% 阿维菌素乳油 (江苏克胜集团股份有限公司), 15% 哒螨灵乳油 (江苏克胜集团股份有限公司), 43% 联苯肼酯悬浮剂 (麦德梅农业解决方案有限公司), 240 g/L 螺螨酯悬浮剂 (拜耳作物科学 (中国) 有限公司), 110 g/L 乙螨唑悬浮剂 (日本住友化学株式会社)。

1.2 试验方法

1.2.1 5 种杀螨剂对荔枝叶螨的毒力测定

成螨毒力测定采用 Potter 喷雾法 (陈年春, 1992; 于文杰等, 2011)。先用丙酮将原药溶解配制成 1% 母液, 然后用 0.1% 吐温-80 水溶液将母液稀释成系列浓度梯度。根据预试验结果, 哒螨灵浓度设置为 0.0625、0.125、0.25、0.5、1 mg/L, 阿维菌素浓度设置为 0.1、0.2、0.4、0.8、1.6 mg/L, 联苯肼酯浓度设置为 0.5、1、2、4、8 mg/L, 螺螨酯和乙螨唑的浓度设置为 1、10、100、1 000 mg/L。挑取健康的刚羽化的成螨置于新鲜、大小一致、四周包裹湿脱脂棉的荔枝叶片正面, 每叶片挑取 20 头, 待螨稳定后 (约

30 min), 观察螨的存活情况, 将死螨剔除, 补充新的成螨。试验中, 以清水喷雾的叶片为空白对照, 并设溶剂对照。每处理 3 次重复, 每次重复 20 头成螨。在实验室用 Potter 喷雾塔将不同浓度的药液均匀喷于荔枝叶片正面。以初始喷雾体积 1 mL、喷雾时间 1 min 为标准参数。将处理后的荔枝叶片周围包 1 层脱脂棉, 置于温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相对湿度 70%~80%、光周期 L:D=14:10 h 的培养箱中饲养。24 h 后, 在双目解剖镜下检查成螨的死亡情况。用毛笔尖轻触叶螨, 螨足不动则视为死亡。

卵的毒力测定采用浸叶碟法 (Keen *et al.*, 1991)。依据预试验结果, 将哒螨灵配制成 0.5、1、2、4、8 mg/L, 阿维菌素配制成 2、4、8、16、32 mg/L, 联苯肼酯配制成 10、20、40、80、160 mg/L, 螺螨酯配制成 0.25、0.5、1、2、4 mg/L, 乙螨唑配制成 0.025、0.05、0.1、0.2、0.4 mg/L。将新鲜、干净的荔枝叶片放置于铺有湿海绵的培养皿中, 再将 40 头雌成螨接入叶片, 让其产卵 24 h, 然后剔除雌成螨, 将有卵的叶片浸入配制好的系列药液中 10 s, 晾干后放回培养皿中, 在双目解剖镜下检查卵量。将处理后的荔枝叶片置于温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相对湿度 70%~80%、光周期 L:D=14:10 h 培养箱中饲养。试验中, 以清水处理的叶片为空白对照, 并设溶剂对照。每处理重复 3 次, 每次重复约 40 个卵。待空白对照卵全部孵化时用体式显微镜检查孵化数、未孵化数。

若螨的毒力测定采用浸叶法 (赵建周和剧正理, 1994)。依据预试验结果, 将哒螨灵配制成 0.0125、0.025、0.05、0.1、0.2 mg/L, 阿维菌素配制成 0.025、0.05、0.1、0.2、0.4 mg/L, 联苯肼酯配制成 0.125、0.25、0.5、1、2 mg/L, 螺螨酯配制成 0.5、1、2、4、8 mg/L, 乙螨唑配制成 0.15、0.3、0.6、1.2、2.4 mg/L。将新鲜、干净的荔枝叶片浸入配置好的系列药液中 10 s, 晾干后叶片周围包 1 层脱脂棉, 放置于铺有湿海绵的培养皿中。每片叶片接种 20 头若螨, 待螨体稳定后 (约 30 min) 在双目解剖镜下检查螨数, 不足者补齐。将处理后的荔枝叶片置于温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相对湿度 70%~80%、光周期 L:D=14:10 h 培养箱中饲养。试验中, 以清水处理的叶片为空白对照, 并设溶剂对照。每处理 3 次重复, 每次重复 20 头若螨。24 h 后用毛笔尖轻触叶螨, 螨足不动视为死亡, 检查每处理的死亡数, 计算死亡率。

1.2.2 荔枝叶螨的田间防效测定

田间防效试验参照《农药田间药效试验准则 (一) 杀螨剂防治桔全爪螨》进行试验。试验在广东省农业科学院植物保护研究所白云基地进行, 荔枝品种为“糯米糍”, 株高 2 m, 株行距为 4 m×4 m, 荔科技园肥力中等, 管理良好。

试验共设 6 个处理: 15% 哒螨灵乳油 5 000 倍、1.8% 阿维菌素乳油 3 000 倍、43% 联苯肼酯悬浮剂 3 000 倍、240 g/L 螺螨酯悬浮剂 5 000 倍和 110 g/L 乙螨唑悬浮剂 5 000 倍。使用 3WBD-16B 型背负式电动喷雾器对荔枝整株进行均匀喷雾, 药液用量 2 000 L/ha。以上处理采取随机区组排列, 每处理 4 次重复, 每个小区 2 株荔枝树。于 2018 年 8 月 8 日进行试验, 当天天气多云, 荔科技园中有大量的成螨, 调查药前基数并施药, 药后 1、3、10、15 和 20 d 调查活螨数。每小区每株东、南、西、北、中 5 个方位各标记同一梢期的 3 片叶片, 调查所标记 3 片叶片上的所有活动螨数。依据药前基数和药后活螨数, 计算虫口减退率和防效。每次调查时观察药剂对荔枝植株、试验区内非靶标生物的影响, 评价药剂对荔枝树和非靶标生物的影响。虫口减退率(%)=(药前虫口基数-药后活螨数)/药前虫口基数×100, 防效(%)=(处理区虫口减退率-空白对照区虫口减退率)/(100-空白对照区虫口减退率)×100。

1.3 数据统计与分析

试验数据采用 SPSS 16.0 软件进行统计分析, 采用邓肯氏新复极差法对田间防效进行差异性显著分析。

2 结果与分析

2.1 5 种杀螨剂对荔枝叶螨的毒力

在所用杀螨剂中, 哒螨灵和阿维菌素对荔枝叶螨成螨的毒力较高, 24 h LC_{50} 值分别为 0.258 和 0.376 mg/L, 说明哒螨灵和阿维菌素对荔枝叶螨成螨具有较好的毒杀效果。其次为联苯肼酯, 24 h LC_{50} 值为 1.945 mg/L。荔枝叶螨成螨经螺螨酯和乙螨唑 1 000 mg/L 浓度处理 24 h 后校正死亡率仅为 30% 左右, 可见螺螨酯和乙螨唑对成螨基本无活性 (表 1)。

5 种杀螨剂对荔枝叶螨卵的毒力差异较大, 其中乙螨唑活性最高, LC_{50} 仅为 0.110 mg/L, 螺螨酯次之, 联苯肼酯的毒力最低, LC_{50} 为 37.391 mg/L

(表 1)。

哒螨灵、阿维菌素、联苯肼酯、螺螨酯和乙螨唑 5 种药剂对荔枝叶螨若螨均有较高的毒力, LC_{50} 值分别为 0.046、0.102、0.495、1.762 和 0.563 mg/L。按照药剂的毒力大小排序为哒螨灵 > 阿维菌素 > 联苯肼酯 > 乙螨唑 > 螺螨酯, 其中哒螨灵对若螨的毒力最高, 阿维菌素次之, 螺螨酯最低。

同一杀螨剂对荔枝叶螨不同螨态的毒力结果如图 1 所示。哒螨灵和阿维菌素对荔枝叶螨各螨态均有较高的活性, 两种杀螨剂对若螨的活性最

高, 成螨次之, 卵最低, 两种药剂对若螨的毒力分别是成螨的 5.61 和 3.69 倍, 卵的 39.93 和 85.12 倍。联苯肼酯对荔枝叶螨卵的毒力一般, 对若螨和成螨的毒力较高, 其中联苯肼酯对若螨的毒力分别是成螨和卵的 3.93 和 75.54 倍。螺螨酯和乙螨唑对荔枝叶螨成螨、卵和若螨的活性差异较大, 两种药剂均对卵的活性最强, 毒力分别是若螨的 1.82 和 5.12 倍, 而两种药剂对成螨室内毒力值大于 1 000 mg/L, 说明两种药剂对成螨基本无活性。

表 1 5 种杀螨剂对荔枝叶螨的毒力
Table 1 Toxicity of five acaricides against *Oligonychus litchii*

螨态 Mite state	杀螨剂 Acaricide	LC_{50} (mg/L)	95% 置信区间 95% CL (mg/L)	回归方程 Regression equation	相关系数 Correlation coefficient
成螨 Adult	哒螨灵 Pyridaben	0.258	0.217 ~ 0.308	$y = 0.939 + 1.598x$	0.986
	阿维菌素 Abamectin	0.376	0.313 ~ 0.452	$y = 0.641 + 1.511x$	0.999
	联苯肼酯 Bifenazate	1.945	1.620 ~ 2.331	$y = -0.440 + 1.525x$	0.999
	螺螨酯 Spirodiclofen	> 1000	—	—	—
	乙螨唑 Etoxazole	> 1000	—	—	—
卵 Egg	哒螨灵 Pyridaben	1.837	1.619 ~ 2.083	$y = -0.639 + 2.417x$	0.999
	阿维菌素 Abamectin	8.682	7.646 ~ 9.872	$y = -2.225 + 2.370x$	0.999
	联苯肼酯 Bifenazate	37.391	32.860 ~ 42.512	$y = -3.679 + 2.339x$	0.986
	螺螨酯 Spirodiclofen	0.970	0.838 ~ 1.122	$y = 0.026 + 1.982x$	0.989
	乙螨唑 Etoxazole	0.110	0.095 ~ 0.129	$y = 1.784 + 1.864x$	0.987
若螨 Nymph	哒螨灵 Pyridaben	0.046	0.039 ~ 0.054	$y = 2.256 + 1.688x$	0.993
	阿维菌素 Abamectin	0.102	0.088 ~ 0.114	$y = 2.030 + 2.048x$	0.992
	联苯肼酯 Bifenazate	0.495	0.412 ~ 0.594	$y = 0.465 + 1.521x$	0.993
	螺螨酯 Spirodiclofen	1.762	1.510 ~ 2.048	$y = -0.465 + 1.890x$	0.991
	乙螨唑 Etoxazole	0.563	0.486 ~ 0.650	$y = 0.500 + 2.002x$	0.996

2.2 5 种杀螨剂对荔枝叶螨的田间防效

5 种杀螨剂对荔枝叶螨的田间防效详见表 2。药后 1 d, 15% 哒螨灵乳油稀释 5 000 倍和 1.8% 阿维菌素乳油稀释 3 000 倍防效分别为 78.12%、74.39%, 药后 3 d 防效升高, 药后 10 d 两药剂的防效均升至 100%, 药后 15 d 防效维持不变, 药后 20 d 防效有所下降 (96.23% 和 91.72%)。43% 联苯肼酯悬浮剂稀释 3 000 倍药后 1 d 防效为 68.93%, 显著低于哒螨灵防效, 显著高于螺螨酯和乙螨唑防效, 与阿维菌素防效差异不显著; 药后 3 d 防效升高, 药后 10 d 防效达最高值 (100%), 与哒螨灵和阿维菌素防效相当, 显著高于螺螨酯和乙螨唑防效; 药后 15 d 防效开始下降, 药后 20 d 防效 (89.16%) 显著低于哒螨灵, 与阿维菌素、螺螨酯和乙螨唑防效无显著差异。240 g/L 螺螨酯悬浮剂稀释 5 000 倍和 110 g/L 乙螨唑悬浮剂稀释 5 000 倍药后 1 d 防效仅为 55.45% 和 50.79%, 显著低于其他 3 种药剂防效; 药后 3 ~ 15 d 防效不断升高, 药后 20 d 防效达最高值 (90.27% 和 93.85%), 与其他 3 种药剂防效差异不显著。

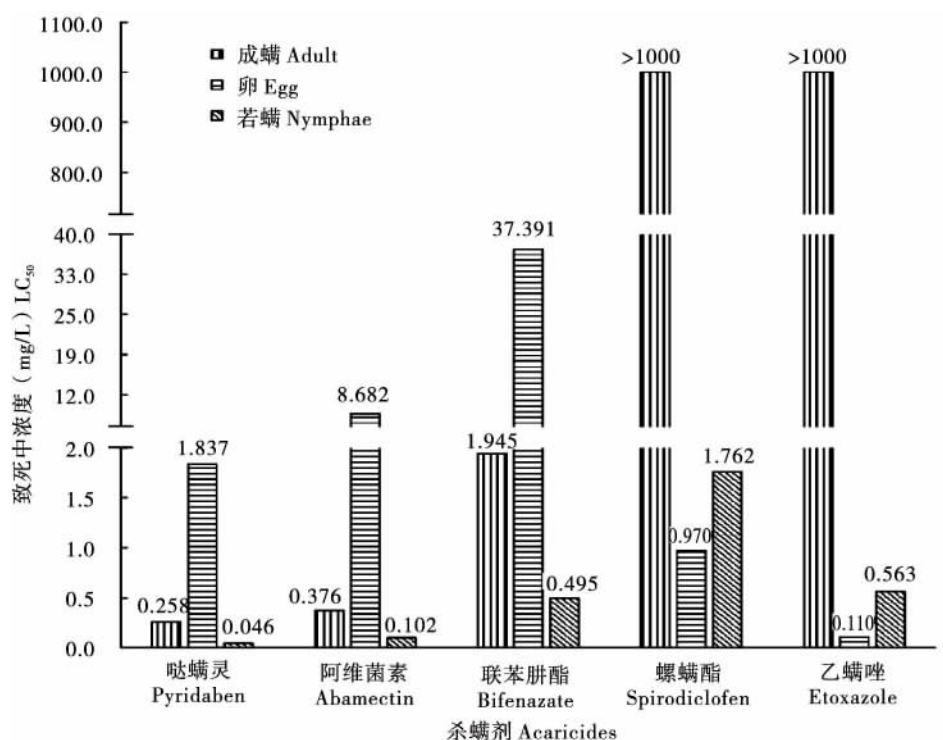


图1 杀螨剂对荔枝叶螨不同螨态的毒力比较

Fig. 1 Toxicity comparison of acaricides against *Oligonychus litchii*

表2 5种杀螨剂对荔枝叶螨的田间防效

Table 2 Field control efficacy of five acaricides against *Oligonychus litchii*

杀螨剂 Acaricide	稀释倍数 Dilution ratio	防效 (%) Field control efficacy				
		药后 1 d 1 DAT	药后 3 d 3 DAT	药后 10 d 10 DAT	药后 15 d 15 DAT	药后 20 d 20 DAT
15% 哒螨灵乳油 Pyridaben 15% EC	5 000	78.12 a	93.25 a	100 a	100 a	96.23 a
1.8% 阿维菌素乳油 Aabamectin 1.8% EC	3 000	74.39 ab	90.83 ab	100 a	100 a	91.72 bc
43% 联苯肼酯悬浮剂 Bifenazate 43% SC	3 000	68.93 b	86.94 b	100 a	96.84 b	89.16 c
240 g/L 螺螨酯悬浮剂 Spirodiclofen 240 g/L SC	5 000	55.45 c	62.53 c	81.00 b	85.82 d	90.27 bc
110 g/L 乙螨唑悬浮剂 Etoxazole 110 g/L SC	5 000	50.79 c	65.78 c	83.01 b	88.06 c	93.85 ab

注: 表中同列数据后不同字母表示在 $P < 0.05$ 水平差异显著。Note: Different letters of the same column in the table mean significant difference at $P < 0.05$.

3 结论与讨论

螨类在适宜的气候条件下繁殖力极强, 频繁使用单一杀螨剂较易引发抗药性。因此, 筛选高

效、低毒、持效期长的杀螨剂可以避免或延缓抗药性的产生。本研究中的5种杀螨剂均属于不同类型的药剂, 具有不同的作用机制, 目前国内关于这些杀螨剂的研究多集中在单一药剂的药效试验或单一螨态室内毒力测定。基于此, 本研究系

统比较了 5 种杀螨剂对荔枝叶螨不同螨态的毒力及田间防效。

本研究测定的阿维菌素、哒螨灵对荔枝叶螨成螨、卵和若螨的 LC_{50} 均较低, 表明阿维菌素、哒螨灵对荔枝叶螨各螨态均有较好的毒力, 这与马惠等 (2009)、涂洪涛等 (2016) 报道的结果相一致。程兰等 (2019) 研究发现阿维菌素和哒螨灵药剂对柑橘全爪螨 *Panonychus citri* 的速效性好, 持效期 30 d 以上, 本研究中 15% 哒螨灵乳油和 1.8% 阿维菌素乳油防治荔枝叶螨药后 1~20 d 均有较高的防效, 表现出较快的速效性和长达 20 d 的持效期, 这与上述实验结果一致。

宫亚军等 (2013) 研究表明, 联苯肼酯对二斑叶螨 *Tetranychus urticae* 各个发育阶段均有效, 对若螨和成螨的毒力相当, 但都高于对卵的毒力, 田间施药 14 d 后防效可达 96.66%。本研究结果显示, 联苯肼酯对荔枝叶螨的 3 个螨态均有毒杀作用, 与上述研究结果一致, 但其对若螨的毒力显著高于对成螨和卵的毒力, 显示出其对荔枝叶螨若螨具有很好的毒力; 43% 联苯肼酯悬浮剂 3 000 倍液药后 1 d 防效低于阿维菌素和哒螨灵, 药后 15 d 防效开始下降, 表现出一般的速效性和持效性。

有研究表明, 螺螨酯对荔枝叶螨卵和若螨的毒力分别为 2.61、0.20 mg/L, 乙螨唑对卵和若螨的毒力为 0.01、0.002 mg/L, 对雌成螨没有毒力, 田间施药 1 d 后防效 20% 左右, 药后 30 d 防效仍高于 85% (封云涛等, 2018); 张坤鹏等 (2016) 报道 110 g/L 乙螨唑悬浮剂对山楂叶螨 *Tetranychus viennensis* 的速效性较差, 但持效性好。本研究结果与上述研究报告一致, 即螺螨酯和乙螨唑对荔枝叶螨卵和若螨均有较高的毒杀作用, 但田间防治时速效性较差, 推测原因可能是两药剂对成螨基本无活性, 而在田间施药时荔枝叶螨种群处于成螨发生期。

徐淑等 (2014) 测定了哒螨灵、阿维菌素、噻螨酮、螺螨酯和乙螨唑对荔枝叶螨成螨的毒力和田间防效, 而本研究测定了哒螨灵、阿维菌素、联苯肼酯、螺螨酯和乙螨唑等 5 种杀螨剂对 3 种不同螨态荔枝叶螨的毒力和田间防效, 旨在根据田间荔枝叶螨种群的不同发育时期选用合适的防治药剂: 建议在荔枝叶螨发生早期、成螨较少时选用螺螨酯或乙螨唑, 而荔枝叶螨种群中成螨、若螨较多时施用阿维菌素、哒螨灵或联苯肼酯。如

遇种群数量较大、世代重叠严重时, 建议将不同类型、不同作用方式的杀螨剂轮用或混用, 以达到较好防治效果和延缓抗性发展的目的。

参考文献 (References)

- Bai YL. Acaricide with different action mechanisms [J]. *Modern Agrochemicals*, 2005, 4 (3): 27–30. [柏亚罗. 具有不同作用机理的杀螨剂 [J]. 现代农药, 2005, 4 (3): 27–30]
- Chen NC. Pesticide Bioassay Technology [M]. Beijing: Beijing Agricultural University Press, 1992: 78–81. [陈年春. 农药生物测定技术 [M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1992: 78–81]
- Cheng L, Wang XW, Yang MF, et al. Field efficacy evaluation of eight acaricides against *Panonychus citri* (Mcgregor) [J]. *South China Fruit*, 2019, 48 (4): 118–119, 123. [程兰, 汪小伟, 杨敏芳, 等. 8 种杀螨剂对柑桔全爪螨田间药效评价 [J]. 中国南方果树, 2019, 48 (4): 118–119, 123]
- Fan X. Sublethal Effects of Bifenazate and Etoxazole on *Tetranychus urticae* (Koch) and *Neoseiulus barkeri* (Hughes) [D]. Chongqing: Southwest University Master Thesis, 2015. [范潇. 联苯肼酯和乙螨唑对二斑叶螨及巴氏新小绥螨压致死效应研究 [D]. 重庆: 西南大学硕士论文, 2015]
- Feng YT, Wei MF, Guo XJ, et al. Toxicity evaluation of three acaricides against hawthorn spider mite *Amphitetranychus viennensis* Zacher [J]. *Journal of Plant Protection*, 2018, 45 (3): 640–646. [封云涛, 魏明峰, 郭晓君, 等. 三种杀螨剂对山楂叶螨的毒力评价 [J]. 植物保护学报, 2018, 45 (3): 640–646]
- Gong YJ, Shi BC, Wang ZH, et al. Toxicity and field control efficacy of the new acaricide bifenazate to the two-spotted mite *Tetranychus urticae* Koch [J]. *Agrochemicals*, 2013, 52 (3): 225–227, 233. [宫亚军, 石宝才, 王泽华, 等. 新型杀螨剂—联苯肼酯对二斑叶螨的毒力测定及田间防效 [J]. 农药, 2013, 52 (3): 225–227, 233]
- Guo BY, Guo C, Chen JH, et al. Study on the residues and degradation of acaricide in apple and soil [J]. *Science China*, 2009 (8): 850–856. [郭宝元, 郭聪, 陈锦辉, 等. 哒螨灵在苹果和土壤上残留以及降解行为研究 [J]. 中国科学, 2009 (8): 850–856]
- Hiragaki S, Kobayashi T, Ochiai N, et al. A novel action of highly specific acaricide; bifenazate as a synergist for a GABA gated chloride channel of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) [J]. *Neuro Toxicology*, 2012, 33 (3): 307–313.
- Keena M, Elizabeth GC, Jdfrreyg G. Variability in response of laboratory-reared and field-collected populations of *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae) to hexythiazox [J]. *Journal of Entomology*, 1991, 84 (4): 1128–1134.
- Kim M, Shin D, Suh EK. An assessment of the chronic toxicity of fenpyroximate and pyridaben to *Tetranychus urticae* using a demographic bioassay [J]. *Applied Entomology & Zoology*, 2004, 39 (3): 401–409.
- Liu CL. World Total of Pesticides: Insecticides [M], Beijing: Chemical Industry Press, 2012: 773–775. [刘长令. 世界农药大全: 杀虫剂卷 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2012: 773–775]

- Lo PK, Ho CC. The spider mite family tetranychidae in taiwan. The genus *Oligonychus* [J]. *Journal of Taiwan Museum*, 1989, 42: 59–76.
- Lu H, Chen BX, Dong YZ, *et al.* Activity and efficacy evaluation of newly acaricides pirodiclofen against *Panonychus citri* (Mcgregor) [J]. *South China Fruit*, 2010, 39 (5): 43–46. [陆恒, 陈炳旭, 董易之, 等. 新型杀螨剂螺螨酯对桔全爪螨的活性及药效评价 [J]. 中国南方果树, 2010, 39 (5): 43–46]
- Ma H, Zhou Y, Xia XM, *et al.* Toxicities of nine acaricides to *Tetranychus cinnabarinus* of different developmental stages [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2009, 25 (23): 375–379. [马惠, 周玉, 夏晓明, 等. 9 种杀螨剂对朱砂叶螨不同发育阶段的室内毒力测定 [J]. 中国农学通报, 2009, 25 (23): 375–379]
- Mckellar QA, May SA, Lees P. Pharmacology and therapeutics of non-steroidal anti-inflammatory drugs in the dog and cat: 2 individual agents [J]. *Journal of Small Animal Practice*, 2008, 32 (4): 183–193.
- Nauen R. Spirodiclofen: Mode of action and resistance risk assessment in tetranychid pest mites [J]. *Journal of Pesticide Science*, 2005, 30 (3): 272–274.
- Tu HT, Zhang JY, Chen HJ. Co-toxicity of four acaricides to different development stages of *Tetranychus urticae* Koch [J]. *Agrochemicals*, 2016, 55 (2): 146–149. [涂洪涛, 张金勇, 陈汉杰. 4 种杀螨剂对二斑叶螨不同发育阶段的联合毒力作用 [J]. 农药, 2016, 55 (2): 146–149]
- Wang L, Feng HZ. Prospects on the research and application of insecticide avermectin [J]. *China Plant Protection*, 2008, 28 (4): 13–15. [王兰, 冯宏祖. 阿维菌素类杀虫剂的研究及应用前景 [J]. 中国植保导刊, 2008, 28 (4): 13–15]
- Wang YY, Gao N, Li HH, *et al.* Study on synthesis of miticide bifenazate [J]. *Fine Chemical Intermediates*, 2011 (6): 13–15. [王元元, 高宁, 李辉辉, 等. 杀螨剂联苯肼酯的合成研究 [J]. 精细化工中间体, 2011 (6): 13–15]
- Wang ZJ, Jiang YC, He LG, *et al.* Laboratory toxicity determination of etoxazole against *Panonychus citri* (Mcgregor) [J]. *South China Fruit*, 2012, 41 (4): 75–76. [王志静, 蒋迎春, 何利刚, 等. 乙螨唑对柑桔全爪螨的室内毒力测定 [J]. 中国南方果树, 2012, 41 (4): 75–76]
- Xu HM, Yu Y, Chen BX, *et al.* Biological characteristics and field occurrence regularity of *Oligonychus litchi* [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2017, 29 (7): 67–70. [徐海明, 余瑶, 陈炳旭, 等. 荔枝叶螨的生物学特性及田间发生规律 [J]. 江西农业学报. 2017, 29 (7): 67–70]
- Xu S, Yu Y, Chen KG, *et al.* Toxicity test and field efficacy of five kinds of acaricides against *Oligonychus litchi* [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2014 (14): 83–85, 120. [徐淑, 余瑶, 陈凯歌, 等. 5 种杀螨剂对荔枝叶螨的毒力测定及田间药效 [J]. 广东农业科学, 2014 (14): 83–85, 120]
- Yu WJ, Hu HQ, Hu JF. Laboratory toxicity determination of thiamethoxone and avermectin in different proportions against *Panonychus citri* (Mcgregor) [J]. *Fujian Fruits*, 2011 (3): 51–54. [余文杰, 胡茜青, 胡进锋. 噻螨酮与阿维菌素不同配比对橘全爪螨室内毒力测定 [J]. 福建果树, 2011 (3): 51–54]
- Yuan HZ, Huang XY, Cao AC, *et al.* Toxicities of 19 acaricides to *Tetranychus cinnabarinus* and their safety evaluations [J]. *Cotton Science*, 2006, 18960: 342–346. [袁会珠, 黄雄英, 曹勘程, 等. 19 种防治棉叶螨药剂室内毒力测定及安全性评价 [J]. 棉花学报, 2006, 18960: 342–346]
- Zhang KP, Gong QT, Wu HB, *et al.* Control effect of three kinds of miticides against *Tetranychus viennensis* [J]. *Agrochemicals*, 2016, 55 (1): 67–69. [张坤鹏, 宫庆涛, 武海斌, 等. 新型杀螨剂对山楂叶螨的防治效果 [J]. 农药, 2016, 55 (1): 67–69]
- Zhao JZ, Ju ZL. Three new bioassay methods of acaricide [J]. *Plant Protection*, 1994, 20 (4): 44–45. [赵建周, 剧正理. 杀螨剂生物测定的三种新方法 [J]. 植物保护, 1994, 20 (4): 44–45]