

技术与应用

Technology & Application

7 种药剂对柑橘全爪螨的室内毒力及田间防效

王彦博¹, 程曦¹, 王郑睿¹, 吴凯伦¹, 刘训悦¹, 吴慧明^{1,2}, 饶琼^{1,2*}

(1. 浙江农林大学农业与食品科学学院, 杭州 311300; 2. 浙江省绿色农药 2011 协同创新中心, 杭州 311300)

摘要 柑橘全爪螨是重要的柑橘害虫之一, 对多种化学农药已产生抗性。为合理选择防治药剂, 更好地防治该害虫, 本研究选择 7 种药剂采用改进浸叶法对柑橘全爪螨雌成螨进行了室内毒力测定, 并参照农药田间药效试验准则开展了田间药效试验。研究结果表明, 7 种药剂对柑橘全爪螨的毒力从大到小依次为乙唑螨腈(0.818 mg/L)、丁氟螨酯(4.645 mg/L)、印楝素(4.878 mg/L)、氟啶胺(16.844 mg/L)、哒螨灵(21.167 mg/L)、乙螨唑(69.834 mg/L)、螺虫乙酯(417.089 mg/L)。乙唑螨腈和丁氟螨酯的速效性好且持效期长, 对柑橘全爪螨的防效显著高于其他供试药剂, 可作为防治的首选药剂。此外, 氟啶胺对柑橘全爪螨也有较高的毒力和防效, 作为一种广谱高效的保护性杀菌剂, 可在防治柑橘病害的同时防治害螨, 病虫兼治。

关键词 柑橘全爪螨; 杀螨剂; 室内毒力; 防治效果; 抗药性

中图分类号: S 436.66 **文献标识码:** B **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2018490

Toxicity test and field efficacy of seven acaricides against *Panonychus citri*WANG Yanbo¹, CHENG Xi¹, WANG Zhengrui¹, WU Kailun¹, LIU Xunyu¹, WU Huiming^{1,2}, RAO Qiong^{1,2}

(1. College of Agriculture and Food Sciences, Zhejiang Agriculture and Forestry University, Hangzhou 311300, China;

2. Collaborative Innovation Center of Zhejiang Green Pesticide, Hangzhou 311300, China)

Abstract Citrus red mite *Panonychus citri* is an important pest of citrus, which has developed resistance to many chemical agents. The toxicities of seven acaricidal agents were measured in the laboratory and then field trials were surveyed against citrus red mites, according to the Guidelines for the field efficacy trials by using the method of whole plant spraying. The results showed that the LC_{50} values for of the tested insecticides were 0.818 mg/L (SYP-9625), 4.645 mg/L (cyflumetofen), 4.878 mg/L (azadirachtin), 16.844 mg/L (fluazinam), 21.167 mg/L (pyridaben), 69.834 mg/L (etoxazole) and 417.089 mg/L (spirotetramat). The field trials showed that 30% SYP-9625 30% SC and cyflumetofen 20% SC had better quick-acting and long-lasting effects on citrus red mites than others. Among all chemical agents, fluazinam, as a broad-spectrum efficient fungicide, can be used not only for the control of citrus red mite, but also for the prevention of citrus diseases.

Key words *Panonychus citri*; acaricide; toxicity; control efficacy; resistance

柑橘全爪螨 *Panonychus citri* (McGregor), 又名柑橘红蜘蛛, 是一类重要的柑橘害虫。柑橘全爪螨分布范围广, 在我国各柑橘产区均有分布; 其繁殖能力强, 世代交替明显, 在部分柑橘产区能全年发生。柑橘全爪螨主要以成螨和若螨刺吸柑橘叶片以及果实汁液, 从而对柑橘的产量和品质造成严重影响^[1]。防控柑橘全爪螨目前仍以化学防治为主要手段。长期大量的化学农药使用已造成柑橘全爪螨的

抗药性问题日益严峻^[2-4], 不仅降低对柑橘全爪螨的防效, 还会导致环境污染的发生。哒螨灵是防治柑橘全爪螨的传统药剂, 在全国各个柑橘主要产区均有使用; 乙唑螨腈、丁氟螨酯、乙螨唑和螺虫乙酯是目前市面上较为流行的几种防治药剂, 这些药剂对叶螨表现出了良好的防治效果^[5-7]; 生物源农药印楝素具有广谱、低毒、不易产生抗药性等优点^[8]; 氟啶胺作为保护性杀菌剂, 对马铃薯晚疫病、草莓灰霉病

收稿日期: 2018-11-28

修订日期: 2019-02-22

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFD0202000); 浙江省绿色农药 2011 协同创新中心开放基金项目(LSNY201809)

* 通信作者 E-mail: qiong.rao@zafu.edu.cn

等具有防治作用^[9-10],对二斑叶螨也具有一定的防治效果^[11],但对柑橘全爪螨的防治效果还未有报道。本研究选择上述 7 种药剂对柑橘全爪螨进行了室内毒力测定和田间药效试验^[12],为合理选择该害虫的防治药剂及其抗药性研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验药剂

20%丁氟螨酯悬浮剂(SC),江苏省苏州富美实植物保护剂有限公司;30%乙唑螨腈悬浮剂(SC),沈阳科创化学品有限公司;110 g/L 乙螨唑悬浮剂(SC),日本住友化学株式会社;22.4%螺虫乙酯悬浮剂(SC),德国拜耳作物科学公司;0.3%印楝素乳油(EC),成都绿金生物科技有限责任公司;20%哒螨灵可湿性粉剂(WP),江苏克胜集团股份有限公司;500 g/L 氟啶胺悬浮剂(SC),浙江禾田化工有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 室内毒力测定

供试柑橘全爪螨采集于浙江省衢州江山,在温室内用柑橘苗进行饲养。在预试验的基础上将供试药剂配制成系列质量浓度药液备用。参照 Keen 等^[13]的浸叶法并加以改进。将大小一致的平整柑橘叶片洗净擦干,浸没于供试药液 10 s 后取出,放在吸水纸上自然晾干。将叶片背面向上放置于铺有湿润海绵的 9 cm 直径培养皿上,叶片四周用湿润的小棉条包裹形成水隔层。每张叶片接入一定数量的个体颜色大小相近、活力较高的柑橘全爪螨雌成螨,放置 2 h 后在双目解剖镜下剔除死亡和活力差的个体,保留 30 头健康、活泼的雌成螨。每个浓度 3 个重复。接好虫后,将培养皿置于温度 25℃±2℃、相对湿度 75%±2%、光照 L/D=16 h//8 h 的培养箱中饲养。处理 48 h 后,在双目解剖镜下检查雌成螨的死亡情况(用 0 号毛笔尖轻轻触碰雌成螨,螨足不动即视为死亡),并计算各处理死亡率。用 Polo-plus 软件进行统计分析,得到毒力回归方程、LC₅₀、95%置信区间以及相关系数。

1.2.2 田间药效试验

田间试验地点位于浙江省衢州市江山市七一村柑橘种植区。喷药当天天气阴转多云,气温 18~30℃,相对湿度 78%~85%。田间药效试验参照《农药田间药效试验准则》^[12]进行。各供试药剂试验剂量为推荐剂量范围的中剂量。设清水处理为空白对照,每个剂量处理 4 次重复,随机区组排列。将药剂均匀喷雾于柑橘枝条和叶片正反面,使螨充分

接触药液。施药前调查虫口基数,施药后采用定点调查法,每小区调查 2 株柑橘树,每株标记东、南、西、北、中五点,每点 1 梢,每梢调查 5 张叶片,每小区共调查 50 张叶片,记录活成、若螨数,于施药后 1、3、5、10、15、30 d 各调查 1 次,检查并记录叶片上活动态螨的数量,计算螨口减退率及处理药剂防治效果。计算公式如下:

$$\text{螨口减退率} = \frac{\text{药前螨数} - \text{药后螨数}}{\text{药前螨数}} \times 100\%;$$

$$\text{防治效果} =$$

$$\frac{\text{处理区螨口减退率} - \text{空白对照区螨口减退率}}{1 - \text{空白对照区螨口减退率}} \times 100\%。$$

2 结果与分析

2.1 室内毒力测定结果

室内毒力结果见表 1。供试药剂中,毒力最高的为乙唑螨腈,LC₅₀为 0.818 mg/L;其次是丁氟螨酯,LC₅₀为 4.645 mg/L。印楝素毒力略低于丁氟螨酯,其 LC₅₀为 4.878 mg/L。氟啶胺 LC₅₀为 16.844 mg/L 高于哒螨灵的 21.167 mg/L。乙螨唑和螺虫乙酯的毒力相对较差,其 LC₅₀分别为 69.834 mg/L 和 417.089 mg/L,毒力明显低于其他供试药剂。7 种药剂对柑橘全爪螨雌成螨的毒力由大到小依次为乙唑螨腈、丁氟螨酯、印楝素、氟啶胺、哒螨灵、乙螨唑、螺虫乙酯。

2.2 田间药效试验结果

田间药效试验结果(表 2)表明,20%丁氟螨酯 SC 和 30%乙唑螨腈 SC 的速效性和持效性均较好,药后 1 d 的防效即达到 87.33%和 88.90%,30 d 后二者防效仍在 90%以上,防效显著;20%哒螨灵 WP 速效性好,但持效性差,药后 1 d 的防效即达到 84.66%,药后 10 d 防效开始下降,药后 30 d 时防效显著低于其余供试药剂,仅为 56.34%;110 g/L 乙螨唑 SC 和 22.4%螺虫乙酯 SC 速效性较差,10 d 前的防效均显著低于其余供试药剂,但药后 15 d 乙螨唑的防效达到 94.49%,与 30%乙唑螨腈 SC 及 20%丁氟螨酯 SC 差异不显著,显著高于其余供试药剂;生物源农药 0.3%印楝素 EC 速效性较差,药后 1 d 防效为 73.71%,但在调查期内其防效一直呈上升趋势,药后 30 d,其防效达到 93.07%,显著高于除乙唑螨腈外的其余供试药剂,表现出良好的持效性;500 g/L 氟啶胺 SC 速效性一般,药后 1 d 防效为 81.81%,药后 10 d 防效达到 92.90%,药后 15 d 防效显著下降,药后 30 d 防效仅高于 20%哒螨灵 WP。

表 1 7 种药剂对柑橘全爪螨的室内毒力测定结果

Table 1 Toxicity of seven acaricides against *Panonychus citri*

药剂 Acaricide	毒力回归方程 Toxicity equation	LC ₅₀ /mg·L ⁻¹ (95% FL)	相关系数 R
丁氟螨酯 cyflumetofen	y=0.658 7lnx+3.974 2	4.645 (3.775~5.640)	0.921 9
乙唑螨腈 SYP-9625	y=0.768 7lnx+5.137 0	0.818 (0.632~1.005)	0.906 4
乙螨唑 etoxazole	y=0.670 3lnx+2.152 0	69.834 (56.151~90.157)	0.946 8
螺虫乙酯 spirotetramat	y=0.291 4lnx+3.227 3	417.089 (271.406~817.490)	0.915 2
印楝素乳油 azadirachtin	y=0.650 3lnx+3.994 1	4.878 (3.727~6.788)	0.828 8
哒螨灵 pyridaben	y=0.398 0lnx+3.837 6	21.167 (15.192~31.242)	0.818 2
氟啟胺 fluazinam	y=0.132 3lnx+3.825 8	16.844 (10.837~25.418)	0.961 7

表 2 7 种药剂对柑橘全爪螨的田间药效试验结果¹⁾

Table 2 Control efficacies of seven acaricides against *Panonychus citri*

药剂 Acaricide	浓度/ mL·L ⁻¹ Concentration	虫口基 数/头 No. tested	防治效果/% Control efficacy					
			1 d	3 d	5 d	10 d	15 d	30 d
20% 丁氟螨酯 SC cyflumetofen 20% SC	100.00	1 251	(87.33±1.95)a	(95.02±1.76)a	(98.23±1.13)a	(97.05±2.13)a	(94.92±1.35)a	(90.87±0.88)b
30% 乙唑螨腈 SC SYP-9625 30% SC	66.67	1 180	(88.90±1.54)a	(97.47±1.59)a	(98.95±0.71)a	(98.69±0.87)a	(99.08±0.10)a	(95.46±1.62)a
110 g/L 乙螨唑 SC etoxazole 110 g/L SC	17.60	921	(68.46±1.46)c	(71.59±1.10)d	(79.83±1.31)c	(87.83±0.54)c	(94.49±2.37)a	(86.70±1.38)c
22.4% 螺虫乙酯 SC spirotetramat 22.4% SC	49.78	1 098	(68.89±0.87)c	(75.07±2.06)c	(76.24±0.67)d	(85.16±1.64)d	(87.94±1.53)b	(77.08±1.46)d
0.3% 印楝素 EC azadirachtin 0.3% EC	4.00	781	(73.71±2.70)b	(76.16±3.45)c	(80.20±0.83)c	(84.96±1.42)d	(86.71±0.97)b	(93.07±1.29)a
500 g/L 氟啟胺 SC fluazinam 500 g/L SC	285.71	1 000	(81.81±1.97)b	(87.95±2.22)b	(91.77±1.95)b	(92.90±1.21)b	(77.10±1.43)c	(73.26±1.33)c
20% 哒螨灵 WP pyridaben 20% WP	57.14	745	(84.66±1.61)a	(87.51±2.02)b	(89.69±2.16)b	(87.81±1.26)c	(75.61±1.74)c	(56.34±0.73)f

1) 表中同列不同字母代表在 $P<0.05$ 水平上差异显著。
Different letters in the same column in the table indicate significant difference at 0.05 level.

3 结论与讨论

本试验所选 7 种药剂中,乙螨唑和螺虫乙酯更适用于柑橘全爪螨若螨及卵发生阶段,乙唑螨腈及丁氟螨酯速效性好,持效期长,其防效显著高于其余药剂。哒螨灵为当地防治柑橘全爪螨的常用药剂,柑橘全爪螨对其已经产生了不同程度的抗性^[14],因此建议当地在使用该药剂防治柑橘全爪螨时应和其他药剂交替使用。印楝素表现出良好的持效性,防治效果突出,作为一种生物源农药,可在柑橘全爪螨防治中使用,以减少化学农药的使用并延缓抗药性的产生。氟啟胺一直被作为保护性杀菌剂使用,对柑橘全爪螨也表现出一定的田间防治效果,可在防治柑橘病害的同时防控柑橘全爪螨,病虫兼治,减少农药的使用。不同杀螨剂对柑橘全爪螨不同发育阶段具有不同的活性和作用特点,上述 7 种药剂可进行科学复配混用、合理轮换使用,有利于提高药剂的防治效果,减缓柑橘全爪螨抗药性的产生及发展。

参考文献

[1] HU J, WANG C, WANG J, et al. Monitoring of resistance to spirodiclofen and five other acaricides in *Panonychus citri* collected from Chinese citrus orchards [J]. Pest Management Science, 2010, 66(9): 1025–1030.

[2] 冉春,张云飞,陈飞,等. 柑橘全爪螨代谢抗性相关基因表达差异分析[J]. 果树学报, 2013, 30(1):22–27.

[3] 张昆,丁天波,杨爵铭,等. 柑橘全爪螨两个田间种群抗性监测及羧酸酯酶生化特性研究[J]. 昆虫知识, 2013, 50(2):362–367.

[4] 陈飞,张云飞,刘浩强,等. 几种代谢酶基因与柑橘全爪螨对双甲脒抗性的关系[J]. 植物保护学报, 2013, 40(2):165–170.

[5] 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.

[6] 宋玉泉,冯聪,刘少武,等. 新型杀螨剂乙唑螨腈的生物活性与应用[J]. 农药, 2017, 56(9): 628–631.

[7] 张坤鹏,武海斌,宫庆涛,等. 螺虫乙酯对山楂叶螨种群的影响[J]. 果树学报, 2015, 32(4): 689–695.

[8] 李富根,张宏军,李友顺,等. 植物源农药印楝素的登记与应用[J]. 农药, 2014, 53(4):304–306.

[9] 谷春艳,王学峰,苏贤岩,等. 解淀粉芽孢杆菌 WH1G 与氟啟胺协同防治草莓灰霉病[J]. 农药, 2017, 56(12):932–936.

- [5] COOK D R, ALLEN C T, BURRIS E, et al. A survey of thrips (Thysanoptera) species infesting cotton seedlings in Alabama, Arkansas, Georgia, Louisiana, Mississippi, and Tennessee [J]. Journal of Entomological Science, 2003, 38(4): 669–681.
- [6] 周弘春, 辛惠普. 豆黄蓟马的发生为害与防治[J]. 植物保护, 1994, 20(3): 28.
- [7] 吴青君, 徐宝云, 谢文, 等. 粉虱和蓟马类害虫的抗性监测方法[J]. 应用昆虫学报, 2013, 50(2): 553–555.
- [8] 韩运发. 中国经济昆虫志(第55册)缨翅目[M]. 北京: 科学出版社, 1997.
- [9] WAN Yanyan, YUAN Guangdi, HE Bingqing, et al. Focca6, a truncated nAChR subunit, positively correlates with spinosad resistance in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande)[J]. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 2018, 99: 1–10.
- [10] 万岩然, 何秉青, 苑广迪, 等. 北京和云南地区西花蓟马对多杀菌素类药剂产生抗性[J]. 应用昆虫学报, 2016, 53(2): 396–402.
- [11] BIELZA P, QUINTO V, CONTRERAS J, et al. Resistance to spinosad in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), in greenhouses of south-eastern Spain [J]. Pest Management Science, 2007, 63(7): 682–687.
- [12] 郑长英, 刘云虹, 张乃芹, 等. 山东省发现外来入侵有害生物-西花蓟马[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2007, 24(3): 172–174.
- [13] 张安盛, 于毅, 庄乾营, 等. 棕榈蓟马成虫在日光温室菜椒上的种群动态和空间分布[J]. 植物保护学报, 2014, 41(2): 210–215.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 282 页)

- [18] CEOLONI C, SIGNORE G D, ERCOLI L, et al. Locating the alien chromatin segment in common wheat *Aegilops longissima* mildew resistant transfers [J]. Hereditas, 1992, 116(3): 239–245.
- [19] CHEN P D, QI L L, ZHOU B, et al. Development and molecular cytogenetic analysis of wheat *Haynaldia villosa* 6VS/6AL translocation lines specifying resistance to powdery mildew [J]. Theoretical and Applied Genetics, 1995, 91(6/7): 1125–1128.
- [20] COWGER C, MEHRA L K, ARELLANO C, et al. Virulence differences in *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* from the central and eastern United States [J]. Phytopathology, 2017, 108(3): 402–411.
- [21] 盛宝钦, 向齐君, 段霞瑜, 等. 我国小麦白粉病小种毒力变异动态简报[J]. 植物保护, 1995, 21(1): 4.
- [22] 徐志. 中国小麦白粉病主要流行区病原菌群体遗传结构研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2013.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 291 页)

- [5] 尹艳琼, 李向永, 赵雪晴, 等. 云南不同菜区小菜蛾对三种生物农药的抗性及其变化趋势[J]. 应用昆虫学报, 2016, 53(2): 285–291.
- [6] 尹艳琼, 赵雪晴, 湛爱东, 等. 云南省小菜蛾田间种群对氯虫苯甲酰胺的抗性变化趋势[J]. 农药学学报, 2014, 16(6): 746–750.
- [7] 冯夏, 李振宇, 吴青君, 等. 小菜蛾系统调查及抗性监测方法[J]. 应用昆虫学报, 2014, 51(4): 1120–1124.
- [8] 邵振润, 冯夏, 张帅, 等. NY/T 2360—2013, 十字花科小菜蛾抗性监测技术规程[S]. 北京: 中国农业出版社, 2013.
- [9] 杨明文, 李文芳, 韦丽莉, 等. 性诱剂监测及防治小菜蛾研究初报[J]. 云南农业大学学报, 2011, 26(4): 572–576.
- [10] 周传波, 林珠凤, 谢圣华, 等. 海南小菜蛾田间种群消长规律及其影响因素[J]. 植物保护, 2010, 36(5): 118–122.
- [11] 赵雪晴, 尹艳琼, 湛爱东, 等. 滇中菜区小菜蛾种群消长动态及其影响因素[J]. 应用昆虫学报, 2016, 53(2): 298–304.
- [12] 符伟, 成燕清, 王秋丽, 等. 小菜蛾为害不同生育期秋甘蓝对产量的影响及经济阈值研究[J]. 植物保护, 2012, 38(4): 50–53.
- [13] 程罗根. 杀虫剂的选择作用对小菜蛾抗性发展的影响[J]. 世界农业, 2003(7): 42–43.
- [14] 尤民生, 魏辉. 小菜蛾的研究[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007: 176–204.
- [15] 胡珍娣, 陈焕瑜, 李振宇, 等. 华南小菜蛾田间种群对氯虫苯甲酰胺已产生严重抗性[J]. 广东农业科学, 2012(1): 79–81.
- [16] 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]. 农药学学报, 2000(2): 44–48.
- [17] 胡珍娣, 冯夏, 李振宇, 等. 不同小菜蛾田间种群对氯虫苯甲酰胺药剂的敏感性[J]. 农药研究与应用, 2010, 14(3): 25–27.
- [18] 郑丽萍, 尹艳琼, 杨云萍, 等. 弥渡小菜蛾种群抗性监测及治理策略[J]. 中国植保导刊, 2016, 36(4): 58–60.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 294 页)

- [10] 张建新, 姚凤兰. 杀菌剂防治马铃薯晚疫病田间药效试验[J]. 农药, 2018, 57(7): 532–535.
- [11] 崔守东, 朱凤蒙, 祝帅. 氟啶胺悬浮剂防治玫瑰二斑叶螨的效果研究[J]. 中国果菜, 2018, 38(4): 16–19.
- [12] 国家质量技术监督局. 农药田间药效试验准则(一): GB/T 17980.11—2000[S]. 北京: 中国标准出版社.
- [13] KEEN A M, ELIZABETH G C, JEFFREY 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.
- [14] 孟和生, 王开运, 姜兴印, 等. 桔全爪螨对哒螨灵抗性的选育及其生化机理[J]. 农药学学报, 2000, 2(3): 30–34.

(责任编辑: 杨明丽)