

三种杀螨剂对山楂叶螨的毒力评价

封云涛¹ 魏明峰² 郭晓君¹ 张润祥¹ 庾 琴¹ 范仁俊^{1*}

(1. 山西省农业科学院植物保护研究所, 农业有害生物综合治理山西省重点实验室, 太原 030031;

2. 山西省农业科学院棉花研究所, 运城 044000)

摘要: 为筛选出高效防治山楂叶螨 *Amphitetranychus viennensis* Zacher 的杀螨剂, 利用玻片浸渍法和叶片残毒法测定了3种杀螨剂对其3种螨态的室内毒力, 并对不同浓度杀螨剂的田间防效进行了测定。结果表明: 240 g/L 螺螨酯、110 g/L 乙螨唑和43%联苯肼酯中仅联苯肼酯对山楂叶螨雌成螨有毒力, 其 LC_{50} 为 37.65 mg/L; 3种杀螨剂均能毒杀卵及幼螨, 毒力大小依次为乙螨唑>联苯肼酯>螺螨酯; 同一杀螨剂对幼螨的毒力均高于对卵的毒力。240 g/L 螺螨酯和110 g/L 乙螨唑对山楂叶螨的总体防效较好, 除螺螨酯4 000倍液处理的防效在药后30 d达到最大97.11%外, 其余各处理均在药后15 d达到最大, 防效为88.76%~96.14%; 但二者速效性较差, 药后1~7 d防效均低于对照; 而螺螨酯4 000、5 000倍液处理及乙螨唑5 000倍液处理的持效性较好, 药后30 d防效仍有97.11%、90.90%和93.06%, 均显著高于对照。43%联苯肼酯对山楂叶螨的总体防效在3种杀螨剂中最高, 其1 800、2 500倍液处理分别在药后7 d和3 d时防效达到最大99.79%和98.64%; 1~7 d防效为97.45%~99.79%, 显著高于其余杀螨剂和对照; 30 d时防效分别达98.14%和96.19%, 速效性和持效性均较好。表明螺螨酯和乙螨唑对山楂叶螨的持效性较好, 联苯肼酯则有良好的速效性和持效性, 可以按照其不同特点推广应用。

关键词: 山楂叶螨; 螺螨酯; 联苯肼酯; 乙螨唑; 毒力

Toxicity evaluation of three acaricides against hawthorn spider mite

Amphitetranychus viennensis Zacher

Feng Yuntao¹ Wei Mingfeng² Guo Xiaojun¹ Zhang Runxiang¹ Yu Qin¹ Fan Renjun^{1*}

(1. Shanxi Key Laboratory of Integrated Pest Management in Agriculture, Institute of Plant Protection, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031, Shanxi Province, China; 2. Institute of Cotton Research, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Yuncheng 044000, Shanxi Province, China)

Abstract: In order to obtain effective insecticides to control *Amphitetranychus viennensis* Zacher, the toxicity of three acaricides were evaluated for three mite developmental stages and field control efficacy by using slide-dip and leaf residue methods. The results showed that 43% bifenazate SC had toxicity to female adults among the three acaricides tested, with a LC_{50} value of 37.65 mg/L. The three acaricides all had high toxicity to eggs and larvae of the mites, and the toxicities of different acaricides to eggs and larvae were: etoxazole>bifenazate>spirodiclofen. The toxicity of the same acaricide to larvae was all higher than to eggs. The field tests showed that 240 g/L spirodiclofen SC and 110 g/L etoxazole SC all had good control efficacy to the mites, except 4 000 times dilution of spirodiclofen; the other treatments reached the highest control efficacy (88.76%–96.14%) after application for 15 days, but they showed

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFD0200500), 国家公益性行业(农业)科研专项(201203038), 山西省农业科学院科技自主创新能力提升工程(2016ZZCX-15)

* 通信作者 (Author for correspondence), E-mail: rjfan@163.com

收稿日期: 2016-11-22

poor available effect to the mites, their control effects after 1–7 days were lower than that of chemical control. 4 000 and 5 000 times dilution of 240 g/L spiroticlofen SC and 5 000 times dilution of 110 g/L etoxazole SC had good lasting validity period, their control efficacy still reached 97.11%, 90.90% and 93.06%, respectively, after application for 30 days, and significantly higher than that of chemical control. 43% bifentazate SC had the highest control effect among the three acaricides to the mites; the control effects of 1 800 and 2 500 times dilution treatments reached the highest after application for seven and three days (99.79% and 98.64%), showing excellent available effects and good lasting validity period. The control effects after 1–7 days (97.45%–99.79%) were all higher than those of other acaricides, with a control effect of 98.14% and 96.19%, respectively, after application for 30 days, significantly higher than that of control. These results indicated that spiroticlofen and etoxazole showed good lasting validity period, and bifentazate also had excellent available effect and lasting validity period to the mites. The three acaricides could be used in the field for the prevention and control of the mites according to their different features.

Key words: *Amphitetranychus viennensis* Zacher; spiroticlofen; bifentazate; etoxazole; toxicity

山楂叶螨 *Amphitetranychus viennensis* Zacher 又名山楂红蜘蛛, 是我国落叶果树上普遍发生的重要害螨(冯明祥, 1986)。该螨以成螨、若螨聚集在叶背面刺吸为害, 受害叶片出现失绿小斑点, 随后扩大成片, 严重时叶背变为褐色, 甚至枯焦脱落(何淑青等, 2013)。该螨繁殖速度快, 发生代数多, 生产上以化学杀螨剂防治为主, 但已有报道其对甲氰菊酯、三氯杀螨醇、水胺硫磷、毒死蜱(刘金香等, 2004; 刘慧平, 2005)、阿维菌素、三唑锡、炔螨特、哒螨灵(王洪涛等, 2012; 彭丽娟等, 2015; 封云涛等, 2016)及高效氯氰菊酯(彭丽娟等, 2015)等杀螨剂产生了不同程度的抗性。因此, 研究开发新的高效、低毒、环境友好型杀螨剂对苹果生产具有重要意义。

螺螨酯是拜耳作物科学公司研制并开发的第1个螺环季酮酸类杀螨剂, 可通过抑制害螨的脂肪合成, 阻断其能量代谢而杀死害螨, 其杀螨机制完全不同于现有的杀螨剂(Nauen, 2005), 主要用于柑橘、梨果、核果、葡萄和坚果上的害螨(李新等, 2011), 如二斑叶螨 *Tetranychus urticae* Koch(周玉书等, 2011)和柑橘全爪螨 *Panonychus citri* (McGregor)(郭继萱等, 2007)。联苯肼酯是美国科聚亚公司2009年在我国登记的联苯肼类杀螨剂, 是一种新型选择性叶面用喷雾杀螨剂(宫亚军等, 2013), 其作用机理为对螨类中枢神经传导系统的 γ -氨基丁酸受体具有独特作用, 该杀螨剂对螨的各个生活阶段均有效, 具有杀卵活性和对成螨的击倒活性, 且持效期长(曹巍等, 2011); 可用于防治二斑叶螨(宫亚军等, 2013)、山楂叶螨、苹果全爪螨 *Panonychus ulmi* (Koch)(刘学卿等, 2014)和柑橘全爪螨(徐淑等,

2014a)等。乙螨唑是日本八洲化学公司于1994年开发的新型噁唑类杀螨剂, 能抑制螨正常蜕皮过程并具有杀卵活性, 可有效控制螨的整个幼龄期, 主要用于防治果树、棉花、蔬菜、茶树、草莓、观赏植物等作物上的害螨(王宁和薛振祥, 2005); 目前用于防治柑橘全爪螨(岳建苏等, 2013)、荔枝叶螨 *Oligonychus litchi* Lo et Ho(徐淑等, 2014b)、二斑叶螨(程东美等, 2015)及苹果全爪螨(魏云林等, 2015)。

目前, 我国苹果园中杀螨剂的品种和使用量均比较多, 而螺螨酯、联苯肼酯和乙螨唑虽已有一些防治案例, 但在主要苹果种植区并未大面积推广应用, 关于这3种杀螨剂对山楂叶螨的毒力、速效性、持效性及对苹果的安全性等尚缺乏系统研究。因此, 本研究在室内测定3种杀螨剂对山楂叶螨各螨态的毒力, 并在田间进行不同浓度的防效试验, 进一步明确3种杀螨剂对山楂叶螨的速效性、持效性及总体防效, 以期对山楂叶螨田间化学防治杀螨剂的筛选以及大田推广应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试虫源: 山楂叶螨室内毒力测定种群于2013年6月采自山东省果树研究所苹果树上, 未曾接触过任何药剂, 在室内海棠叶片上继代饲养至今, 饲养条件为温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相对湿度 65%~85%、光周期 L:D=16 h:8 h。海棠品种为八棱海棠, 种子为市售。将海棠种子于自来水中浸泡1 d, 拌细沙后置于 4°C 储存至种子发芽, 于温室内 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相对湿度 70% 条件下播种。

供试杀螨剂:240 g/L 螺螨酯(spirodiclofen)悬浮剂,拜耳作物科学(中国)有限公司;110 g/L 乙螨唑(etoxazole)悬浮剂,日本住友化学株式会社;43% 联苯肼酯(bifenazate)悬浮剂,麦德梅农业解决方案有限公司;20% 哒螨灵(pyridaben)可湿性粉剂,山东济南一农化工有限公司。

仪器:RXZ-380C 型智能人工气候箱,宁波东南仪器有限公司;Olympus SZX7 型体式显微镜,奥林巴斯(中国)有限公司;PJ-16 型背负式喷雾器,台州市绿蜻蜓喷雾器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 杀螨剂对山楂叶螨雌成螨的室内毒力测定

参照联合国粮农组织推荐的玻片浸渍法进行毒力测定(FAO, 1980)。将双面胶带剪成 2~3 cm 长,贴在载玻片的一端,用镊子揭去双面胶带上的纸片,用零号毛笔挑选大小一致、体色鲜艳、行动活泼的雌成螨,将其背部粘在双面胶带上,保持螨足、螨须和口器可自由活动,每片胶带粘 2~3 行,每行大约粘 15~20 头叶螨。在温度为 $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、光周期 L:D=16 h:8 h、相对湿度 60% 的光照培养箱中放置 4 h 后镜检,严格剔除死亡或不太活泼以及体位不合适的叶螨个体。依据预试验结果,将螺螨酯配制成 125、250、500、1 000、3 000 mg/L,联苯肼酯配制成 20、40、80、100、150、200 mg/L,乙螨唑配制成 4 000、8 000、10 000、16 000、20 000 mg/L。将带螨玻片的一端浸入各处理浓度药液中,轻轻摇动 5 s 后取出,迅速用吸水纸吸干螨体及其周围多余药液。铺一层湿润纱布在白色瓷盘内,浸过药液的玻片放置于大瓷盘内,再覆盖一层湿润纱布以达到保湿效果。以带螨玻片浸渍蒸馏水作为对照,每个处理 3~4 次重复。由于雌成螨对各杀螨剂毒力反应时间存在差异,经预备试验确定 48 h 后检查结果,分别记录存活和死亡的叶螨数量。用毛笔轻触螨体,以螨足不动者视为死亡,对照处理死亡率在 10% 以下为有效试验。数据采用 Probit 概率值分析法计算杀螨剂毒力回归方程、致死中浓度 LC_{50} 及 95% 置信限等。

1.2.2 杀螨剂对山楂叶螨卵的室内毒力测定

参照联合国粮农组织推荐的叶片残毒法进行毒力测定(FAO, 1980),并略有改进。依据预试验结果,将螺螨酯配制成 1、2、4、8、10 mg/L,联苯肼酯配制成 0.05、0.1、0.2、0.4、0.8 mg/L,乙螨唑配制成 0.0025、0.005、0.01、0.02、0.04 mg/L。从未用过任何药剂的海棠上采摘成熟叶片,将叶片剪成 $2\text{ cm}\times 2\text{ cm}$ 的小方块,叶面朝下,放置于铺有湿海绵的培养皿

内。挑取雌成螨放置于叶片上,每块叶片上 15 头,任其自由产卵 24 h 后去除成螨。镜检并记录卵数,每处理 4 次重复,卵数均在 100 粒以上。卵龄为 36~48 h 时进行测定,将有卵的叶片浸入各处理药液中,轻轻摇动 5 s 后取出放回培养皿中,用滤纸吸去残留药液。以蒸馏水处理作对照。将培养皿放置在温度 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、光周期 L:D=16 h:8 h、相对湿度 65%~85% 的培养箱中培养。从浸药后第 6 天起用显微镜观察,直至对照组卵全部孵化或者绝大多数孵化,调查记录处理组卵的孵化情况,以剩余卵数为未孵化数,计算死亡率。死亡率=未孵化卵数/总卵数 $\times 100\%$ 。

1.2.3 杀螨剂对山楂叶螨幼螨的室内毒力测定

按照 1.2.2 方法得到同一天产的卵,待 5~6 d 后卵基本孵化为幼螨时用杀螨剂处理。依据预试验结果,将螺螨酯配制成 0.05、0.1、0.2、0.4、0.8 mg/L,联苯肼酯配制成 0.005、0.01、0.02、0.04、0.08 mg/L,乙螨唑配制成 0.0005、0.001、0.002、0.004、0.008 mg/L。以蒸馏水处理作对照,每浓度 4 次重复,处理方法同 1.2.2。叶片浸药后,取出阴干后叶面朝下放到水隔离饲养台上,再重新检查记录幼螨数,以此次记录作为供试幼螨基数。以后每天调查 1 次幼螨的死亡情况,以毛笔轻轻碰触后幼螨完全不动者视为死亡,当对照组幼螨全部发育至成螨时,统计各处理的幼螨死亡情况并计算死亡率。

1.2.4 杀螨剂对山楂叶螨的田间防效测定

参照《农药—田间药效试验准则(一)》(GB 17980.8—2000-T)中杀螨剂防治苹果叶螨进行试验设置。试验地设在山西省运城市临猗县角杯乡西齐永村,苹果树品种为美巴,树龄 12 年,果园中等肥力水平,田间管理按常规进行,各小区栽培管理条件一致,苹果树长势基本一致。

试验共设 10 个处理:240 g/L 螺螨酯悬浮剂 4 000、5 000、6 000 倍液,43% 联苯肼酯悬浮剂 1 800、2 500 倍液,110 g/L 乙螨唑悬浮剂 5 000、6 000、7 000 倍液,杀螨剂对照为 20% 哒螨灵可湿性粉剂 3 000 倍液,空白对照为清水。使用背负式喷雾器对苹果树全株进行均匀喷雾,药液用量 $1\,500\text{ L}/\text{hm}^2$ 。以上处理小区采用随机区组排列,每小区 2 棵树,重复 4 次。于 2016 年 7 月 1 日调查虫口基数,7 月 2 日施药,分别于施药后 1、3、7、15、30 d 调查虫口数。每小区中每株树按照东、西、南、北 4 个方向各标记 2 个枝条,每条枝上调查 5 片有螨叶片,用手持放大镜检查并记录所标记枝条 5 片叶上所有活动态螨数,调查基数时,每叶片虫数不得少于 5 个。依据药前虫口基数和药

后各天存活虫口数,计算各处理区和对照区的虫口减退率和防效,虫口减退率=(药前螨口基数-药后存活螨口数)/药前螨口基数×100%,防效=(处理区螨口减退率-空白对照区螨口减退率)/(100-空白对照区螨口减退率)×100%。

1.3 数据分析

试验数据采用DPS 9.50软件进行统计分析,应用Duncan氏新复极差法进行处理间的差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 杀螨剂对山楂叶螨各螨态的毒力

3种杀螨剂对山楂叶螨雌成螨的毒力差异很大,其中联苯肼酯毒力较高,LC₅₀为37.65 mg/L,但作用

过程较长,48 h才发挥出毒力效果,螺螨酯和乙螨唑对雌成螨的毒力均很低,LC₅₀分别为1 882.70 mg/L和8 531.15 mg/L。3种杀螨剂对山楂叶螨卵均有毒力,其中乙螨唑毒力最高,其LC₅₀为0.01 mg/L,是螺螨酯毒力的261.00倍,是联苯肼酯毒力的29.00倍。3种杀螨剂对山楂叶螨幼螨均有毒力,其中乙螨唑毒力仍最高,其LC₅₀为0.002 mg/L,分别是螺螨酯和联苯肼酯对幼螨毒力的100.00倍和15.00倍(表1)。表明3种杀螨剂对山楂叶螨的卵和幼螨均有毒力,且同一杀螨剂对幼螨的毒力均高于对卵的毒力,3种杀螨剂对幼螨的毒力分别是其对卵的毒力的13.05、9.67和5.00倍。联苯肼酯对山楂叶螨各个螨态均有毒力,对幼螨毒力最高,对雌成螨毒力最低,二者相差1 255.00倍。

表1 三种杀螨剂对山楂叶螨各螨态的毒力
Table 1 Toxicity of three acaricides to different developmental stages of *Amphitetranychus viennensis*

杀螨剂 Acaricide	螨态 Insect state	毒力回归方程 Regression equation	斜率±标准误 Slope±SE	LC ₅₀ (95% CI) (mg/L)	χ ²
240 g/L 螺螨酯悬浮剂	雌成螨 Female adult	y=1.47x+0.19	1.47±0.16	1 882.70(1 198.15–2 958.51)	4.78
240 g/L spirodiclofen SC	卵 Egg	y=1.85x+4.23	1.85±0.14	2.61(2.10–3.24)	11.03
	幼螨 Larva	y=1.59x+6.11	1.59±0.15	0.20(0.15–0.27)	3.74
43% 联苯肼酯悬浮剂	雌成螨 Female adult	y=1.55x+2.56	1.55±0.17	37.65(27.91–50.79)	10.47
43% bifenazate SC	卵 Egg	y=2.45x+6.31	2.45±0.18	0.29(0.24–0.35)	6.94
	幼螨 Larva	y=3.11x+9.73	3.11±0.23	0.03(0.02–0.04)	2.48
110 g/L 乙螨唑悬浮剂	雌成螨 Female adult	y=2.47x–4.72	2.47±0.27	8 531.15(7 039.10–10 339.48)	11.12
110 g/L etoxazole SC	卵 Egg	y=1.71x+8.39	1.71±0.16	0.01(0.008–0.014)	6.28
	幼螨 Larva	y=2.01x+10.32	2.01±0.16	0.002(0.001–0.003)	3.98

2.2 杀螨剂对山楂叶螨的田间防效

各杀螨剂处理对山楂叶螨的总体防效均随处理浓度升高而增大,240 g/L 螺螨酯悬浮剂4 000倍液处理防效在药后30 d达到最大,为97.11%,而5 000、6 000倍液处理和110 g/L 乙螨唑悬浮剂5 000、6 000、7 000倍液防效均在药后15 d达到最大,分别为92.09%、91.38%、96.14%、89.87%和88.76%,药后30 d时则略有下降;43% 联苯肼酯悬浮剂1 800、2 500倍液处理的防效则分别在药后7 d和3 d达到最大,为99.79%和98.64%,之后防效均略有下降。
43% 联苯肼酯悬浮剂1 800、2 500倍液处理在药后1~7 d对山楂叶螨的防效达到97.45%~99.79%,显著高于其它杀螨剂处理及对照,具有良好的速效性。除240 g/L 螺螨酯悬浮剂4 000倍液处理3 d防效高于对照外,240 g/L 螺螨酯悬浮剂和110 g/L 乙螨唑悬浮剂各处理药后1~7 d防效均低于对照,表

明二者对山楂叶螨的速效性较差(表2)。
43% 联苯肼酯悬浮剂1 800、2 500倍液处理15 d防效分别为98.84%和96.99%,二者间及与240 g/L 螺螨酯悬浮剂4 000倍液处理、110 g/L 乙螨唑悬浮剂5 000倍液处理和对照间均差异不显著,但均显著高于其余杀螨剂处理;43% 联苯肼酯悬浮剂1 800倍液处理30 d后的防效为98.14%,与其2 500倍液、240 g/L 螺螨酯悬浮剂4 000倍液、110 g/L 乙螨唑悬浮剂5 000倍液处理差异不显著,但显著高于其余杀螨剂处理及对照;240 g/L 螺螨酯悬浮剂5 000倍液、43% 联苯肼酯悬浮剂2 500倍液处理30 d的防效分别为90.90%和96.19%,均显著高于对照,表明240 g/L 螺螨酯悬浮剂4 000、5 000倍液、43% 联苯肼酯悬浮剂1 800、2 500倍液和110 g/L 乙螨唑悬浮剂5 000倍液处理防治山楂叶螨时具有良好的持效性,持效期可达30 d以上,防效可达90.90%~98.14%。

表 2 三种杀螨剂对山楂叶螨的田间防效
Table 2 Control efficacies of three acaricides against *Amphitetranychus viennensis*

杀螨剂 Acaricide	稀释 倍数 Dilution	螨口基数 Initial population number	防效 Control efficacy (%)				
	time		药后 1 d 1 d after application	药后 3 d 3 d after application	药后 7 d 7 d after application	药后 15 d 15 d after application	药后 30 d 30 d after application
240 g/L 螺螨酯悬浮剂	4 000	942.00	26.82±3.65 c	71.47±3.62 b	88.60±0.92 bc	96.60±0.38 a	97.11±0.74 a
240 g/L spiroticlofen SC	5 000	935.25	25.97±2.54 cd	56.91±2.42 bcd	81.53±1.68 de	92.09±1.41 b	90.90±1.65 bc
	6 000	790.50	25.18±2.86 cd	56.37±4.37 bcd	75.96±4.32 ef	91.38±2.17 bc	87.44±2.20 cd
43% 联苯肼酯悬浮剂	1 800	753.50	99.27±0.24 a	99.65±0.10 a	99.79±0.12 a	98.84±0.34 a	98.14±0.83 a
43% bifenazate SC	2 500	722.75	97.45±0.63 a	98.64±0.36 a	98.62±0.55 a	96.99±0.39 a	96.19±1.21 ab
110 g/L 乙螨唑悬浮剂	5 000	836.50	25.33±3.65 cd	61.99±6.52 bcd	83.42±2.26 cd	96.14±0.66 a	93.06±1.60 ab
110 g/L etoxazole SC	6 000	698.25	17.52±3.20 cd	47.19±5.39 cd	75.80±2.41 ef	89.87±0.42 bc	85.10±2.45 d
	7 000	779.00	14.27±3.57 d	46.18±4.10 d	73.73±0.91 f	88.76±0.78 c	83.59±2.82 d
20% 哒螨灵可湿性粉剂	3 000	871.75	54.05±6.87 b	69.59±8.02 bc	89.68±1.77 b	95.60±1.09 a	83.86±1.48 d
20% pyridaben WP							
清水对照 CK	-	1 074.50	-	-	-	-	-

表中数据为平均数±标准误。同列数据后不同字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在 $P<0.05$ 水平差异显著。Data are mean±SE. Different letters in the same column indicate significant difference at $P<0.05$ level by Duncan's new multiple range test.

3 讨论

螨类在适宜的气候条件下繁殖能力极强,频繁使用某种杀螨剂很容易诱发其产生抗性。因此,筛选高效、低毒、持效期长的杀螨剂将可以解决因抗性而带来的防治难题。本研究中的 3 种杀螨剂均属于较为新型的杀螨剂,目前国内关于这些杀螨剂的研究多集中于对几种害螨的毒力测定或田间防治试验,但多数侧重于单一药剂的田间药效试验或是单一螨态的毒力测定,基于此,本研究在室内和田间系统比较了 3 种杀螨剂对山楂叶螨各个螨态的毒力及不同浓度杀螨剂的田间防效,结果表明 3 种杀螨剂均至少对 2 种螨态有较好的毒力效果,而且螺螨酯和乙螨唑在田间持效性较好,联苯肼酯速效性和持效性均表现良好。

有研究表明,联苯肼酯对二斑叶螨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%(宫亚军等,2013);联苯肼酯对柑橘全爪螨田间速效性较差,但持效期长,药效可持续 15 d(徐淑等,2014a);本研究结果显示,联苯肼酯同样对山楂叶螨的各个螨态均有毒杀作用,与上述研究结果一致,但其对幼螨的毒力比对卵和成螨的毒力高 2~3 个数量级,显示出对山楂叶螨幼螨具有非常优异的毒力;其 1 800 倍液和 2 500 倍液在药后 1~30 d 的田间防效均显著高于

对照杀螨剂,表现出良好的速效性和持效性,持效期均能达到 30 d 以上,因此可以作为目前防治山楂叶螨的首选杀螨剂。但也有报道指出联苯肼酯作用位点单一,极易产生抗药性(van Leeuwen et al., 2010),并且目前室内已经筛选出了对联苯肼酯具有高抗水平的二斑叶螨种群(Ochiai et al., 2007),因此,在使用联苯肼酯防治山楂叶螨时,应尽量与其它有效的或杀螨机制不同的杀螨剂交替使用,避免或延缓害螨抗药性的产生。

Hu et al.(2010)报道,我国福州市柑橘全爪螨田间种群对螺螨酯产生了 90 倍以上的抗性,而 Kramer & Nauen(2011)报道欧洲大部分苹果全爪螨种群已经对螺螨酯产生了中等水平抗性,因此,虽然螺螨酯杀螨机制与传统杀螨剂不同,但随着应用范围和应用频率的扩大与增加,势必会由于高选择压而导致抗药性的产生,因此在使用其防治山楂叶螨时,鉴于其对成螨无效且速效性较差、但持效性较好的特点,建议尽量在山楂叶螨发生早期、种群数量较低时施用,如遇种群数量较大时,应与速效性好的杀螨剂混配使用,且 1 个生长季最好只用 1 次,以降低害螨产生抗药性的风险。

王志静等(2012)研究表明,乙螨唑对柑橘全爪螨卵、幼螨和雌成螨均有较高的触杀毒力,LC₅₀分别为 23.5、22.5 和 41.3 μg/mL;本研究中乙螨唑对山楂

叶螨雌成螨没有毒力,但对卵和幼螨的毒力非常高,LC₅₀达到0.01 mg/L和0.002 mg/L,这可能是由于螨种类和地域用药强度不同导致的差异;张坤鹏等(2016)报道110 g/L乙螨唑悬浮剂对山楂叶螨的速效性较差,但持效性好,与本研究结果一致,即乙螨唑在3种杀螨剂中对幼螨和卵具有最高的毒力,但田间防治时速效性较差,推测原因可能是由于其对成螨无效,这在本研究对成螨的室内毒力测定中得到了证实。由于田间防治持效性突出,乙螨唑已经成为当前新的热点登记品种,虽然目前还没有来自田间和室内汰选的抗性报道,但是在施用过程中,仍要注意抗性隐患。本研究在田间试验中还发现3种杀螨剂对苹果蚜虫有一定的兼治作用,且未见对供试苹果植株的长势、叶色等有明显影响,因此当2种害虫(螨)同时发生时,进行兼治也许是未来减少药量、延缓害虫抗药性发生的一个途径。

参 考 文 献 (References)

- Cao W, Chen GB, Guan YF, Li YJ. 2011. Determination of bifenazate by HPLC. *Agrochemicals*, 50(6): 424-425 (in Chinese) [曹巍, 陈高部, 关云飞, 李艳娟. 2011. 联苯腈酯的高效液相色谱分析. *农药*, 50(6): 424-425]
- Cheng DM, Han QX, Zhang ZX, Chen XY, Zheng ZB. 2015. Toxicity and field efficacy of 7 miticides against *Tetranychus urticae*. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 28(1): 193-196 (in Chinese) [程东美, 韩群鑫, 张志祥, 陈晓莺, 郑芝波. 2015. 7种杀螨剂对竹芋二斑叶螨的毒力及药效. *西南农业学报*, 28(1): 193-196]
- FAO. 1980. Revised method for spider mites and their eggs (e.g. *Tetranychus* spp. and *Panonychus ulmi* Koch). *FAO Plant Production and Protection*, (21): 49-54
- Feng MX. 1986. The hawthorn spider mite (Acari: Tetranychidae) appeared in the field and its natural control of predators. *Journal of Fruit Science*, (2): 35-38 (in Chinese) [冯明祥. 1986. 山楂叶螨的发生与天敌的自然控制. *果树科学*, (2): 35-38]
- Feng YT, Guo XJ, Liu ZF, Zhang RX, Yu Q, Shi GC, Fan RJ. 2016. Resistance of *Amphitetranychus viennensis* Zacher to five insecticides in apple orchards in Shanxi Province. *Plant Protection*, 42(6): 187-190 (in Chinese) [封云涛, 郭晓君, 刘中芳, 张润祥, 庾琴, 史高川, 范仁俊. 2016. 山西省苹果园山楂叶螨对5种杀虫剂抗药性监测. *植物保护*, 42(6): 187-190]
- Gong YJ, Shi BC, Wang ZH, Kang ZJ, Jin GH, Cui WX, Wei SJ. 2013. Toxicity and field control efficacy of the new acaricide bifenazate to the two-spotted mite *Tetranychus urticae* Koch. *Agrochemicals*, 52(3): 225-227, 233 (in Chinese) [宫亚军, 石宝才, 王泽华, 康总江, 金桂华, 崔文夏, 魏书军. 2013. 新型杀螨剂—联苯腈酯对二斑叶螨的毒力测定及田间防效. *农药*, 52(3): 225-227, 233]
- Guo JX, Ren JF, Li J, Zhu MD, Ren JQ, Guo YF. 2007. Control effect of 24% spirodiclofen SC against *Panonychus citri*. *South China Fruits*, 36(5): 18-19 (in Chinese) [郭继萱, 任建飞, 李晶, 朱明德, 任家琼, 郭艳发. 2007. 24% 螨危悬浮剂防治柑桔红蜘蛛药效试验. *中国南方果树*, 36(5): 18-19]
- He SQ, Wang SP, Wang Q. 2013. Field control efficacy against *Tetranychus vinnensis* Zacher and *Lithocolletis ringoniella* Mats. *China Plant Protection*, 33(11): 69-71 (in Chinese) [何淑青, 王守平, 王强. 2013. 苹果树山楂叶螨和金纹细蛾的药剂防治试验. *中国植保导刊*, 33(11): 69-71]
- Hu JF, Wang CF, Wang J, You Y, Chen F. 2010. Monitoring of resistance to spirodiclofen and five other acaricides in *Panonychus citri* collected from Chinese citrus orchards. *Pest Management Science*, 66(9): 1025-1030
- Kramer T, Nauen R. 2011. Monitoring of spirodiclofen susceptibility in field population of European red mites, *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae), and the cross-resistance pattern of a laboratory-selected strain. *Pest Management Science*, 67(10): 1285-1293
- Li X, Yan QX, Zhao P, Zhang MH, Liu SW. 2011. Market situation and biological activity of spirodiclofen. *Agrochemicals*, 50(9): 680-681, 692 (in Chinese) [李新, 严秋旭, 赵平, 张敏恒, 刘少武. 2011. 螺螨酯的市场概况及生物活性. *农药*, 50(9): 680-681, 692]
- Liu HP. 2005. Resistance dynamic and mechanism of *Tetranychus vinnensis* Zacher and *Aphis citricola* von der Goot to insecticides. Ph. D Thesis. Taigu: Shanxi Agricultural University (in Chinese) [刘慧平. 2005. 山楂叶螨和苹果黄蚜抗药性动态及抗性机理研究. 博士学位论文. 太谷: 山西农业大学]
- Liu JX, Hu MY, Han JC, Liu HP, Zhong GH. 2004. Resistance of *Tetranychus viennensis* Zacher to acaricides and synergistic effect of pesticide combinations. *Journal of Plant Protection*, 31(2): 199-204 (in Chinese) [刘金香, 胡美英, 韩巨才, 刘慧平, 钟国华. 2004. 山楂叶螨抗药性及混配增效作用. *植物保护学报*, 31(2): 199-204]
- Liu XQ, Wang HT, Wang YZ. 2014. Control effect of 48% bifenazate against three mites in apple orchards. *China Fruits*, (6): 53-55, 57 (in Chinese) [刘学卿, 王洪涛, 王英姿. 2014. 48% 联苯腈酯对3种苹果害螨的田间防治效果. *中国果树*, (6): 53-55, 57]
- Nauen R. 2005. Spirodiclofen: mode of action and resistance risk assessment in tetranychid pest mites. *Journal of Pesticide Science*, 30(3): 272-274
- Ochiai N, Mizuno M, Mimori N, Miyake T, Dekeyser M, Canlas LJ, Takeda M. 2007. Toxicity of bifenazate and its principal active metabolite, diazene, to *Tetranychus urticae* and *Panonychus citri* and their relative toxicity to the predaceous mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*. *Experimental and Applied Acarology*, 43(3): 181-197
- Peng LJ, Zuo YY, Duan XL, Chen MH. 2015. Resistance of *Tetranychus viennensis* to insecticides in apple orchards in Shanxi Province. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 52(5): 1174-1180 (in Chinese) [彭丽娟, 左亚运, 段辛乐, 陈茂华. 2015. 陕西苹果

- 园山楂叶螨抗药性监测. 应用昆虫学报, 52(5): 1174–1180]
- van Leeuwen T, Vontas J, Tsagkarakou A, Dermauw W, Tirry L. 2010. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 40(8): 563–572
- Wang HT, Wang PS, Si SD, Luan BH, Wang YZ. 2012. Resistance monitoring of different *Panonychus ulmi* populations to four acaricides in Shandong Province. Journal of Fruit Science, 29(6): 1083–1087 (in Chinese) [王洪涛, 王培松, 司树鼎, 栾炳辉, 王英姿. 2012. 山东地区不同苹果全爪螨种群对4种杀螨剂的抗药性检测. 果树学报, 29(6): 1083–1087]
- Wang N, Xue ZX. 2005. Progress and prospect of the acaricides. Modern Agrochemicals, 4(2): 1–8 (in Chinese) [王宁, 薛振祥. 2005. 杀螨剂的进展与展望. 现代农药, 4(2): 1–8]
- Wang ZJ, Jiang YC, He LG, Wu LM, Tong Z. 2012. Toxicity test of etoxazole against *Panonychus citri* McGregor. South China Fruits, 41(4): 75–76 (in Chinese) [王志静, 蒋迎春, 何利刚, 吴黎明, 仝铸. 2012. 乙螨唑对柑桔全爪螨的室内毒力测定. 中国南方果树, 41(4): 75–76]
- Wei YL, Zhao DC, Lu KJ, Li Y, Han XR. 2015. Field trials of 8 acaricides against *Panonychus ulmi*. Gansu Agricultural Science and Technology, (5): 40–42 (in Chinese) [魏云林, 赵多长, 卢凯洁, 李颖, 韩晓荣. 2015. 8种药剂对苹果红蜘蛛的田间防效. 甘肃农业科技, (5): 40–42]
- Xu S, Chen KG, Yu Y, Chen GM, Chen BX. 2014a. Toxicity test and field efficacy of bifenazate against *Panonychus citri* McGregor. Plant Protection, 40(5): 191–195 (in Chinese) [徐淑, 陈凯歌, 余瑶, 陈耿民, 陈炳旭. 2014a. 联苯肼酯对柑橘全爪螨的毒力测定及田间防效. 植物保护, 40(5): 191–195]
- Xu S, Yu Y, Chen KG, Jia T, Chen BX. 2014b. Toxicity test and field efficacy of 5 kinds of acaricides against *Oligonychus litchi*. Guangdong Agricultural Sciences, (14): 83–85, 120 (in Chinese) [徐淑, 余瑶, 陈凯歌, 贾涛, 陈炳旭. 2014b. 5种杀螨剂对荔枝叶螨的毒力测定及田间药效. 广东农业科学, (14): 83–85, 120]
- Yue JS, Li HJ, Ran C. 2013. Field efficacy of etoxazo and its mixture against *Panonychus citri* McGregor. South China Fruits, 42(6): 54–55 (in Chinese) [岳建苏, 李鸿筠, 冉春. 2013. 乙螨唑及其复配剂对柑橘全爪螨田间药效试验. 中国南方果树, 42(6): 54–55]
- Zhang KP, Gong QT, Wu HB, Xia WX, Sun RH. 2016. Control effect of three kinds of miticides against *Tetranychus viennensis*. Agrochemicals, 55(1): 67–69 (in Chinese) [张坤鹏, 宫庆涛, 武海斌, 夏文霞, 孙瑞红. 2016. 新型杀螨剂对山楂叶螨的防治效果. 农药, 55(1): 67–69]
- Zhou YS, Tian RH, Piao JZ, Qiu GS, Che WN, Li ZZ. 2011. The toxicity testing of a susceptible strain of *Tetranychus urticae* to spirodiclofen 240 g/L SC. Agrochemicals, 50(2): 144–145 (in Chinese) [周玉书, 田如海, 朴静子, 仇贵生, 车午男, 李忠洲. 2011. 240 g/L 螺螨酯 SC 对二斑叶螨敏感种群毒力测定. 农药, 50(2): 144–145]

(责任编辑:李美娟)