

山西省苹果园山楂叶螨对 5 种杀虫剂抗药性监测

封云涛¹, 郭晓君¹, 刘中芳¹, 张润祥¹,
庾琴¹, 史高川², 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 为了明确山西省苹果园山楂叶螨(*Amphitetranychus viennensis* Zacher)对化学杀虫剂的抗性现状及发展趋势,本文采用玻片浸渍法建立了山楂叶螨相对敏感种群对 5 种杀虫剂的敏感基线,连续 3 年(2013—2015 年)监测了来自山西省苹果主产区运城苹果园的山楂叶螨对 5 种杀虫剂的抗性水平及变化动态。监测结果表明:田间监测种群对阿维菌素和三唑锡均处于敏感性下降及低水平抗性阶段,对哒螨灵和噻螨酮的抗性由低水平抗性升至中等水平抗性,对炔螨特处于低水平抗性。田间防治山楂叶螨时,哒螨灵与噻螨酮应淘汰不再使用,阿维菌素、三唑锡、炔螨特则应注意减少用药量及轮换用药,以延缓产生更高水平的抗药性。

关键词 山楂叶螨; 苹果园; 敏感基线; 抗性监测

中图分类号: S 436.611 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2016.06.034

Resistance of *Amphitetranychus viennensis* Zacher to five insecticides in apple orchards in Shanxi Province

Feng Yuntao¹, Guo Xiaojun¹, Liu Zhongfang¹, Zhang Runxiang¹,
Yu Qin¹, Shi Gaochuan², Fan Renjun¹

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

Abstract In order to define the resistance levels of *Amphitetranychus viennensis* Zacher to the predominantly used insecticides, the field populations were collected from Shanxi Yuncheng apple orchards from 2013 to 2015, and the slide-dip method was applied to establish the baseline susceptibility and monitor the resistance of *A. viennensis* field populations to five insecticides. The field populations had a decline susceptibility and low level of resistance to abamectin and azocyclotin, and low to moderate resistance to pyridaben and hexythiazox, and low resistance to propargite. These results suggested that in order to slow down resistance development of *A. viennensis* in this region, pyridaben and hexythiazox should be stopped using, abamectin, azocyclotin and propargite should be reduced and rotated with other insecticides.

Key words *Amphitetranychus viennensis*; apple orchard; baseline susceptibility; resistance monitoring

山楂叶螨(*Amphitetranychus viennensis* Zacher)^[1],又名山楂红蜘蛛,是我国落叶果树上普遍发生的重要害螨之一^[2],该害螨以成螨、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^[3]。多年来对其主要以化学防治为主,由于长期大量频繁使

用化学农药,致使山楂叶螨早在 20 世纪 60—80 年代就对内吸磷和对硫磷等多种药剂产生了抗药性^[4-6]。近年来,山楂叶螨在山西省及全国多省发生严重^[7-10],因此,有必要明确其对近年来生产上常用杀虫剂的抗性程度,以便指导生产上合理选用农药。

敏感毒力基线是获得某个敏感纯合子的昆虫种

收稿日期: 2016-01-13 修订日期: 2016-02-29

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201203038)

致谢: 感谢山东省果树研究所孙瑞红研究员馈赠山楂叶螨相对敏感种群。

* 通信作者 E-mail: rjfan@163.com

群对某种杀虫剂的毒力回归线^[11]。害虫抗药性监测是指导杀虫药剂合理使用的重要依据,也是害虫抗药性研究中最基本的工作,任何一种抗性监测方法都必须首先建立敏感毒力基线,作为一个参比的标准^[12]。基于此,本文应用玻片浸渍法建立了山楂叶螨对5种杀虫剂的相对敏感毒力基线,并以此为标准,连续3年监测了山西省运城地区苹果园山楂叶螨的抗性水平及变化动态,为抗性的早期预警及制定相应的农药科学使用策略和抗性治理工作提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试药剂

所用药剂均为原药:90.0%炔螨特(propargite,湖北仙隆化工股份有限公司)、96.9%哒螨灵(pyridaben,山东联合化工股份有限公司)、98.3%噻螨酮(hexythiazox,江苏常隆化工有限公司)、96.4%三唑锡(azocyclotin,浙江华兴化学农药有限公司)、96.2%阿维菌素(abamectin,河北威远化工有限公司)。

1.2 供试种群

相对敏感种群:于2013年6月采自山东省果树研究所苹果树上,未曾接触过药剂,在室内用海棠叶片和嫩枝继代饲养至今。饲养条件为温度(25±1)℃,相对湿度65%~85%,光周期L//D=16h//8h。

田间种群:于2013年—2015年,每年6月—7月自山西省运城市临猗县北景乡西里村苹果树上采集,在室内用海棠叶片饲养1~2代后进行室内毒力测定。

试虫来源地山西省运城市处于我国西北黄土高原苹果优势产业带上,临猗县曾被列为国家苹果生产重点县。根据研究者的调查,运城地区苹果园一个生长季平均用药8~9次,每667m²用药总量达到5kg,农户普遍用药量达到规定要求的2倍以上,其中杀螨剂历史上用药量较多的为噻螨酮和哒螨灵,近几年使用较多的为阿维菌素、炔螨特、三唑锡,如:阿维菌素一个生长季用药2~4次,用药量3000~4000倍;炔螨特一个生长季用药2次,用药量1500~2000倍。

1.3 成螨的毒力测定

参照联合国粮农组织推荐的玻片浸渍法(slide-dip method)进行^[13]。将双面胶带剪成2~3cm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,不要粘住螨足、螨须和

口器,每片胶带粘3~4行,每行大约粘1~20头叶螨。在温度为(26±1)℃、光周期L//D=16h//8h、相对湿度60%的光照培养箱中放置4h后,用Olympus双目解剖镜观察,严格剔除死亡或不太活泼以及体位不合适的叶螨个体。各药剂原药用丙酮溶解稀释成不同浓度的母液,再用蒸馏水稀释为供试浓度,先进行预备试验,在预备试验的基础上再稀释5~7个浓度,将带螨玻片的一端浸入药液中,轻轻摇动5s后取出,迅速用吸水纸吸干螨体及其周围多余的药液。在白色瓷盘内铺一层湿润纱布,浸过药液的玻片放置于大瓷盘内,在白色瓷盘上面再覆盖一层湿润纱布以达到保湿的效果。以带螨玻片浸渍清水作为对照,每个处理重复3~4次。24h后在解剖镜下检查结果,分别记录存活和死亡的叶螨数量。用毛笔轻触螨体,以螨足不动者为死亡,对照处理死亡率在10%以下为有效试验。

1.4 数据分析

试验数据根据Probit几率值分析法计算毒力回归方程、LC₅₀及95%置信限等。以各杀虫剂的LC₅₀与相对敏感种群毒力基线的LC₅₀进行比较,计算抗性倍数(resistance ratio)。抗性水平按照沈晋良和吴益东报道的标准^[14]划分为敏感(RR<3),敏感性下降(3≤RR<5),低水平抗性(5≤RR<10),中等水平抗性(10≤RR<40),高水平抗性(40≤RR<160)和极高水平抗性(RR≥160)。

2 结果与分析

2.1 山楂叶螨相对敏感种群对5种杀虫剂的敏感基线

通过测定5种杀虫剂对山楂叶螨相对敏感种群的毒力,表明山楂叶螨对阿维菌素的敏感性最高,LC₅₀为0.075mg/L,对哒螨灵的敏感性次之,LC₅₀为0.28mg/L,对炔螨特和噻螨酮的LC₅₀分别为24.9mg/L和26.03mg/L;对三唑锡敏感性最低,LC₅₀为42.97mg/L(表1)。

2.2 山楂叶螨运城种群对5种杀虫剂的抗性水平

2013年—2015年,山西省运城地区山楂叶螨田间种群对5种杀虫剂抗性监测结果如表2所示。连续3年的监测数据表明,阿维菌素和三唑锡处于敏感性下降及产生低水平抗性阶段,阿维菌素的抗性倍数由2013年的1.27倍,上升至2014年的3.07倍和2015年的5.60倍,三唑锡的抗性倍数由2013

年的 1.69 倍, 上升至 2014 年的 5.89 倍和 2015 年的 5.84 倍; 哒螨灵和噻螨酮的抗性则由低水平抗性升至中等水平抗性, 哒螨灵抗性倍数由 2013 年的 5.44 倍分别上升至 10.92 倍(2014 年)和 14.18 倍

(2015 年), 噻螨酮的抗性由 2013 年的 5.52 倍分别上升至 7.98 倍(2014 年)和 16.04 倍(2015 年); 炔螨特处于低水平抗性, 3 年监测的抗性倍数介于 8.00~9.44 倍之间。

表 1 山楂叶螨相对敏感种群对 5 种杀虫剂的敏感基线

Table 1 Baseline susceptibility of *Amphitetranychus viennensis* to five insecticides

杀虫剂 Insecticide	毒力回归方程 Toxicity regression	斜率±标准误 Slope±SE	致死中浓度(95%置信限)/mg·L ⁻¹ LC ₅₀ (95% confidence interval)	卡方 χ ²
阿维菌素 Abamectin	y=6.55+1.38x	1.38±0.0827	0.075(0.0608~0.0918)	5.16
哒螨灵 Pyridaben	y=5.97+1.76x	1.77±0.136	0.28(0.229~0.349)	7.71
炔螨特 Propargite	y=2.49+1.79x	1.79±0.126	24.90(14.59~42.79)	5.29
三唑锡 Azocyclotin	y=1.97+1.86x	1.86±0.139	42.97(34.43~53.64)	7.36
噻螨酮 Hexythiazox	y=2.71+1.62x	1.62±0.123	26.03(20.72~32.69)	5.54

表 2 2013—2015 年山楂叶螨运城种群对 5 种杀虫剂的抗性水平

Table 2 Resistance of *Amphitetranychus viennensis* collected from Yuncheng, Shanxi Province to five insecticides from 2013 to 2015

年度 Year	杀虫剂 Insecticide	毒力回归方程 Toxicity regression equation	斜率±标准误 Slope±SE	致死中浓度 (95%置信限)/mg·L ⁻¹ LC ₅₀ (95% confidence interval)	卡方 χ ²	抗性 倍数 RR
2013	阿维菌素 Abamectin	y=6.25+1.22x	1.22±0.114 0	0.095 2(0.070 1~0.129)	4.35	1.27
	哒螨灵 Pyridaben	y=4.84+1.18x	1.18±0.080 8	1.36(1.06~1.73)	7.77	5.44
	炔螨特 Propargite	y=0.65+1.84x	1.84±0.124 0	234.95(192.98~286.05)	10.01	9.44
	三唑锡 Azocyclotin	y=3.27+0.93x	0.93±0.075 2	72.89(51.13~103.89)	10.70	1.69
	噻螨酮 Hexythiazox	y=2.37+1.22x	1.22±0.115 0	143.62(106.80~193.13)	1.38	5.52
2014	阿维菌素 Abamectin	y=7.22+3.52x	3.52±0.284 0	0.23(0.178~0.308)	4.33	3.07
	哒螨灵 Pyridaben	y=3.80+2.75x	2.75±0.207 0	2.73(2.26~3.29)	7.02	10.92
	炔螨特 Propargite	y=-1.38+2.77x	2.77±0.188 0	202.14(178.19~229.31)	11.41	8.12
	三唑锡 Azocyclotin	y=0.29+1.96x	1.96±0.178 0	253.4(195.40~328.60)	10.70	5.89
	噻螨酮 Hexythiazox	y=0.31+1.59x	1.59±0.134 0	207.8(154.49~279.49)	2.59	7.98
2015	阿维菌素 Abamectin	y=6.05+2.80x	2.80±0.231 0	0.42(0.33~0.54)	8.69	5.60
	哒螨灵 Pyridaben	y=3.52+2.47x	2.47±0.225 0	3.97(2.99~5.27)	2.75	14.18
	炔螨特 Propargite	y=-1.63+2.88x	2.88±0.177 0	199.38(177.63~223.78)	14.71	8.00
	三唑锡 Azocyclotin	y=0.12+2.03x	2.03±0.174 0	250.93(196.42~320.55)	8.04	5.84
	噻螨酮 Hexythiazox	y=0.25+1.81x	1.81±0.147 0	417.61(337.31~517.02)	8.68	16.04

3 结论与讨论

本研究利用山楂叶螨相对敏感种群建立了对 5 种杀虫剂的敏感基线, 结果表明, 山楂叶螨对阿维菌素的敏感性最高, 对三唑锡的敏感性最低。以测定的敏感基线为标准, 连续 3 年对山西省运城地区苹果园山楂叶螨的抗性监测表明, 5 种杀虫剂中阿维菌素与三唑锡处于敏感性下降及产生低水平抗性阶段, 哒螨灵与噻螨酮由低水平抗性升至中等水平抗性, 炔螨特 3 年均处于低水平抗性阶段。因此, 田间防治时, 哒螨灵与噻螨酮应淘汰不再使用; 阿维菌素、三唑锡、炔螨特则应注意减少用药量及轮换用

药, 以延缓产生更高的抗药性。

刘慧萍^[15]2005 年报道山西运城种群对哒螨灵产生了低水平抗性, 本研究中监测表明哒螨灵已经产生了中等水平抗性; 刘金香等^[16]2004 年测定结果表明, 山西运城种群对阿维菌素和三唑锡仍处于相对敏感阶段, 本研究与之相比, 虽然阿维菌素和三唑锡仍处于敏感性下降阶段, 但是致死中浓度 LC₅₀却远远大于刘金香等^[16]测定的 0.01 mg/L 和 81.59 mg/L, 这些研究都表明了随着用药时间的增加, 运城地区山楂叶螨种群与 10 年前相比, 敏感性下降了很多, 这与运城地区用药历史长, 用药水平高的情况相一致。

彭丽娟等^[17] 2015 年报道陕西苹果园山楂叶螨各田间种群对哒螨灵产生了 13.29~69.63 倍的中等至高水平抗性,对阿维菌素,多数田间种群尚处于敏感性下降阶段;本研究监测结果显示,运城种群对哒螨灵的抗性已由低水平抗性升至中等水平抗性,抗性最高达到 14.18 倍,对阿维菌素的抗性由 2013 年的 1.27 倍,上升至 2014 年的 3.07 倍和 2015 年的 5.60 倍,敏感性也处于下降阶段,虽然两种药剂的整体抗性水平与彭丽娟等 2015 年报道的结果类似,但由于抗性倍数来自于不同的敏感基线,因此,仍不能比较出不同地区或不同省份的山楂叶螨对同一药剂的抗性水平,如果以彭丽娟等 2015 年报道中的哒螨灵、阿维菌素基线中 LC₅₀ 为标准,本研究中的运城种群对哒螨灵的抗性则全部为高水平及极高水平抗性,而阿维菌素也处于中等或高水平抗性。王洪涛等^[18] 2012 年监测发现山东省 11 个地区的苹果全爪螨中有部分地区种群已经对阿维菌素、哒螨灵、炔螨特和三唑锡产生了不同程度的抗药性。

阿维菌素、哒螨灵、三唑锡和炔螨特是近些年来生产上大量使用的杀螨剂,在山西、陕西、山东等苹果产区都有一定的用药历史,长期用药势必导致害螨敏感性下降,抗药性产生。因此,在今后的防治中,加强统一连续性的抗性监测尤为重要,根据抗性监测结果,合理使用各类农药,不仅能延缓害螨的抗药性产生,还能减少农药使用量。

参考文献

[1] 杨春红,孙菲,谢丽霞,等. 山楂叶螨种名订正的建议[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2015, 46(5):783-784.

[2] 冯明祥. 山楂叶螨的发生与天敌的自然控制[J]. 果树科学, (上接 171 页)

[7] 宋月芹,孙会忠,作均祥,等. 不同温度对甜菜夜蛾保护酶活性的影响[J]. 西北农业学报, 2009, 18(3):285-288.

[8] 徐金汉,关雄,黄志鹏. 不同温湿度组合对甜菜夜蛾生长发育及繁殖力的影响[J]. 应用生态学报, 1999, 10(3):335-337.

[9] 江幸福,罗礼智,李克斌,等. 甜菜夜蛾抗寒与越冬能力研究[J]. 生态学报, 2001, 21(10):1575-1581.

[10] 董钧锋,张友军,朱国仁,等. 甜菜夜蛾在四种寄主植物上的生命表参数比较研究[J]. 应用昆虫学报, 2012, 49(6):1468-1473.

[11] 李淑清. 甜菜夜蛾的生长发育与温湿度的关系[J]. 华中农业大学学报, 2002, 21(4):352-355.

[12] 薛敏生,高九思,李可兴. 影响甜菜夜蛾发生程度的原因及预

1986(2):35-38.

[3] 何淑青,王守平,王强. 苹果树山楂叶螨和金纹细蛾的药剂防治试验[J]. 中国植保导刊, 2013, 33(11):69-71.

[4] 张昌辉,曹子刚. 山楂红蜘蛛防治研究——I. 对有机磷杀螨剂的抗药性测定[J]. 昆虫学报, 1966, 15(3):217-226.

[5] 刘芹轩. 山楂红蜘蛛对内吸磷的抗性研究[J]. 昆虫学报, 1966, 15(2):114-119.

[6] 冯明祥,逢树春. 山楂叶螨对三氯杀螨醇抗性研究初报[J]. 昆虫知识, 1988(4):215-216.

[7] 杨军玉,刘淑香,胡同乐,等. 2009 年全国苹果叶部主要病虫害发生及农药使用情况[J]. 中国植保导刊, 2010, 30(10):25-28.

[8] 杨军玉,王树桐,刘淑香,等. 2010 年全国苹果园病虫害发生及用药情况调查分析[J]. 北方园艺, 2011(20):140-143.

[9] 杨军玉,王亚南,王晓燕,等. 2011-2012 年全国苹果病虫害发生概况和用药情况统计分析[J]. 北方园艺, 2013(12):124-127.

[10] 郑庆伟. 山西省农作物病虫测报站发布今年果树幼果期主要病虫害发生趋势预报[J]. 农药市场信息, 2015(15):63.

[11] 唐振华. 昆虫抗药性及其治理[M]. 北京:农业出版社, 1993:97-98.

[12] 吴益东,陈松,净新娟,等. 棉铃虫抗药性监测方法——浸叶法敏感毒力基线的建立及其应用[J]. 昆虫学报, 2001, 44(1):56-61.

[13] Ditttrich V, Cranham E, Jepson L R, et al. Revised method for spider mites and their eggs (e. g. *Tetranychus* spp. and *Panonychus ulmi* Koch)[R]//FAO Plant Production and Protection Paper, 1980(21):49-54.

[14] 沈晋良,吴益东. 棉铃虫抗药性及其治理[M]. 北京:中国农业出版社, 1995:25-88.

[15] 刘慧萍. 山楂叶螨和苹果黄蚜抗药性动态及抗性机理研究[D]. 太谷:山西农业大学, 2005.

[16] 刘金香,胡美英,韩巨才,等. 山楂叶螨抗药性及混配增效作用[J]. 植物保护学报, 2004, 31(2):199-204.

[17] 彭丽娟,左亚运,段辛乐,等. 陕西苹果园山楂叶螨抗药性监测[J]. 应用昆虫学报, 2015, 52(5):1174-1180.

[18] 王洪涛,王培松,司树鼎,等. 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[J]. 果树学报, 2012, 29(6):1083-1087.

(责任编辑:杨明丽)

测模式研究[J]. 现代农业科技, 2008(16):117-118.

[13] 赵传东,褚福宝,杜广明,等. 甜菜夜蛾预测方法研究[J]. 现代农业科技, 2010(8):173-174.

[14] 滕海媛,王冬生,史苹香,等. 不同食物对甜菜夜蛾生长发育参数的影响[J]. 应用昆虫学报, 2012, 49(6):1474-1481.

[15] 张娜,郭建英,万方浩,等. 甜菜夜蛾对不同寄主植物的产卵和取食选择[J]. 昆虫学报, 2009, 52(11):1229-1235.

[16] 戴淑慧,杨亚萍,林玉群,等. 甜菜夜蛾的发生规律及预测预报初探[J]. 广东农业科学, 1999(4):37-38.

(责任编辑:杨明丽)