



孙莉, 郑月琼, 陈霞, 陈达嵩, 郑晨昕. 4种杀螨剂对二斑叶螨的毒力测定和对少毛钝绥螨的安全性评价 [J]. 环境昆虫学报, 2022, 44 (5): 1333–1340.

4种杀螨剂对二斑叶螨的毒力测定和对少毛钝绥螨的安全性评价

孙莉¹, 郑月琼², 陈霞^{1*}, 陈达嵩², 郑晨昕¹

(1. 福建省农业科学院植物保护研究所, 福建省农作物害虫天敌资源工程技术研究中心, 福建省作物有害生物监测与治理重点实验室, 福建省作物有害生物绿色防控工程研究中心, 福州 350013; 2. 福建省泉州市农业学校, 福建泉州 362000)

摘要: 为评价杀螨剂对二斑叶螨 *Tetranychus urticae* Koch 的毒力和对少毛钝绥螨 *Proprioseiopsis asetus* Chant 的安全性, 本文采用叶片喷雾法测定了4种田间常用杀螨剂对少毛钝绥螨和二斑叶螨的毒力, 并分析比较了4种杀螨剂对少毛钝绥螨和二斑叶螨的选择毒力。试验结果表明, 4种杀螨剂对少毛钝绥螨雌成螨和二斑叶螨雌成螨的毒力选择指数大小依次为: 联苯肼酯 (10.1261) > 阿维菌素 (5.4664) > 哒螨灵 (3.5293) > 克螨特 (2.3615)。联苯肼酯对少毛钝绥螨的毒力选择指数最高, 具有中度正向选择性, 即联苯肼酯对少毛钝绥螨的毒力明显低于其对二斑叶螨的毒力。阿维菌素、哒螨灵、克螨特对少毛钝绥螨和二斑叶螨的毒力选择指数也都大于1, 但都小于10, 即这3种杀螨剂对少毛钝绥螨和二斑叶螨都有较低的正向选择性。4种杀螨剂常规使用浓度下对少毛钝绥螨雌成螨的安全系数大小依次为: 联苯肼酯 > 阿维菌素 > 哒螨灵 > 克螨特。联苯肼酯的安全系数为16.8935~24.4025, 阿维菌素的安全系数为5.5782~22.3127, 均大于5, 表示联苯肼酯和阿维菌素在推荐使用浓度的低浓度情况下, 对少毛钝绥螨的安全性高。而15%哒螨灵乳油和73%克螨特乳油的安全系数仅1.1709~1.7564和1.0523~1.5807, 在推荐使用浓度的低浓度情况下, 对少毛钝绥螨的安全性一般。因此建议在生产中应用少毛钝绥螨进行生物防治时, 可优先选用联苯肼酯和阿维菌素配合使用, 而不建议使用哒螨灵和克螨特。

关键词: 少毛钝绥螨; 二斑叶螨; 杀螨剂; 毒力; 安全性评价

中图分类号: Q965; S89

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2022) 05-1333-08

Toxicity of four acaricides to *Tetranychus urticae* Koch and safety assessment to *Proprioseiopsis asetus* (Chant) (Acari: Phytoseiidae)

SUN Li¹, ZHENG Yue-Qiong², CHEN Xia^{1*}, CHEN Da-Song², ZHENG Chen-Xin¹ (1. Fujian Engineering Research Center for Green Pest Management, Research Center of Engineering and Technology of Natural Enemy Resource of Crop Pest in Fujian, Fujian Key Laboratory for Monitoring and Integrated Management of Crop Pests, Institute of Plant Protection, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350013, China; 2. Quanzhou Agricultural School in Fujian, Quanzhou 362000, Fujian Province, China)

Abstract: In order to clarify toxicity of acaricides to *Tetranychus urticae* Koch, safety assessment to *Proprioseiopsis asetus* (Chant), and coordinate the relationship between biological control and chemical control, the toxicities of four acaricides of the *P. asetus* and *T. urticae* were tested by using the leaf spray

基金项目: 福建省自然科学基金 (2020J011355); 国家重点研发计划 (2021YFD1400800); 福建省省属公益类科研专项 (2020R1024001, 2020R1024006); 科技创新团队建设 (CXTD2021016); 5511 项目 (XTCXGC2021011); 福建省农业科学院农业科技专项 (YDXM2021002, ZYTS2021005)

作者简介: 孙莉, 女, 1986 年生, 硕士, 助理研究员, 研究方向为生物防治, E-mail: 215860250@qq.com

* 通讯作者 Author for correspondence: 陈霞, 女, 硕士, 副研究员, 研究方向为生物防治, E-mail: 405593754@qq.com

收稿日期 Received: 2021-10-06; 接受日期 Accepted: 2021-11-12

method. The results showed that the order of selective toxicities of 4 acaricides to female adults of *P. asetus* and *T. urticae* was: bifenthrin (10.1261) > avermectin (5.4664) > pyridaben (3.5293) > propargite (2.3615). Bifenthrin had the highest selective toxicity ratio and moderate positive selectivity both on *P. asetus* and *T. urticae*. Avermectin, pyridaben and propargite showed low positive selectivity both on *P. asetus* and *T. urticae*. The results showed that within the recommended concentration range, the order of the safety and safety factor of four acaricides against *P. asetus* was: bifenthrin (16.8935 ~ 24.4025) > avermectin (5.5782 ~ 22.3127) > pyridaben (1.1709 ~ 1.7564) > propargite (1.0523 ~ 1.5807). The safety factor of both bifenthrin and avermectin were greater than 5, indicating that bifenthrin and avermectin were highly safe to *P. asetus*. The results showed when using *P. asetus* to control harmful mites, application of pyridaben and propargite should be avoided in the field, and if necessary, low concentrations of bifenthrin and avermectins can be used.

Key words: *Proprioseiopsis asetus* Chant; *Tetranychus urticae* Koch; acaricides; toxicity; safety assessment

二斑叶螨 *Tetranychus urticae* Koch 是一种世界性的害螨, 也叫二点叶螨, 属蜱螨亚纲叶螨科叶螨属 (梁妍等, 2007)。二斑叶螨 20 世纪 80 年代中期在我国北京首次被发现, 目前在我国大部分果树栽培区都有分布, 给农业发展带来了不可估量的损失 (孙晓会, 2009)。目前二斑叶螨防治的措施还是以化学防治为主, 但近年来由于化学农药的大量使用, 害虫对药产生了抗性, 使用化学防治效果不佳, 还对环境造成了污染, 宫亚军等报道防治二斑叶螨使用噻螨酮、阿维菌素和哒螨灵, 推荐剂量效果不好, 二斑叶螨对哒螨灵的抗性超过 100 倍 (宫亚军等, 2013)。国外报道温室中的玫瑰用四螨嗪防治二斑叶螨 40 次后, 抗性达到 2 500 倍, 并且产生抗性的二斑叶螨种群对噻螨酮产生了很高的交互抗性 (Edge & James, 1982; Herron *et al.*, 1994)。结合生物防治, 综合采取多种措施, 可实现对二斑叶螨生态防治的目标。二斑叶螨的自然天敌种类较多, 捕食螨目前可以大量人工繁殖应用, 利用捕食螨防治二斑叶螨, 一直是国内外天敌领域研究的热点。

少毛钝绥螨隶属蛛形纲寄型螨目植绥螨科, Chant 于 1959 年最初定名为 *Typhlodromus* (*Amblyseius*) *asetus*, 1986 年定名为 *Proprioseiopsis asetus* (Chant) (Chant, 1959; 吴伟南等, 2008), 该学名一直使用至今。国外主要分布于美国 (弗吉尼亚、加利福尼亚)、巴西、墨西哥、牙买加等 (Chant, 1959; Muma & Derimark, 1970; Fouly, 1994); 在我国报道已有分布于江苏、广东、广西、台湾、江西 (何琦琛和陈文华, 2001; 方小端等, 2007; 吴伟南等, 2008; Huang *et al.*,

2014; 王丽思等, 2016)。2017 年本课题组在福州晋安区被烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 危害的丝瓜叶上采集到一种正在捕食烟粉虱的捕食螨, 经鉴定为少毛钝绥螨 *Proprioseiopsis asetus* (Chant), 为该种在福建省首次发现。

少毛钝绥螨是一种优良的本土天敌捕食螨, 分布较广, 具有饲养成本低田间适应性好、捕食能力强等特点。目前报道可以捕食烟蓟马 *Thrips tabaci*、棕榈蓟马 *Thrips palmi* Karny、西花蓟马 *Frankliniella occidentalis*、二斑叶螨、东方真叶螨 *Eutetranychus*、矢尖盾蚧 *Unaspis yanonensis*、侧多食跗线螨 *Polyphagotarsonemus latus*、粉虱 *Aleyrodidae* 等有害生物, 并可以取食多种植物花粉 (Fouly *et al.*, 1997; 何琦琛和陈文华, 2001; Emmert *et al.*, 2008a, 2008b)。目前, 有关少毛钝绥螨的研究较少, Emmert (2008a) 等研究了不同温度条件下少毛钝绥螨在取食二斑叶螨、西花蓟马和香蒲草花粉的繁殖与捕食能力。少毛钝绥螨取食二斑叶螨、东方真叶螨、侧多食跗线螨与枣椰树花粉的生命表比较发现, 取食二斑叶螨的生命表参数值与取食枣椰树花粉的生命表参数值非常接近, 取食侧多食跗线螨的种群倍增时间最长, 净增长率和内禀增长率最低 (Fouly *et al.*, 1997)。我国在 21 世纪初对该螨进行了记述并进行了初步观察 (何琦琛和陈文华, 2001; 方小端等, 2007; 吴伟南等, 2008)。黄建华等研究了少毛钝绥螨的生物学特性及 rDNA ITS 序列分析和温度对以芦笋蓟马为食的少毛钝绥螨发育和繁殖的影响 (Huang *et al.*, 2014; 黄建华等, 2020), 王丽思等 (2016) 研究了丝瓜花粉对少毛钝绥螨发育和繁殖的影响, 秦文婧 (2012) 研究了少毛钝绥螨的生

物学初步研究和取食芦笋上烟蓟马捕食效能。

捕食螨繁殖快, 捕食能力强, 且许多种类人工饲养成本较低, 已成为多种作物上害虫害螨的重要防治手段(徐学农等, 2013)。而长期人工饲养的捕食螨大多对农药敏感, 农药对胡瓜新小绥螨 *N. cucumeris*、巴氏钝绥螨 *Amblyseius barkeri* (HugHes) 等捕食螨的毒力影响研究已有很多报道(廖勇, 1996; 陈霞等, 2004, 2005, 2006, 2007a, 2007b, 2010, 2011a, 2011b; 王允场, 2009; 赵海明等, 2012; 程小敏等, 2013; 李一玉, 2014; 宋子伟等, 2014; Chen, 2017, 2018, 2020; 蒋春先, 2020; 郑鑫等, 2020), 但农药对少毛钝绥螨这种优良的本土天敌捕食螨的毒力影响等研究国内外还未见报道。本研究选择田间常用的 5 种杀螨剂, 采用模拟田间用药的叶片喷雾法对少毛钝绥螨和二斑叶螨进行了室内毒力测定, 分析比较 4 种杀螨剂对二斑叶螨与少毛钝绥螨的选择毒力和安全性, 为利用少毛钝绥螨的生物防治与化学防治相协调提供理论参考, 以指导配合“以螨治螨”生物防治应用。

1 材料与方法

1.1 供试药剂

73% 克螨特乳油 Propargite (麦德梅农业解决方案有限公司)、5% 阿维菌素乳油 Abamectin (河北威远生物化工有限公司)、43% 联苯肼酯悬浮剂 Bifenazate (山东省绿士农业有限公司)、15% 哒螨灵乳油 Pyridaben (广东植物龙生物科技有限公司)。

1.2 供试虫源

少毛钝绥螨采自福建省福州市埔党黄瓜园, 带回室内在福建省农业科学院植物保护研究所室内以甜果螨为猎物在 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、RH 80% $\pm$ 5%、光周期 16 L : 8 D 的人工气候箱中饲养 3 年多。二斑叶螨采自福建省顺昌县草莓园。

1.3 试验方法

1.3.1 少毛钝绥螨雌成螨的毒力测定

采用模拟田间用药的喷雾法。取直径 6 cm 的吸满水的海绵, 放置在比海绵稍大一些的培养皿中, 在海绵上平铺一张滤纸, 将洗净并晾干的草莓叶片放在滤纸上。每个培养皿的叶片上用毛笔轻挑引入 30 头少毛钝绥螨雌成螨, 不同药剂参照厂家推荐的浓度范围, 用纯净水配制成 5 个待测

药剂溶液浓度梯度, 以纯净水作为对照组, 每个处理重复 4 次。模拟田间用药, 对各处理喷洒相应浓度的待测药液, 并用滤纸吸走叶片上堆积药液, 放在 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、RH 80% $\pm$ 5%、光周期 16 L : 8 D 的人工气候箱中。每天向各个处理加入二斑叶螨, 保证少毛钝绥螨不会因为饥饿对试验结果造成影响, 处理后每天挑去雌成螨产下的卵, 72 h 观察记录死亡和存活的少毛钝绥螨的数量。对照组死亡率超过 10%, 视为试验无效。

1.3.2 二斑叶螨雌成螨的毒力测定

采用模拟田间用药的喷雾法。取直径 6 cm 的吸满水的海绵, 放置在比海绵稍大一些的培养皿中, 每个海绵上平铺一张滤纸, 将洗净并晾干的草莓叶片放在滤纸上, 每个培养皿内用毛笔轻挑引入 30 头二斑叶螨雌成螨, 不同药剂参照厂家推荐的浓度范围, 用纯净水配制 5 个待测药剂溶液浓度梯度, 以纯净水作为对照组, 每个处理重复 4 次。模拟田间用药, 对各处理喷洒相应浓度的待测药液, 并用滤纸吸走叶片上堆积药液, 放在 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、RH 80% $\pm$ 5%、光周期 16 L : 8 D 的人工气候箱中。处理后每天挑去雌成螨产下的卵, 72 h 观察记录死亡和存活的二斑叶螨雌成螨数量。对照组死亡率超过 10%, 视为试验无效。

1.4 数据统计与分析

利用 Excel 和 SPSS 17.0 统计软件对试验数据进行统计、分析, 并计算毒力回归方程和致死中浓度 (LC_{50})。安全系数 = 药剂对少毛钝绥螨的 LC_{50} / 药剂田间推荐使用浓度。

1.5 安全评价标准

以毒性选择指数来评价杀螨剂对少毛钝绥螨的安全性, 毒性选择指数 (STR) 为化学药剂对天敌的致死中浓度 (LC_{50}) 与对害虫的致死中浓度 (LC_{50}) 的比值, 当毒性选择指数 $\text{STR} < 1$ 时, 则表明该药剂对天敌及害虫具有负向选择性; 当 $\text{STR} = 1$ 时, 表示该药剂对天敌及害虫没有明显的选择性; 当 $1 < \text{STR} \leq 10$ 时, 表示该药剂对天敌及害虫有正向选择性, 当 $10 < \text{STR} \leq 100$ 时, 表示该药剂对天敌及害虫有中度正向选择性; 当 $100 < \text{STR} \leq 1\,000$ 时, 表示该药剂对天敌及害虫具有高度正向选择性; 当 $\text{STR} > 1\,000$ 时, 表示该药剂对天敌及害虫具有强烈正向选择性(李一玉等, 2014)。

毒性选择指数 (STR) = 药剂对少毛钝绥螨的 LC_{50} / 药剂对二斑叶螨的 LC_{50}

根据《化学农药环境安全评价试验准则》的评定标准,安全系数 >5 ,安全性高; $5 \geq$ 安全系数 >0.5 ,安全性一般; $0.5 \geq$ 安全系数 >0.05 ,安全性低;安全系数 ≤ 0.05 ,安全性极低(郭玉杰等,1995)。

安全系数 = 药剂对少毛钝绥螨的 LC_{50} /药剂田间推荐使用浓度。

2 结果与分析

2.1 4种杀螨剂对少毛钝绥螨雌成螨的毒力测定

4种杀螨剂对少毛钝绥螨雌成螨的毒力测定结果显示,4种杀螨剂对少毛钝绥螨雌成螨的毒力大

小依次为:哒螨灵 $>$ 阿维菌素 $>$ 克螨特 $>$ 联苯肼酯。其中哒螨灵对少毛钝绥螨雌成螨的毒力最高, LC_{50} 值为87.8192 mg/L,其次是阿维菌素, LC_{50} 值为139.4543 mg/L,毒力最低为联苯肼酯 LC_{50} 值为4 035.6775 mg/L(表1)。

2.2 4种杀螨剂对二斑叶螨雌成螨的毒力测定

4种杀螨剂对二斑叶螨雌成螨的毒力测定结果显示,4种杀螨剂对二斑叶螨雌成螨的毒力大小依次为:哒螨灵 $>$ 阿维菌素 $>$ 克螨特 $>$ 联苯肼酯。其中哒螨灵二斑叶螨雌成螨的毒力最高, LC_{50} 值为24.8828 mg/L,其次是阿维菌素, LC_{50} 值为25.5114 mg/L,毒力最低为联苯肼酯 LC_{50} 值为398.5436 mg/L(见表2)。

表1 4种杀螨剂对少毛钝绥螨雌成螨的毒力

Table 1 Toxicity of 4 acaricides to female adults of *Propioseipsis asetus*

药剂 Insecticides	毒力回归线 Virulence regression line	相关系数 r Correlation coefficient	致死中浓度 (95% 置信区间) (mg/L) LC_{50} (95% Confidence interval)
克螨特 Propargite	$y = 0.3987 + 1.7804x$	0.9807	384.1077 (322.2275 ~ 457.8712)
阿维菌素 Abamectin	$y = 2.4066 + 1.2094x$	0.9858	139.4543 (69.3116 ~ 280.58110)
联苯肼酯 Bifenazate	$Y = 0.0256 + 1.3795x$	0.9949	4 035.6775 (2 345.1510 ~ 6 944.8375)
哒螨灵 Pyridaben	$Y = 1.1615 + 1.9750x$	0.9833	87.8192 (72.5517 ~ 106.2295)

表2 4种杀螨剂对二斑叶螨雌成螨的毒力

Table 2 Toxicity of 4 acaricides to female adults of *Tetranychus urticae*

药剂 Insecticides	毒力回归线 Virulence regression line	相关系数 r Correlation coefficient	致死中浓度 (95% 置信区间) (mg/L) LC_{50} (95% Confidence interval)
克螨特 Propargite	$y = 1.0115 + 1.8037x$	0.9712	162.6514 (127.4885 ~ 207.5127)
阿维菌素 Abamectin	$y = 3.0657 + 1.33750x$	0.9771	25.5114 (20.1986 ~ 32.2216)
联苯肼酯 Bifenazate	$Y = 1.4638 + 1.3513x$	0.9811	398.5436 (330.33205 ~ 480.8572)
哒螨灵 Pyridaben	$Y = 2.3145 + 1.9238x$	0.9993	24.8828 (21.4049 ~ 28.9259)

2.3 4种杀螨剂对少毛钝绥螨和二斑叶螨雌成螨的选择毒力

试验结果表明,4种杀螨剂对少毛钝绥螨和二斑叶螨的毒力选择指数大小依次为:联苯肼酯 $>$ 阿维菌素 $>$ 哒螨灵 $>$ 克螨特,选择指数最高的是联苯肼酯,为10.1261倍,具有中度正向选择性,即联苯肼酯对少毛钝绥螨的毒力明显低于其对二斑叶螨的毒力。阿维菌素、哒螨灵、克螨特对少毛钝绥螨和二斑叶螨的毒力选择指数也都大于1,但小于10,即这3种杀螨剂对少毛钝绥螨和二斑叶螨都有较小的正向选择性(表3)。

2.4 4种杀螨剂对少毛钝绥螨安全性评价

试验结果表明,4种杀螨剂常规使用浓度下对少毛钝绥螨的安全系数大小依次为:联苯肼酯 $>$ 阿维菌素 $>$ 哒螨灵 $>$ 克螨特。43%联苯肼酯悬浮剂的安全系数高达16.8935~24.4025,5%阿维菌素乳油的安全系数为5.5782~22.3127,安全系数都大于5,根据《化学农药环境安全评价试验准则》的评定标准,联苯肼酯和阿维菌素在推荐使用浓度的范围内,对少毛钝绥螨的安全性高。而15%哒螨灵乳油和73%克螨特乳油的安全系数仅1.1709~1.7564和1.0523~1.5807,即推荐使用浓度,对少毛钝绥螨的安全性一般(表4)。

表 3 4 种杀螨剂对少毛钝绥螨和二斑叶螨的选择性毒力
Table 3 Selective toxicity of 4 acaricides to *Proprioseiopsis asetus* and *Tetranychus urticae*

药剂 Insecticides	少毛钝绥螨 (LC ₅₀) <i>Proprioseiopsis asetus</i>	二斑叶螨 (LC ₅₀) <i>Tetranychus urticae</i>	毒性选择指数 (R) Selective toxicity ratio
克螨特 Propargite	384. 1077	162. 6514	2. 3615
阿维菌素 Abamectin	139. 4543	25. 5114	5. 4664
联苯肼酯 Bifenazate	4 035. 6775	398. 5436	10. 1261
哒螨灵 Pyridaben	87. 8192	24. 8828	3. 5293

表 4 4 种杀螨剂对少毛钝绥螨雌成螨的安全性评价
Table 4 Safety evaluation of 4 acaricides to female adults of *Proprioseiopsis asetus*

药剂 Insecticides	少毛钝绥螨 (LC ₅₀) <i>Proprioseiopsis asetus</i>	推荐使用浓度 (mg/L) Recommended concentration	安全系数 safety factor
克螨特 Propargite	384. 1077	243. 00 ~ 365. 00 (2 000 ~ 3 000 倍)	1. 0523 ~ 1. 5807
阿维菌素 Abamectin	139. 4543	6. 25. 00 ~ 25. 00 (2 000 ~ 6 000 倍)	5. 5782 ~ 22. 3127
联苯肼酯 Bifenazate	4 035. 6775	165. 38 ~ 238. 89 (1 800 ~ 2 600 倍)	16. 8935 ~ 24. 4025
哒螨灵 Pyridaben	87. 8192	50. 00 ~ 75. 00 (2 000 ~ 3 000 倍)	1. 1709 ~ 1. 7564

3 结论与讨论

虽然捕食螨的持续控害时间较长，但在实际生产过程中，当叶螨大量发生为害时，单独应用捕食螨不能达到良好的控害效果，需要先用化学农药把虫口基数压低后再释放天敌生物防治才能达到理想的效果，根据同一药剂对不同螨类的毒性特性不同，选择合适的化学药剂与捕食螨配合使用是非常有意义的。上世纪九十年代波兰已有报道常用农药对胡瓜新小绥螨的毒力测定 (Piatkowski, 1990)，研究化学杀虫剂对捕食性天敌的影响，在协调害虫害螨的化学防治和生物防治中有着重要的理论依据和现实意义，可以有效推进捕食性天敌在害虫综合治理中的应用 (杨慧等, 2020)。

本研究采用叶片喷雾法模拟田间喷药，测得 4 种常用杀螨剂对少毛钝绥螨雌成螨和二斑叶螨的选择毒力大小依次为：联苯肼酯 > 阿维菌素 > 哒螨灵 > 克螨特，选择指数最高的是联苯肼酯，有 10. 1261 倍；安全系数大小依次为：联苯肼酯 > 阿维菌素 > 哒螨灵 > 克螨特，43% 联苯肼酯悬浮剂的安全系数高达 16. 8935 ~ 24. 4025。在供试 4 种杀螨剂中联苯肼酯对少毛钝绥螨毒性选择指数最

高，具有中度正向选择性，安全系数也最高。联苯肼酯商品名为爱卡螨，对其他农药不会产生交互抗性，是一种新型联苯肼类化学农药；研究发现 143 mg/L 联苯肼酯对捕食螨智利小植绥螨 *Phytoseiulus persimilis* 成螨和若螨的存活和生殖、捕食能力均无显著影响，处理后 96 h 对成螨致死率仅达 2. 04%，对若螨的致死率也只有 2. 30%；联苯肼酯对二斑叶螨的各个螨态都有比较好的防治效果，持效时间长，在推荐使用浓度内对天敌风险小，也不会污染环境 (刘平等, 2014；宫亚军等, 2015)。化学农药选择指数越高，越有利于生物防治和化学防治的协调 (王小艺和沈左锐, 2004)，联苯肼酯对害螨的天敌具有较高的安全性，因此释放少毛钝绥螨生防园防治二斑叶螨时可选 43% 联苯肼酯悬浮剂配合使用，既有很好的防治效果又可保护天敌少毛钝绥螨。

研究化学农药对梨盲走螨 *Typhlodromus pyri* 和苹果全爪螨 *Panonychus ulmi* (Koch) 及苹果刺锈螨的选择毒力时，发现四螨嗪和阿维菌素对捕食螨具有正向选择性，炔螨特、三氯杀螨醇、伐虫脒盐酸盐等具有负向选择性，螺螨酯不具有明显的毒力选择性 (Hardman *et al.*, 2003)。阿维菌素对人类、动物和环境安全，通过干扰害螨的神经系统杀螨，可以防治大部分害虫，是一种高效能

的化学农药 (邱立红等, 1999), 本研究发现阿维菌素对于少毛钝绥螨和二斑叶螨的毒力选择指数为 5.4664, 具有比较好的正向选择性, 安全系数为 5.5782 ~ 22.3127, 安全性高。因此利用少毛钝绥螨的生防园必要时可选择使用阿维菌素。

有研究报道哒螨灵对黄瓜新小绥螨 *Neoseiulus cucumeris* 和朱砂叶螨 *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval 的毒力选择指数达到 17.5502, 具有较高的正向选择 (李一玉等, 2014), 而本文试验结果 15% 哒螨灵乳油对少毛钝绥螨和二斑叶螨的毒力选择指数仅 3.5293, 有正向选择, 但是较低; 与已报道哒螨灵对巴氏新小绥螨 *Neoseiulus barkeri* 和二斑叶螨的毒力选择指数 2.1649 倍相近 (刘平等, 2014)。15% 哒螨灵乳油对少毛钝绥螨的安全系数仅 1.1709 ~ 1.7564, 即在推荐使用浓度的低浓度情况下, 对少毛钝绥螨的安全性一般。因此在释放少毛钝绥螨的生防园中不建议使用 15% 螨灵乳油。

73% 克螨特乳油对少毛钝绥螨和二斑叶螨的毒力选择指数为 2.3615, 与 73% 快螨特乳油对黄瓜新小绥螨和朱砂叶螨的毒力选择指数 1.4924、73% 快螨特乳油对巴氏新小绥螨和二斑叶螨的毒力选择指数 1.9189 (李一玉等, 2014) 的结果相近, 都有较低的正向选择; 而在推荐使用浓度的低浓度情况下, 73% 克螨特乳油对少毛钝绥螨的安全系数仅 1.0523 ~ 1.5807, 即安全性不高; 因此在释放少毛钝绥螨的生防园中不建议使用 73% 克螨特。

本研究是在实验室内稳定的环境中进行, 且只测定了 4 种杀螨剂对少毛钝绥螨和二斑叶螨雌成螨的毒力, 下一步将把选出的对少毛钝绥螨雌成螨较安全的药剂, 展开对卵、幼螨和若螨的毒力影响等研究。在生产过程中还需要考虑天气等多种因素对药剂的影响, 在田间对害虫的具体防治措施还应综合考虑其情况及作物特点, 以便于合理选择化学农药配合少毛钝绥螨的应用。

参考文献 (References)

- Chant DA. Phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae). Part I. Bionomics of seven species in southern England. Part II. A taxonomic review of the Phytoseiidae, with description of 38 new species [J]. *Canadian Entomologist*, 1959, 91 (Suppl. 12): 1–166.
- Chen X, Zhang YX, Zhang YP, et al. Toxicity tests of azadirachtin and *Verticillium lecanii* to *Amblyseius cucumeris* Oudemans [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2004, 19 (4): 202–205. [陈霞, 张艳璇, 林坚贞, 等. 印楝素和蜡蚧轮枝菌对胡瓜钝绥螨的毒力测定 [J]. 福建农业学报, 2004, 19 (4): 202–205]
- Chen X, Zhang YX, Ji J, et al. Toxicity tests of botanical pesticides – guosheng to *Amblyseius cucumeris* Oudemans [J]. *South China Fruits*, 2005, 34 (6): 22–25. [陈霞, 张艳璇, 季洁, 等. 植物源农药果圣对胡瓜钝绥螨的毒力测定 [J]. 中国南方果树, 2005, 34 (6): 22–25]
- Chen X, Zhang YX, Ji J, et al. Toxicity tests of Thiamethoxam WG to *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) [J]. *Plant Protection*, 2006, 32 (3): 89–91. [陈霞, 张艳璇, 季洁, 等. 噻虫嗪水分散剂对胡瓜钝绥螨的毒力测定 [J]. 植物保护, 2006, 32 (3): 89–91]
- Chen X, Zhang YX, Ji J, et al. A cute toxicity of four insecticides against adult mite of *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) [J]. *Natural Enemies of Insects*, 2007, 2: 60–63, 53. [陈霞, 张艳璇, 季洁, 等. 4 种杀虫剂对胡瓜钝绥螨成螨的急性毒性 [J]. 昆虫天敌, 2007, 2: 60–63, 53]
- Chen X, Zhang YX, Ji J, et al. The effect of several germicide to *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) [J]. *Acta Arachnologica Sinica*, 2007, 2: 104–107. [陈霞, 张艳璇, 季洁, 等. 几种常用杀菌剂对胡瓜钝绥螨的影响 [J]. 蛛形学报, 2007, 2: 104–107]
- Chen X, Zhang YX, Ji J, et al. The effect of five pesticides to *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) [J]. *Acta Arachnologica Sinica*, 2010, 19 (1): 52–57. [陈霞, 张艳璇, 季洁, 等. 5 种杀虫剂对胡瓜钝绥螨的影响 [J]. 蛛形学报, 2010, 19 (1): 52–57]
- Chen X, Zhang YX, Ji J, et al. Effects of nine pesticides against the nymphs and eggs of *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2011a, 27 (1): 43–49. [陈霞, 张艳璇, 季洁, 林坚贞. 9 种农药对黄瓜新绥螨若螨和卵的影响 [J]. 中国生物防治学报, 2011a, 27 (1): 43–49]
- Chen X, Zhang YX, Lin JZ, et al. Selection for avermectin resistance and resistance stability in *Neoseiulus cucumeris* [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2011b, 26 (5): 739–797. [陈霞, 张艳璇, 林坚贞, 等. 胡瓜钝绥螨抗阿维菌素品系的筛选及抗性稳定性分析 [J]. 福建农业学报, 2011, 26 (5): 793–797]
- Cheng XM, Zheng WW, Zhao WJ. Toxicity test of 12 pesticides against predatory mites [J]. *Plant Protection*, 2013, 39 (2): 184–187. [程小敏, 郑薇薇, 赵文娟. 12 种橘园常用农药对 3 种捕食螨的毒力 [J]. 植物保护, 2013, 39 (2): 184–187]
- Chen X, Zhang YX, Zhang YP, et al. Relative fitness of avermectin – resistant strain of *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae) [J]. *Systematic & Applied Acarology*, 2017, 22 (2): 184–192.
- Chen X, Zhang YP, Sun L, et al. Comparison of the detoxification enzymes activities in the avermectin – resistant and susceptible strain of *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae) [J]. *Systematic & Applied Acarology*, 2018, 23 (9): 1885–1888.
- Chen X, Sun L, Zhang YP, et al. Responses of avermectin – resistant and susceptible strains of *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae) to *Tetranychus urticae* Koch (Acari:

- Tetranychidae) on sweet potato [J]. *Systematic & Applied Acarology*, 2020, 25 (12): 2286–2299.
- Edge Y, James D. Detection of cyhexatin resistance in two spotted mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) in Australia [J]. *Australian Journal of Entomology*, 1982, 21 (3): 198–198.
- Emmert CJ, Mizell RF, Andersen PC, et al. Diet effects on intrinsic rate of increase and rearing of *Proioseius asetus* (Acari: Phytoseiidae) [J]. *Annals of the Entomological Society of America*, 2008a, 101 (6): 1033–1040.
- Emmert CJ, Mizell RF, Andersen PC, et al. Effects of contrasting diets and temperatures on reproduction and prey consumption by *Proprioseius asetus* (Acari: Phytoseiidae) [J]. *Experimental and Applied Acarology*, 2008b, 44 (1): 11–26.
- Fouly AH, Denmark HA, Childers CC. Description of the immature and adult stages of *Proprioseius rotundus* (Muma) and *Proprioseius asetus* (Chant) from Florida (Acari: Phytoseiidae) [J]. *International Journal of Acarology*, 1994, 20 (3): 199–207.
- Fouly AH. Effects of prey mites and pollen on the biology and life tables of *Proprioseius asetus* (Chant) (Acari: Phytoseiidae) [J]. *Journal of Applied Entomology*, 1997, 121 (1–5): 435–439.
- Fang XD, Wu WN, Li JX. A survey of Phytoseiid mites in Guangzhou [J]. *Natural Enemies of Insects*, 2007, 29 (3): 138–141. [方小端, 吴伟南, 李健雄. 广州市植绥螨调查名录 [J]. 昆虫天敌, 2007, 29 (3): 138–141]
- Guo YJ, Wang NY. Determination of safety of pesticides against natural enemies [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 1995, 4: 31–34. [郭玉杰, 王念英. 农药对天敌安全性的测定方法 [J]. 中国生物防治, 1995, 4: 31–34]
- 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. [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治效果 [J]. 农药, 2013, 52 (3): 225–227]
- Gong YJ, Jin GH, Cui BX, et al. Toxicity of the acaricide bifenazate to the predator mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) and feasibility of using bifenazate in conjunction with *P. persimilis* to control the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2015, 52 (6): 1459–1465. [宫亚军, 金桂华, 崔宝秀, 等. 联苯肼酯对智利小植绥螨的安全性及二者对二斑叶螨的联合控制作用 [J]. 应用昆虫学报, 2015, 52 (6): 1459–1465]
- Herron GA, Edge VE, Rophail J. The influence of fenbutatin-oxide use on organotin resistance in two-spotted mite *Tetranychus urticae* koch (Acari: Tetranychidae) [J]. *Experimental & Applied Acarology*, 1994, 18 (11): 753–755.
- He QC, Chen WH. Life history and feeding amount of *Amblyseius asetus* and *A. maai* (Acari: Phytoseiidae) on thrips palmi (Thysanoptera: Thripidae) [J]. *Formosan Entomol.*, 2001, 21 (4): 321–328. [何琦琛, 陈文华. 马氏捕植螨及少毛捕植螨捕食南黄蓟马之生活史和捕食量 [J]. 台湾昆虫, 2001, 21 (4): 321–328]
- Hardman JM, Franklin JL, Moreau DL. An index for selective toxicity of miticides to phytophagous mites and their predators based on orchard trials [J]. *Pest Management Science*, 2003, 59 (12): 1321–1332.
- Huang JH, Freed S, Wang LS, et al. Effect of temperature on development and reproduction of *Proprioseius asetus* (Acari: Phytoseiidae) fed on asparagus thrips, *Thrips tabaci* [J]. *Experimental and Applied Acarology*, 2014, 64 (2): 235–244.
- Huang JH, Sun Q, Yang YQ, et al. Biological characteristics and rDNA ITS sequence analysis of *Proprioseius asetus* Chant (Acari: Phytoseiidae) [J]. *Plant Protection*, 2020, 46 (1): 208–211. [黄建华, 孙强, 杨迎青, 等. 少毛钝绥螨的生物学特性及 rDNA ITS 序列分析 [J]. 植物保护, 2020, 46 (1): 208–211]
- Jiang CX, Tian YJ, Li Q, Wang HJ, Yang QF. Acaricide Toxicity to *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval and Safety to *Neoseiulus californicus* (McGregor) [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2020, 36 (4): 551–557. [蒋春先, 田亚静, 李庆, 王海建, 杨群芳. 杀螨剂对朱砂叶螨的毒力测定和对加州新小绥螨的安全性评价 [J]. 中国生物防治学报, 2020, 36 (4): 551–557]
- Liao Y, Zheng BZ. Toxicity of several insecticides (mites) to *Tetranychus longissimus* [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 1996, 33 (5): 287–288. [廖勇, 郑炳宗. 几种杀虫(螨)剂对拟长毛钝绥螨的毒力测定 [J]. 昆虫知识, 1996, 33 (5): 287–288]
- Liang Y, Zhou YS, Zhou ML. Effects of three host plants on the growth and development of *Tetranychus urticae* [J]. *Anhui Agricultural Sciences*, 2007, 19: 5792–5792. [梁妍, 周玉书, 周明来. 三种寄主植物对二斑叶螨生长发育的影响 [J]. 安徽农业科学, 2007, 19: 5792–5792]
- Liu P, Shang SQ, Zhang XH. Virulence and selective toxicity of 9 kinds of acaricides to *Neoseiulus barkeri* (Hughes) and *Tetranychus urticae* [J]. *Plant Protection*, 2014, 40 (5): 181–184. [刘平, 尚素琴, 张新虎. 9 种常用杀螨剂对巴氏新小绥螨和二斑叶螨的毒力及毒力选择性研究 [J]. 植物保护, 2014, 40 (5): 181–184]
- Li YY, Liu Z, Liu H. Evaluation of the selective toxicity of six acaricides to *Tetranychus cinnabarinus* and *Neoseiulus cucumeris* [J]. *Plant Protection*, 2014, 40 (3): 209–212. [李一玉, 刘召, 刘怀. 6 种杀螨剂对黄瓜新小绥螨和朱砂叶螨的选择毒力评价 [J]. 植物保护, 2014, 40 (3): 209–212]
- Muma MH, Denmark HA. Arthropods of Florida and Neighboring Lands [M]. Phytoseiidae of Florida Dept. Agric. Cons. Serv., Div. Plant Ind, 1970: 150.
- Piatkowski J, Lukowicz A. Toxicity of some pesticides to predatory mite *Amblyseius cucumeris* (Oud.) (Acarina, Phytoseiidae) in Polish [J]. *Mater. Sesji Nauk. Inst. Ochr. Rosl.*, 1990, 30 (2): 285–289.
- Qiu LH, Zhang WJ. Pest resistance to avermectins and its management [J]. *Journal of China Agricultural University*, 1999, 4 (1): 43–48. [邱立红, 张文吉. 害虫及螨对阿维菌素 (avermectins) 的

- 抗药性发展及治理策略探讨 [J]. 中国农业大学学报, 1999, 4 (1): 43 - 48]
- Qing WJ. Biological Characteristics and Functional Response of *Proprioseiopsis asetus* (Chant) on *Thrips tabaci* [C]. Jiangxi Agricultural University, 2012. [秦文婧. 少毛钝绥螨生物学特性及对芦笋上烟蓟马捕食效能研究 [C]. 江西农业大学, 2012]
- Sun XH. Comparative of the Predation and Reproduction of *Frankliniella occidentalis* Pergande and *Tetranychus urticae* Koch by *Orius sauteri* [D]. Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2009. [孙晓会. 东亚小花蝽对西方花蓟马与二斑叶螨的捕食及其繁殖的比较研究 [D]. 中国农业科学院, 2009]
- Song ZW, Zhang BX, Deng CF, *et al.* Sublethal effects of Abamectin on the biological performance of *Neoseiulus fallacis* (Garman) [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2014, 30 (4): 460 - 465. [宋子伟, 张宝鑫, 邓彩凤, 等. 阿维菌素亚致死剂量对虚伪新小绥螨的影响 [J]. 中国生物防治学报, 2014, 30 (4): 460 - 465]
- Wang XY, Shen ZR. Selective toxicity of four insecticides on green peach aphid (Homoptera: Aphididae) and predator Multicolored Asian ladybird (Coleoptera: Coccinellidae) and the coordination evaluation of biological & chemical control to insect pest [J]. *Chinese Journal of Pesticide Science*, 2004, 4 (1): 34 - 37. [王小艺, 沈左锐. 四种杀虫剂对桃蚜和异色瓢虫的选择毒性及害虫生物防治与化学防治的协调性评价 [J]. 农药学报, 2004, 4 (1): 34 - 37]
- Wu WN, Ou JF, Huang JL. Fauna Sinica, Invertebrate, Vol. 47, Arachnida, Acari, Phytoseiidae [M]. Beijing: Science Press, 2008: 176 - 178. [吴伟南, 欧剑锋, 黄静玲. 中国动物志, 无脊椎动物. 第四十七卷, 蛛形纲, 蜱螨亚纲, 植绥螨科 [M]. 北京: 科学出版社, 2008: 176 - 178]
- Wang YC. Studies on Toxicity of Insecticides (Acaricides) to *Amblyseius barkeri* and Sublethal Effects [D]. Chongqing: Southwest University, 2009. [王允场. 几种杀虫 (螨) 剂对巴氏钝绥螨的毒力及亚致死效应研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2009]
- Wang LS, Chen HF, Huang JH, *et al.* Effects of *Luffa cylindrica* pollen on development and fecundity of *Proprioseiopsis asetus* (Chant) [J]. *Plant Protection*, 2016, 42 (5): 110 - 112, 117. [王丽思, 陈洪凡, 黄建华, 等. 丝瓜花粉对少毛钝绥螨发育和繁殖的影响 [J]. 植物保护, 2016, 42 (5): 110 - 112, 117]
- Xu XN, Lv JL, Wang ED. Predatory mite research in mass rearing and field applications [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2015, 31 (5): 647 - 656. [徐学农, 吕佳乐, 王恩东. 捕食螨繁育与应用 [J]. 中国生物防治学报, 2015, 31 (5): 647 - 656]
- Yang H, Jiang HT, He HG. Progress on the effects of pesticides on the predatory natural enemies [J]. *Journal of Biosafety*, 2020, 29 (1): 1 - 7. [杨慧, 蒋皓天, 何恒果. 农药杀虫剂对捕食性天敌的影响研究进展 [J]. 生物安全学报, 2020, 29 (1): 1 - 7]
- Zhao HM, Tang LD, Hu MY, *et al.* An GD. Research progresses on pesticides resistance of predatory mites [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2012, 28 (2): 282 - 288. [赵海明, 唐良德, 胡美英, 等. 捕食螨的抗药性研究进展 [J]. 中国生物防治学报, 2012, 28 (2): 282 - 288]
- Zheng X, Ning ZX, Fan JW, *et al.* Toxicity of two acaricides mixed with organosilicon to *T. turkestan* and the safety evaluation of *A. cucumeris* [J]. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2020, 57 (4): 642 - 649. [郑鑫, 宁忠雄, 范继文, 等. 2 种杀螨剂与有机硅混配对土耳其斯坦叶螨的毒力及对胡瓜钝绥螨的安全性评价 [J]. 新疆农业科学, 2020, 57 (4): 642 - 649]