

不同药剂对敦煌叶螨与截形叶螨的室内毒力测定*

何孟竹^{1,2}, 王静文^{1,2}, 胡玉龙^{1,2}, 梁韩国庆^{1,2}, 路伟^{1,3}, 李海强^{2†}

(1. 新疆农业大学 农学院 棉花教育部工程研究中心 新疆维吾尔自治区农林有害生物监测与安全防控重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2. 新疆农业科学院 植物保护研究所 农业部西北荒漠绿洲作物有害生物综合治理重点实验室 新疆农业生物安全重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830091; 3. 中国农业科学院 西部农业研究中心, 新疆 昌吉 831100)

摘要: 为明确不同药剂对新疆阿克苏地区棉花上重要叶螨敦煌叶螨 *Tetranychus dunchuangensis*、截形叶螨 *Tetranychus truncatus* 的毒力效果, 采用FAO推荐的玻片浸渍法, 研究了9种药剂对新疆阿克苏地区敦煌叶螨、截形叶螨的毒力效果。9种药剂对敦煌叶螨雌成螨的毒力作用均随着药剂浓度的升高而增强。结果表明: 阿维菌素对敦煌叶螨雌成螨的毒力最高, LC₅₀为0.013 4 μg/L; 螺虫乙酯、乙螨唑、乙唑螨腈对敦煌叶螨雌成螨也显示出较高的毒力, LC₅₀分别为16.593 μg/L、18.449 μg/L、29.370 μg/L; 甲氧菊酯对供试敦煌叶螨雌成螨显现出的毒力在9种药剂中最低, LC₅₀为636.291 μg/L; 其余药剂对供试敦煌叶螨雌成螨的毒力均在上述几种药剂毒力之间, 大小分别为哒螨灵104.854 μg/L、苯丁锡164.132 μg/L、联苯肼酯245.507 μg/L、仲丁威435.702 μg/L。阿维菌素对截形叶螨雌成螨的毒力最高, LC₅₀为0.203 μg/L; 哒螨灵、联苯肼酯、螺虫乙酯对截形叶螨雌成螨也显示出较高的毒力, LC₅₀分别为13.801 μg/L、19.596 μg/L、61.379 μg/L; 仲丁威对供试截形叶螨雌成螨显现出的毒力在9种药剂中最低, LC₅₀为618.146 μg/L; 其余药剂对供试截形叶螨雌成螨的毒力均在上述几种药剂毒力之间, 大小分别为甲氧菊酯65.974 μg/L、乙唑螨腈93.083 μg/L、苯丁锡121.919 μg/L、乙螨唑182.520 μg/L; 研究还发现不同种类的叶螨对同种杀螨剂抗药性不同。建议防治敦煌叶螨时, 轮换使用阿维菌素、螺虫乙酯、乙螨唑为常规防治药剂; 防治截形叶螨时, 轮换使用阿维菌素、哒螨灵、联苯肼酯为常规防治药剂。

关键词: 杀螨剂; 敦煌叶螨; 截形叶螨; 室内毒力测定

DOI: 10.13568/j.cnki.651094.651316.2024.05.27.0001

中图分类号: S433.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-7675(2024)05-0599-07

引文格式: 何孟竹, 王静文, 胡玉龙, 梁韩国庆, 路伟, 李海强. 不同药剂对敦煌叶螨与截形叶螨的室内毒力测定[J]. 新疆大学学报(自然科学版中英文), 2024, 41(5): 599-605.

英文引文格式: HE Mengzhu, WANG Jingwen, HU Yulong, LIANG Hanguoqing, LU Wei, LI Haiqiang. Indoor toxicity determination of different acaricides on *Tetranychus dunchuangensis* and *Tetranychus truncatus*[J]. Journal of Xinjiang University(Natural Science Edition in Chinese and English), 2024, 41(5): 599-605.

Indoor Toxicity Determination of Different Pesticides on *Tetranychus dunchuangensis* and *Tetranychus truncatus*

HE Mengzhu^{1,2}, WANG Jingwen^{1,2}, HU Yulong^{1,2}, LIANG Hanguoqing^{1,2},
LU Wei^{1,3}, LI Haiqiang²

(1. Key Laboratory for Monitoring and Safety Control of Agricultural and Forestry Harmful Organisms, Xinjiang Uygur Autonomous Region of China, Engineering Research Centre of Cotton, Ministry of Education, College of Agriculture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi Xinjiang 830052, China; 2. Xinjiang Key Laboratory of Agricultural Biosafety, Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Northwestern Oasis, Ministry of Agriculture, Institute of Plant Protection, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi Xinjiang 830091, China; 3. Western Agricultural Research Center, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Changji Xinjiang 831100, China)

Abstract: To clarify the toxic effects of different acaricides on significant cotton mites, *Tetranychus dunchuan-*

* 收稿日期: 2024-05-27

基金项目: 国家重点研发计划“棉花病虫害发生规律与灾变机制研究”(2022YFD1400301); 新疆维吾尔自治区重点研发计划“农田耕地质量提升与病虫害绿色防控技术研究”(2022B02033-1)。

作者简介: 何孟竹(1995—), 男, 硕士生, 从事棉花害虫综合治理的研究, E-mail: 1475138106@qq.com.

† 通讯作者: 李海强(1981—), 男, 博士, 研究员, 硕士生导师, 主要从事棉花害虫综合治理的研究, E-mail: jacky81611@163.com.

gensis and *Tetranychus truncatus* in Aksu, Xinjiang, we utilized the slide-dip method recommended by the FAO to investigate the toxicity effects of nine acaricides on two species of spider mites, *T. dunchuangensis* and *T. truncatus* in Aksu, Xinjiang. The toxicity of nine acaricides towards female adult *T. dunchuangensis* increased with rising concentrations of the agents. The results indicated that abamectin demonstrated the highest toxicity against female adult *T. dunchuangensis*, LC_{50} is 0.013 4 $\mu\text{g/L}$. Spirotetramat, etoxazole and cyetpyrafen also exhibited high toxicity, LC_{50} are 16.593 $\mu\text{g/L}$, 18.449 $\mu\text{g/L}$, and 29.370 $\mu\text{g/L}$, respectively; Fenpropathrin showed the lowest toxicity among the nine acaricides tested, LC_{50} is 636.291 $\mu\text{g/L}$. The toxicity of the remaining agents against female adult *T. dunchuangensis* fell between these values, specifically: pyridaben 104.854 $\mu\text{g/L}$, fenbutatin oxide 164.132 $\mu\text{g/L}$, bifenazate 245.507 $\mu\text{g/L}$, and fenobucarb 435.702 $\mu\text{g/L}$. Abamectin also demonstrated the highest toxicity against female adult *T. truncatus*, LC_{50} is 0.203 $\mu\text{g/L}$. Pyridaben, bifenazate and spirotetramat showed greater toxicity towards *T. truncatus*, LC_{50} are 13.801 $\mu\text{g/L}$, 19.596 $\mu\text{g/L}$, and 61.379 $\mu\text{g/L}$, respectively; Fenobucarb exhibited the lowest toxicity in this group, LC_{50} is 618.146 $\mu\text{g/L}$. The toxicity of the remaining chemicals against female adult *T. truncatus* fell between these values, rated as fenpropathrin 65.974 $\mu\text{g/L}$, cyetpyrafen 93.083 $\mu\text{g/L}$, fenbutatin oxide 121.919 $\mu\text{g/L}$, and etoxazole 182.520 $\mu\text{g/L}$. The study also found different levels of resistance in various species of spider mites to the same acaricides. We recommend rotating the use of abamectin, spirotetramat and etoxazole as conventional acaricides for the control of *T. dunchuangensis*; For controlling *T. truncatus*, it is recommended to rotate the use of abamectin, pyridaben and bifenazate as conventional acaricides.

Key words: acaricide; *Tetranychus dunchuangensis*; *Tetranychus truncatus*; indoor toxicity evaluation

0 引言

新疆是我国最大的棉花主产区,棉花生产在全国棉花种植业中占有相当重要的地位^[1]. 根据国家统计局数据,2023年新疆棉花种植面积为 $2.4 \times 10^6 \text{ hm}^2$,占全国总种植面积的84.98%;皮棉产量为 $5.1 \times 10^6 \text{ t}$,占全国总产量的90.99%. 然而,近些年随着棉叶螨危害的日益加重,常规年份棉叶螨发生可导致棉花减产10%~25%,大发生年份可达50%以上,给棉花生产造成巨大损失. 叶螨是蜱螨亚纲(Acari)、真螨总目(Acariformes)、绒螨目(Trombidiformes)、叶螨科(Tetranychidae)的植食性螨类^[2],是一类重要的农业有害生物,为典型的r对策生物,其个体小、繁殖快、适应性强,极易产生抗药性^[3]. 甄丛爱等^[4]从棉叶螨的种类及分布、用于防治棉叶螨的化学药剂、棉叶螨的抗药性现状、抗药性机制解析和治理策略5个方面对棉叶螨的防治现状进行了分析,发现目前棉叶螨的防治主要依靠化学药剂,化学防治依然是防治棉叶螨的主要手段^[5-6]. 研究表明,新农药品种的频繁使用将导致害虫对新药剂快速产生抗性^[4]. 因此,针对不同地区的棉叶螨抗药性差异,筛选合理的药剂种类及药剂用量防控棉叶螨就显得非常重要. 新疆南疆与北疆的棉叶螨种类存在差异,北疆地区棉花上以土耳其斯坦叶螨*Tetranychus turkestani*、二斑叶螨*Tetranychus urticae*为主,南疆地区棉花上主要为敦煌叶螨*Tetranychus dunchuangensis*(敦煌叶螨是叶螨科的一类多食性害螨,多分布于甘肃和新疆,为中国特有种)和截形叶螨*Tetranychus truncatus*^[7-9]. 前人对新疆的土耳其斯坦叶螨、截形叶螨、二斑叶螨毒力测定报道较多^[10-12],但关于敦煌叶螨毒力测定的文献鲜见. 随着耕作制度的改变,南疆棉花、果树种植面积日益增加,棉叶螨在新疆阿克苏地区造成的危害也越来越严重,目前已成为当地农业生产中的一个重要问题. 本文通过9种不同药剂对新疆阿克苏地区敦煌叶螨、截形叶螨毒力效果的比较,以期明确不同药剂对敦煌叶螨、截形叶螨种群的毒力效果,在棉花生产上为新疆阿克苏地区棉叶螨的综合防治提供科学指导.

表 1 新疆阿克苏地区敦煌叶螨、截形叶螨采样点信息

编号	采样点	经纬度
KZL(克孜勒镇)	阿克苏地区温宿县克孜勒镇巴夏克其村	N 41.072 5, E 80.449 1
YGQ(依干其乡)	阿克苏地区阿克苏市依干其乡吾依提铁尔村	N 41.017 4, E 80.385 0
NYSLT(农一师六团)	农一师六团一连	N 40.968 8, E 80.465 0

注:表中字母表示采样点编号

1 材料与方法

1.1 供试虫源及药剂

供试虫源为敦煌叶螨、截形叶螨雌成螨,2023年7月分别于阿克苏地区温宿县克孜勒镇巴夏克其村、阿克苏市依干其乡吾依提铁尔村、农一师六团一连,三个不同乡镇的棉田中采集,具体采样点信息见表1. 将采集的敦

煌叶螨、截形叶螨雌成螨带回实验室, 采用隔水法饲养在26 °C的人工温室内, 挑选大小一致的敦煌叶螨、截形叶螨雌成螨进行试验.

1.2 试验方法

采用FAO推荐的玻片浸渍法^[13]. 将宽约1 cm的双面胶带剪成2 cm长, 贴在载玻片的一端. 用0号毛笔挑起3~4日龄的雌成螨, 按顺序将其背部粘在胶带上, 每片大约30头、分成两行(图1). 粘上螨的玻片放在铺有一层浸水海绵滤纸的干净方盘中, 置于26 °C的人工温室内, 4 h后镜检. 剔除死亡个体, 重新补充存活个体至规定数量. 9种原药用丙酮配制成1 000 mg/L的母液, 再用0.05% Triton X-100水溶液将母液逐渐稀释成系列浓度. 每种药剂设置5个浓度(表2), 每个浓度4次重复, 以0.05% Triton X-100水溶液作为空白对照^[14]. 将载玻片粘有雌成螨的一端浸在供试药液中轻轻摇动5 s后取出, 迅速用吸水纸吸干附在螨或黏胶表面的多余药液. 载玻片按由低到高的药剂浓度平放在方盘中的滤纸上, 放回人工温室, 24 h后取出镜检死亡个数. 检查时用毛笔尖轻轻触动螨足和口器, 凡足、须不活动者视为死亡.

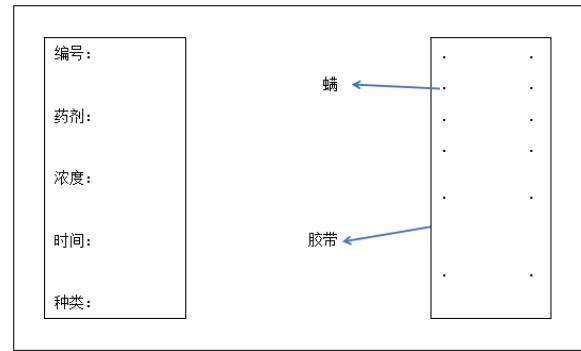


图 1 玻片浸渍法示意

表 2 药剂试验浓度设置

	药剂编号	通用名称	浓度/($\mu\text{g/L}$)
敦煌叶螨	AVJS	92.9%阿维菌素原药	1、0.1、0.01、0.001、0.000 1
	DML	95%哒螨灵原药	10 000、1 000、100、10、1
	ZDW	97%仲丁威原药	10 000、1 000、100、10、1
	JQJZ	92%甲氰菊酯原药	2 000、1 000、500、250、125
	LBJZ	97%联苯肼酯原药	10 000、1 000、100、10、1
	YZMJ	95%乙唑螨腈原药	10 000、1 000、100、10、1
	YMZ	96%乙螨唑原药	10 000、1 000、100、10、1
	LCYZ	98%螺虫乙酯原药	10 000、1 000、100、10、1
	BDX	96.6%苯丁锡原药	10 000、1 000、100、10、1
截形叶螨	AVJS	92.9%阿维菌素原药	10、1、0.1、0.01、0.001
	DML	95%哒螨灵原药	10 000、1 000、100、10、1
	ZDW	97%仲丁威原药	10 000、1 000、100、10、1
	JQJZ	92%甲氰菊酯原药	500、250、125、62.5、31.25
	LBJZ	97%联苯肼酯原药	10 000、1 000、100、10、1
	YZMJ	95%乙唑螨腈原药	10 000、1 000、100、10、1
	YMZ	96%乙螨唑原药	10 000、1 000、100、10、1
	LCYZ	98%螺虫乙酯原药	5 000、500、50、5、0.5
	BDX	96.6%苯丁锡原药	10 000、1 000、100、10、1

注: AVJS、DML、ZDW、JQJZ、LBJZ、YZMJ、YMZ、LCYZ、BDX分别代表阿维菌素、哒螨灵、仲丁威、甲氰菊酯、联苯肼酯、乙唑螨腈、乙螨唑、螺虫乙酯、苯丁锡, 下同

1.3 数据处理

利用Excel 2013和Graphpad prism5软件处理数据, 计算敦煌叶螨、截形叶螨雌成螨在不同药剂浓度下的死亡率、校正死亡率, 对比相同药剂、不同浓度处理下差异是否显著^[15]. 利用Polo软件分析概率值^[16], 利用IBM SPSS Statistics计算药剂的LC₅₀及其置信区间、卡方值^[17], 通过两组不同毒力数据毒力回归线的平行性和相等性假设测验, 采用致死中浓度比值的95%置信限为衡量参数, 检验供试药剂间LC₅₀差异是否显著^[1].

$$\text{死亡率}(\%) = (\text{试验前总虫数} - \text{试验后活虫数}) / \text{试验前总虫数} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{校正死亡率}(\%) = (\text{处理组死亡率} - \text{对照组死亡率}) / (1 - \text{对照组死亡率}) \times 100 \quad (2)$$

2 结果与分析

2.1 9种药剂对阿克苏地区敦煌叶螨的毒力

由表3可知,9种药剂的相关系数 $r > r_{0.001} = 0.959$,为极显著水平,即 y 与 x 高度相关,说明9种药剂使用浓度与敦煌叶螨死亡率呈高度正相关.9种药剂的毒杀效果随着浓度的升高而增强,且不同药剂对供试敦煌叶螨雌成螨的毒杀效果存在一定差异.其中:阿维菌素对敦煌叶螨雌成螨的毒力最高,LC₅₀为0.013 4 μg/L;螺虫乙酯、乙螨唑、乙唑螨腈对敦煌叶螨雌成螨也显示出较高的毒力,LC₅₀分别为16.593 μg/L、18.449 μg/L、29.370 μg/L;甲氰菊酯对供试敦煌叶螨雌成螨显现出的毒力在9种药剂中最低,LC₅₀为636.291 μg/L;其余药剂对供试敦煌叶螨雌成螨的毒力均在上述几种药剂毒力之间,大小分别为哒螨灵104.854 μg/L、苯丁锡164.132 μg/L、联苯肼酯245.507 μg/L、仲丁威435.702 μg/L.

表 3 9种药剂对阿克苏地区敦煌叶螨的毒力

药剂	毒力回归方程	LC ₅₀ (95%置信限)	斜率±标准差	卡方值	相关系数 r
阿维菌素	$y=5.546 8+0.291 9x$	0.013 4 (0.006~0.030) ^c	5.546±0.291 9	0.756	0.991 6
哒螨灵	$y=4.259 4+0.366 5x$	104.854 (54.106~203.200) ^c	4.259±0.366 5	2.252	0.987 3
仲丁威	$y=3.795 1+0.456 6x$	435.702 (236.019~804.325) ^{ab}	3.757±0.461 4	5.540	0.983 3
甲氰菊酯	$y=2.354 4+0.943 6x$	636.291 (490.478~825.453) ^a	2.354±0.943 6	1.087	0.987 6
联苯肼酯	$y=4.304 2+0.291 1x$	245.507 (104.746~575.424) ^{ab}	4.218±0.300 1	0.968	0.988 0
乙唑螨腈	$y=4.371 8+0.427 9x$	29.370 (15.723~54.861) ^c	4.372±0.427 9	2.082	0.989 1
乙螨唑	$y=4.751 8+0.196 1x$	18.449 (12.743~71.434) ^c	4.752±0.196 1	0.886	0.984 2
螺虫乙酯	$y=5.056 5+0.295 4x$	16.593 (4.896~56.232) ^c	4.729±0.222 0	1.296	0.991 9
苯丁锡	$y=4.472 8+0.238 0x$	164.132 (60.201~447.492) ^{bc}	4.473±0.238 0	1.323	0.983 2

注:不同字母表示药剂间处理差异显著($P < 0.05$),下同

由图2可知,9种药剂对敦煌叶螨的毒力效果从高到低依次为阿维菌素>螺虫乙酯>乙螨唑>乙唑螨腈>哒螨灵>苯丁锡>联苯肼酯>仲丁威>甲氰菊酯.甲氰菊酯分别与其它8种药剂毒力表现出显著差异($P < 0.05$),其余药剂相互之间各有差异.

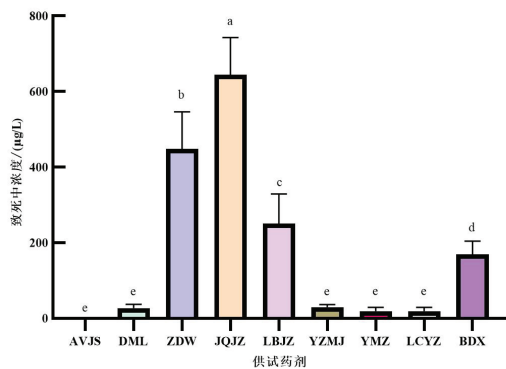


图 2 9种药剂对阿克苏地区敦煌叶螨的毒力

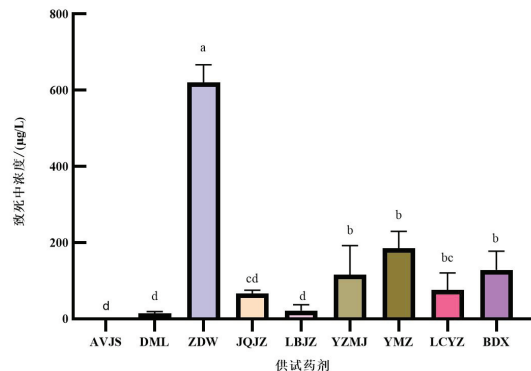


图 3 9种药剂对阿克苏地区截形叶螨的毒力

注:不同字母表示药剂处理间差异显著($P < 0.05$)

2.2 9种药剂对阿克苏地区截形叶螨的毒力

由表4可知,9种药剂的相关系数 $r > r_{0.001} = 0.959$,为极显著水平,即 y 与 x 高度相关,说明9种药剂使用浓度与截形叶螨死亡率呈高度正相关.9种药剂的毒杀效果随着浓度的升高而增强,且不同药剂对供试截形叶螨雌成螨的毒杀效果存在一定差异.其中:阿维菌素对截形叶螨雌成螨的毒力最高,LC₅₀为0.203 μg/L;哒螨灵、联苯肼酯、螺虫乙酯对截形叶螨雌成螨也显示出较高的毒力,LC₅₀分别为13.801 μg/L、19.596 μg/L、61.379 μg/L;仲丁威对供试截形叶螨雌成螨显现出的毒力在9种药剂中最低,LC₅₀为618.146 μg/L;其余药剂对供试截形叶螨雌成螨的毒力均在上述几种药剂毒力之间,大小分别为甲氰菊酯65.974 μg/L、乙唑螨腈93.083 μg/L、苯丁锡121.919 μg/L、乙螨唑182.520 μg/L.

表 4 9种药剂对阿克苏地区截形叶螨的毒力

药剂	毒力回归方程	LC ₅₀ (95%置信限)	斜率±标准差	卡方值	相关系数 r
阿维菌素	$y=5.177\ 0+0.275\ 1x$	0.203 (0.160~0.257) ^c	5.177±0.275 1	1.739	0.980 6
哒螨灵	$y=4.419\ 7+0.509\ 1x$	13.801 (7.530~25.296) ^b	4.420±0.509 1	7.431	0.979 8
仲丁威	$y=3.994\ 5+0.360\ 2x$	618.146 (247.746~1 355.968) ^a	3.903±0.385 8	0.488	0.999 3
甲氰菊酯	$y=3.349\ 7+0.907\ 1x$	65.974 (48.027~90.627) ^b	3.350±0.907 1	0.431	0.995 8
联苯肼酯	$y=4.595\ 7+0.312\ 9x$	19.596 (8.239~46.606) ^b	4.596±0.312 9	0.507	0.996 4
乙唑螨腈	$y=4.323\ 5+0.343\ 6x$	93.083 (46.162~187.693) ^b	4.324±0.344 0	1.749	0.989 6
乙螨唑	$y=3.740\ 4+0.557\ 0x$	182.520 (113.966~292.312) ^b	3.624±0.588 3	3.306	0.981 6
螺虫乙酯	$y=4.095\ 0+0.506\ 1x$	61.379 (37.227~101.199) ^b	4.095±0.506 1	0.476	0.997 4
苯丁锡	$y=4.275\ 1+0.347\ 5x$	121.919 (60.808~244.446) ^b	4.275±0.347 5	1.994	0.988 7

由图3可知, 9种药剂对截形叶螨的毒力效果从高到低依次为阿维菌素>哒螨灵>联苯肼酯>螺虫乙酯>甲氰菊酯>乙唑螨腈>苯丁锡>乙螨唑>仲丁威. 仲丁威分别与其它8种药剂毒力表现出显著差异 ($P < 0.05$), 其余药剂相互之间各有差异.

3 讨论

目前, 敦煌叶螨、截形叶螨在新疆阿克苏地区已经成为多种农作物和果树上的重要害虫. 由于棉叶螨体型较小且繁殖速度快, 若螨移动能力强, 可在多种作物上寄生, 当地农民并不能完全识别和防治^[18], 因此, 非常有必要对阿克苏地区棉叶螨的防控方法开展研究.

当前, 棉叶螨的防治主要依赖化学药剂^[19-22]. 但棉叶螨幼虫的活动能力较强, 并且可在多种作物上寄生, 因此, 盲目使用药剂, 势必造成浪费, 甚至破坏生态环境. 同时, 长期使用化学农药, 也会导致棉叶螨对多种药剂产生抗药性^[23]. 为此, 本文在室内条件下, 利用不同药剂对新疆阿克苏地区敦煌叶螨、截形叶螨的室内毒力进行了测定, 明确了9种药剂下新疆阿克苏地区敦煌叶螨、截形叶螨的毒力变化, 为新疆阿克苏地区棉叶螨的化学防治提供理论依据.

不同地理种群之间对同种药剂的抗药性水平不同^[24], 唐小凤等^[11]研究了不同类型的药剂对截形叶螨的毒力 (供试虫源为南京农业大学洪晓月团队提供), 发现不同药剂对供试截形叶螨雌成螨的毒力差异很大, 结果表明阿维菌素和氧苦·内酯对截形叶螨雌成螨的LC₅₀值为1.8 μg/L和26 μg/L, 毒力显著高于其它供试药剂; 本文研究了9种药剂对敦煌叶螨和截形叶螨的毒力 (供试虫源为新疆阿克苏地区棉田采集), 结果表明阿维菌素、哒螨灵和联苯肼酯对供试截形叶螨雌成螨的LC₅₀值为0.203 μg/L、13.801 μg/L、19.596 μg/L, 毒力显著高于其它供试药剂, 说明不同地理种群之间对同种药剂的抗药性存在差异. 鉴于棉叶螨对棉花的危害性, 建议我国其它棉花产区也开展棉叶螨的防治研究工作.

阿维菌素是一种抗生素类杀虫剂, 其对螨类具有胃毒和触杀作用, 主要通过影响害虫的神经系统, 干扰其神经传导和调节过程, 导致害虫不取食, 脱水而死, 从而实现杀虫作用^[25]. 螺虫乙酯是一种新型特窗酸类、具有双向内吸传导性能的杀虫剂, 杀虫谱广, 持效期长, 通过抑制昆虫脂肪生物合成过程中乙酰羧化酶的活性, 从而破坏脂质合成, 阻断害虫正常的能量代谢, 最终导致幼虫死亡, 降低成虫的繁殖能力; 因其独特的作用机制, 可有效防治对现有杀虫剂产生抗性的害虫, 同时可作为烟碱类杀虫剂抗性管理的重要品种^[26]. 哒螨灵属于线粒体电子传导抑制剂类药剂 (METI), 主要通过抑制螨虫肌肉组织、神经组织和电子传递系统染色体 I 中谷氨酸脱氢酶的合成, 从而阻断呼吸传递链线粒体复合体 I 中电子的转移, 使得螨虫无法正常进行能量代谢和生理活动, 进而达到杀虫效果; 哒螨灵对螨的整个生长期 (包括卵、若螨和雌成螨) 都有很好的效果, 对移动期的雌成螨同样有明显速杀作用^[27]. 所选用的9种药剂中, 阿维菌素对敦煌叶螨和截形叶螨的毒力效果均为最好.

4 结论

综上所述, 供试的9种药剂均可对敦煌叶螨和截形叶螨产生一定的毒杀效果. 防治敦煌叶螨时, 效果由高到低依次为阿维菌素>螺虫乙酯>乙螨唑>乙唑螨腈>哒螨灵>苯丁锡>联苯肼酯>仲丁威>甲氰菊酯, 建议使用阿维菌素、螺虫乙酯、乙螨唑为常规防治药剂, 为防止频繁使用导致敦煌叶螨产生抗药性, 可选用乙唑螨腈、哒螨

灵、苯丁锡作为轮换药剂。防治截形叶螨时,效果由高到低依次为阿维菌素>哒螨灵>联苯肼酯>螺虫乙酯>甲氰菊酯>乙唑螨腈>苯丁锡>乙螨唑>仲丁威,建议使用阿维菌素、哒螨灵、联苯肼酯为常规防治药剂,为防止频繁使用导致截形叶螨产生抗药性,可选用螺虫乙酯、甲氰菊酯、乙唑螨腈作为轮换药剂。

参考文献:

- [1] 李海强,王冬梅,李号宾,等. 9种杀虫剂对绿盲蝽的毒力效果比较[J]. 新疆农业科学, 2020, 57(11): 2075-2082.
LI H Q, WANG D M, LI H B, et al. Indoor toxicities of nine insecticides to *Apolygus lucorum* Meyer-Dür in agricultural district[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2020, 57(11): 2075-2082. (in Chinese)
- [2] 李金叶. 新疆农业优势特色产业选择研究[J]. 农业现代化研究, 2007, 28(2): 181-184.
LI J Y. On choices of agricultural characteristic advantage industry of Xinjiang[J]. Research of Agricultural Modernization, 2007, 28(2): 181-184. (in Chinese)
- [3] 洪晓月,薛晓峰,王进军,等. 作物重要叶螨综合防控技术研究及示范推广[J]. 应用昆虫学报, 2013, 50(2): 321-328.
HONG X Y, XUE X F, WANG J J, et al. Integrated control techniques for spider mites on important crops[J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2013, 50(2): 321-328. (in Chinese)
- [4] 甄丛爱,买合吐木古力·艾孜不拉,张帅,等. 棉叶螨的抗药性现状与治理策略[J]. 植物保护学报, 2023, 50(3): 559-577.
ZHEN C A, MAIHETUMUGULI A, ZHANG S, et al. Current status of insecticide resistance in cotton spider mites and resistance management strategies[J]. Journal of Plant Protection, 2023, 50(3): 559-577. (in Chinese)
- [5] 刘波,桂连友. 我国朱砂叶螨研究进展[J]. 长江大学学报(自科版): 农学卷, 2007, 4(3): 9-12.
LIU B, GUI L Y. Research progress of *Tetranychus cinnabarinus* in China[J]. Journal of Yangtze University(Natural Science Edition): Agricultural Science Volume, 2007, 4(3): 9-12. (in Chinese)
- [6] ADESANYA A W, LAVINE M D, MOURAL T W, et al. Mechanisms and management of acaricide resistance for *Tetranychus urticae* in agroecosystems[J]. Journal of Pest Science, 2021, 94(3): 639-663.
- [7] 王慧芙,金道超. 中国蜱螨学研究的回顾和展望[J]. 昆虫知识, 2000, 37(1): 36-41.
WANG H F, JIN D C. A review and prospects of acarology research in China[J]. Entomological Knowledge, 2000, 37(1): 36-41. (in Chinese)
- [8] 郭文超,许建军,吐尔逊,等. 新疆玉米害螨种类分布及危害的研究[J]. 新疆农业科学, 2001, 38(4): 198-201.
GUO W C, XU J J, Tuerxun, et al. A study on the distribution and harm of maize mite species in Xinjiang[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2001, 38(4): 198-201. (in Chinese)
- [9] 陆承志. 新疆农业害螨名录[J]. 塔里木农垦大学学报, 2003, 15(3): 23-27.
LU C Z. List of agricultural mite pests in Xinjiang[J]. Journal of Tarim University of Agricultural Reclamation, 2003, 15(3): 23-27. (in Chinese)
- [10] 刘雪纯,李梦蝶,张子旭,等. 联肼·乙螨唑和乙唑螨腈亚致死浓度对土耳其斯坦叶螨和二斑叶螨生长发育的影响[J]. 新疆农业大学学报, 2023, 46(3): 223-233.
LIU X C, LI M D, ZHANG Z X, et al. Effects of sublethal concentrations of azoxystrobin-etoxazole and etoxazole on the growth and development of *Tetranychus turkestanii* and *Tetranychus urticae*[J]. Journal of Xinjiang Agricultural University, 2023, 46(3): 223-233. (in Chinese)
- [11] 唐小凤,张友军,吴青君,等. 杀螨剂对截形叶螨的毒力及助剂对杀螨剂的增效作用研究[J]. 环境昆虫学报, 2013, 35(3): 322-327.
TANG X F, ZHANG Y J, WU Q J, et al. Toxicity of different acaricides and synergy of organosilicone surfactants to *Tetranychus truncatus* Ehara[J]. Journal of Environmental Entomology, 2013, 35(3): 322-327. (in Chinese)
- [12] 王然,李昀忆,罗晨. 二斑叶螨的识别与防治[J]. 蔬菜, 2023(7): 83-84+89.
WANG R, LI Y Y, LUO C. Identification and control of the *Tetranychus urticae*[J]. Vegetables, 2023(7): 83-84+89. (in Chinese)
- [13] FAO. Revised method for spider mites and their eggs (e. g. *Tetranychus* spp. and *Panonychus ulmi* Koch)[J]. FAO Plant Production and Protection, 1980, 21: 49-54.
- [14] 闫虹江,李维政,梁赫,等. 3种新烟碱类杀虫剂对棉蚜的室内毒力测定及田间药效[J]. 新疆农业科学, 2021, 58(8): 1454-1459.
YAN H J, LI W Z, LIANG H, et al. Indoor toxicity and field efficacy of three neonicotinoids against *Aphis gossypii*[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2021, 58(8): 1454-1459. (in Chinese)
- [15] 武兆云. 应用Excel进行方差分析和多重比较[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(14): 4172-4174+4182.
WU Z Y. Analysis of variance and multiple comparisons by Excel[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2014, 42(14): 4172-

- 4174+4182. (in Chinese)
- [16] 常菊花, 何月平. 应用Polo软件进行农药毒力数据的比较分析[J]. 浙江农业学报, 2014, 26(6): 1552-1557.
CHANG J H, HE Y P. The analysis for comparing the pesticide toxicity data using the Polo software[J]. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 2014, 26(6): 1552-1557. (in Chinese)
- [17] 贾春生. 利用SPSS软件计算杀虫剂的LC₅₀[J]. 昆虫知识, 2006, 43(3): 414-417.
JIA C S. Calculating the LC₅₀ of insecticides with software SPSS[J]. Chinese Bulletin of Entomology, 2006, 43(3): 414-417. (in Chinese)
- [18] 潘洪生, 姜玉英, 王佩玲, 等. 新疆棉花害虫发生演替与综合防治研究进展[J]. 植物保护, 2018, 44(5): 42-50.
PAN H S, JIANG Y Y, WANG P L, et al. Research progress in the status evolution and integrated control of cotton pests in Xinjiang[J]. Plant Protection, 2018, 44(5): 42-50. (in Chinese)
- [19] 张丽华, 车丽梅, 李伟. 不同杀螨剂对截形叶螨的毒力测定及田间药效试验[J]. 吉林农业科技学院学报, 2011, 20(1): 10-11+38.
ZHANG L H, CHE L M, LI W. Virulence determination and field efficacy test on different acaricides against *Tetranychus truncatus* Ehara[J]. Journal of Jilin Agricultural Science and Technology College, 2011, 20(1): 10-11+38. (in Chinese)
- [20] 符振实, 白洪瑞, 唐思琼, 等. 3种杀螨剂与双尾新小绥螨联合防治棉叶螨[J]. 新疆农业科学, 2020, 57(6): 1127-1135.
FU Z S, BAI H R, TANG S Q, et al. Combined control of cotton spider mites by three kinds of acaricides and *Neoseiulus bicaudus*[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2020, 57(6): 1127-1135. (in Chinese)
- [21] 郑鑫. 6种杀螨剂与4种增效剂混配对土耳其斯坦叶螨的毒力测定及对胡瓜钝绥螨的安全性评价[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2020.
ZHENG X. Toxicity of six acaricides plus four synergists to *Tetranychus turkestani* and the safety of *Amblyseius cucumeris*[D]. Urumqi: Xinjiang Agricultural University, 2020. (in Chinese)
- [22] 李东育, 汪小东, 张建华, 等. 多种杀螨剂对土耳其斯坦叶螨室内毒力测定及安全评价[J]. 新疆农业科学, 2012, 49(12): 2229-2233.
LI D Y, WANG X D, ZHANG J H, et al. Indoor toxicity measurement of various miticides against *Tetranychus turkestani* and their safety assessment[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2012, 49(12): 2229-2233. (in Chinese)
- [23] HONG X Y, ZHANG Z Q, LI G Q. Tetranychidae of China: A review of progress, with a checklist[J]. Zoosymposia, 2010, 4: 133-150.
- [24] 彭丽娟. 山楂叶螨的抗药性监测及其对哒螨灵和阿维菌素的抗性机理研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2015.
PENG L J. Resistance monitoring and resistance mechanisms of *Tetranychus viennensis* to pyridaben and abamectin[D]. Yangling: Northwest A&F University, 2015. (in Chinese)
- [25] 赵卫东. 二斑叶螨的抗药性及其机理研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2002.
ZHAO W D. Studies on insecticide resistance and mechanism of *Tetranychus urticae*[D]. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2002. (in Chinese)
- [26] 钟小颖, 石绪根, 熊件妹. 螺虫乙酯与乙螨唑混配对柑橘红蜘蛛的增效作用研究[J]. 生物灾害科学, 2016, 39(4): 228-232.
ZHONG X L, SHI X G, XIONG J M. Synergistic effects of spirotetramat and etoxazole mixtures on *Panonychus citri* McGregor[J]. Biological Disaster Science, 2016, 39(4): 228-232. (in Chinese)
- [27] 宋丽雯. 截形叶螨对哒螨灵抗性遗传方式及风险研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2014.
SONG L W. Resistance inheritance patterns and risk assessment to pyridaben in *Tetranychus truncatus* Ehara (Acarina: Tetranychidae)[D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2014. (in Chinese)

责任编辑: 张自强

(上接第598页)

- [24] JIANG Y F, CHANG S Y, WANG Z Y. TransGAN: Two pure transformers can make one strong GAN, and that can scale up[EB/OL]. 2021: 2102.07074. <http://arxiv.org/abs/2102.07074v4>.
- [25] SONG Y X, YE Q W, XU M K, et al. Discriminator contrastive divergence: Semi-amortized generative modeling by exploring energy of the discriminator[EB/OL]. 2020: 2004.01704. <http://arxiv.org/abs/2004.01704v1>.

责任编辑: 赵新科