

网络出版时间:2017-11-06 13:53

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2017.12.009

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20171106.1353.018.html>

宁夏地区枸杞蚜虫抗药性测定

王芳¹, 刘畅¹, 何嘉¹, 田英东², 陈佳斌², 张蓉¹

(1 宁夏农林科学院 植物保护研究所, 宁夏 银川 750002; 2 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

【摘要】【目的】明确宁夏地区枸杞蚜虫田间种群对生产中大量、普遍使用的4种类型6种杀虫剂的抗药性现状,为枸杞蚜虫抗性治理和田间有效防治提供依据。【方法】采用浸虫浸叶法,测定银川(园林场、镇北堡、南梁)、中宁(舟塔、大战场、新堡)、固原(黑城、三营)三大枸杞主产区8个地区枸杞蚜虫田间种群,对有机磷类的毒死蜱和三唑磷、氨基甲酸酯类的丁硫克百威、拟除虫菊酯类的高效氯氰菊酯、新烟碱类的吡虫啉和啉虫脒6种常用杀虫剂的敏感性。【结果】采自8个地区的枸杞蚜虫种群均对高效氯氰菊酯产生极高水平抗性,抗性倍数达2 539.7~31 916.0;对吡虫啉产生高一极高水平抗性,抗性倍数达48.2~388.3;对啉虫脒产生中一极高水平抗性,抗性倍数达27.2~274.9;除镇北堡枸杞蚜虫种群对丁硫克百威抗性倍数为1.5,表现为敏感外,其他地区枸杞蚜虫种群均对丁硫克百威、毒死蜱、三唑磷产生低一高水平抗性,抗性倍数达6.9~104.0。【结论】宁夏三大枸杞主产区枸杞蚜虫对6种常用杀虫剂的总体抗性水平表现为固原地区>中宁地区>银川地区。8个地区应停止使用已产生高一极高水平抗性的药剂高效氯氰菊酯和吡虫啉,减少已产生中等水平抗性药剂的使用次数,敏感一低水平抗性药剂可正常使用。

【关键词】 宁夏;枸杞蚜虫;抗药性

【中图分类号】 S435.671;S481⁺.4

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2017)12-0061-07

Resistance of wolfberry aphid in Ningxia

WANG Fang¹, LIU Chang¹, HE Jia¹, TIAN Yingdong², CHEN Jiabin², ZHANG Rong¹

(1 Institute of Plant Protection, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan, Ningxia 750002, China;

2 School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China)

Abstract: 【Objective】 This study investigated the resistance of Chinese wolfberry aphid to six insecticides belonging to four types that were widely used in Ningxia to provide basis for effective management of wolfberry aphid in field. 【Method】 The insect and leaf immersion method was used to test the sensitivities of wolfberry aphid field populations in Yuanlinchang, Zhenbeipu, Nanliang of Yinchuan, Zhouta, Dazhangchang, Xinpu of Zhongning, and Heicheng, Sanying of Guyuan to insecticides including chlorpyrifos, triazophos, carbosulfan, beta-cypermethrin, imidacloprid, and acetamiprid in laboratory. 【Result】 Among the tested field populations, all populations had very high resistance to beta-cypermethrin with resistance ratios of 2 539.7—31 916.0 high resistance to imidacloprid with resistance ratios of 48.2—388.3, and moderate to very high resistance to acetamiprid with resistance ratios of 27.2—274.9. Zhenbeipu populations had resistance ratio 1.5 to carbosulfan, while other populations had low to very high resistance to carbosulfan, chlorpyrifos and triazophos with resistance ratios of 6.9—104.0. 【Conclusion】 The overall resistances were in the order of Guyuan populations>Zhongning populations>Yinchuan populations. Applying these insecticides for controlling wolfberry aphid in these regions should be discontinued. The use of insect-

【收稿日期】 2017-03-10

【基金项目】 宁夏回族自治区自然科学基金项目(NZ14186);宁夏农林科学院科技创新先导资金项目(NKYZ-16-0502, NKYJ-17-16)

【作者简介】 王芳(1980—),女,宁夏灵武人,副研究员,主要从事害虫生物防治及其抗药性研究。E-mail: wangfangwf80@163.com

【通信作者】 张蓉(1966—),女,宁夏同心人,研究员,主要从事农业昆虫生态与害虫综合防治研究。E-mail: yczhrnx@163.com

ticides, to which wolfberry aphid populations had developed moderate levels of resistance, should be reduced. The insecticides remained susceptible or with low resistance can be used to manage wolfberry aphid populations.

Key words: Ningxia; Chinese wolfberry aphid; resistance

在农业生产中,长期大量使用化学农药就会导致害虫产生抗药性问题。害虫一旦产生抗药性,农民为了保证防治效果,必然加大农药使用量,进而导致害虫抗性更强,如此便走进了用药量越大、用药次数越多,害虫抗性越强、越难防治的恶性循环中^[1]。目前,害虫抗药性已成为杀虫剂应用与开发面临的重要问题^[2],而害虫抗药性测定是明确其抗性水平、合理选择替换药剂、延缓害虫抗药性所不可缺少的工作^[3]。

枸杞蚜虫是枸杞生产中的重大成灾性害虫之一^[4],是以棉蚜(*Aphis gossypii* Glover)为优势种,混合桃蚜(*Myzus persicae* (Sulzer))和豆蚜(*Aphis craccivora* Koch)的危害种群^[5]。枸杞蚜虫年发生代数多、繁殖能力强、扩散蔓延快、为害时间长,最高可使枸杞减产 20%左右^[6]。随着枸杞种植面积的逐年扩增^[7],枸杞蚜虫的危害呈加重趋势。针对枸杞蚜虫的防治,多年来一直以化学药剂为主,由于长期频繁、大量、不合理用药,药剂防治效果显著下降,枸杞蚜虫已明显产生抗药性并持续加剧。但到目前为止,针对枸杞蚜虫抗药性的研究非常少,仅刘生祥等^[8-9]和任月萍等^[10-11]在 20 世纪 90 年代中期开展了枸杞蚜虫对三氟氯氰菊酯等 3 种菊酯类杀虫剂的抗性测定,洪波等^[12]测定了枸杞蚜虫对氰戊菊酯、氧乐果、呋喃丹等 8 种杀虫剂的抗药性。但随着农药化学商品制剂种类的日益更新及人们对产品品质的关注,高毒高残留制剂早已淘汰,枸杞生产中药剂使用品种及枸杞蚜虫对药剂的抗性水平都有了新的变化。为了明确宁夏地区枸杞蚜虫抗药性现状,本研究采用浸虫浸叶法^[13],测定了宁夏 3 大枸杞主要种植区枸杞蚜虫对生产中大量、普遍使用的拟除虫菊酯、有机磷、氨基甲酸酯、新烟碱等 4 种不同类型杀虫剂中的 6 种药剂的抗药性水平,以期对宁夏枸杞蚜虫的抗药性治理及生产中防治药剂的合理选择提供参考。

1 材料与方 法

1.1 供试虫源

枸杞蚜虫敏感种群采自从未施药的野生枸杞园;枸杞蚜虫抗性种群分别采自宁夏枸杞 3 大主产

区,包括银川产区的园林场、镇北堡、南梁,中宁产区的舟塔、大 战 场、新 堡 和 固 原 产 区 的 黑 城、三 营 6 年 生 以 上 枸 杞 园。

1.2 供试药剂

有机磷类杀虫剂:95%毒死蜱原粉,85%三唑磷原油;氨基甲酸酯类杀虫剂:90%丁硫克百威原油;拟除虫菊酯类杀虫剂:96.6%高效氯氰菊酯原粉;新烟碱类杀虫剂:95.8%吡虫啉原粉,96.2%啉虫脒原粉。以上药剂均使用原药,由陕西美邦农药有限公司提供。

1.3 试验方法

1.3.1 药剂稀释方法 (1)母液配制。精确称取 500 mg 原药,用丙酮定容至 100 mL 容量瓶中,即得质量浓度为 5 mg/mL 的母液。根据试验具体情况按此方法配制不同质量浓度母液。

(2)药剂梯度稀释。供试质量浓度按等比级数 1,2,4,8,……进行设计。在预试验的基础上,用体积分数 0.01%吐温-80 水溶液将各供试母液稀释成 5 个质量浓度,设 0.01%吐温-80 水溶液为空白对照。

1.3.2 生测方法 采用浸虫浸叶法^[13]测定。具体步骤为:从田间采回新鲜的带有蚜虫的枸杞嫩梢,剔除多余蚜虫,保留大小基本一致的无翅健康枸杞成蚜,然后将其在药液中浸渍 5 s,取出晾干后,放入垫有滤纸的直径为 9 cm 的培养皿中,培养皿加水保湿(每皿加 3 滴水为宜),每处理重复 3 次,每重复 30 头左右。处理后将培养皿放入 RXZ 智能人工光照气候箱中,设置温度(25±0.5)℃、相对湿度 60%、光照时间 16 h/d。24 h 后检查各处理死亡虫数,并用 Abbott 公式计算校正死亡率。

1.4 数据统计与分析

采用 DPS 统计软件计算药剂毒力回归方程的斜率、LC₅₀ 值及 95%置信限,根据下式计算抗性倍数(RR)^[14]。

$$\text{抗性倍数(RR)} = \frac{\text{药剂对抗性种群的 LC}_{50}}{\text{药剂对敏感种群的 LC}_{50}}$$

1.5 抗性评价

参考安富和男^[15]的方法评价各药剂的抗性水平。抗性水平分级标准为:抗性倍数 3 倍以下为敏

感,3.1~5 倍为敏感下降,5.1~10 倍为低水平抗性,10.1~40 倍为中等水平抗性,40.1~160 倍为高水平抗性,>160 倍为极高水平抗性。

2 结果与分析

2.1 银川产区枸杞蚜虫的抗药性

银川产区枸杞蚜虫对 6 种供试杀虫剂的抗药性测定结果如表 1 所示。由表 1 可知,银川园林场地区的枸杞蚜虫对有机磷类、氨基甲酸酯类、拟除虫菊

酯类、新烟碱类杀虫剂均已产生抗药性。其中对拟除虫菊酯类的高效氯氰菊酯产生了极高水平抗性,抗性倍数高达 3 690.3;对新烟碱类的吡虫啉、有机磷类的毒死蜱产生高水平抗性,其抗性倍数分别达 78.2 和 52.0;对有机磷类的三唑磷、新烟碱类的啉虫脒产生中等水平抗性,其抗性倍数分别达 39.5 和 27.2;对氨基甲酸酯类的丁硫克百威产生低水平抗性,其抗性倍数为 9.2。

表 1 银川产区枸杞蚜虫对 6 种药剂的抗药性

Table 1 The resistance of wolfberry aphid to six insecticides in Yinchuan

蚜虫种群 Populations of wolfberry aphid	供试药剂 Test reagent	毒力回归方程 Toxicity regression equation	LC ₅₀ / (mg · L ⁻¹)	95%置信区间 95% CL	抗性倍数 Resistance ratio
敏感种群 Susceptible population	95%毒死蜱原粉 95% chlorpyrifos raw powder	$y=4.8806+2.1753x$	1.1348	0.7137~1.5592	
	85%三唑磷原油 85% triazophos crude oil	$y=3.4965+1.6505x$	8.1451	7.1245~9.4324	
	90%丁硫克百威原油 90% carbosulfan crude oil	$y=4.7967+1.8410x$	1.2895	1.1105~1.4756	
	96.6%高效氯氰菊酯原粉 96.6% beta-cypermethrin raw powder	$y=7.3796+1.7152x$	0.0410	0.0239~0.0585	
	95.8%吡虫啉原粉 95.8% imidacloprid raw powder	$y=4.8854+1.4196x$	1.2042	0.9698~1.4375	
	96.2%啉虫脒原粉 96.2% acetamiprid raw powder	$y=5.1438+1.1951x$	0.7580	0.5037~1.0091	
	95%毒死蜱原粉 95% chlorpyrifos raw powder	$y=1.4510+2.0040x$	59.0142	51.1451~67.8079	52.0
	85%三唑磷原油 85% triazophos crude oil	$y=0.5150+2.2104x$	321.6549	229.3499~503.1782	39.5
	90%丁硫克百威原油 90% carbosulfan crude oil	$y=4.1454+0.7966x$	11.8244	7.7261~16.3336	9.2
园林场种群 Populations in Yuanlinchang	96.6%高效氯氰菊酯原粉 96.6% beta-cypermethrin raw powder	$y=1.5138+1.5993x$	151.3017	125.6399~179.2007	3 690.3
	95.8%吡虫啉原粉 95.8% imidacloprid raw powder	$y=3.2991+0.8617x$	94.1694	68.8702~131.7416	78.2
	96.2%啉虫脒原粉 96.2% acetamiprid raw powder	$y=3.6034+1.0633x$	20.5825	13.4203~30.0142	27.2
	95%毒死蜱原粉 95% chlorpyrifos raw powder	$y=2.3269+1.6485x$	41.8325	34.2889~52.0435	36.9
	85%三唑磷原油 85% triazophos crude oil	$y=1.5280+1.8597x$	73.6051	57.0168~89.0159	9.0
	90%丁硫克百威原油 90% carbosulfan crude oil	$y=4.7924+0.7058x$	1.9684	0.7080~3.8027	1.5
	96.6%高效氯氰菊酯原粉 96.6% beta-cypermethrin raw powder	$y=4.3016+0.3462x$	104.1293	34.2643~235.6424	2 539.7
	95.8%吡虫啉原粉 95.8% imidacloprid raw powder	$y=2.7502+0.8426x$	467.6337	340.5517~735.0040	388.3
	96.2%啉虫脒原粉 96.2% acetamiprid raw powder	$y=2.9505+0.8958x$	194.0733	128.5775~402.3071	256.0
镇北堡种群 Populations in Zhenbeipu	95%毒死蜱原粉 95% chlorpyrifos raw powder	$y=1.3572+2.0435x$	60.6158	48.5303~80.4771	53.4
	85%三唑磷原油 85% triazophos crude oil	$y=1.8925+1.5171x$	111.7505	94.1915~133.7335	13.7
	90%丁硫克百威原油 90% carbosulfan crude oil	$y=3.2515+0.9722x$	62.8858	45.7245~92.8585	48.8
	96.6%高效氯氰菊酯原粉 96.6% beta-cypermethrin raw powder	$y=3.7291+0.5837x$	150.3685	94.3628~242.8457	3 667.5
	95.8%吡虫啉原粉 95.8% imidacloprid raw powder	$y=3.7416+0.5334x$	228.6451	144.7087~349.0879	189.9
	96.2%啉虫脒原粉 96.2% acetamiprid raw powder	$y=3.3769+0.6999x$	208.3968	118.8989~320.6824	274.9
	95%毒死蜱原粉 95% chlorpyrifos raw powder	$y=1.3572+2.0435x$	60.6158	48.5303~80.4771	53.4
	85%三唑磷原油 85% triazophos crude oil	$y=1.8925+1.5171x$	111.7505	94.1915~133.7335	13.7
	90%丁硫克百威原油 90% carbosulfan crude oil	$y=3.2515+0.9722x$	62.8858	45.7245~92.8585	48.8
南梁种群 Populations in Nanliang	96.6%高效氯氰菊酯原粉 96.6% beta-cypermethrin raw powder	$y=3.7291+0.5837x$	150.3685	94.3628~242.8457	3 667.5
	95.8%吡虫啉原粉 95.8% imidacloprid raw powder	$y=3.7416+0.5334x$	228.6451	144.7087~349.0879	189.9
	96.2%啉虫脒原粉 96.2% acetamiprid raw powder	$y=3.3769+0.6999x$	208.3968	118.8989~320.6824	274.9

银川镇北堡地区枸杞蚜虫除对氨基甲酸酯类的丁硫克百威表现为敏感外,对其他药剂均已产生抗药性。其中对拟除虫菊酯类的高效氯氰菊酯及新烟碱类的吡虫啉、啶虫脒均已产生极高水平抗性,尤其是对高效氯氰菊酯的抗性水平最高,其抗性倍数达 2 539.7;对有机磷类的毒死蜱和三唑磷分别产生中等和低水平抗性,其抗性倍数分别是 36.9 和 9.0。

银川南梁地区枸杞蚜虫对有机磷类、氨基甲酸酯类、拟除虫菊酯类、新烟碱类杀虫剂均已产生中等

及以上水平抗药性,其对拟除虫菊酯类的高效氯氰菊酯、新烟碱类的吡虫啉、啶虫脒均产生极高水平抗性,抗性倍数分别为 3 667.5, 189.9 和 274.9;对有机磷类的毒死蜱、氨基甲酸酯类的丁硫克百威产生高水平抗性,其抗性倍数分别为 53.4 和 48.8;对有机磷类的三唑磷产生中等水平抗性,抗性倍数为 13.7。

2.2 中宁产区枸杞蚜虫的抗药性

中宁产区枸杞蚜虫对 6 种杀虫剂的抗药性测定结果见表 2。

表 2 中宁产区枸杞蚜虫对 6 种杀虫剂的抗药性

Table 2 The resistance of wolfberry aphid to six insecticides in Zhongning

蚜虫种群 Populations of wolfberry aphid	供试药剂 Test reagent	毒力回归方程 Toxicity regression equation	LC ₅₀ /(mg · L ⁻¹)	95%置信区间 95% CL	抗性倍数 Resistance ratio
敏感种群 Susceptible population	95%毒死蜱原粉 95% chlorpyrifos raw powder	$y=4.8806+2.1753x$	1.1348	0.7137~1.5592	
	85%三唑磷原油 85% triazophos crude oil	$y=3.4965+1.6505x$	8.1451	7.1245~9.4324	
	90%丁硫克百威原油 90% carbosulfan crude oil	$y=4.7967+1.8410x$	1.2895	1.1105~1.4756	
	96.6%高效氯氰菊酯原粉 96.6% beta-cypermethrin raw powder	$y=7.3796+1.7152x$	0.0410	0.0239~0.0585	
	95.8%吡虫啉原粉 95.8% imidacloprid raw powder	$y=4.8854+1.4196x$	1.2042	0.9698~1.4375	
	96.2%啶虫脒原粉 96.2% acetamiprid raw powder	$y=5.1438+1.1951x$	0.7580	0.5037~1.0091	
	95%毒死蜱原粉 95% chlorpyrifos raw powder	$y=2.4099+1.6296x$	38.8490	30.9262~51.7942	34.2
	85%三唑磷原油 85% triazophos crude oil	$y=1.2701+1.6394x$	188.4467	157.1008~231.3556	23.1
	90%丁硫克百威原油 90% carbosulfan crude oil	$y=3.3711+1.4170x$	14.1091	9.9022~18.8824	10.9
舟塔种群 Populations in Zhouta	96.6%高效氯氰菊酯原粉 96.6% beta-cypermethrin raw powder	$y=0.8866+1.7671x$	212.7057	171.5247~274.3226	5 187.9
	95.8%吡虫啉原粉 95.8% imidacloprid raw powder	$y=2.9776+1.1464x$	58.0853	44.6483~77.0439	48.2
	96.2%啶虫脒原粉 96.2% acetamiprid raw powder	$y=2.9965+1.3735x$	28.7563	22.5179~36.9895	37.9
	95%毒死蜱原粉 95% chlorpyrifos raw powder	$y=1.8535+1.7546x$	62.1299	49.9965~74.8463	54.7
	85%三唑磷原油 85% triazophos crude oil	$y=1.0378+2.6685x$	183.0866	153.7577~212.9766	22.5
	90%丁硫克百威原油 90% carbosulfan crude oil	$y=3.4054+0.9618x$	45.5000	23.5482~74.9402	35.3
	96.6%高效氯氰菊酯原粉 96.6% beta-cypermethrin raw powder	$y=2.3728+1.0940x$	252.0224	143.1131~373.3295	6 146.9
	95.8%吡虫啉原粉 95.8% imidacloprid raw powder	$y=2.8481+0.9398x$	194.7995	87.1651~480.2838	161.8
	96.2%啶虫脒原粉 96.2% acetamiprid raw powder	$y=2.1579+1.7279x$	44.1468	35.4956~55.6705	58.2
大战场种群 Populations in Dazhanchang	95%毒死蜱原粉 95% chlorpyrifos raw powder	$y=3.9288+1.0568x$	10.2772	5.1954~15.8680	9.1
	85%三唑磷原油 85% triazophos crude oil	$y=2.6971+1.3145x$	56.4830	43.4974~70.4698	6.9
	90%丁硫克百威原油 90% carbosulfan crude oil	$y=2.7865+1.6225x$	23.1330	18.0724~28.9830	17.9
	96.6%高效氯氰菊酯原粉 96.6% beta-cypermethrin raw powder	$y=1.3111+1.6101x$	195.4968	131.6785~258.0957	4 768.2
	95.8%吡虫啉原粉 95.8% imidacloprid raw powder	$y=2.1054+1.3451x$	141.8904	108.5925~181.8270	117.8
	96.2%啶虫脒原粉 96.2% acetamiprid raw powder	$y=1.2662+2.0616x$	64.7268	52.9968~77.0586	85.4
	95%毒死蜱原粉 95% chlorpyrifos raw powder	$y=3.9288+1.0568x$	10.2772	5.1954~15.8680	9.1
	85%三唑磷原油 85% triazophos crude oil	$y=2.6971+1.3145x$	56.4830	43.4974~70.4698	6.9
	90%丁硫克百威原油 90% carbosulfan crude oil	$y=2.7865+1.6225x$	23.1330	18.0724~28.9830	17.9
新堡种群 Populations in Xinqu	96.6%高效氯氰菊酯原粉 96.6% beta-cypermethrin raw powder	$y=1.3111+1.6101x$	195.4968	131.6785~258.0957	4 768.2
	95.8%吡虫啉原粉 95.8% imidacloprid raw powder	$y=2.1054+1.3451x$	141.8904	108.5925~181.8270	117.8
	96.2%啶虫脒原粉 96.2% acetamiprid raw powder	$y=1.2662+2.0616x$	64.7268	52.9968~77.0586	85.4

由表 2 可知,中宁舟塔地区的枸杞蚜虫对有机磷类、氨基甲酸酯类、拟除虫菊酯类、新烟碱类的杀虫剂均已产生中等及以上水平抗药性。其中对拟除虫菊酯类的高效氯氰菊酯产生极高水平抗性,抗性倍数达 5 187.9;对新烟碱类的吡虫啉产生高水平抗性,抗性倍数达 48.2;对有机磷类毒死蜱的抗性倍数为 34.2,对三唑磷的抗性倍数为 23.1,对新烟碱类啶虫脒的抗性倍数为 37.9,对氨基甲酸酯类丁硫克百威的抗性倍数为 10.9,均为中等水平抗性。

中宁大战场地区枸杞蚜虫对供试的 4 类 6 种杀虫剂均已产生中等及以上水平的抗药性。其中对拟除虫菊酯类的高效氯氰菊酯、新烟碱类的吡虫啉均产生极高水平抗性,抗性倍数分别达 6 146.9 和 161.8;对有机磷类的毒死蜱、新烟碱类的啶虫脒均

产生高水平抗性,抗性倍数分别为 54.7 和 58.2;对有机磷类的三唑磷、氨基甲酸酯类的丁硫克百威均产生中等水平抗性,抗性倍数分别为 22.5 和 35.3。

中宁新堡地区枸杞蚜虫对供试的 4 类 6 种杀虫剂均已产生低及以上水平的抗药性。其中对拟除虫菊酯类的高效氯氰菊酯产生极高水平抗性,其抗性倍数达 4 768.2;对新烟碱类的吡虫啉、啶虫脒均产生高水平抗性,抗性倍数分别为 117.8 和 85.4;对氨基甲酸酯类的丁硫克百威产生中等水平抗性,抗性倍数为 17.9;对有机磷的毒死蜱、三唑磷均产生低水平抗性,抗性倍数分别为 9.1 和 6.9。

2.3 固原产区枸杞蚜虫的抗药性

固原产区枸杞蚜虫对 6 种杀虫剂的抗药性测定结果见表 3。

表 3 固原产区枸杞蚜虫对 6 种杀虫剂的抗药性

Table 3 The resistance of wolfberry aphid to six insecticides in Guyuan

蚜虫种群 Populations of wolfberry aphid	供试药剂 Test reagent	毒力回归方程 Toxicity regression equation	LC ₅₀ /(mg·L ⁻¹)	95%置信区间 95% CL	抗性倍数 Resistance ratio
敏感种群 Susceptible population	95% 毒死蜱原粉 95% chlorpyrifos raw powder	$y=4.8806+2.1753x$	1.1348	0.7137~1.5592	
	85% 三唑磷原油 85% triazophos crude oil	$y=3.4965+1.6505x$	8.1451	7.1245~9.4324	
	90% 丁硫克百威原油 90% carbosulfan crude oil	$y=4.7967+1.8410x$	1.2895	1.1105~1.4756	
	96.6% 高效氯氰菊酯原粉 96.6% beta-cypermethrin raw powder	$y=7.3796+1.7152x$	0.0410	0.0239~0.0585	
	95.8% 吡虫啉原粉 95.8% imidacloprid raw powder	$y=4.8854+1.4196x$	1.2042	0.9698~1.4375	
	96.2% 啶虫脒原粉 96.2% acetamiprid raw powder	$y=5.1438+1.1951x$	0.7580	0.5037~1.0091	
	95% 毒死蜱原粉 95% chlorpyrifos raw powder	$y=1.5101+1.7156x$	108.2077	89.4524~131.3154	95.4
	85% 三唑磷原油 85% triazophos crude oil	$y=0.7424+1.7278x$	291.2222	248.6169~349.0015	35.8
	90% 丁硫克百威原油 90% carbosulfan crude oil	$y=3.7062+4.6926x$	71.6624	66.4211~78.3488	55.6
	96.6% 高效氯氰菊酯原粉 96.6% beta-cypermethrin raw powder	$y=1.1740+1.2275x$	1308.5574	964.8129~2145.4493	31916.0
黑城 Populations in Heicheng	95.8% 吡虫啉原粉 95.8% imidacloprid raw powder	$y=2.5882+1.2380x$	88.7389	70.3473~110.9511	73.7
	96.2% 啶虫脒原粉 96.2% acetamiprid raw powder	$y=1.9191+1.8353x$	47.7147	39.6632~57.5362	62.9
	95% 毒死蜱原粉 95% chlorpyrifos raw powder	$y=2.6033+1.1568x$	117.9718	84.5819~154.4386	104
	85% 三唑磷原油 85% triazophos crude oil	$y=0.8860+2.1468x$	551.8292	414.5273~817.9362	67.7
	90% 丁硫克百威原油 90% carbosulfan crude oil	$y=2.2823+3.6880x$	94.3207	86.7641~104.4699	73.1
	96.6% 高效氯氰菊酯原粉 96.6% beta-cypermethrin raw powder	$y=1.6398+1.1380x$	896.9961	695.7089~1248.9827	21878
三营 Populations in Sanying	95.8% 吡虫啉原粉 95.8% imidacloprid raw powder	$y=2.5214+0.9881x$	322.3873	227.2127~515.2565	267.7
	96.2% 啶虫脒原粉 96.2% acetamiprid raw powder	$y=2.7257+1.2707x$	61.6280	48.2534~77.8376	81.3

表 3 表明,固原黑城产区枸杞蚜虫对有机磷类、氨基甲酸酯类、拟除虫菊酯类、新烟碱类杀虫剂均已产生中等及以上水平的抗药性。其中对拟除虫菊酯

类的高效氯氰菊酯产生极高水平抗性,其抗性倍数达 31 916;对有机磷类的毒死蜱,新烟碱类的吡虫啉、啶虫脒,氨基甲酸酯类的丁硫克百威均产生高水

平抗性,抗性倍数分别为 95.4,73.7,62.9 和 55.6;对有机磷类的三唑磷产生中等水平抗性,抗性倍数为 35.8。

固原三营地区枸杞蚜虫对供试的 4 类 6 种杀虫剂均已产生高及极高水平的抗药性。其中对拟除虫菊酯类的高效氯氰菊酯和新烟碱类的吡虫啉均已产生极高水平抗性,其抗性倍数分别为 21 878 和 267.7;对有机磷类、新烟碱类、氨基甲酸酯类的药剂均产生高水平抗性,对毒死蜱的抗性倍数为 104,对三唑磷的抗性倍数为 67.7,对丁硫克百威的抗性倍数为 73.1,对啶虫脒的抗性倍数为 81.3。

3 讨论与结论

本研究结果表明,采自宁夏三大产区的 8 个枸杞蚜虫种群均对高效氯氰菊酯产生了极高水平抗性,对吡虫啉产生高一极高水平抗性,对啶虫脒产生中一极高水平抗性;除镇北堡枸杞蚜虫种群对丁硫克百威表现敏感外,其他地区枸杞蚜虫种群均对丁硫克百威、毒死蜱、三唑磷产生低一高水平抗性。按产区划分,银川产区除镇北堡地区枸杞蚜虫对氨基甲酸酯类的丁硫克百威表现敏感外,其余均对供试药剂产生不同程度抗药性;中宁和固原产区枸杞蚜虫均已对供试药剂产生抗药性。各产区枸杞蚜虫总体抗性水平表现为:固原地区>中宁地区>银川地区。

从试验结果来看,不同枸杞蚜虫种群对不同药剂的抗性水平差异较大,不同种群对同种供试药剂的抗性水平差异也较大。针对氨基甲酸酯类的丁硫克百威,银川地区的镇北堡产区枸杞蚜虫对其的抗性倍数为 1.5,表现为敏感;但同一产区的园林场地区对其的抗性倍数为 9.2,已表现出低水平抗性;南梁地区对其的抗性倍数为 48.8,表现为高水平抗性;中宁产区的舟塔、大战场、新堡地区均表现为中等水平抗性,抗性倍数为 10.9~35.3;固原产区的黑城和三营地区表现为高水平抗性,抗性倍数为 55.6~73.1。通过对银川、中宁和固原地区农药水平的调查,结合相关资料^[16]及本研究结果发现,农药的用药水平与当地枸杞蚜虫的抗性水平密切相关。固原产区是枸杞种植年限最短的地区,但由于该地区枸杞多为农户分散种植,枸杞病虫害防治缺乏科学用药指导,在病虫害防治过程中随意提高药剂使用浓度、增加施药次数的现象较为普遍,因此该地区枸杞蚜虫对供试 6 种药剂的抗性水平普遍较高。而银川、中宁等老产区的枸杞种植由于多为

公司管理,用药管理水平相对较高,当地枸杞蚜虫对供试 6 种药剂的抗性水平反而较低。因此,加强宁夏枸杞生产过程中病虫害防治用药管理,提高农药用药水平迫在眉睫。另外,应寻找、研制防治枸杞蚜虫的高效药剂与处于较低抗性水平的药剂进行轮换用药,以减缓枸杞蚜虫对药剂的抗性发展,有效控制其发生危害^[17]。

通过研究与分析,建议宁夏三大枸杞产区立即停止使用已对枸杞蚜虫产生高一极高水平抗性的药剂,减少产生中等水平抗性药剂的使用次数,敏感一低水平抗性药剂可正常使用。其中,银川产区的园林场地区应立即停止使用高效氯氰菊酯、吡虫啉、毒死蜱,减少三唑磷、啶虫脒的使用次数,丁硫克百威可正常使用;镇北堡地区应立即停止使用高效氯氰菊酯、吡虫啉、啶虫脒,减少毒死蜱的使用次数,三唑磷、丁硫克百威可正常使用;南梁地区应立即停止使用高效氯氰菊酯、吡虫啉、啶虫脒、毒死蜱、丁硫克百威,减少三唑磷的使用次数。中宁产区的舟塔地区应立即停止使用高效氯氰菊酯、吡虫啉,减少毒死蜱、三唑磷、丁硫克百威、啶虫脒的使用次数;大战场地区应立即停止使用高效氯氰菊酯、吡虫啉、毒死蜱、啶虫脒,减少三唑磷、丁硫克百威的使用次数;新堡地区应立即停止使用高效氯氰菊酯、吡虫啉、啶虫脒,减少丁硫克百威的使用次数,毒死蜱、三唑磷可正常使用。固原产区的黑城地区应立即停止使用高效氯氰菊酯、吡虫啉、啶虫脒、毒死蜱、丁硫克百威,减少三唑磷的使用次数;三营地区应立即停止使用供试的全部 6 种药剂。不同类型的药剂对害虫的作用机制不同,因此在害虫防治过程中,应注意不同类型药剂的轮换使用,以延缓枸杞蚜虫抗药性加剧。

建立、健全宁夏地区枸杞蚜虫抗性监测机制,对保障宁夏地区枸杞安全生产和产品品质具有重要意义。枸杞蚜虫抗性的产生及发展,直接导致农药残留问题,严重破坏了枸杞的品质,危害人体健康,影响枸杞产区的生态环境。但截至目前,尚未有研究人员或机构对枸杞蚜虫的抗药性进行系统研究和监测。随着枸杞种植规模和病虫害防治技术的发展,枸杞生产中常用药剂及枸杞蚜虫对药剂的抗性水平都已经有了新的变化。因此,扩大枸杞蚜虫抗性监测的药剂范围^[18],开展枸杞蚜虫对不同类型药剂交互抗性关系的研究,同时进一步明确抗性药剂的抗性机理^[19],将为枸杞蚜虫的抗药性治理、药剂合理选择及药剂高效混配提供指导性意见,对枸杞安全生产具有十分重要的现实意义。

[参考文献]

- [1] 梁彦,张帅,邵振润,等.棉蚜抗药性及其化学防治[J].植物保护,2013,39(5):70-80.
Liang Y,Zhang S,Shao Z R,et al. Insecticide resistance in and chemical control of the cotton aphid, *Aphis gossypii* (Glover) [J]. Plant Protection, 2013, 39(5): 70-80.
- [2] 何秀玲.害虫抗药性研究与治理状况概述[J].世界农药,2013,35(5):34-38.
He X L. Summary of insecticide resistance and its management in China [J]. World Pesticides, 2013, 35(5): 34-38.
- [3] 郭天凤,史雪岩,高希武,等.棉蚜啉虫肽抗性种群交互抗性和增效剂增效作用的研究[J].应用昆虫学报,2014,51(3):819-826.
Guo T F, Shi X Y, Gao X W, et al. Cross-resistance to, and synergists of, acetamiprid in *Aphis gossypii* [J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2014, 51(3): 819-826.
- [4] 南宁丽,李锋,吴晓刚,等.6种杀虫剂对枸杞蚜虫的毒力测定结果[J].甘肃农业科技,2003(12):41-42.
Nan N L, Li F, Wu X G, et al. Toxicity of six insecticides to wolfberry aphid [J]. Gansu Agr Sci Tech, 2003(12): 41-42.
- [5] 张润志,张蓉.宁夏危害枸杞的蚜虫种类为棉蚜、桃蚜和豆蚜[J].应用昆虫学报,2016,53(1):218-222.
Zhang R Z, Zhang R. Aphids infested *Lycium chinense* Miller are *Aphis gossypii* Glover, *Myzus persicae* (Sulzer) and *A. craccivora* Koch [J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2016, 53(1): 218-222.
- [6] 王金富,马孝林,邓景丽,等.7种化学药剂对枸杞蚜虫的室内毒力[J].西北农业学报,2010,19(5):105-107.
Wang J F, Ma X L, Deng J L, et al. Toxicity determination of seven chemicals on wolfberry aphid in the laboratory [J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 2010, 19(5): 105-107.
- [7] 2014年中国宁夏枸杞行业市场分析报告[DB/OL]. [2014-10-28]. http://www.chinadmd.com/file/acieacaiie3ozxaecuwxietw_1.html.
Analysis report of wolfberry market of Ningxia in China in 2014[DB/OL]. [2014-10-28]. http://www.chinadmd.com/file/acieacaiie3ozxaecuwxietw_1.html.
- [8] 刘生祥,任月萍,代素琴.宁夏中宁县枸杞蚜虫对三种菊酯类农药的抗性研究[J].宁夏农学院学报,1996(4):21-23.
Liu S X, Ren Y P, Dai S Q. Study on drug fast of wolfberry aphid to three kinds of pyrethroid in Zhongning county of Ningxia [J]. Journal of Ningxia Agricultural College, 1996(4): 21-23.
- [9] 刘生祥,任月萍.宁夏枸杞蚜虫对2.5%溴氰菊酯抗性的测定[J].宁夏农林科技,1996(5):31-33.
Liu S X, Ren Y P. Identification of resistance of chinese wolfberry aphid to 2.5% decamethrin in Ningxia [J]. Ningxia Journal of Agriculture and Forestry Science and Technology, 1996(5): 31-33.
- [10] 任月萍,刘生祥,张久园,等.枸杞蚜虫对三种菊酯类杀虫剂抗性研究[J].宁夏农林科技,1997(6):15-17.
Ren Y P, Liu S X, Zhang J Y, et al. Study on drug fast of wolfberry aphid to three types of pyrethrins in Ningxia [J]. Ningxia Journal of Agriculture and Forestry Science and Technology, 1997(6): 15-17.
- [11] 任月萍,刘生祥,张久园,等.宁夏枸杞蚜虫对2.5%功夫菊酯抗性测定[J].宁夏农学院学报,1997(2):53-55.
Ren Y P, Liu S X, Zhang J Y, et al. Determination of resistance of wolfberry aphid to lamed-cyhalothrin/PP321 in Ningxia [J]. Journal of Ningxia Agriculture College, 1997(2): 53-55.
- [12] 洪波,王坚,钱永德,等.宁夏枸杞蚜虫抗药性测定及防治试验[J].宁夏农学院学报,2000(4):30-34.
Hong B, Wang J, Qian Y D, et al. Resistance determination and control test of Chinese wolfberry aphid in Ningxia [J]. Journal of Ningxia Agricultural College, 2000(4): 30-34.
- [13] 王芳,南宁丽,周一万,等.10种植物粗提物对枸杞主要害虫的杀虫活性[J].甘肃农业大学学报,2013,48(6):88-91.
Wang F, Nan N L, Zhou Y W, et al. Insecticidal activity of extracts from 10 species of plants against major pests of wolfberry in Ningxia [J]. Journal of Gansu Agricultural University, 2013, 48(6): 88-91.
- [14] 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药性变化趋势[J].农药学报,2014,16(6):746-750.
Yin Y Q, Zhao X Q, Chen A D, et al. Changing trends of resistance of *Plutella xylostella* field population to chlorantraniliprole in Yunnan Province [J]. Chinese Journal of Pesticide Science, 2014, 16(6): 746-750.
- [15] 安富和男.卫生害虫对杀虫剂的抗性现状[J].徐逸梅,译.农药译丛,1981(5):42.
Anfukazuo. Current situation of the resistance to insecticides by health pests [J]. Xu Y M, Translated. Collection of Pesticide, 1981(5): 42.
- [16] 徐常青,刘赛,徐荣,等.我国枸杞主产区生产现状调研及建议[J].中国中药杂志,2014,39(11):1979-1984.
Xu C Q, Liu S, Xu R, et al. Investigation of production status in major wolfberry producing areas of China and some suggestions [J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2014, 39(11): 1979-1984.
- [17] 唐振华.昆虫抗药性及其治理[M].北京:农业出版社,1993:136-160.
Tang Z H. Insectresistance and governance [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1993: 136-160.
- [18] 殷劭鑫,张春妮,张雅林,等.陕西小菜蛾对9种杀虫剂的抗药性监测[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2016,44(1):102-110.
Yin S X, Zhang C N, Zhang Y L, et al. Resistance status of diamondback moth *Plutella Xylostella* (L.) to nine insecticides in Shaanxi [J]. Journal of Northwest A&F University (Nat Sc Ed), 2016, 44(1): 102-110.
- [19] 陈澄宇,史雪岩,高希武.昆虫对拟除虫菊酯类杀虫剂的代谢抗性机制研究进展[J].农药学报,2016,18(5):545-555.
Chen C Y, Shi X Y, Gao X W. Mechanism of insect metabolic resistance to pyrethroid insecticides [J]. Chinese Journal of Pesticide Science, 2016, 18(5): 545-555.