

陕西关中地区小麦田禾谷缢管蚜对 7种杀虫剂的抗性监测

黄彦娜¹, 王雅丽², 魏静², 郭鑫¹, 李兰², 王康¹, 陈茂华^{1*}

(1. 西北农林科技大学植物保护学院, 农业部西北黄土高原作物有害生物综合治理重点实验室,
杨凌 712100; 2. 陕西省植物保护工作站, 西安 710003)

摘要 为明确陕西关中地区麦蚜田间种群对杀虫剂的抗药性现状, 采用浸叶法测定了兴平、礼泉、凤翔、岐山、扶风地区麦田禾谷缢管蚜种群对高效氯氟菊酯、溴氰菊酯、吡虫啉、异丙威、毒死蜱、阿维菌素、氟啶虫胺胍等7种杀虫剂的抗性水平。结果表明, 禾谷缢管蚜对高效氯氟菊酯的抗性水平最高, 其中凤翔种群对高效氯氟菊酯达到高水平抗性(抗性倍数为72.5), 岐山和扶风种群对该药产生中等水平抗性(抗性倍数分别为31.4、29.9); 5个地区的禾谷缢管蚜对溴氰菊酯、吡虫啉、毒死蜱、异丙威和阿维菌素的抗性水平较低, 表现为敏感、敏感性下降或者低抗性; 5个地区的试虫对氟啶虫胺胍均表现为敏感。分析认为, 高效氯氟菊酯不适合用于关中地区禾谷缢管蚜防治, 氟啶虫胺胍作为一种新型杀虫剂, 可以在该虫防治中推广使用, 吡虫啉、阿维菌素等其他几种杀虫剂可以在禾谷缢管蚜的防治中交替使用。

关键词 禾谷缢管蚜; 杀虫剂; 抗药性监测

中图分类号: S 435.122.2 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2018282

Insecticide resistance monitoring of *Rhopalosiphum padi* to seven insecticides from wheat fields of Guanzhong area in Shaanxi province

HUANG Yanna¹, WANG Yali², WEI Jing², GUO Xin¹,
LI Lan², WANG Kang¹, CHEN Maohua¹

(1. College of Plant Protection, Northwest A & F University, Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Northwestern Loess Plateau, Ministry of Agriculture, Yangling 712100, China;
2. Plant Protection Work Station in Shaanxi, Xi'an 710003, China)

Abstract To investigate the resistance levels of *Rhopalosiphum padi* to seven different insecticides, we collected five populations of *R. padi* from five regions (Xingping, Liquan, Fengxiang, Qishan and Fufeng) in Guanzhong area of Shaanxi province. Resistance levels of the samples to seven insecticides (*beta*-cypermethrin, deltamethrin, imidacloprid, isoprocarb, chlorpyrifos, abamectin and sulfoxaflor) were tested by leaf dipping methods. The results showed that *R. padi* from different regions varied in the resistance to the tested insecticides. Five field populations showed highest resistant level to *beta*-cypermethrin in comparison with that to other insecticides. Population from Fengxiang showed highest resistant (RR=72.5) level to *beta*-cypermethrin, while populations from Qishan and Fufeng showed moderate resistant (RR=31.4 and 29.9, respectively) level to this insecticide. *R. padi* from the five regions showed susceptible, minor resistant or low resistance to deltamethrin, imidacloprid, chlorpyrifos, isoprocarb and abamectin. All the populations were susceptible to sulfoxaflor. We conclude that *beta*-cypermethrin cannot be used in the field for *R. padi* control. Sulfoxaflor can be recommended as a novel insecticide to control the aphid. Imidacloprid, abamectin and other tested insecticides can be used in rotation to avoid the resistance development of *R. padi* to insecticides.

Key words *Rhopalosiphum padi*; insecticide; resistance monitoring

禾谷缢管蚜是小麦生产上的重要害虫,在我国各麦区广泛分布。禾谷缢管蚜通过吸食小麦汁液造成危害,同时也是小麦黄矮病(BYDV)的传播媒介^[1],其分泌的蜜露影响小麦叶片光合作用^[2],造成小麦产量和质量降低^[3]。禾谷缢管蚜是陕西关中地区麦类作物的重要害虫^[4]。目前,化学防治是麦蚜最主要的防治措施,长期大量及不合理使用杀虫剂使麦蚜抗药性增加^[5]。麦蚜对不同类型杀虫剂产生不同抗性^[6-10]。害虫的田间抗性监测可以准确掌握麦蚜对主要防治药剂的抗性现状,以及不同杀虫剂的田间防治效果变化的原因,从而指导田间合理使用杀虫剂,是害虫抗药性研究最基本的工作^[11]。为了解关中地区麦蚜对不同化学药剂的抗性水平,本研究对关中 5 个地区禾谷缢管蚜进行抗

性监测。以期对小麦生产中有效防控小麦蚜虫提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试禾谷缢管蚜

2017 年 4—6 月在兴平(XP)、礼泉(LQ)、凤翔(FX)、岐山(QS)、扶风(FF)五地的麦田随机采集带有禾谷缢管蚜的小麦叶片,带回室内进行试验。禾谷缢管蚜室内短期保存条件为温度(23±1)℃、相对湿度 75%、光周期 L//D=16 h//8 h。所用禾谷缢管蚜敏感品系为室内不接触药剂下培养 50 代的禾谷缢管蚜。

1.2 供试药剂

试验中使用药剂见表 1。

表 1 禾谷缢管蚜抗药性监测中使用的农药

Table 1 Insecticides used for resistance monitoring of *Rhopalosiphum padi*

农药类型 Insecticide type	农药名称 Name of insecticide	有效成分含量/% Purity	生产厂家 Producer
有机磷类 Organophosphate	毒死蜱 chlorpyrifos	96.0	青岛美德龙化工有限公司
大环内酯类 Macrolide	阿维菌素 abamectin	92.0	山东中农生物科技有限公司
新烟碱类 Neonicotinoid	吡虫啉 imidacloprid	97.0	山东申达作物科技有限公司
磺酰亚胺类 Sulfonimide	氟啶虫胺胍 sulfoxaflor	95.5	美国陶氏公司
氨基甲酸酯类 Carbamate	异丙威 isoprocarb	99.0	湖北康宝泰精细化工有限公司
拟除虫菊酯类 Pyrethroid	溴氰菊酯、高效氯氰菊酯 deltamethrin, <i>beta</i> -cypermethrin	99.0	上海永远化工有限公司

1.3 药剂配制

药剂配制:先将药剂配制成 2 g/L 的母液,储存于 4℃冰箱。生测时,用含有 0.1% Triton-X 100 的水溶液稀释。根据预试验的结果,估算药剂活性,再按照等比的方法设 5~7 个浓度梯度。

1.4 毒力测定方法

农药毒力测定方法参照韩晓莉等^[9]的浸渍法,将带有麦蚜(成蚜)的小麦叶片浸渍于含 0.1% Triton-X 100 的不同药液中,10 s 后取出,用干净的滤纸吸干小麦叶片上残留的药液^[9]。处理好的麦蚜放入培养皿(直径为 9 cm)中,在培养箱中进行饲养,24 h 后记录数据,以麦蚜完全不动为死亡,其中阿维菌素 48 h 后检查。不同浓度的药剂处理 50 头左右,重复 3 次。以 0.1% Triton-X 100 水溶液作为对照。

1.5 数据处理

用 DPS 软件处理试验数据,计算出各药剂的相关系数、LC₅₀ 及 95% 置信限。对于同一种药剂,将不同地理种群的 LC₅₀ 与实验室敏感品系的 LC₅₀ 进行比较,计算抗性倍数。抗性倍数划分标准为: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)、极高水平抗性(RR>160)^[12]。

2 结果与分析

禾谷缢管蚜对 7 种杀虫剂的抗性监测结果见表 2。对高效氯氰菊酯、溴氰菊酯、吡虫啉、毒死蜱、异丙威、阿维菌素和氟啶虫胺胍敏感性最高的禾谷缢管蚜田间种群分别是礼泉、凤翔、扶风、兴平、岐山、岐山和凤翔种群。

与实验室敏感品系相比(表 2),礼泉、凤翔、岐山、扶风、兴平 5 个地区的禾谷缢管蚜对高效氯氰菊酯的抗性倍数分别为 7.9、72.5、31.4、29.9、17.8 倍,对溴氰菊酯分别为 9.2、4.7、9.7、5.9、5.1 倍,对吡虫啉分别为 7.5、2.6、3.0、2.3、8.6 倍,对毒死蜱分别为 9.5、3.0、8.2、1.8、2.5,对异丙威分别为 8.5、4.2、2.5、4.4、3.1 倍,对阿维菌素分别为 4.1、3.1、1.9、2.2、5.0 倍,对氟啶虫胺胍分别为 1.4、0.4、1.6、0.5、2.4 倍。禾谷缢管蚜对高效氯氰菊酯的抗性水

平最高,其中凤翔种群达到高水平抗性,兴平、岐山和扶风种群为中等水平抗性,礼泉种群为低水平抗性。5 个地区的禾谷缢管蚜对溴氰菊酯、吡虫啉、毒

死蜱、异丙威和阿维菌素的抗性水平较低,抗性水平表现为敏感、敏感性下降或者低水平抗性。5 个地区的试虫对氟啶虫胺胍均表现为敏感。

表 2 禾谷缢管蚜田间种群对 7 种杀虫剂的相对抗性水平

Table 2 Relative resistance level of *Rhopalosiphum padi* field populations to seven insecticides

杀虫剂 Insecticide	种群 Population	斜率±标准误 Slope±SE	致死中浓度/ mg·L ⁻¹ LC ₅₀	95%置信区间/mg·L ⁻¹ 95% Confident limit	相关系数 Correlation coefficient	抗性倍数 Resistance ratio
高效氯氟菊酯 <i>beta</i> -cypermethrin	敏感	0.727±0.121	0.109	0.047~0.176	0.980	1.0
	礼泉(LQ)	4.532±1.130	0.862	0.214~1.405	0.936	7.9
	凤翔(FX)	1.560±0.382	7.902	5.317~18.034	0.943	72.5
	扶风(FF)	1.696±0.152	3.257	2.766~3.904	0.910	29.9
	岐山(QS)	1.883±0.167	3.425	2.925~4.076	0.978	31.4
	兴平(XP)	1.328±0.277	1.942	1.045~2.809	0.993	17.8
溴氰菊酯 deltamethrin	敏感	2.004±0.250	0.250	0.179~0.319	0.918	1.0
	礼泉(LQ)	1.982±0.382	2.292	0.266~4.922	0.902	9.2
	凤翔(FX)	1.635±0.145	1.183	0.980~1.389	0.945	4.7
	扶风(FF)	0.427±0.121	1.465	0.402~4.535	0.995	5.9
	岐山(QS)	1.881±0.162	2.425	1.121~4.073	0.928	9.7
	兴平(XP)	1.341±0.462	1.287	0.117~5.761	0.941	5.1
吡虫啉 imidacloprid	敏感	1.735±0.199	0.090	0.053~0.129	0.921	1.0
	礼泉(LQ)	1.308±0.316	3.152	1.994~4.586	0.936	7.5
	凤翔(FX)	1.720±0.320	1.104	0.503~1.680	0.934	2.6
	扶风(FF)	1.889±0.358	0.957	0.399~1.501	0.983	2.3
	岐山(QS)	0.968±0.296	1.268	0.212~2.329	0.921	3.0
	兴平(XP)	0.468±0.199	3.726	1.069~14.416	0.966	8.6
毒死蜱 chlorpyrifos	敏感	1.734±0.199	0.090	0.053~0.129	0.921	1.0
	礼泉(LQ)	4.530±1.130	0.862	0.214~1.405	0.972	9.5
	凤翔(FX)	3.242±1.092	0.564	0.283~1.392	0.912	3.0
	扶风(FF)	2.670±1.776	0.398	0.173~1.402	0.932	1.8
	岐山(QS)	2.036±0.177	0.744	0.613~1.222	0.936	8.2
	兴平(XP)	2.357±0.174	0.228	0.038~1.334	0.912	2.5
异丙威 isoprocarb	敏感	2.501±0.215	1.021	0.874~1.243	0.956	1.0
	礼泉(LQ)	1.172±0.579	8.791	7.268~11.761	0.919	8.5
	凤翔(FX)	1.506±0.180	4.284	3.707~6.921	0.996	4.2
	扶风(FF)	1.463±0.381	4.512	2.899~6.112	0.961	4.4
	岐山(QS)	1.593±0.167	2.564	0.431~5.712	0.914	2.5
	兴平(XP)	1.582±0.474	3.127	0.461~6.443	0.972	3.1
阿维菌素 abamectin	敏感	1.781±0.179	0.225	0.107~0.343	0.957	1.0
	礼泉(LQ)	2.255±0.294	0.913	0.594~1.212	0.909	4.1
	凤翔(FX)	1.769±0.401	0.691	0.267~1.366	0.971	3.1
	扶风(FF)	1.256±0.172	0.503	0.422~1.790	0.953	2.2
	岐山(QS)	1.230±0.143	0.423	0.333~0.524	0.942	1.9
	兴平(XP)	2.049±0.158	1.130	0.781~2.436	0.921	5.0
氟啶虫胺胍 sulfoxaflor	敏感	1.161±0.143	0.462	0.368~0.594	0.948	1.0
	礼泉(LQ)	1.546±0.283	0.625	0.361~0.882	0.979	1.4
	凤翔(FX)	1.234±0.206	0.193	0.083~0.313	0.944	0.4
	扶风(FF)	0.990±0.275	0.218	0.023~0.470	0.923	0.5
	岐山(QS)	4.906±0.821	0.760	0.557~0.919	0.958	1.6
	兴平(XP)	2.099±0.507	1.094	0.258~1.930	0.932	2.4

3 讨论

禾谷缢管蚜是小麦上的主要害虫,杀虫剂的不

合理使用是造成禾谷缢管蚜抗药性逐年提高的主要原因。抗性监测能够明确禾谷缢管蚜在所监测地区的抗药性水平,从而为该虫田间防治提供用药依据。

本研究分别用 6 大类别 7 种杀虫剂对 5 个田间种群和实验室敏感种群进行生物测定,发现陕西关中不同地区的禾谷缢管蚜对供试药剂的抗性水平不同。Zuo 等对我国 12 个地区的禾谷缢管蚜田间种群进行抗药性监测,也发现各田间种群对同一种农药的抗性水平不同。同种农药在不同地区的推广力度不同,因而禾谷缢管蚜受到的选择压力不同,从而造成该虫对不同杀虫剂的抗性水平存在差异^[10]。

礼泉、岐山禾谷缢管蚜田间种群对毒死蜱为低水平抗性;凤翔、扶风、兴平的田间种群对毒死蜱的抗性水平为敏感,这些地区可以继续使用毒死蜱防治该虫。礼泉田间种群对异丙威为低水平抗性,凤翔、扶风、兴平、岐山的田间种群对异丙威表现为敏感性下降或敏感。礼泉、兴平和凤翔的禾谷缢管蚜田间种群对阿维菌素表现敏感性下降,扶风和岐山的田间种群对阿维菌素敏感。在田间防治时,这些地区应该避免使用禾谷缢管蚜已经产生抗性或者敏感性下降的农药,可以交替使用对该虫仍然敏感的农药。

氟啶虫胺胍作为可以防治刺吸式口器害虫的新型杀虫剂^[13-14],其对有机磷、氨基甲酸酯类及菊酯类药剂无交互抗性,目前该药在陕西地区还未投入使用。本研究结果表明,礼泉、凤翔、扶风、岐山、兴平等 5 个地区的禾谷缢管蚜田间种群对氟啶虫胺胍均表现敏感,因此该药可以用于禾谷缢管蚜田间防治。

本研究通过对关中地区田间禾谷缢管蚜进行抗性监测,确定麦蚜对不同药剂的抗性水平,研究结果可以为陕西关中地区禾谷缢管蚜抗性监测的下一步研究及田间用药提供科学依据。在禾谷缢管蚜实际防治过程中,需要根据不同地区该虫的为害程度及该虫对不同农药的敏感性差异合理选择杀虫剂,同时合理控制用药量与用药次数,注意交替轮换用药,以免加快害虫对杀虫剂产生抗性^[6, 10]。

参考文献

- [1] 王随保,陈斌,王义,等. 小麦蚜虫及黄矮病综合防治研究综述[J]. 山西农业科学,2003,31(2):69-71.
- [2] BLACKMAN R L, EASTOP V F. Aphids on the worlds crops: An identification and information guide [M]. 2nd ed. Chichester: Wiley, 2000: 375.
- [3] XIAO Da, YANG Ting, DESNEUX N, et al. Assessment of sublethal and transgenerational effects of pirimicarb on the wheat aphids, *Rhopalosiphum padi*, and, *Sitobion avenae* [J/OL]. PLoS ONE, 2015, 10(6): e0128936.
- [4] 雷虹,张淑莲,陈志杰,等. 陕西关中地区小麦穗期蚜虫发生及抗性治理对策[J]. 中国植保导刊,2007(6):20-22.
- [5] 曹雅忠,尹姣,李克斌,等. 小麦蚜虫不断猖獗原因及控制对策的探讨[J]. 植物保护,2006,32(5):72-75.
- [6] 魏岑,黄绍宁,范贤林,等. 麦长管蚜的抗药性研究[J]. 昆虫学报,1988,31(2):148-156.
- [7] 韩巨才,刘慧平,徐建岗,等. 山西麦长管蚜对拟除虫菊酯杀虫剂抗药性研究[J]. 山西农业科学,1996,24(2):26-28.
- [8] CHEN Maohua, HAN Zhaojun, QIAO Xianfeng, et al. Resistance mechanisms and associated mutations in acetylcholinesterase genes in *Sitobion avenae* (Fabricius) [J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2007, 87(3): 189-195.
- [9] 韩晓莉,高占林,党志红,等. 不同地区麦长管蚜对氯代烟酰胺类杀虫剂的敏感性[J]. 华北农学报,2007,22(5):157-160.
- [10] ZUO Yayun, WANG Kang, ZHANG Meng, et al. Regional susceptibilities of *Rhopalosiphum padi* (Hemiptera: Aphididae) to ten insecticides [J]. Florida Entomologist, 2016, 99(2):269-275.
- [11] 鲁艳辉,杨婷,高希武. 禾谷缢管蚜和麦长管蚜玻璃管药膜法敏感毒力基线的建立[J]. 昆虫学报,2009,52(1):52-58.
- [12] 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.
- [13] 张帅,高希武,张绍明,等. 氟啶虫胺胍对麦蚜的防治效果[J]. 植物保护,2016,42(2):229-232.
- [14] 钱文娟,石小丽. 陶氏新品氟啶虫胺胍(sulfoxaflor)问世[J]. 农药市场信息,2010(23):35.

(责任编辑:杨明丽)