

马拉硫磷 锐劲特和氯氟氰菊酯对中华稻蝗 五龄若虫的急性毒性

李翠兰¹, 卢芙萍^{1,2}, 郭亚平¹, 马恩波¹

(1. 山西大学生命科学与技术学院, 山西 太原 030006; 2. 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所, 海南 儋州 571737)

摘 要: 采用室内生物测定方法, 研究了山西晋源、阳明堡和陕西杨桥镇 3 个不同地理种群中华稻蝗五龄若虫对马拉硫磷的急性毒性。结果表明, 马拉硫磷对 3 个不同地理种群中华稻蝗的 LD₅₀ 值由低到高依次为: 8.14 (山西晋源种群)、14.02 (陕西杨桥镇种群) 和 17.35 (山西阳明堡种群), 且山西晋源种群的毒力回归线斜率 *b* 值 (4.071 13) 显著高于山西阳明堡种群 (2.620 49) 和陕西杨桥镇种群 (2.863 11) 的 *b* 值。此外, 以山西晋源种群中华稻蝗为试验对象, 测定并比较了马拉硫磷、锐劲特和氯氟氰菊酯 3 种农药的急性毒性。3 种农药的 LD₅₀ 值由小到大依次为锐劲特 (0.12 μg·g⁻¹)、氯氟氰菊酯 (0.53 μg·g⁻¹) 和马拉硫磷 (8.14 μg·g⁻¹), 且锐劲特和马拉硫磷的斜率 *b* 值 (5.191 82 和 4.071 13) 显著高于氯氟氰菊酯 (2.194 30)。

关键词: 中华稻蝗; 马拉硫磷; 锐劲特; 氯氟氰菊酯; 生物测定

中图分类号: S481.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-2043(2005)03-0562-05

Acute Toxicities of Malathion, Fipronile and Cyhalothrin to Fifth Instar Nymphs of Rice Grasshopper *Oxya chinensis*

LI Cui-lan¹, LU Fu-ping^{1,2}, GUO Ya-ping¹, MA En-bo¹

(1. College of Life Science and Technology, Shanxi University, Taiyuan 030006, China; 2. Environment and Plant Protection Institute, CATAS, Danzhou 571737, China)

Abstract: As the basic method for studying the toxicity of pesticides and their effect, the bioassay under laboratory conditions plays an important role in research on pest's resistance to pesticides and its toxicology. In this paper, the acute toxicities of rice grasshopper *Oxya chinensis* collecting from 3 areas (Jinyuan-SX, Yangmingbu-SX and Yangqiaozen-SAX) to pesticide malathion were determined. The sensitive order of insect individuals to malathion toxicity in three districts was: Jinyuan-SX (LD₅₀=8.14) > Yangqiaozen-SAX (LD₅₀=14.02) ≈ Yangmingbu-SX (LD₅₀=17.35); and the slope *b* value of LC-p line of Jinyuan-SX to malathion (4.071 13) was significantly bigger than those of Yangmingbu-SX to malathion (2.620 49) and Yangqiaozen-SAX to malathion (2.863 11). LD₅₀ values of Yangmingbu-SX and Yangqiaozen-SAX to malathion was 2.15-fold and 1.72-fold of Jinyuan-SX to malathion, respectively. These results suggested the grasshoppers of Jinyuan-SX was more sensitive to malathion than the grasshoppers of the other two populations, which was consistent with actual conditions that Jinyuan-SX grasshoppers collecting from barnyard grass cluster were less likely to be exposed to pesticides than the grasshoppers of Yangmingbu-SX and Yangqiaozen-SAX collecting from paddy field. The acute toxicity of malathion, fipronile and cyhalothrin were determined and compared using Jinyuan-SX grasshoppers. The LD₅₀ values of three pesticides were 0.12 μg·g⁻¹ (fipronile), 0.53 μg·g⁻¹ (cyhalothrin) and 8.14 μg·g⁻¹ (malathion), and the slope *b* values of Jinyuan-SX population to fipronile (5.191 82) and malathion (4.071 13) were remarkably higher than to cyhalothrin (2.194 30), which indicated the acute toxicity and consistency of Jinyuan-SX individuals to fipronile was the highest. That LD₅₀ value of Jinyuan-SX

individuals to cyhalothrin was relatively little and the individual consistency was obviously lower indicated there probably existed resistant individuals to cyhalothrin in the natural population. Though LD₅₀ value (8.14 μg·g⁻¹) of Jinyuan-SX individuals to malathion was higher than those of fipronile and cyhalothrin, the slope b value (4.071 13) was close to that of Jinyuan-SX to fipronile, indicating the similar higher consistency of Jinyuan-SX individuals to malathion and fipronile. The higher concentration of pesticide malathion, the more mortality of the insect individuals.

Keywords: *Oxya chinensis*; rice grasshopper; malathion; fipronile; cyhalothrin; bioassay

中华稻蝗 (*Oxya chinensis*) 隶属于直翅目(*Orthoptera*)、斑腿蝗科 (*Catantopidae*)、稻蝗属 (*Oxya Serville*),在我国分布广泛,除新疆、西藏等少数省区外,大多数地区均有分布^[1],成为中国水稻产区的重要害虫之一,对其他禾本科植物也有一定的危害作用。近年来随着生态环境的改变以及全球气候变暖的影响,中华稻蝗的发生面积和危害程度呈现逐年上升的趋势^[2-3]。因化学防治具有快速、高效、使用灵活等优点,特别是在蝗虫大发生时,化学防治不失为一项经济有效的防治措施。常用的农药有马拉硫磷、锐劲特及拟除虫菊酯类(如溴氰菊酯、氯氰菊酯和氯氟氰菊酯)等。尽管化学农药在蝗虫防治中的应用较为广泛,但对中华稻蝗的毒力测定工作的报道尚不多见^[4]。

室内生物测定是研究农药毒力和药效的基本方法,在害虫抗药性和毒理学研究等方面也起着重要作用^[5-6]。本研究通过测定山西晋源、山西阳明堡和陕西杨桥镇 3 个地区中华稻蝗种群五龄若虫对常用农药马拉硫磷的急性毒性,比较 3 个地区中华稻蝗对马拉硫磷的敏感性差异。进一步以山西晋源种群中华稻蝗为研究对象,测定了锐劲特和氯氟氰菊酯的急性毒

性,并比较了马拉硫磷、锐劲特和氯氟氰菊酯 3 种灭蝗常用农药对山西晋源中华稻蝗的急性毒性,以便为这些农药的合理施用提供基本的毒性指标,并为农药的田间应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫与农药

由于中华稻蝗在室内长期饲养有一定的困难,在进行毒力测定时所用样本均采自田间自然种群,并在室内适应性饲养 2 d 后进行。将采集的五龄若虫放于饲养笼中,并喂以新鲜稗草,每日早晚换草两次。试验用中华稻蝗五龄若虫的采集地及试虫用途见表 1。其中山西晋源中华稻蝗种群采集地为撂荒地,其内长满稗草,而山西阳明堡和陕西杨桥镇两种群均采自稻田。

本试验所用农药药剂:45%马拉硫磷(*Malathion*)乳油制剂,由辽宁省葫芦岛农药厂生产;5%锐劲特(*Fipronile*)悬浮剂,由法国罗纳普朗克公司生产;2.5%氯氟氰菊酯(*Cyhalothrin*)乳油制剂,由捷利康南通农用化学品有限公司生产。

表 1 中华稻蝗五龄若虫的采集地及试虫用途

Table 1 The collecting sites and using purposes of fifth instar nymphs of rice grasshopper *O. chinensis*

种群	采集地点	地理位置	采集时间	试虫平均体重	生境	试虫用途
山西晋源	山西省太原市晋源镇	E112°36', N37°46'	2002/7/30 至 2002/8/5	0.270±0.041	稗草丛生地	马拉硫磷毒力测定、锐劲特毒力测定和氯氟氰菊酯毒力测定
山西阳明堡	山西省代县阳明堡	E112°50', N39°10'	2002/8/16	0.421±0.033	稻田	马拉硫磷毒力测定
陕西杨桥镇	陕西省长安县杨桥镇	E108°56', N34°56'	2002/7/15	0.422±0.036	稻田	马拉硫磷毒力测定

1.2 注射毒力试验

供试的 3 种药剂中,每种药剂试验时均设 5 个剂量组和 1 个双蒸水对照组,每一剂量组各设 3 次重复,给药途径为腹腔注射法。通过预备试验,选定每种农药的毒力剂量范围即:最低剂量组死亡率低于 30%,高于 5%,最高剂量组死亡率约在 90%左右,在最低与最高剂量组间设 3 个剂量组,对照组死亡率不得高于 10%,否则数据作废,重新试验。

根据预备试验结果,将每种农药制剂用双蒸水配制 5 个等比系列浓度,并设双蒸水为溶剂对照组。在

山西晋源种群,马拉硫磷各剂量组浓度为 0、300、430、620、900 和 1 280 mg·L⁻¹,锐劲特各剂量组浓度为 0、5.26、7.14、9.09、12.50 和 16.67 mg·L⁻¹,氯氟氰菊酯各剂量组浓度为 0、10.42、15.63、31.25、62.50 和 125 mg·L⁻¹;在山西阳明堡种群,马拉硫磷各剂量组浓度为 0、540、900、1 500、2 500 和 4 170 mg·L⁻¹;在陕西杨桥镇种群,马拉硫磷各剂量组浓度为 0、560、830、1 250、1 880 和 2 880 mg·L⁻¹。

LD₅₀ 测定时,选择健壮活泼、大小均匀的的五龄若虫随机分成 6 组,避免使用刚蜕皮或将要蜕皮的若

虫。每组试虫 18~22 头,雌雄各半,用微量注射器按各农药的剂量组浓度注入五龄试虫腹部第一和第二体节的体腔中,注射体积为 4 μL·头⁻¹,注射后将试虫置于笼中并喂以新鲜稗草,每日早晚换草 2 次。马拉硫磷处理后 24 h 检查死亡率,锐劲特和氯氟氰菊酯处理后 48 h 检查死亡率。死亡标准以探针轻触虫体,无明显反应者为死亡。

1.3 数据处理

观察记录死亡率,若对照组死亡率在 10%以下,则用 Abbott 公式计算校正死亡率;若对照组死亡率在 5%以下,则不必校正^[6,7]。

表 2 马拉硫磷对 3 个不同地理种群中华稻蝗五龄若虫的死亡率及平均死亡几率值

Table 2 Mortalities and mean probit of fifth instar nymphs of three O.chinensis populations after treatment with malathion						
种群	剂量组浓度 /mg·L ⁻¹	浓度对数	死亡率			平均死亡几率值±标准误差
			重复 1	重复 2	重复 3	
山西晋源种群	0		0 (0/20)	0 (0/20)	0 (0/20)	
	300	2.48	0.105 (2/19)	0.150(3/20)	0.105(2/19)	3.82 ± 0.070
	430	2.63	0.250 (5/20)	0.444(4/19)	0.263(5/19)	4.51 ± 0.169
	620	2.79	0.842 (16/19)	0.571(12/21)	0.667(14/20)	5.54 ± 0.243
	900	2.95	0.900 (18/20)	0.700(14/20)	0.714(15/21)	5.79 ± 0.245
	1280	3.11	0.905 (19/21)	0.950(19/20)	0.895(17/19)	6.40 ± 0.125
山西阳明堡种群	0		0 (0/18)	0 (0/18)	0 (0/18)	
	540	2.73	0.100 (2/20)	0.150 (3/20)	0.095 (2/21)	3.80 ± 0.082
	900	2.95	0.190 (4/21)	0.150 (3/20)	0.250 (5/20)	4.13 ± 0.104
	1500	3.18	0.238 (5/21)	0.300 (6/20)	0.476 (10/21)	4.57 ± 0.194
	2500	3.40	0.600 (12/20)	0.500 (10/20)	0.619 (13/21)	5.18 ± 0.093
	4170	3.62	0.857 (18/21)	0.900 (18/20)	0.895 (17/19)	6.20 ± 0.066
陕西杨桥镇种群	0		0 (0/19)	0 (0/18)	0 (0/20)	
	560	2.75	0.200 (4/20)	0.050 (1/20)	0.143 (3/21)	3.81 ± 0.241
	830	2.92	0.333 (7/21)	0.238 (5/21)	0.238 (5/21)	4.38 ± 0.093
	1250	3.10	0.400 (8/20)	0.429 (9/21)	0.316 (6/19)	4.70 ± 0.091
	1880	3.27	0.524 (11/21)	0.619 (13/21)	0.550 (11/20)	5.16 ± 0.072
	2880	3.46	0.800 (16/20)	0.895 (17/19)	0.773 (17/22)	5.95 ± 0.154

注:括号内的值为死亡个体数目与处理个体数目之比。

表 3 马拉硫磷对 3 个不同地理种群中华稻蝗五龄若虫的毒力

Table 3 The toxicity of malathion to fifth instar nymphs of three O.chinensis populations

中华稻蝗种群	毒力回归方程	相关系数(<i>r</i>)	LC ₅₀ /mg·L ⁻¹	LD ₅₀ /μg·g ⁻¹	相对抗性水平
山西晋源种群	$Y = -6.15460 + 4.07113 X$	0.983	549.44	8.14	1.0
山西阳明堡种群	$Y = -3.54666 + 2.62049 X$	0.974	1825.88	17.35	2.15
陕西杨桥镇种群	$Y = -4.07565 + 2.86311 X$	0.991	1478.62	14.02	1.72

从表 2 可知, 各剂量组浓度 3 次重复试验的死亡率相差较小,说明注射法进行毒力测定具有良好的重复性。从剂量与死亡率的关系($r>0.97$)来看,药剂剂量与测试昆虫的死亡率呈明显的正相关,即在条件一致的情况下,浓度越高,死亡率越高。由表 3 可知,马拉硫磷对 3 个不同地理种群中华稻蝗的 LD₅₀ 值由低到高依次为 8.14(山西晋源种群)、14.02(陕西杨桥镇

将所得数据进行 Probit 概率对数变换,按几率值分析法^[8]用 Origin6.1 软件求出毒力回归方程($Y=a+bX$),相关系数(r)和药剂的致死中浓度(LC₅₀)和致死中量(LD₅₀)。其中斜率 b 值可反映种群对药剂毒性的一致性程度, b 值越大,种群一致性越高。

2 结果

2.1 马拉硫磷的毒力测定

马拉硫磷处理后 3 个不同地理种群中华稻蝗五龄若虫的死亡率及平均死亡几率值见表 2,相应的毒力测定结果见表 3。

种群)和 17.35(山西阳明堡种群),且山西晋源种群的毒力回归线斜率 b 值(4.071 13)显著高于山西阳明堡种群(2.620 49)和陕西杨桥镇种群(2.863 11)的 b 值。

2.2 锐劲特和氯氟氰菊酯的毒力测定

锐劲特和氯氟氰菊酯处理后山西晋源中华稻蝗五龄若虫的死亡率及死亡几率值见表 4,其毒力测定结果见表 5。

表 4 锐劲特和氯氟氰菊酯处理后山西晋源中华稻蝗五龄若虫的死亡率及平均死亡几率值

Table 4 The mortalities and mean probit of fifth instar nymphs of Jinyuan-SX population after treatment with fipronile and cyhalothrin

农药	剂量组浓度 /mg · L ⁻¹	浓度对数	死亡率			平均死亡几率值±标准误差
			重复 1	重复 2	重复 3	
锐劲特	0		0 (0/18)	0 (0/20)	0 (0/18)	
	5.26	0.72	0.16 (3/19)	0.15(3/20)	0.21(4/19)	4.04 ± 0.061
	7.14	0.85	0.40 (8/20)	0.30(6/20)	0.24(5/21)	4.53 ± 0.116
	9.09	0.96	0.5 (10/20)	0.57(12/21)	0.67(14/21)	5.21 ± 0.128
	12.50	1.10	0.8 (17/21)	0.90(18/20)	0.84(16/19)	6.04 ± 0.123
	16.67	1.22	0.9 (20/21)	0.90(19/21)	0.95(19/20)	6.53 ± 0.123
氯氟氰菊酯	0		0 (0/18)	0 (0/20)	0 (0/18)	
	10.42	1.02	0.136 (3/22)	0.050 (1/20)	0.100 (2/20)	3.66 ± 0.162
	15.63	1.19	0.286 (6/21)	0.238 (5/21)	0.200 (4/20)	4.29 ± 0.078
	31.25	1.50	0.591 (13/22)	0.476 (10/21)	0.550 (11/20)	5.10 ± 0.085
	62.50	1.80	0.70 (14/20)	0.714 (15/21)	0.632 (12/19)	5.48 ± 0.071
	125.00	2.10	0.85 (17/20)	0.905 (19/21)	0.857 (18/21)	6.14 ± 0.085

表 5 锐劲特和氯氟氰菊酯对山西晋源中华稻蝗种群五龄若虫的毒力

Table 5 The toxicity of fipronile and cyhalothrin to fifth instar nymphs of Jinyuan-SX O.chinensis population

药剂	毒力回归方程	相关系数(r)	LC ₅₀ /mg · L ⁻¹	LD ₅₀ /μg · g ⁻¹
锐劲特	$Y = 0.233\ 94 + 5.191\ 82X$	0.996	8.28	0.12
氯氟氰菊酯	$Y = 1.594\ 28 + 2.194\ 30X$	0.988	35.65	0.53

3 讨论

线使用,以便衡量其它地区中华稻蝗种群对马拉硫磷的抗性水平。

使用化学农药防治害虫是综合防治中的重要措施,药剂的生物测定是衡量农药杀虫效应的主要指标之一,也是比较不同地区对某种农药抗药性程度的基本方法^[5,6]。本实验测定结果表明,马拉硫磷对 3 个不同地理种群中华稻蝗五龄若虫的急性毒性和种群一致性存在差异。即马拉硫磷对山西晋源种群的急性毒性(LD₅₀=8.14)明显高于陕西杨桥镇种群(LD₅₀=14.02)和山西阳明堡种群(LD₅₀=17.35),且山西晋源种群的一致性($b=4.071\ 13$)也显著高于山西阳明堡种群($b=2.620\ 49$)和陕西杨桥镇种群($b=2.863\ 11$)的一致性,表明山西晋源种群不仅对马拉硫磷的敏感性高,而且种群敏感性的一致性程度也很高,而另外 2 种群对马拉硫磷的敏感性接近且较低。这与山西晋源种群的采集地为稗草丛生地,其内蝗虫较少接触药剂,而另外两种群的采集地为稻田,其内蝗虫较多接触药剂的实际情况是一致的。

不少农业害虫在室内饲养有一定的困难,在抗性调查中可用尚未用药、抗性最低的地区测得的数据作为相对敏感基线^[9],中华稻蝗就是室内饲养较为困难的害虫之一。从马拉硫磷对 3 个不同地理种群中华稻蝗五龄若虫的毒力测定结果看,山西晋源中华稻蝗测得的毒力回归线,在抗性监测中可以作为相对敏感基

本文还测定了锐劲特和氯氟氰菊酯对山西晋源种群中华稻蝗的急性毒性。由表 3 和表 5 可知,供试的 3 种农药对晋源种群中华稻蝗五龄若虫的 LD₅₀ 以锐劲特最低(0.12 μg·g⁻¹)、氯氟氰菊酯(=0.53 μg·g⁻¹)次之,而马拉硫磷(8.14 μg·g⁻¹)相对较高,氯氟氰菊酯和马拉硫磷的 LD₅₀ 值分别是锐劲特的 4.4 和 67.8 倍。但在评价药剂的实际毒力作用时,只考虑药剂的 LD₅₀ 值不够的,还须比较药剂的毒力回归线的斜率 b 值^[7]。锐劲特和马拉硫磷的毒力回归线的斜率 b 值(5.347 4 和 4.07)较大,表明稻蝗五龄若虫对这两种药剂敏感性的一致性很高。综合 LD₅₀ 值和斜率 b 值表明:

(1)锐劲特对晋源种群五龄若虫的敏感性(LD₅₀=0.12 μg·g⁻¹)和敏感度的一致性($b=5.347\ 4$)最高,故药效最强。但由于其价格昂贵,一般只在其他农药使用无效时,才作为替代品应用^[10,11]。

(2)虽然晋源种群中华稻蝗对氯氟氰菊酯的 LD₅₀ 值(0.53 μg·g⁻¹) 较小,但该种群异质性已经开始增大,个体一致性明显低于锐劲特和马拉硫磷,表明田间种群很可能已有抗性个体出现。虽然目前还没有监测到中华稻蝗对拟除虫菊酯类农药抗性的产生,但其他害虫对拟除虫菊酯类农药抗性的出现^[12-14],预示着

中华稻蝗抗性产生的可能性。

(3)尽管晋源种群中华稻蝗对马拉硫磷的 LD_{50} 值 ($8.14\ \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)较高,但其 b 值较大(4.071 13),表明晋源种群对马拉硫磷的敏感性分布差异越小,即随药剂浓度的增加,中毒死亡率迅速增加。且马拉硫磷具有杀虫谱广、降解快、残毒低、价格低廉、对人、畜无积累中毒作用等优点,故目前广泛用于水稻、棉花等作物害虫的防治^[15]。

总之,在实际用药时应根据中华稻蝗种群对 3 种农药的抗性水平,合理利用这 3 种常用农药防治蝗虫,避免单一药剂长期使用,以延缓药剂抗性发展和延长药剂使用寿命。

参考文献:

[1] 郑哲民.蝗虫分类学[M].西安:陕西师范大学出版社, 1993.76–81.
[2] 冯祥和,扬俊德,牛泽民.中华稻蝗在水稻上危害损失及防治指标研究的商榷[J].昆虫知识,1994,31(4):198–200.
[3] 陈永林.蝗灾的特点、原因和生态学治理[J].生物学通报, 2000,35(7): 1–5.
[4] 王保成,马恩波,任竹梅.两种有机磷农药及其混配农药的毒力测定[J].山西大学学报(自然科学版),2000,23(4):354–357.

[5] 张宗炳,冷欣夫.杀虫药剂毒理及应用[M].北京: 化学工业出版社, 1993.1–279.
[6] 张泽博.昆虫抗药性的生物测定统计法[J].植物保护,1982,8(1):35–36.
[7] 吴文君,刘惠霞,朱靖博,等.天然产物杀虫剂–原理·方法·实践[M].西安:陕西科学技术出版社, 1998.137–150.
[8] Finney D J. Probit analysis (3rd edition)[M].Cambridge: Cambridge University Press, 1980.1–133.
[9] 龚坤元.害虫的抗药性:I.害虫抗性问题的概述[J].昆虫知识,1982,19(1):43–46.
[10] 宋会鸣,冯克强,钱元谦,等.锐劲特对水稻主要害虫总体防治策略和应用技术[J].浙江农业科学,2001,3:145–147.
[11] 韦永保,祝春强,熊延文,等.锐劲特在水稻主要害虫总体防治中的应用研究[J].昆虫知识,2001,38(5): 345–347.
[12] 冷欣夫,邱星辉.我国昆虫毒理学五十年来的研究进展[J].昆虫知识, 2000,37(1):24–28.
[13] 张丽萍,张贵云.棉铃虫对拟除虫菊酯类杀虫剂抗性研究进展[J].山西农业科学,2000,28(4):85–89.
[14] 郭风英,吴厚永,李承毅.我国蚊虫对拟除虫菊酯类杀虫剂抗性的研究进展[J].寄生虫与医学昆虫学报,2002,9(1):50–58.
[15] 贺红武,刘钊杰.有机磷农药的发展趋势与低毒有机磷杀虫剂的开发和利用(下)[J].世界农药,2001,23(4):26–31.