

珠三角地区小菜蛾田间种群的抗药性测定

周利娟, 黄继光, 徐汉虹

(天然农药与化学生物学教育部重点实验室, 华南农业大学 资源环境学院, 广东 广州 510642)

摘要:采用浸叶法测定了2008年珠三角6个地区小菜蛾对甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、溴虫腈、虫酰肼和灭多威的抗药性。结果表明,珠三角地区小菜蛾对甲氨基阿维菌素苯甲酸盐的抗性倍数介于1.08~41.86,所测试的6个田间种群有1个种群对甲氨基阿维菌素苯甲酸盐表现出高抗水平,有1个种群表现出中抗水平,4个种群表现出低抗水平;对溴虫腈的抗性倍数介于5.38~22.73,所测试的6个田间种群中,有3个种群对溴虫腈表现出中抗水平,有3个种群表现出低抗水平;对虫酰肼的抗性倍数介于3.05~86.38,所测试的5个田间种群有2个种群对虫酰肼表现出高抗水平,有2个种群表现出中抗水平,有1个种群表现出低抗水平;对灭多威的抗性倍数介于9.56~190.32(汕头种群除外),所测试的6个田间种群有2个种群对灭多威表现出极高抗水平,有2个种群表现出高抗水平,有1个种群表现出中抗水平,有1个种群表现出低抗水平。

关键词:小菜蛾; 抗药性; 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐; 溴虫腈; 虫酰肼; 灭多威

中图分类号:S481.4

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2011)01-0045-04

Insecticide Resistance of *Plutella xylostella* from Fields of Pearl River Delta

ZHOU Li-juan, HUANG Ji-guang, XU Han-hong

(Key Laboratory of Natural Pesticide and Chemical Biology, Ministry of Education, College of Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: The resistance to emamectin benzoate, tebufenozide, chlorfenapyr, methomyl of field populations of diamondback moth *Plutella xylostella* from six counties in Pearl River Delta was detected by leaf dipping method in 2008. The results showed that the resistant factors of diamondback moth to emamectin benzoate varied from 1.08 to 41.86. In the six tested populations, one was high resistant, one was moderate resistant and four were low resistant to emamectin benzoate. The resistant factor to chlorfenapyr ranged from 5.38 to 22.73. Among the six tested populations, three were moderate resistant and three were low resistant to chlorfenapyr. The resistant factors to tebufenozide were from 3.05 to 86.38. Among the five tested populations, two were high resistant, two were moderate resistant and one was low resistant to tebufenozide. The resistant factor to methomyl differed were from 9.56 to 190.32 (except the population from Shantou). In the six tested populations, two were very high resistant, two were high resistant, one was moderate resistant and one was low resistant to methomyl.

Key words: *Plutella xylostella*; resistance; emamectin benzoate; tebufenozide; chlorfenapyr; methomyl

小菜蛾 *Plutella xylostella* 为一种世界性害虫,我国各省蔬菜生产区均有为害,以南方各省发生为重^[1,2]。化学药剂一直是防治小菜蛾的主要手段,但

由于该虫年发生世代多,一般在亚热带地区为8~12代,在热带地区为20代以上,世代重叠,用药量大。因此,小菜蛾的抗药性发展非常严重。已报道小菜蛾

收稿日期:2010-06-24

作者简介:周利娟(1976—),女,副教授,博士;通信作者:徐汉虹(1961—),男,教授,博士,E-mail:hhxu@scau.edu.cn

基金项目:广东省农业厅项目“小菜蛾抗药性监测”(2008—2009)

对50多种杀虫剂产生了抗药性,包括有机氯、有机磷、氨基甲酸酯、拟除虫菊酯类、昆虫生长调节剂及苏云金杆菌(Bt)类等杀虫剂^[3].小菜蛾的抗药性及抗性治理已经成为蔬菜生产中非常重要的研究课题.为了掌握小菜蛾抗药性的发展动态,及时提出合理的抗性治理措施,指导科学用药,选择了珠三角6个有代表性的地区,就几种广泛使用的杀虫剂对小菜蛾进行了抗药性监测.

1 材料与方 法

1.1 试虫

小菜蛾:2008年1—2月分别采集于广州、深圳、汕头、高要、高州、连州等有代表性的甘蓝菜地,在室内隔离饲养,取F₁代整齐一致的3龄幼虫供试.敏感品系由杜邦公司提供.室内饲养和测试条件温度为(25±1)℃;相对湿度为75%±1%;每日光照为 $t_{\text{光}}:t_{\text{暗}}=14\text{ h}:10\text{ h}$.

1.2 供试药剂

95%溴虫腈:江苏南京红太阳农药股份有限公司生产;95%虫酰肼:江苏永达化工厂有限公司生产;90%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐:浙江海正药业股份有限公司生产;98%灭多威:江苏常州农药厂生产.

1.3 测定方法

试验采用浸叶法.根据预备试验的结果,确定各个药剂的浓度范围.用万分之一的电子天平准确称取各种药剂.先用丙酮(溴虫腈、虫酰肼和甲氨基阿维菌素苯甲酸盐)或甲醇(灭多威)配成浓度较大的母液,然后用丙酮或甲醇和蒸馏水稀释至所需浓度,

保证药液中溶剂的最终体积比为20%.在测试当天早晨,从不喷药的芥蓝菜地采集鲜嫩未受害的菜叶带回室内,清水洗涤1~2次,纸巾擦干后,剪成大小约为3 cm×3 cm的小叶片,供测试用.小叶片在药液中浸渍约5 s,至完全湿润,取出晾干后放入预先铺好滤纸的干净培养皿中,每皿1片,加水保湿,对照用相同含量的溶剂处理.然后接入大小一致的3龄小菜蛾幼虫,每皿10头,每处理重复5次.用2层面巾纸覆盖,盖上培养皿盖,以防试虫逃逸,转入恒温养虫室内.处理后48 h调查,以细毛笔轻触试虫,无反应者视为死虫,记录死虫数、活虫数,计算死亡率和校正死亡率.以几率值法计算毒力回归方程和LC₅₀值.以抗性倍数(Resistance factor, RF)为抗性的判别依据(RF=测评种群的LC₅₀/敏感种群的LC₅₀):敏感,RF=1;低抗,RF=2~10;中抗,RF=11~30;高抗,RF=31~100;极高抗,RF>100^[4].

2 结果与分析

2.1 小菜蛾对甲氨基阿维菌素苯甲酸盐的抗药性情况

由表1可知,所测试的6个田间种群有1个种群对甲氨基阿维菌素苯甲酸盐表现出高抗水平,1个种群表现出中抗水平,4个种群表现出低抗水平.甲氨基阿维菌素苯甲酸盐对敏感品系的LC₅₀值是0.76 μg/mL,汕头种群LC₅₀值是31.81 μg/mL,与敏感品系相比,其抗性倍数为41.86,为高抗水平.高要种群LC₅₀值是9.62 μg/mL,抗性倍数达到12.66,为中抗水平.广州、高州、连州和深圳的抗性水平均为低抗水平.

表1 小菜蛾对甲氨基阿维菌素苯甲酸盐的抗药性

Tab. 1 Resistance of diamondback moth larvae to emamectin benzoate

种群	直线回归方程 ¹⁾	LC ₅₀ 值/ (μg·mL ⁻¹)	相关系数 (r)	95%置信区间/ (μg·mL ⁻¹)	抗性 倍数	抗性 水平
广州	$y=4.4750+1.1991x$	2.74	0.9967	1.89~3.97	3.61	低抗
高要	$y=3.7590+1.2622x$	9.62	0.9860	6.82~13.58	12.66	中抗
高州	$y=4.9674+1.0909x$	1.07	0.9970	0.67~1.71	1.41	低抗
连州	$y=5.0772+0.8758x$	0.82	0.9955	0.50~1.32	1.08	低抗
汕头	$y=3.8139+0.7894x$	31.81	0.9983	20.01~50.57	41.86	高抗
深圳	$y=4.7943+0.8881x$	1.70	0.9977	92.18~238.01	2.24	低抗
敏感品系	$y=5.1460+1.2230x$	0.76	0.9789	0.49~1.18		

1)x为剂量对数,y为几率值.

2.2 小菜蛾对溴虫腈的抗药性情况

由表2可知,所测试的6个田间种群有3个种群对溴虫腈表现出中抗水平,3个种群表现出低抗水平.溴虫腈对敏感品系的LC₅₀值是0.37 μg/mL,连州、高要和广州种群的LC₅₀值分别为8.14、7.30和

6.45 μg/mL,与敏感品系相比,其抗性倍数分别为22.73、19.73和17.43,为中抗水平.高州、汕头和深圳种群的LC₅₀值分别为3.49、3.04和1.99 μg/mL,与敏感品系相比,其抗性倍数分别为9.43、8.22和5.38,为低抗水平.

表2 小菜蛾对溴虫脲的抗药性

Tab. 2 Resistance of diamondback moth larvae to chlorfenapyr

种群	直线回归方程 ¹⁾	LC ₅₀ 值/ ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	相关系数 (r)	95%置信区间/ ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	抗性 倍数	抗性 水平
广州	$y = 4.0062 + 1.2273x$	6.45	0.9917	4.18 ~ 9.96	17.43	中抗
高要	$y = 4.0584 + 1.0899x$	7.30	0.9958	4.57 ~ 11.70	19.73	中抗
高州	$y = 4.4183 + 1.0712x$	3.49	0.9893	2.20 ~ 5.54	9.43	低抗
连州	$y = 3.7964 + 1.3015x$	8.41	0.9972	5.47 ~ 12.93	22.73	中抗
汕头	$y = 4.4217 + 1.1985x$	3.04	0.9901	1.98 ~ 4.67	8.22	低抗
深圳	$y = 4.6607 + 1.1316x$	1.99	0.9989	1.28 ~ 3.10	5.38	低抗
敏感品系	$y = 5.6128 + 1.4294x$	0.37	0.9751	0.26 ~ 0.54		

1) x 为剂量对数, y 为几率值.

2.3 小菜蛾对虫酰肼的抗药性情况

由表3可知,所测试的5个田间种群有2个种群对虫酰肼表现出高抗水平,2个种群表现出中抗水平,1个种群表现出低抗水平.虫酰肼对敏感品系的LC₅₀值是48.50 $\mu\text{g}/\text{mL}$,高州和广州种群LC₅₀值分别为4189.31和3392.84 $\mu\text{g}/\text{mL}$,与敏感品系相比,其

抗性倍数分别为86.38和69.96,为高抗水平.连州和高要种群的LC₅₀值分别为1003.08和758.07 $\mu\text{g}/\text{mL}$,与敏感品系相比,其抗性倍数分别为20.68和15.63,为中抗水平,深圳种群的LC₅₀值为148.12 $\mu\text{g}/\text{mL}$,与敏感品系相比,其抗性倍数为3.05,为低抗水平.

表3 小菜蛾对虫酰肼的抗药性

Tab. 3 Resistance of diamondback moth larvae to tebufenozide

种群	直线回归方程 ¹⁾	LC ₅₀ 值/ ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	相关系数 (r)	95%置信区间/ ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	抗性 倍数	抗性 水平
广州	$y = 2.1668 + 0.8025x$	3392.84	0.9952	1458.61 ~ 7892.03	69.96	高抗
高要	$y = 1.8552 + 1.0921x$	758.07	0.9880	373.52 ~ 1538.56	15.63	中抗
高州	$y = 0.5567 + 1.2267x$	4189.31	0.9885	2276.92 ~ 7707.94	86.38	高抗
连州	$y = 2.0623 + 0.9788x$	1003.08	0.9976	571.57 ~ 1760.36	20.68	中抗
深圳	$y = 2.8751 + 0.9789x$	148.12	0.9968	92.18 ~ 238.01	3.05	低抗
敏感品系	$y = 1.9530 + 1.8075x$	48.50	0.9752	43.96 ~ 53.51		

1) x 为剂量对数, y 为几率值.

2.4 小菜蛾对灭多威的抗药性情况

由表4可知,所测试的田间种群有1个种群对灭多威表现出极高抗水平,2个种群表现出高抗水平,1个种群表现出中抗水平,1个种群表现出低抗水平.灭多威对敏感品系的LC₅₀值是26.72 $\mu\text{g}/\text{mL}$,汕头和高州种群已经达到极高抗水平,采用灭多威

防治已经无效,其中,汕头种群已经高至几乎无法测出,故未在表4中列出.深圳和广州种群表现出高抗水平,其抗性倍数分别为101.22和77.40,只有连州种群仍然保持低抗水平,其LC₅₀值为255.47 $\mu\text{g}/\text{mL}$,与敏感品系相比,其抗性倍数为9.56,为低抗水平.

表4 小菜蛾对灭多威的抗药性

Tab. 4 Resistance of diamondback moth larvae to methomyl

种群	直线回归方程 ¹⁾	LC ₅₀ 值/ ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	相关系数 (r)	95%置信区间/ ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	抗性 倍数	抗性 水平
广州	$y = 2.7369 + 0.6826x$	2068.26	0.9962	882.11 ~ 4849.38	77.40	高抗
高要	$y = 1.2276 + 1.2986x$	803.50	0.9826	578.25 ~ 1116.50	30.07	中抗
高州	$y = 1.1352 + 1.0428x$	5085.34	0.9616	2838.69 ~ 9110.09	190.32	极高抗
连州	$y = 1.7858 + 1.3352x$	255.47	0.9976	183.26 ~ 356.13	9.56	低抗
深圳	$y = 1.3209 + 1.0720x$	2704.54	0.9872	1710.29 ~ 4276.76	101.22	高抗
敏感品系	$y = 2.8736 + 1.4903x$	26.72	0.9877	23.82 ~ 29.96		

1) x 为剂量对数, y 为几率值.

3 讨论

由于用药不当、选择压力过大,小菜蛾繁殖速度快、世代重叠、抗性机理多样等原因,小菜蛾几乎对所用的防治药剂均产生了一定程度的抗药性。例如,冯夏等^[5]2001年报道了广东小菜蛾对阿维菌素等药剂的抗药性情况,发现小菜蛾对阿维菌素、苏云金杆菌制剂及昆虫生长调节剂定虫隆的抗性均有较大幅度地提高,2005年陈喜劳等^[6]也报道了广东省小菜蛾抗药性监测的情况,发现小菜蛾对阿维菌素、高效氯氰菊酯、氟虫腈、苏云金杆菌、杀虫单和辛硫磷都具有抗药性。

本文研究了广东小菜蛾对甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、溴虫腈、虫酰肼和灭多威的抗药性,其中,灭多威是较早用来防治小菜蛾的化学药剂之一,因而国内关于其抗药性的文献报道也较早,并且抗性也比较严重。近些年来,虽然较少用灭多威来防治小菜蛾,但其抗性仍然存在,有些地区的抗性甚至很高。本文的测定结果表明,除连州地区小菜蛾对灭多威处于低抗外,珠三角其他地区仍然具有较高的抗性,其中,汕头和高州小菜蛾达到极高抗水平,说明在珠三角地区不适合使用灭多威防治小菜蛾。赵锋等^[7]2006年报道了海南、山东、广东、湖北武汉和襄樊等地的小菜蛾对溴虫腈的抗性均在10倍以下,本研究发现珠三角地区小菜蛾对溴虫腈的抗性处于低抗至中抗水平,说明小菜蛾对该药剂的抗性发展还不是很快。对于甲氨基阿维菌素苯甲酸盐,汕头小菜蛾已经达到高抗水平,高州地区达到中抗水平;而高州和广州小菜蛾对虫酰肼的抗性达到高抗水平。

害虫抗性治理中的化学防治技术有农药交替转换使用、限用、混用和使用增效剂等4种手段^[8-9]。其中,药剂的轮换使用和混用是比较切实可行的措施之一。氯虫苯甲酰胺悬浮剂对小菜蛾具有高杀虫活性,表现为小菜蛾接触药剂后10 min即停止进食、呕吐,氯虫苯甲酰胺悬浮剂1 500倍对广东小菜蛾田间药效结果显示,药后7 d防效达93.95%,是目前防治抗性小菜蛾的理想轮换药剂,可以用于小菜蛾发生高峰期快速控制虫情^[10-12],但也要注意轮换问题,如胡珍娣等^[13]2010年报道粤北连州、粤中惠州和粤中南东升3个种群属于敏感范畴,但粤中南岑村种群已经产生了低水平抗性。此外,吕利华等^[14]2007年提出了玫烟色拟青霉 *Paecilomyces fumosoroseus* 在小菜蛾的生物防治中具较强的应用潜力,应该进行

进一步的应用研究。

由于珠三角地区小菜蛾抗性已经非常严重,建议相关职能部门制定一个比较合理的小菜蛾抗性综合治理方案,通过上述药剂的停用、限用,延长药剂的寿命,轮换使用和混用上述药剂提高防效,达到既可有效治理抗性小菜蛾,又可延缓其抗性的发生发展、延长药剂的市场寿命等多种目的,具有较高的社会效益和经济效益。

参考文献:

- [1] 乔传令,王靖,邢建民. 不同地区小菜蛾种群的抗药性及酯酶同工酶的研究[J]. 农药学报,2000,2(4):33-39.
- [2] 姜兴印,王开运,仪美芹. 不同地区小菜蛾对杀虫剂的抗性差异[J]. 农药学报,2000,2(4):44-48.
- [3] 罗雁婕,吴文伟,杨祚斌,等. 小菜蛾抗药性及治理的研究进展[J]. 云南大学学报:自然科学版,2008,30(S1):178-182.
- [4] TORRES-VILA L M, RODRIGUEZ-MOLINA M C, LACASA-PLASENCIA A, et al. Insecticide resistance of *Helicoverpa armigera* to endosulfan, carbamates and organophosphates; The Spanish case [J]. Crop Prot, 2002, 21, 1003-1013.
- [5] 冯夏,陈焕瑜,吕利华,等. 广东小菜蛾对阿维菌素的抗性研究[J]. 华南农业大学学报,2001,22(2):35-38.
- [6] 陈喜劳,黄军定. 广东省蔬菜小菜蛾抗药性监测与综合治理情况[J]. 中国植保导刊,2005,12:36-37.
- [7] 赵锋,王沫,李建洪. 小菜蛾对九种杀虫剂的抗药性[J]. 昆虫知识,2006,43(5):640-642.
- [8] 唐振华. 昆虫抗药性及其治理[M]. 北京:中国农业出版社,1989:410-431.
- [9] 冷欣夫,唐振华,王荫长. 杀虫药剂分子毒理学及昆虫抗药性[M]. 北京:中国农业出版社,1996:155-157.
- [10] 陈焕瑜,张德雍,黄华,等. 氯虫苯甲酰胺对广东小菜蛾杀虫活性和田间药效评价[J]. 广东农业科学,2010(2):96-98.
- [11] 徐尚成,俞幼芬,王晓军,等. 新杀虫剂氯虫苯甲酰胺及其研究开发进展[J]. 现代农药,2008,7(5):8-11.
- [12] 何翠娟,陶岭梅,沈雁君,等. 几种新型高效低毒农药对小菜蛾的防治效果及抗性筛选研究[J]. 上海交通大学学报:农业科学版,2008,26(4):319-322.
- [13] 胡珍娣,冯夏,李振宇,等. 不同小菜蛾田间种群对氯虫苯甲酰胺药剂的敏感性[J]. 农药研究与应用,2010,14(3):25-27.
- [14] 吕利华,何余容,武亚敬,等. 玫烟色拟青霉对小菜蛾致病力的时间-剂量-死亡率模型模拟[J]. 昆虫学报,2007,50(6):567-573.

【责任编辑 李晓卉】