

陈琼,陈洁琼,江瑛,等. 江西省小菜蛾田间种群的抗药性监测[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):113-116.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.036

江西省小菜蛾田间种群的抗药性监测

陈琼¹, 陈洁琼¹, 江瑛¹, 邱高辉², 秦文婧¹, 陈洪凡¹, 黄水金¹, 秦厚国¹

(1. 江西省农业科学院, 江西南昌 330200; 2. 江西省植保植检局, 江西南昌 330096)

摘要:2012—2013年采用浸叶法测定江西省南昌县、武宁县和信丰县3个蔬菜产区的小菜蛾田间种群对9种药剂敏感性的年度变化。结果表明,3个地区小菜蛾种群对阿维菌素和高效氯氰菊酯的抗性倍数分别为95.03~564.87倍和60.52~209.42倍,均已产生高水平至极高水平抗性;对多杀菌素抗性倍数为8.27~35.12倍,产生中低水平抗性;对苏云金杆菌、溴虫腈、氟啶脲、丁醚脲、茚虫威和氯虫苯甲酰胺等药剂仍比较敏感。因此,阿维菌素和高效氯氰菊酯均不适宜于江西地区防治小菜蛾,推荐使用苏云金杆菌、溴虫腈、氟啶脲、丁醚脲、茚虫威、氯虫苯甲酰胺等药剂,注意交替、轮换使用,以便延缓抗药性的产生与发展。

关键词:小菜蛾;抗药性;监测;阿维菌素;高效氯氰菊酯;苏云金杆菌

中图分类号:S433.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)06-0113-03

小菜蛾(*Plutella xylostella*)属鳞翅目菜蛾科,是十字花科蔬菜的世界性主要害虫^[1],年发生代数多,繁殖系数高,在亚热带地区年发生8~12代,热带地区20代以上,危害极为严重^[2-3]。化学药剂一直是防治小菜蛾的主要手段,但由于药剂使用不合理,导致小菜蛾抗药性水平升高,发展速度加快。目前,在江西省主要蔬菜种植区,大多数药剂对小菜蛾的防治效果明显下降,个别农药甚至无效,导致江西省小菜蛾种群连年猖獗为害,严重影响蔬菜的产量和质量。2012—2013年,本研究通过监测江西省信丰县、武宁县和南昌县的小菜蛾田间种群对9种不同杀虫剂的抗性,以明确目前江西省小菜蛾田间种群对传统化学药剂及新型杀虫剂的抗性水平,为指导江西省菜农科学合理使用农药提供理论依据。

1 材料与方

1.1 供试虫源

2012年和2013年4—5月,于江西省南昌县武阳镇、武宁县宋溪镇和信丰县西牛镇共3个蔬菜产区的甘蓝田分别采集小菜蛾幼虫,每个地区采集至少400头;将采集到的幼虫用蛭石萝卜苗法^[4]饲养,幼虫化蛹后,转至长×宽×高为25 cm×15 cm×25 cm的养虫纱笼内羽化,笼内放置蘸有10%蜂蜜水的棉球供成虫取食及高约10 cm的新鲜萝卜苗1盆供其产卵,每天更换新鲜萝卜苗并补充糖水;将带卵萝卜苗放入长×宽×高为60 cm×30 cm×25 cm的养虫笼内孵化和饲养,幼虫发育至3龄中期时供试。

1.2 供试药剂

3%苏云金杆菌(*Bt*)可湿性粉剂、2.5%多杀菌素悬浮

剂、2%阿维菌素乳油、20%高效氯氰菊酯乳油、5%氯虫苯甲酰胺乳油、10%溴虫腈乳油、5%氟啶脲乳油、20%丁醚脲乳油和5%茚虫威乳油等9种药剂,均由广东省农业科学院植物保护研究所提供。

1.3 毒力测定

毒力测定采用浸叶法^[5]并略有改动:取新鲜甘蓝叶片,清洗擦拭干净,用打孔器打成直径约6 cm的圆片,分别置于用水稀释的系列浓度药液中浸渍10 s;取出晾干,放入直径为7 cm的培养皿内,每皿接入小菜蛾3龄中期幼虫10头,置于温度(25±1)℃、相对湿度65%±5%、光周期14 h/d的人工养虫室中饲养72 h,统计幼虫死亡数量,以毛笔尖轻触幼虫、虫体不能协调运动的视为死亡。为防试虫逃跑,取双层纸巾放入2个培养皿盖之间。每处理重复4次,以清水作对照。

1.4 数据分析方法

采用DPS数据处理软件进行统计,计算毒力回归方程的斜率、LC₅₀值及其95%置信限,抗性倍数值为田间种群的LC₅₀与敏感种群LC₅₀的比值。敏感小菜蛾种群对9种杀虫剂的敏感基线参考标准《十字花科蔬菜小菜蛾抗药性监测技术规范》(NY/T 2360—2013)。

2 结果与分析

2.1 2012年抗药性监测

由表1可见,南昌、武宁和信丰地区小菜蛾种群对高效氯氰菊酯和阿维菌素的抗性倍数在137.34~564.87之间,属于高水平抗性;对氯虫苯甲酰胺和丁醚脲的抗性属于敏感或敏感性降低阶段;南昌地区小菜蛾种群对溴虫腈、多杀菌素和茚虫威为中等水平抗性,对*Bt*和氟啶脲为低水平抗性;武宁地区小菜蛾种群对*Bt*和多杀菌素为低抗,对溴虫腈、氟啶脲和茚虫威的抗性仍属于敏感或敏感性降低;信丰地区小菜蛾种群对*Bt*和溴虫腈的抗性为敏感或敏感性降低,对多杀菌素、氟啶脲和茚虫威为中抗。

2.2 2013年抗药性监测

由表2可见,南昌、武宁和信丰地区小菜蛾种群对*Bt*、溴

收稿日期:2014-07-08

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201103021);江西省科技支撑计划(编号:20122BBF60102)。

作者简介:陈琼(1983—),女,江西高安人,硕士,助理研究员,主要从事害虫抗药性研究。E-mail:jonecq2000@sina.com。

通信作者:黄水金,博士,研究员,主要从事害虫抗药性研究。E-mail:sjhuang@aliyun.com。

表1 江西地区小菜蛾田间种群对9种药剂的抗药性水平(2012年)

药剂	种群	毒力回归方程	LC ₅₀ 的95%置信限 (mg/L)	LC ₅₀ (mg/L)	抗性倍数
Bt	南昌	$y = 4.3009 + 1.8251x$	1.8862 ~ 3.0942	2.4158	9.29
	武宁	$y = 4.5794 + 1.8302x$	1.3321 ~ 2.1633	1.6976	6.53
	信丰	$y = 5.1395 + 1.4459x$	0.5957 ~ 1.0763	0.8007	3.08
溴虫腈	南昌	$y = 3.7003 + 1.7378x$	4.3334 ~ 7.2267	5.5961	13.99
	武宁	$y = 4.6509 + 2.0234x$	1.1881 ~ 1.8630	1.4877	3.72
	信丰	$y = 5.0998 + 2.2261x$	0.732 ~ 1.1112	0.9019	2.25
氯虫苯甲酰胺	南昌	$y = 5.1853 + 1.9974x$	0.6432 ~ 1.0142	0.8077	3.51
	武宁	$y = 5.0438 + 1.9598x$	0.7552 ~ 1.1947	0.9499	4.13
	信丰	$y = 5.4798 + 1.6866x$	0.3995 ~ 0.6755	0.5194	2.26
高效氯氟菊酯	南昌	$y = -0.1723 + 1.9242x$	386.3957 ~ 615.2307	487.5679	137.34
	武宁	$y = 0.3667 + 1.6137x$	567.0733 ~ 974.6785	743.4475	209.42
	信丰	$y = -1.1681 + 2.2399x$	460.9986 ~ 697.6646	567.1176	159.75
阿维菌素	南昌	$y = 2.9111 + 1.9838x$	8.9676 ~ 14.2321	11.2973	564.87
	武宁	$y = 3.9247 + 2.1158x$	2.5955 ~ 4.0019	3.2229	161.15
	信丰	$y = 3.5357 + 2.3105x$	3.5093 ~ 5.2759	4.3029	215.15
多杀菌素	南昌	$y = 4.4358 + 1.6670x$	1.6775 ~ 2.8333	2.1801	18.17
	武宁	$y = 5.0064 + 1.8418x$	0.7795 ~ 1.2624	0.9920	8.27
	信丰	$y = 4.1285 + 2.0094x$	2.1670 ~ 3.4004	2.7145	22.62
氟啶脲	南昌	$y = 4.2892 + 1.6834x$	2.0341 ~ 3.4367	2.6440	8.01
	武宁	$y = 4.9873 + 1.7664x$	0.7921 ~ 1.3049	1.0166	3.08
	信丰	$y = 3.6380 + 1.7770x$	4.5430 ~ 7.5099	5.8410	17.7
茚虫威	南昌	$y = 3.6306 + 1.6888x$	4.9864 ~ 8.3949	6.4699	12.44
	武宁	$y = 4.8031 + 1.8773x$	1.0018 ~ 1.6181	1.2732	2.45
	信丰	$y = 3.3919 + 1.7293x$	6.5977 ~ 10.9737	8.5089	16.36
丁醚脲	南昌	$y = 1.8070 + 1.6973x$	58.7755 ~ 98.4639	76.0741	3.56
	武宁	$y = 1.6710 + 1.7535x$	61.5789 ~ 101.7499	79.1558	3.70
	信丰	$y = 1.3027 + 1.8974x$	70.1292 ~ 112.5207	88.8312	4.15

表2 江西地区小菜蛾田间种群对9种药剂的抗药性水平(2013年)

药剂	种群	毒力回归方程	LC ₅₀ 的95%置信限 (mg/L)	LC ₅₀ (mg/L)	抗性倍数
Bt	南昌	$y = 4.6193 + 1.5416x$	1.3348 ~ 2.3363	1.7659	6.79
	武宁	$y = 4.4029 + 1.6445x$	1.7688 ~ 3.0094	2.3072	8.87
	信丰	$y = 4.7915 + 1.6679x$	1.0252 ~ 1.7344	1.3335	5.13
溴虫腈	南昌	$y = 4.2871 + 1.6812x$	2.0405 ~ 3.4539	2.6548	6.64
	武宁	$y = 4.6135 + 1.9932x$	1.2457 ~ 1.9605	1.5627	3.91
	信丰	$y = 4.8045 + 1.7814x$	1.0046 ~ 1.6502	1.2876	3.22
氯虫苯甲酰胺	南昌	$y = 4.6030 + 1.9544x$	1.2682 ~ 2.0094	1.5964	6.94
	武宁	$y = 4.5009 + 1.5277x$	1.6001 ~ 2.8134	2.1217	9.22
	信丰	$y = 4.3085 + 1.5966x$	2.0590 ~ 3.5688	2.7107	11.79
高效氯氟菊酯	南昌	$y = 0.8742 + 1.7691x$	167.2525 ~ 275.9672	214.8399	60.52
	武宁	$y = 0.3771 + 1.7665x$	317.7338 ~ 539.2854	413.9435	116.60
	信丰	$y = 0.5540 + 1.7101x$	307.8904 ~ 514.2474	397.9093	112.09
阿维菌素	南昌	$y = 3.0787 + 1.9997x$	7.2751 ~ 11.4760	9.1372	456.86
	武宁	$y = 4.5532 + 1.6022x$	1.4497 ~ 2.4914	1.9005	95.03
	信丰	$y = 3.7700 + 1.7203x$	4.0104 ~ 6.7104	5.1876	259.38
多杀菌素	南昌	$y = 4.2991 + 1.6934x$	1.9985 ~ 3.3656	2.5935	21.61
	武宁	$y = 4.6448 + 1.5880x$	1.2735 ~ 2.1999	1.6738	13.95
	信丰	$y = 3.8564 + 1.8305x$	3.3068 ~ 5.3716	4.2146	35.12
氟啶脲	南昌	$y = 4.0823 + 1.7121x$	2.6585 ~ 4.4395	3.4355	10.41
	武宁	$y = 4.8619 + 1.7950x$	0.9288 ~ 1.5344	1.1938	3.62
	信丰	$y = 3.5120 + 1.6127x$	6.3887 ~ 10.9627	8.3688	25.36
茚虫威	南昌	$y = 3.8421 + 1.8196x$	3.3926 ~ 5.5233	4.3288	8.32
	武宁	$y = 4.0432 + 1.7860x$	2.6802 ~ 4.3983	3.4334	6.60
	信丰	$y = 3.5052 + 1.8684x$	4.9481 ~ 8.0469	6.3101	12.13
丁醚脲	南昌	$y = 2.0367 + 1.7203x$	40.7144 ~ 68.4492	52.7908	2.47
	武宁	$y = 2.1822 + 1.5222x$	53.4518 ~ 94.2834	70.9903	3.32
	信丰	$y = 1.2987 + 1.7239x$	108.5612 ~ 181.3527	140.3135	6.56

虫脒和丁醚脒比较敏感,对多杀菌素为中抗,对高效氯氰菊酯和阿维菌素则为高水平抗性;南昌地区小菜蛾种群对氯虫苯甲酰胺和茚虫威为低抗,对氟啶脲为中抗;武宁地区小菜蛾种群对氯虫苯甲酰胺、氟啶脲和茚虫威的抗性为敏感性降低或低抗;信丰地区小菜蛾种群对氯虫苯甲酰胺、氟啶脲和茚虫威均为中等水平抗性。

2.3 年度间抗药性监测结果比较

由表3可见,与2012年相比,氯虫苯甲酰胺、多杀菌素和氟啶脲对2013年南昌、武宁和信丰地区小菜蛾种群的 LC_{50} 均有一定程度增大,相对毒力倍数均较高,而高效氯氰菊酯的 LC_{50} 均有不同程度下降;*Bt*、溴虫脒、阿维菌素、茚虫威和丁醚脒对南昌地区小菜蛾种群的 LC_{50} 均下降,氟啶脲的 LC_{50} 则增大了30%;*Bt*和茚虫威对武宁地区小菜蛾种群的 LC_{50} 有较大程度增大,溴虫脒和丁醚脒的 LC_{50} 变化较小,阿维菌素的 LC_{50} 则减小较多;*Bt*、溴虫脒、阿维菌素和丁醚脒对信丰地区小菜蛾种群的 LC_{50} 均有不同程度增大,而茚虫威的 LC_{50} 下降。

表3 不同年度间小菜蛾种群对9种药剂的敏感性比较

药剂	种群	LC_{50} (mg/L)		相对毒力倍数 (2013年 LC_{50} / 2012年 LC_{50})
		2012年	2013年	
<i>Bt</i>	南昌	2.415 8	1.765 9	0.73
	武宁	1.697 6	2.307 2	1.36
	信丰	0.800 7	1.333 5	1.67
溴虫脒	南昌	5.596 1	2.654 8	0.47
	武宁	1.487 7	1.562 7	1.05
	信丰	0.901 9	1.287 6	1.43
氯虫苯甲酰胺	南昌	0.807 7	1.596 4	1.98
	武宁	0.949 9	2.121 7	2.23
	信丰	0.519 4	2.710 7	5.22
高效氯氰菊酯	南昌	487.567 9	214.839 9	0.44
	武宁	743.447 5	413.943 5	0.56
	信丰	567.117 6	397.909 3	0.70
阿维菌素	南昌	11.297 3	9.137 2	0.81
	武宁	3.222 9	1.900 5	0.59
	信丰	4.302 9	5.187 6	1.21
多杀菌素	南昌	2.180 1	2.593 5	1.19
	武宁	0.992	1.673 8	1.69
	信丰	2.714 5	4.214 6	1.55
氟啶脲	南昌	2.644	3.435 5	1.30
	武宁	1.016 6	1.193 8	1.17
	信丰	5.841	8.368 8	1.43
茚虫威	南昌	6.469 9	4.328 8	0.67
	武宁	1.273 2	3.433 4	2.70
	信丰	8.508 9	6.310 1	0.74
丁醚脒	南昌	76.074 1	52.790 8	0.69
	武宁	79.155 8	70.990 3	0.90
	信丰	88.831 2	140.313 5	1.58

3 结论与讨论

当前,小菜蛾防治措施仍然是以化学药剂防治为主。不少菜农在防治小菜蛾药剂的选择上不合理,一旦发现高效的农药则毫无节制地重复使用,而效果不佳的农药则不断盲目

地加大用量,导致了小菜蛾几乎已对目前所有的农药均产生不同程度的抗药性^[6-10]。由于不同地理区域用药习惯和用药水平存在差异,导致不同小菜蛾地理种群对药剂的敏感性和抗性发展程度有所不同。本试验抗药性监测结果表明,江西南昌、武宁和信丰地区小菜蛾对阿维菌素和高效氯氰菊酯均为高水平抗性,与其他地区小菜蛾的抗性监测结果^[11-13]相似,可能是由于这2类药剂推广应用时间较长,与之复配的农药品种较多所致。因此,阿维菌素和高效氯氰菊酯及其复配药剂均不适用于在江西地区用来防治小菜蛾。

多杀菌素是一种环境相容性极高的无公害生物杀虫剂,具有极短的半衰期,安全间隔期仅为1 d,备受无公害或有机蔬菜生产者的青睐,被广泛应用于防治小菜蛾。但国内多个地区已有小菜蛾对多杀菌素产生抗性的报道^[11,13-14],本试验结果也表明,南昌、武宁和信丰地区小菜蛾已对多杀菌素产生中低水平的抗性。氯虫苯甲酰胺是一种以鱼尼丁受体为作用靶标的新型酰胺类杀虫剂^[15],在我国广泛应用于防治水稻螟虫和蔬菜小菜蛾等鳞翅目害虫,华南地区小菜蛾已对该药产生高水平抗性^[16]。本试验抗药性监测结果表明,江西省3个地区小菜蛾种群对氯虫苯甲酰胺的抗性已从2012年的敏感发展至2013年的中低水平抗性,这也与华中和浙江地区小菜蛾种群对该药的抗性水平^[13,17]相似。因此,有必要在生产中密切关注其抗性发展动态。

Bt、溴虫脒、氟啶脲、丁醚脒和茚虫威等药剂是生产上防治小菜蛾的常用药剂。本试验连续2年监测结果表明,南昌、武宁和信丰地区小菜蛾种群对*Bt*、溴虫脒、氟啶脲、丁醚脒和茚虫威等药剂的抗性在年度之间有一定变化,但对这5种药剂的敏感度仍然较高。因此,这些地区在防治小菜蛾时应注重交替轮换使用*Bt*、溴虫脒、氟啶脲、丁醚脒和茚虫威等药剂,严格控制使用次数,一般每季作物每种药剂不得超过2次。

长期不合理使用农药而产生持续压力选择是小菜蛾产生抗药性的根本原因。因此,为最大程度地延缓或避免小菜蛾抗性的发展,提高防治效果,一方面应做好小菜蛾的抗性监测,并根据抗性监测结果制定合理的用药方案;另一方面,应将化学防治与田园清洁、灯光和性诱剂诱杀及天敌保护利用等非化防措施相结合,充分利用各种防治措施的优势与特点。

参考文献:

- [1] Talekar N S, Shelton A M. Biology, ecology, and management of the diamondback moth [J]. Annual Review of Entomology, 1993, 38: 275 - 301.
- [2] 柯礼道, 方菊莲. 小菜蛾生物学的研究: 生活史、世代数及温度关系[J]. 昆虫学报, 1979, 22(3): 310 - 319.
- [3] 张志燕, 郑向荣, 罗庆怀, 等. 自然变温条件下小菜蛾年生活史及群体生长发育的研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(14): 207 - 212.
- [4] 刘传秀, 韩招久, 李凤良, 等. 应用蛭石萝卜苗法室内继代大量繁殖小菜蛾的研究[J]. 昆虫知识, 1993, 30(6): 341 - 344.
- [5] Zhao J Z, Li Y X, Collins H L, et al. Monitoring and characterization of diamondback moth (Lepidoptera: plutellidae) resistance to spinosad[J]. Journal of Economic Entomology, 2002, 95(2): 430 - 436.

朱丽梅, 崔群香, 刘卫东, 等. 自然病圃法和离体叶片接种法对茄早疫病抗病性鉴定比较[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(6): 116-118. doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.037

自然病圃法和离体叶片接种法对茄早疫病抗病性鉴定比较

朱丽梅¹, 崔群香¹, 刘卫东¹, 冯英娜², 张伟²

(1. 金陵科技学院园艺学院, 江苏南京 210036; 2. 南京农业大学园艺学院, 江苏南京 210095)

摘要:2011—2012年利用田间自然病圃和室内离体菌丝块接种法分别测定12种圆茄类和10种长茄类品种对茄早疫病的抗病性。结果表明,2种鉴定方法对75%的圆茄类、70%的长茄类品种抗病性鉴定结果一致;圆茄类品种中茄杂2号和黑塔茄子为高感早疫病品种,德州短把红茄、五叶茄、海圆茄和火茄子为高抗品种;长茄类品种中京茄20号和辽茄四号为高感品种,东阳茄子和日本茄子为高抗品种。2种鉴定方法能反映出不同品种间的抗病性差异,离体叶片菌丝块接种法可作为茄早疫病抗病性鉴定的辅助手段。

关键词:早疫病;自然病圃法;离体叶片;接种法;抗病性鉴定;茄子;圆茄;长茄

中图分类号: S436.412.1⁺4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)06-0116-03

茄子是一种广泛种植的高效益经济作物,随着逐年大面积种植,茄子病害呈明显上升趋势,且常常多种病害同时发生、交替出现,危害越来越严重,防治十分困难,能否有效防治茄子病害已成为茄子栽培成败的关键因素。茄早疫病是由茄链格孢[*Alternaria solani* (Ell. et Mart.) Jones et Grout.] 侵染引起的,各地普遍发生,主要危害茄子叶片,露地和保护地栽培受害都比较重,一般减产20%~30%,严重时能达到50%以上^[1-4]。选育和利用抗病品种是控制作物病害的重要途径,而研究筛选适宜的抗性鉴定方法是抗病育种的关键和基础^[5-9]。目前,有关茄早疫病的抗性鉴定方法及抗性种质筛选的研究报道还比较少。自然病圃法可以较真实地反映品种间的抗病性,但由于受地力、季节影响,每年能鉴定的品种数量有限,且年份间鉴定的品种抗性也存在一定差异;离体菌丝块接种法具有简便、快速和鉴定品种数量多的优点,常被作为一种辅助鉴定方法^[10-11],但其是否能真实反映品种的抗病性,是否和田间抗性筛选结论一致,尚需进一步验证。因此,

本试验通过比较田间自然病圃法和离体菌丝块接种法对12种圆茄类和10种长茄类品种早疫病的抗病性进行相关性分析,以期离体菌丝块接种法应用于茄早疫病抗病性鉴定提供理论依据,为茄子抗病品种引选及病害防控提供有益参考。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

供试的圆茄类茄子品种有12个,分别为茄杂2号、黑塔茄子、一口茄、早生大丸、六叶茄、沁阳紫圆茄、平湖小白茄子、兴城紫园茄、德州短把红茄、五叶茄、海圆茄和火茄子,供试的长茄类茄子品种有10个,分别为京茄20号、辽茄四号、新长崎、长野狼、紫条茄、柳条青、早二红茄、早乌棒墨茄、东阳茄子、日本茄子,均由金陵科技学院园艺学院育种实验室提供;茄早疫病病菌由金陵科技学院植保教研室分离提供,病样采集于金陵科技学院园艺站。

1.2 试验方法

1.2.1 不同茄子品种田间早疫病发生情况调查 试验于2011年在金陵科技学院园艺站温室试验田进行,温度在20~25℃,相对湿度大于80%。在茄苗龄为播后90~100d时进行移栽,每个品种1个小区,每个小区面积约10m²,每个小区种植茄苗20株;随机区组设计,常规栽培管理,并及时浇灌和

收稿日期:2014-06-06

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(11)105]。

作者简介:朱丽梅(1972—),女,甘肃酒泉人,博士,教授,从事园艺植物病虫害防治教学与科研工作。E-mail:910703164@qq.com。

[6] 吴青君,徐宝云,朱国仁,等. 京郊延庆县小菜蛾种群抗药性监测[J]. 中国蔬菜,2005(7):25-26.

[7] 吴敏,韩召军,孟建业,等. 南京地区小菜蛾的抗药性检测及初步分析[J]. 昆虫学报,2005(4):633-636.

[8] 龙丽萍,蔡健和,唐文伟,等. 广西小菜蛾对定虫隆的抗药性监测[J]. 华中农业大学学报,2006,25(3):241-244.

[9] 王崇利,武淑文,杨亦桦,等. 东南沿海地区小菜蛾对Btδ-内毒素和Bt制剂的抗性检测[J]. 昆虫学报,2006,49(1):70-73.

[10] 黄雄英,周小毛,柏连阳. 长沙地区小菜蛾对13种药剂的抗药性测定[J]. 植物保护,2008,34(5):146-149.

[11] 尹艳琼,赵雪晴,李向永,等. 小菜蛾对杀虫剂的敏感性与其抗药性的相关性[J]. 应用昆虫学报,2011,48(2):296-300.

[12] 张贵云,张丽萍,刘珍,等. 山西十字花科小菜蛾种群消长动

态及几种杀虫剂的触杀毒力比较[J]. 应用昆虫学报,2011,48(2):260-266.

[13] 夏耀民,鲁艳辉,朱勋,等. 华中地区小菜蛾对9种杀虫剂的抗药性测定[J]. 中国蔬菜,2013(22):75-80.

[14] 周晓榕,常静,庞保平,等. 内蒙古小菜蛾种群数量动态及抗药性监测[J]. 应用昆虫学报,2013,50(1):173-179.

[15] Lahm G P, Cordova D, Barry J D. New and selective ryanodine receptor activators for insect control[J]. Bioorganic & Medicinal Chemistry, 2009, 17(12):4127-4133.

[16] 胡珍娣,陈焕瑜,李振宇,等. 华南小菜蛾田间种群对氯虫苯甲酰胺已产生严重抗性[J]. 广东农业科学,2012,39(1):79-81.

[17] 章金明,宋亮,黄芳,等. 不同地区小菜蛾对氯虫苯甲酰胺和茚虫威的抗性初报[J]. 浙江农业科学,2012(6):857-859,861.