

滇西南菜区小菜蛾发生规律及抗药性现状

尹艳琼^{1#}, 杨明文^{2#}, 彭桂清², 赵雪晴¹, 李向永¹, 黄玲²,
习有强², 李晨², 许晓敏³, 谌爱东^{1*}

(1. 云南省农业科学院农业环境资源研究所, 昆明 650205; 2. 云南省临沧市农业技术推广站, 临沧 677000;
3. 云南省临沧市临翔区农业技术推广站, 临沧 677000)

摘要 为掌握滇西南菜区小菜蛾的发生规律和抗药性现状, 2013–2017 年进行了田间系统调查幼虫、性信息素诱集成虫和室内毒力测定。结果表明: 滇西南菜区小菜蛾田间种群每年早春存在种群激增现象, 3–5 月份出现春季高峰期, 6 月后种群数量保持较低水平。抗性测定表明, 该地区小菜蛾对丁醚脲、Bt、氯虫苯甲酰胺、虫螨腈、茚虫威均为低水平抗性, 对氟啶脲和多杀霉素为中等水平抗性; 对阿维菌素为中到高抗, 对高效氯氟菊酯为高抗水平。建议该区域 1–5 月放置性信息素诱杀成虫, 3–4 月用丁醚脲、Bt 制剂、氯虫苯甲酰胺、虫螨腈、茚虫威等进行化学防治, 6–12 月小菜蛾的发生虫量在经济阈值下, 可不防治。

关键词 小菜蛾; 种群消长; 抗药性; 滇西南

中图分类号: S 433.4; S 463.3 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2018462

Occurrence and insecticide resistance of *Plutella xylostella* in the areas of southwestern Yunnan

YIN Yanqiong¹, YANG Mingwen², PENG Guiqing², ZHAO Xueqing¹, LI Xiangyong¹,
HUANG Ling², XI Youqiang², LI Chen², XU Xiaomin³, CHEN Aidong¹

(1. Institute of Agricultural Environment and Resources, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China;
2. Lincang Agricultural Technology Extension Station, Yunnan Province, Lincang 677000, China; 3. Linxiang District
Agricultural Technology Extension Station, Lincang City, Yunnan Province, Lincang 677000, China)

Abstract In order to understand the population dynamics and the insecticide resistance of the main pest, *Plutella xylostella*, in southwestern Yunnan, the field systemic investigation for larvae, sex pheromone trap for adults and indoor toxicity test was conducted during 2013–2017. The results showed that there was an early spring population explosion of *P. xylostella*, and the spring seasonal peak was from March to May, but the population kept at relatively low level after June. The resistance ratios of *P. xylostella* was at a low level to diafenthiuron, Bt, chlorantraniliprole, chlorfenapyr and indoxacarb, at a moderate level to chlorfluzuron, spinosad, and at a high level to beta-cypermethrin in these vegetable-planting areas. Therefore, it is recommended that sex pheromone traps should be placed from January to May to trap adults, and the chemical control should be carried out in March and April using diafenthiuron, Bt, chlorantraniliprole, chlorfenapyr, indoxacarb, etc. There is no need to prevent and control *P. xylostella* from June to December when its population was below the economic threshold.

Key words *Plutella xylostella*; population dynamics; resistance; southwestern Yunnan

小菜蛾 *Plutella xylostella* L. 属鳞翅目, 菜蛾科, 别名菜蛾、吊丝虫。该虫食性专一, 以十字花科蔬菜为主, 为全球范围十字花科作物上最具破坏力的昆虫。化学农药的长期大量使用, 使得其对多种

化学农药产生抗性, 目前我国小菜蛾已经对 90% 以上的药剂产生了抗性^[1], 1997 年–2015 年^[2–5] 的抗药性监测表明, 云南通海、建水、大理、昆明、元谋、澜沧和弥渡菜区小菜蛾不仅对拟除虫菊酯类药剂的抗

收稿日期: 2018–11–01

修订日期: 2019–01–07

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项(200803001, 201103021); 国家重点研发计划(2018YFD0201200)

* 通信作者 E-mail: shenad68@163.com

为并列第一作者

性达到中、高、极高的水平,对生物源类农药阿维菌素、多杀霉素也产生了中高到极高水平的抗性,尤其对阿维菌素的抗性由 1997 年的 2.5 倍发展到了 2008 年的 1 700 倍,对氯虫苯甲酰胺的抗性从 2009 年 2.3 倍年逐渐发展到 2012 年 47.79 倍^[6]。抗药性治理的形势非常严峻。滇西南临沧市全年平均温度 16.7~21.5℃,十字花科蔬菜以冬春季为主,小菜蛾发生为害严重。对区域内小菜蛾进行种群动态和抗药性监测,科学指导生产用药,减少化学农药使用,对维护产业的健康发展具有重要的意义。

1 材料与方法

1.1 小菜蛾的系统调查

1.1.1 监测点

滇西南临沧市临翔区蚂蚁堆乡遮乃村蔬菜地,海拔 1 400 m,十字花科蔬菜种植面积 30 hm²。冬春季主要以甘蓝、白菜、叶芥、花椰菜等十字花科蔬菜为主,夏秋季以辣椒、茄子、豆类、瓜类等为主,十字花科蔬菜种植面积相对减少。

1.1.2 田间幼虫及蛹系统调查

参照冯夏等田间幼虫及蛹系统调查法^[7]:每年选大白菜 *Brassica rapa pekinensis* 和甘蓝类 *Brassica oleracea* L. (结球甘蓝或花椰菜)蔬菜地各 1 块,定植缓苗后开始调查至收获后结束,全年定点调查。采用对角线五点取样法,每点固定 5 株共 25 株。由下至上翻看蔬菜叶片调查小菜蛾幼虫和蛹的数量。

1.1.3 田间成虫系统调查

参照冯夏等性信息素诱集法^[7]:在幼虫调查区放置 2 个诱蛾器,两个诱蛾器间距 50 m,小菜蛾性诱剂诱芯为反口钟形天然橡胶诱芯(中国科学院动物研究所制),诱捕器为粘胶型诱捕器,每 7 d 收集粘胶板并计数,全年监测,每月更换 1 次诱芯。

1.2 抗药性监测

1.2.1 供试虫源

2014 年—2016 年选择临翔区蚂蚁堆乡具有代表性的菜田 4~5 块采集虫源,随机多点采集生长发育较一致的小菜蛾高龄幼虫或蛹,采集幼虫(蛹)500 头以上。采回的虫源在室内用萝卜苗饲养,取 F₁ 代 3 龄初期幼虫为供试虫源。

1.2.2 供试植物

选用新鲜、洁净、无农药污染的甘蓝叶片,制成

直径 6.5 cm 的圆片(避免主叶脉)供试。

1.2.3 供试药剂

19.20%丁醚脲乳油 EC(diafenthiuron);10.85%虫螨腈乳油 EC(chlorfenapyr);4.28%茚虫威乳油 EC(indoxacarb);5.59%氟啶脲乳油 EC(chlorfluzuron);3.73%氯虫苯甲酰胺乳油 EC(chlorantraniliprole);21.08%高效氯氰菊酯乳油 EC(beta-cypermethrin);2.39%阿维菌素乳油 EC(abamectin);3%苏云金芽胞杆菌 WP(*Bacillus thuringiensis*, Bt);2.5%多杀霉素悬浮剂 SC (spinosad)。这 9 种药剂统一由广东省农业科学院植物保护研究所用原药配制而成,并分析检测标定其有效含量。

1.2.4 抗性测定

采用浸叶法^[9]:用 0.05% triton X-100 溶液稀释药液,制成母液。按等比级数稀释法,配制成 5 个系列浓度,每浓度药液量 200 mL。将制作好的甘蓝叶片浸于不同浓度的溶液浸泡 10 s,取出后在室内晾干至表面无游离水。以 0.05% triton X-100 溶液为对照。将晾干的叶片放入培养皿中,用滤纸保湿,接入 3 龄幼虫。每处理 10 头,4 次重复。所有处理覆盖双层吸水纸,盖上培养皿上盖。将其正面向上置于(RXZ-380B 型)人工气候箱中。试验条件为(25±1)℃、RH 65%~70%、光照 L//D=16 h//8 h。除氟啶脲和 Bt 药后 96 h 调查外,其余药剂药后 48 h 检查。以小毛笔轻触虫体,不能协调运动视为死亡。

1.2.5 计算方法

测定结果用 Polo 软件计算毒力回归方程的斜率,LC₅₀ 及其 95% 置信限,并与室内敏感品系的 LC₅₀ 相比较,计算出抗性倍数。95% 置信限不重叠视为 LC₅₀ 差异显著,根据差异的显著性分析抗药性的发展趋势。

抗性倍数(RR)=各药剂的 LC₅₀/各药剂相应的相对敏感基线的 LC₅₀^[8]。

抗药性分级标准^[8]:抗性倍数(RR)<10.0 为低水平抗性,10.0≤RR<100.0 为中等水平抗性,RR≥100.0 为高水平抗性。

2 结果与分析

2.1 田间幼虫种群发生规律

5 年的田间系统调查结果表明,滇西南菜区小菜蛾幼虫田间发生呈明显春季单峰型,小菜蛾发生集中

在 3 月—5 月。2 月上旬田间十字花科蔬菜种植面积最大,幼虫种群数量逐渐增加;3 月初随着气温回升,食源条件好,田间虫量急剧增长。3 月中旬百株虫量超过 100 头,4 月上中旬达到峰值,幼虫最高虫量 2013 年 472 头/百株(4 月 4 日),2014 年 512 头/百株(4 月 4 日),2015 年 928 头/百株(4 月 4 日),2016 年 480 头/百株(4 月 11 日),2017 年 724 头/百株(4 月 18 日),幼虫高峰期 5 月份结束。6 月—9 月,寄主作物较少,气温高(平均气温 26℃),雨水多,不利于小菜蛾的发生,7 月至翌年 1 月百株虫量均小于 25 头(图 1)。

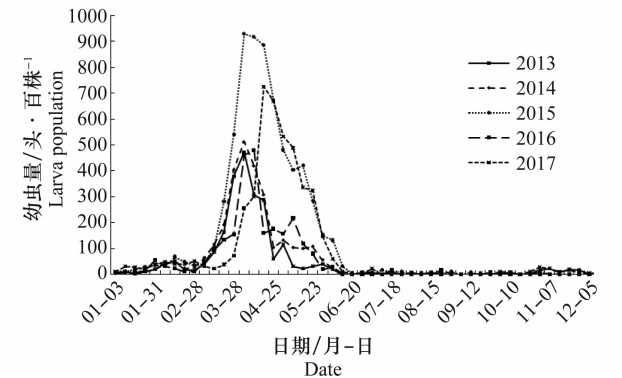


图 1 滇西南菜区小菜蛾幼虫田间消长动态(2013—2017)
Fig. 1 Population dynamics of *Plutella xylostella* larvae in southwestern Yunnan (2013—2017)

2.2 田间成虫种群发生规律

滇西南菜区小菜蛾成虫种群高峰期发生在 3 月—5 月,与田间幼虫发生规律一致,呈明显的春季单峰型。由图 2 可见,2 月中旬单卡虫量超过 10 头/7 d,最高峰值出现在 3 月中旬至 4 月中旬,单卡最高虫量 2013 年 35 头/7 d(3 月 28 日),2014 年 26 头/7 d(3 月 14 日),2015 年 71 头/7 d(4 月 11 日),2016 年 37 头/7 d(3 月 14 日),2017 年 21 头/7 d(2 月 28 日)。

成虫高峰期 7 月中旬结束,8 月至翌年的 1 月单卡虫量小于 1 头/7 d。成虫的峰值比幼虫提前 7~10 d,峰期持续的时间比幼虫长 1~2 个月。

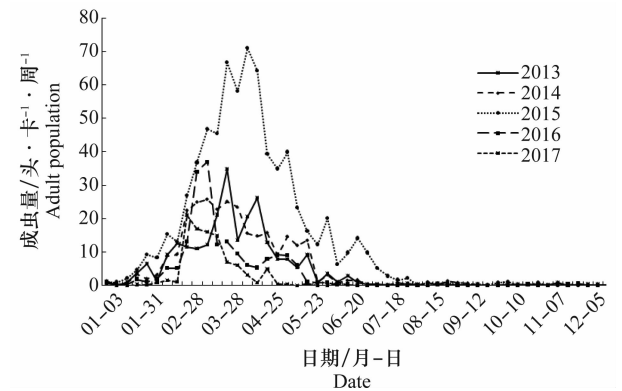


图 2 滇西南菜区小菜蛾成虫田间消长动态(2013—2017)
Fig. 2 Population dynamics of *Plutella xylostella* adults in southwestern Yunnan (2013—2017)

2.3 抗药性测定

2014—2016 年对滇西南菜区小菜蛾田间种群进行抗药性监测的结果表明,滇西南菜区小菜蛾对氯虫苯甲酰胺、丁醚脲、Bt 制剂、虫螨腈和茚虫威敏感;对多杀霉素的抗药性达中等水平抗性,抗性倍数<35 倍;对阿维菌素和高效氯氰菊酯的抗药性达高水平抗性。滇西南菜区小菜蛾对氟啶脲抗药性水平由敏感上升至中等水平抗药性,后又恢复敏感,变化较大;对多杀霉素和高效氯氰菊酯的抗药性水平持续上升;对阿维菌素的抗性有所下降。

综合几年的监测结果,滇西南菜区小菜蛾田间种群对 9 种杀虫剂的抗性水平依次为:丁醚脲< Bt 制剂<虫螨腈<氯虫苯甲酰胺<茚虫威<氟啶脲<多杀霉素< 阿维菌素<高效氯氰菊酯。

表 1 滇西南菜区小菜蛾抗药性水平(2014—2016)

Table 1 Insecticide resistance of <i>Plutella xylostella</i> collected from southwestern Yunnan (2014—2016)						
药剂 Insecticide	年度 Year	LC ₅₀ / mg · L ⁻¹	毒力回归方程斜率(b±SE) Slope of the regression equation	95%置信限/mg · L ⁻¹ Confidence interval	抗性倍数 Resistance ratio	
氯虫苯甲酰胺 chlorantraniliprole	2014	0.034	0.863±0.225	0.000~0.093	0.15	
	2015	1.082	2.603±0.338	0.635~1.807	4.70	
	2016	0.996	3.441±0.570	0.782~1.204	4.33	
丁醚脲 diafenthion	2014	19.710	2.963±0.337	11.097~32.288	0.92	
	2015	11.228	1.977±0.278	8.435~14.328	0.52	
	2016	23.344	2.802±0.418	13.550~43.320	1.09	
Bt	2014	0.504	1.992±0.269	0.197~0.764	1.94	
	2015	0.804	1.904±0.271	0.319~1.886	3.09	
	2016	0.764	2.536±0.384	0.595~0.970	2.94	

续表 1 Table 1(Continued)

药剂 Insecticide	年度 Year	LC ₅₀ / mg · L ⁻¹	毒力回归方程斜率(b±SE) Slope of the regression equation	95%置信限/mg · L ⁻¹ Confidence interval	抗性倍数 Resistance ratio
氟啶脲 chlorfluazuron	2014	0.836	0.768±0.240	0.036~1.980	2.53
	2015	6.524	1.680±0.262	3.675~10.586	19.77
	2016	1.586	1.331±0.290	0.595~2.554	4.81
茚虫威 indoxacarb	2014	1.385	0.943±0.233	0.408~2.370	2.66
	2015	2.921	1.679±0.269	1.999~3.880	5.62
	2016	3.336	2.275±0.335	2.465~4.234	6.42
虫螨腈 chlorfenapyr	2014	1.241	1.866±0.349	0.137~2.230	3.10
	2015	1.398	2.283±0.325	1.056~1.752	3.50
	2016	5.883	3.326±0.436	3.758~8.634	14.71
多杀霉素 spinosad	2014	2.518	1.335±0.236	1.823~3.854	20.98
	2015	4.022	1.981±0.315	3.111~5.502	33.52
	2016	4.196	1.559±0.264	3.043~6.880	34.97
阿维菌素 abamectin	2014	2.176	1.333±0.301	0.717~3.613	108.80
	2015	1.381	1.826±0.291	0.618~2.150	69.05
	2016	1.432	1.484±0.261	0.891~1.971	71.60
高效氯氰菊酯 beta-cypermethrin	2014	481.325	2.739±0.392	374.639~586.845	135.58
	2015	861.125	2.222±0.307	424.966~2 383.413	242.57
	2016	1 091.838	1.872±0.324	693.991~2 256.450	307.56

3 讨论

2013 年—2017 年滇西南菜区小菜蛾年度间高峰期发生量差异大,但发生规律一致,呈现春季单峰型,与 2009 年的监测结果基本一致^[9]。滇西南菜区 3 月—5 月气温回升,食源条件好,小菜蛾发生较重,6 月—9 月寄主作物较少,气温高,雨水多,小菜蛾发生轻,10 月至翌年 1 月气温偏低,小菜蛾发生也较轻。滇西南菜区小菜蛾周年的发生量明显受到温度、降水和种植模式因素的影响,与海南^[10]、滇中^[11]菜区小菜蛾田间种群消长规律及其影响因素的研究结果一致。滇西南菜区小菜蛾幼虫在早春有突发性、暴发性的特点,峰期虫量最低的年份 2.6 头/株,也超过了经济阈值^[12],是防治的关键期。调查结果显示滇西南菜区小菜蛾幼虫的发生高峰期是 4 月上旬而成虫是 3 月中旬,成虫的高峰期比幼虫提前半个月,说明 3 月中旬小菜蛾成虫量影响田间幼虫为害代的虫量,在 2 月—3 月放置性信息素诱杀成虫可有效降低田间幼虫量。

小菜蛾对杀虫剂的敏感性、抗药性产生速度与药剂的选择压相关^[13-14]。过度依赖某类药、随意提高施用剂量、不合理混配是产生抗药性的关键因素^[15]。不同地理区域由于种植模式、用药历史和用药水平不同,对药剂的敏感性、抗药性发展程度会有差异^[16-17]。滇西南菜区十字花科蔬菜连片不连作,小菜蛾春季单峰型发生,全年防治压力小,农户防治药剂多以拟除虫菊酯类、毒死蜱、阿维菌素、多杀霉

素为主,其中拟除虫菊酯类农药使用年限最长,阿维菌素近年来使用较多。农户有多种杀虫剂混用的习惯,冬春季每茬蔬菜防治小菜蛾 4~6 次,夏秋季防治 1~2 次,抗药性监测的结果也反映出当地用药的水平,滇西南菜区小菜蛾种群对丁醚脲、Bt、氯虫苯甲酰胺、虫螨腈、茚虫威的抗性水平低,对多杀霉素达中等水平抗性,对阿维菌素和高效氯氰菊酯分别为中到高和高水平抗性,但总体比通海^[4]、弥渡菜区种群的抗药性水平低^[18],通海、弥渡菜区小菜蛾对阿维菌素、高效氯氰菊的抗性倍数是滇西南菜区 3~5 倍。

掌握小菜蛾发生规律,根据小菜蛾的消长动态制定滇西南菜区小菜蛾综合防控措施:2 月—3 月放置性信息素诱杀成虫,3 月—5 月选用氯虫苯甲酰胺、丁醚脲、Bt 制剂、虫螨腈、茚虫威、氟啶脲和多杀霉素轮换用药防治田间幼虫,6 月至翌年的 1 月保护本地的优势天敌菜蛾绒茧蜂,发挥天敌的优势,降低小菜蛾的虫口密度,实现可持续防控的目标。

参考文献

[1] 冯夏,李振宇,吴青君,等. 小菜蛾抗性治理及可持续防控技术研究与示范[J]. 应用昆虫学报,2011,48(2):47-25.

[2] 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.

[3] 张雪燕,何婕,叶翠玉,等. 云南小菜蛾对阿维菌素的抗药性监测和药剂防治试验[J]. 华中农业大学学报,2011,20(5):426-430.

[4] 沐卫东,尹艳琼,黄春芬,等. 通海小菜蛾田间种群发生及其对种杀虫剂的抗药性[J]. 中国植保导刊,2014,34(9):13-16.

(下转 310 页)

- [5] COOK D R, ALLEN C T, BURRIS E, et al. A survey of thrips (Thysanoptera) species infesting cotton seedlings in Alabama, Arkansas, Georgia, Louisiana, Mississippi, and Tennessee [J]. Journal of Entomological Science, 2003, 38(4): 669–681.
- [6] 周弘春, 辛惠普. 豆黄蓟马的发生为害与防治[J]. 植物保护, 1994, 20(3): 28.
- [7] 吴青君, 徐宝云, 谢文, 等. 粉虱和蓟马类害虫的抗性监测方法[J]. 应用昆虫学报, 2013, 50(2): 553–555.
- [8] 韩运发. 中国经济昆虫志(第55册)缨翅目[M]. 北京: 科学出版社, 1997.
- [9] WAN Yanyan, YUAN Guangdi, HE Bingqing, et al. Focca6, a truncated nAChR subunit, positively correlates with spinosad resistance in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande)[J]. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 2018, 99: 1–10.
- [10] 万岩然, 何秉青, 苑广迪, 等. 北京和云南地区西花蓟马对多杀菌素类药剂产生抗性[J]. 应用昆虫学报, 2016, 53(2): 396–402.
- [11] BIELZA P, QUINTO V, CONTRERAS J, et al. Resistance to spinosad in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), in greenhouses of south-eastern Spain [J]. Pest Management Science, 2007, 63(7): 682–687.
- [12] 郑长英, 刘云虹, 张乃芹, 等. 山东省发现外来入侵有害生物-西花蓟马[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2007, 24(3): 172–174.
- [13] 张安盛, 于毅, 庄乾营, 等. 棕榈蓟马成虫在日光温室菜椒上的种群动态和空间分布[J]. 植物保护学报, 2014, 41(2): 210–215.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 282 页)

- [18] CEOLONI C, SIGNORE G D, ERCOLI L, et al. Locating the alien chromatin segment in common wheat *Aegilops longissima* mildew resistant transfers [J]. Hereditas, 1992, 116(3): 239–245.
- [19] CHEN P D, QI L L, ZHOU B, et al. Development and molecular cytogenetic analysis of wheat *Haynaldia villosa* 6VS/6AL translocation lines specifying resistance to powdery mildew [J]. Theoretical and Applied Genetics, 1995, 91(6/7): 1125–1128.
- [20] COWGER C, MEHRA L K, ARELLANO C, et al. Virulence differences in *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* from the central and eastern United States [J]. Phytopathology, 2017, 108(3): 402–411.
- [21] 盛宝钦, 向齐君, 段霞瑜, 等. 我国小麦白粉病小种毒力变异动态简报[J]. 植物保护, 1995, 21(1): 4.
- [22] 徐志. 中国小麦白粉病主要流行区病原菌群体遗传结构研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2013.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 291 页)

- [5] 尹艳琼, 李向永, 赵雪晴, 等. 云南不同菜区小菜蛾对三种生物农药的抗性及其变化趋势[J]. 应用昆虫学报, 2016, 53(2): 285–291.
- [6] 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性变化趋势[J]. 农药学报, 2014, 16(6): 746–750.
- [7] 冯夏, 李振宇, 吴青君, 等. 小菜蛾系统调查及抗性监测方法[J]. 应用昆虫学报, 2014, 51(4): 1120–1124.
- [8] 邵振润, 冯夏, 张帅, 等. NY/T 2360—2013, 十字花科小菜蛾抗性监测技术规程[S]. 北京: 中国农业出版社, 2013.
- [9] 杨明文, 李文芳, 韦丽莉, 等. 性诱剂监测及防治小菜蛾研究初报[J]. 云南农业大学学报, 2011, 26(4): 572–576.
- [10] 周传波, 林珠凤, 谢圣华, 等. 海南小菜蛾田间种群消长规律及其影响因素[J]. 植物保护, 2010, 36(5): 118–122.
- [11] 赵雪晴, 尹艳琼, 湛爱东, 等. 滇中菜区小菜蛾种群消长动态及其影响因素[J]. 应用昆虫学报, 2016, 53(2): 298–304.
- [12] 符伟, 成燕清, 王秋丽, 等. 小菜蛾为害不同生育期秋甘蓝对产量的影响及经济阈值研究[J]. 植物保护, 2012, 38(4): 50–53.
- [13] 程罗根. 杀虫剂的选择作用对小菜蛾抗性发展的影响[J]. 世界农业, 2003(7): 42–43.
- [14] 尤民生, 魏辉. 小菜蛾的研究[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007: 176–204.
- [15] 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(1): 79–81.
- [16] 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): 44–48.
- [17] 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.
- [18] 郑丽萍, 尹艳琼, 杨云萍, 等. 弥渡小菜蛾种群抗性监测及治理策略[J]. 中国植保导刊, 2016, 36(4): 58–60.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 294 页)

- [10] 张建新, 姚凤兰. 杀菌剂防治马铃薯晚疫病田间药效试验[J]. 农药, 2018, 57(7): 532–535.
- [11] 崔守东, 朱凤蒙, 祝帅. 氟啶胺悬浮剂防治玫瑰二斑叶螨的效果研究[J]. 中国果菜, 2018, 38(4): 16–19.
- [12] 国家质量技术监督局. 农药田间药效试验准则(一): GB/T 17980.11—2000[S]. 北京: 中国标准出版社.
- [13] KEEN A M, ELIZABETH G C, JEFFREY G. Variability in response of laboratory-reared and field-collected populations of *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae) to hexythiazox [J]. Journal of Entomology, 1991, 84(4): 1128–1134.
- [14] 孟和生, 王开运, 姜兴印, 等. 桔全爪螨对哒螨灵抗性的选育及其生化机理[J]. 农药学报, 2000, 2(3): 30–34.

(责任编辑: 杨明丽)