

河西地区玉米田一代棉铃虫防治措施比较

袁伟宁, 周昭旭, 魏玉红, 张新瑞

(1. 甘肃省农业科学院植物保护研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 农业部天水作物有害生物科学观测实验站, 甘肃 天水 741200)

摘要: 在河西地区调查了玉米田不同防治措施对棉铃虫蛹、成虫、着卵量和为害率等的防治效果。结果表明, 综合防治措施对棉铃虫的控制效果优于单一使用药剂的效果。对棉铃虫卵量控制效果较优的防治措施为辛硫磷+Bt+性诱剂、辛硫磷+Bt+杀虫灯; 对幼虫量控制效果较优的防治措施为辛硫磷+Bt+杀虫灯、辛硫磷+Bt+食诱剂; 对被害株率控制效果较优的防治措施为辛硫磷+Bt+性诱剂和辛硫磷+Bt+杀虫灯。4种综合防治措施对百株虫量和被害株率的防治效果不同, 但并无显著性差异。且防治玉米田一代棉铃虫时应针对棉铃虫蛹、成虫、卵和幼虫综合采取多种防治措施, 并进行持续性防治。

关键词: 河西地区; 棉铃虫; 玉米; 害虫综合治理; 性诱剂; 食诱剂

中图分类号: S513; S433.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)02-0017-06

[doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.02.006](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2019.02.006)

Comparison of Control Measures for The First Generation Cotton Bollworm in Corn Field in Hexi Area

YUAN Weining, ZHOU Zhaoxu, WEI Yuhong, ZHANG Xinrui

(1. Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Scientific Observing and Experimental Station of Crop Pests in Tianshui, Ministry of Agriculture, Tianshui Gansu 741200, China)

Abstract: The control effects of different control measures on cotton bollworm pupae, adults, egg number and damage rate were investigated in Hexi area. The results showed that the control effect of integrated measures was better than that of single application of agents, and the better efficient control strategies to eggs were phoxim + Bt + insect pheromone strategy and phoxim + Bt + lamp trap strategy; the better efficient control strategies to worms were phoxim + Bt + lamp trap strategy and phoxim + Bt + food attractant strategy; the better efficient control strategies to damage were phoxim + Bt + insect pheromone strategy and phoxim + Bt + lamp trap strategy. These four integrated strategies had varied control efficiencies on worm management and damage management; however, the difference was not significant. In addition, the first generation of cotton bollworm in corn field should be continuously treated with various control measures for pupa, adult, egg and larva management.

Key words: Hexi Area; *Helicoverpa armigera*; Corn; Integrated pest management (IPM); Insect pheromone; Food attractant

玉米是甘肃河西地区支柱性产业之一, 但近年来由于大量引种和栽培模式改

收稿日期: 2018-10-31

基金项目: 甘肃省科技重大专项(1062NKDF021), 甘肃省科技支撑计划项目(1604NKCA063), 兰州市科技计划项目(2016-3-95), 甘肃省农业科学院农业科技创新专项(2017GAAS23)。

作者简介: 袁伟宁(1989—), 男, 甘肃庆阳人, 研究实习员, 硕士, 主要从事农业昆虫与害虫防治工作。联系电话: (0)18919101066。

通信作者: 张新瑞(1964—), 男, 甘肃武山人, 研究员, 博士, 主要从事农业昆虫与害虫防治工作。Email: zxr@gsagr.ac.cn。

变, 导致棉铃虫(*Helicoverpa armigera*)为害严重^[1-2], 对农民生产和收益造成严重威胁。棉铃虫属鳞翅目夜蛾科, 寄主涉及棉花(*Gossypium spp*)、玉米(*Zea mays*)、辣椒(*Capsicum annuum*)、番茄(*Lycopersicon esculentum*)等 30 多科 200 余种植物^[3]。以幼虫钻蛀取食为害, 除造成直接产量损失外, 还引起玉米穗腐病^[4], 病原菌能够代谢产生玉米赤霉烯酮和伏马毒素等多种次生代谢产物, 对人畜具有强毒性和致癌作用^[5]。为了治理棉铃虫, 玉米生产者普遍采用化学药剂防治策略, 但广谱性杀虫剂的长期使用导致棉铃虫抗药性增加^[6-7], 最终形成“越防越难, 越难越防”的局面。单一防治方式具有局限性, 因此我们必须秉承害虫综合治理(Integrated Pest Management IPM)的理念, 结合应用多种措施防治棉铃虫^[8]。尽管目前防治棉铃虫的途径很多, 如棉铃虫核型多角体病毒(HaNPV)和Bt(*Bacillus thuringiensis*)等生物制剂^[9-10], 天敌昆虫赤眼蜂(*Trichogrammatid*)^[11-12], 棉铃虫性诱剂, 生物食诱剂和杀虫灯等^[13-17], 但是并没有一套综合的成熟的可持续的防治措施提供给农户及企业^[18]。而且, 大多可供参考的防治措施都是基于“发现害虫, 防治害虫”的治理模式, 防治效率低下^[19-20]。近年来甘肃河西地区玉米产业受棉铃虫为害严重^[1], 棉铃虫发生最重并引起直接产量损失的为 2 代棉铃虫, 2 代棉铃虫产卵期与玉米雌穗吐丝期相吻合^[21], 成虫多将卵散产于花丝端部, 卵孵化后先取食卵壳, 数小时后即取食花丝, 1 龄末期钻蛀至雌穗顶部取食为害, 至老熟幼虫时将玉米雌穗端部籽粒啃食殆尽, 造成直接产量损失。当农户发现玉米被害状时, 棉铃虫往往已经超过 3 龄, 并钻蛀至雌穗较深处, 此时进行防治无法挽回损失, 而且由于苞叶等组织阻挡, 化学杀虫剂不能取

得良好防效。调查发现, 河西地区越冬棉铃虫为本地虫源, 因此, 制订防治策略时应该从越冬虫源和一代棉铃虫入手, 通过降低越冬基数减少一代棉铃虫种群密度, 最终压低二代棉铃虫数量, 达到害虫治理的目的。为此, 我们从越冬虫源和一代棉铃虫综合治理出发, 提出 4 种综合防治措施, 并进行了田间防效对比, 以期为河西地区玉米生产实践提供指导。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试药剂 40%辛硫磷乳油由湖北仙隆化工股份有限公司生产; 32 000 IU/mg 苏云金芽孢杆菌可湿性粉剂(BT)由武汉科诺生物农药有限公司生产; 生物食诱剂由深圳百乐宝生物农业科技有限公司生产(附剂为 25%噻虫嗪); 棉铃虫性诱剂由宁波纽康生物技术有限公司生产; 太阳能频振式杀虫灯由河南格润利格农林设备有限公司生产。

1.2 试验方法

1.2.1 辛硫磷水药一体化防治越冬蛹 采用滴灌方式施药。于 2018 年 4 月上旬在张掖市甘州区沙井镇东四号村兴达种业集团玉米生产地进行水药一体化试验。试验地先常规滴灌 8 h, 然后按 3 900 mL/hm² 的药量将辛硫磷乳油加入到滴灌系统配套设施水罐(体积为 1 m³)中搅拌均匀, 在 1.5 ~ 2.0 h 内将药液滴灌完毕。辛硫磷水药一体化滴灌总面积 33.35 hm², 每 6.67 hm² 为 1 个单位试验地, 分别编为 1 ~ 5 号, 每单位试验地相距 200 m 以上。1 号试验地用于调查单一施用辛硫磷的田间防效, 并在地中避开防效调查取样点设置性诱剂诱捕器 1 个, 统计 4 月 25 日至 5 月 25 日的总诱蛾量。其余 4 个单位试验地用于其他后续综合防治试验。在试验地外单独设置对照田, 对照与试验地相间 6.67 hm² 的不施药地块。

1.2.2 田间喷施 Bt 防治 选取距离 1~5 号地 200 m 以外未施过任何药剂的玉米生产地 3.33 hm²，于 2018 年 5 月下旬 1 代棉铃虫卵孵化高峰时，人工喷雾方式喷施 Bt 可湿性粉剂。施用 Bt 前调查棉铃虫基数。Bt 用药量为 1 500 g/hm²，用水量为 375 kg/hm²。喷药后第 1、3、7、14 天采用五点取样法调查被害株数、残虫数和着卵量，每点 50 株，挂牌标记，定点定株调查，最后以虫口减退率计算防治效果。

防效=[(药剂处理区虫口减退率-空白对照区虫口减退率)/(1-空白对照区虫口减退率)]×100

1.2.3 辛硫磷 + Bt 防治 选取 2~5 号地，于 2018 年 5 月下旬 1 代棉铃虫卵孵高峰期，人工喷雾方式喷施 Bt。Bt 用药量同 1.2.2。喷施 Bt 7 d 后选取 2 号地以五点取样法调查被害株数、残虫数和着卵量，每点 50 株。3~5 号地用于其他综合防治试验。

1.2.4 辛硫磷 + 生物食诱剂 + Bt 防治 选取 3 号地，从 2018 年 4 月 25 日开始，于田间设置生物食诱剂。生物食诱剂以药水质量比 1:1 稀释，分装在碟状容器内，每碟 100 mL 稀释液，于田间棋盘式布置，设置 45 碟/hm²，每 10 d 更换 1 次。施用 Bt 7 d 后五点取样调查被害株数、幼虫数和着卵数，每点 50 株。

1.2.5 辛硫磷 + 棉铃虫性诱剂 + Bt 防治 选

取 4 号地，从 2018 年 4 月 25 日开始，于田间设置棉铃虫性诱剂诱捕器。诱捕器设置在试验地中间地埂上，设置 15 个/hm²，每 20 d 更换 1 次诱芯。施用 Bt 7 d 后五点取样调查被害株数、幼虫数和着卵数，每点 50 株。

1.2.6 辛硫磷 + 杀虫灯 + Bt 防治 5 号地设有杀虫灯，每盏灯可管理 3.33 hm² 试验地，从 2018 年 4 月 25 日开始，每天 18:00 时至次日 6:00 时开灯，施用 Bt 7 d 后五点取样调查被害株数、幼虫数和着卵数，每点 50 株。

2 结果与分析

2.1 辛硫磷水药一体化防效

辛硫磷水药一体化处理能有效杀死土壤中的越冬蛹，降低越冬基数，进而抑制田间着卵量和被害株率。由图 1 可知，经过辛硫磷水药一体化处理后，一代成虫量(图 1 A)较对照减少了 36.36%，百株卵量(图 1 B)较对照减少了 46.15%，田间被害株率(图 1 C)较对照减少了 16.67%。

2.2 Bt 田间防效

由图 2 可见，Bt 对棉铃虫具有良好防效。施药 1 d 后防效为 7.60%，随着时间延长，田间防效迅速上升，至药后第 3 天，防效可达 83.33%，此后防效增加减缓，7 d 有效期内，防效最大为 88.80%，残效期内，至药后第 14 天，防效增加 0.09%。

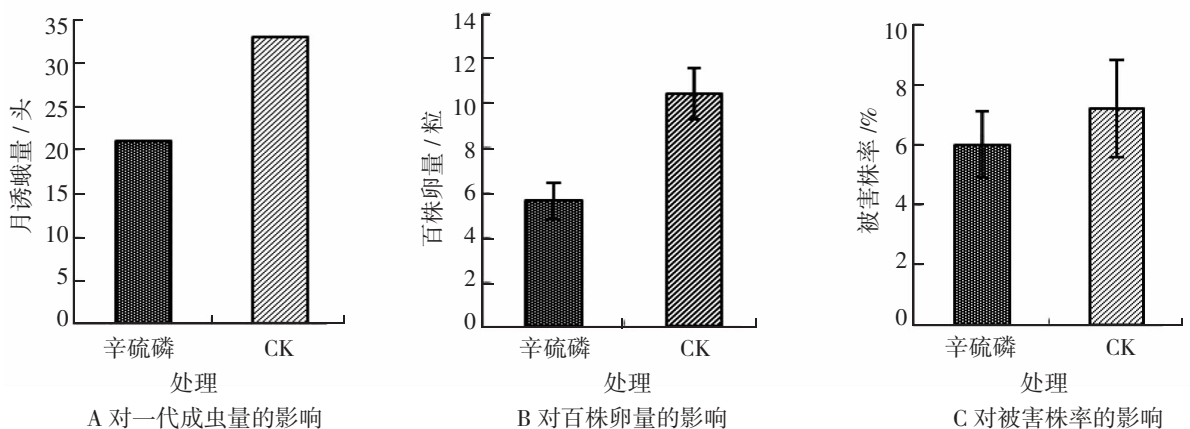


图 1 辛硫磷水药一体化处理后对诱蛾量、百株卵量和被害株率的影响

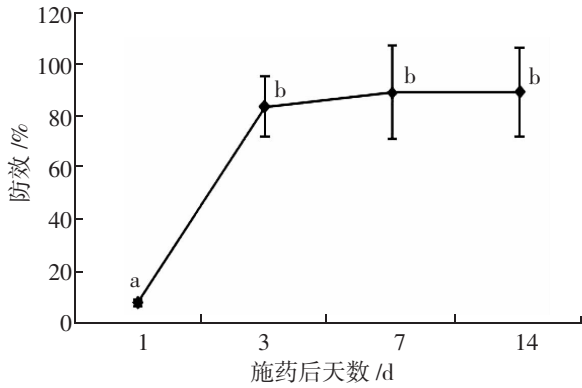


图2 Bt对棉铃虫的田间防效

2.3 综合防效

2.3.1 一代棉铃虫着卵量 棉铃虫具有迁飞性和多食性，并且羽化不整齐，单一防治策略和一次性防治无法取得良好防效，因此必须综合采用多种防治措施进行持续性防治。由图3可见，4种综合防治方法下，百株着卵量均显著($P < 0.05$)低于对照，比对照降低22.73%~59.09%。辛硫磷+Bt+性诱剂的防治效果优于其他3种防治措施，其次依次为辛硫磷+Bt+杀虫灯、辛硫磷+Bt+食诱剂、辛硫磷+Bt防治措施。说明综合防治策略优于单一的药剂防治。

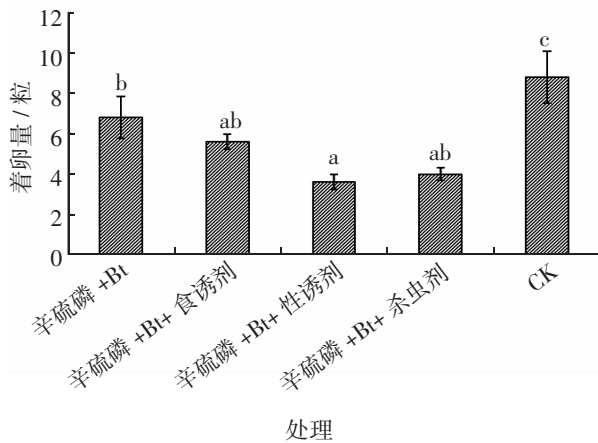


图3 不同综合防治策略下第一代棉铃虫的田间着卵量

2.3.2 一代棉铃虫幼虫量 由图4可以看出，4种防治策略下一代棉铃虫百株虫量均显著($P < 0.05$)低于对照，百株虫量降低66.67%~83.33%，防效由高到低依次为辛硫

磷+Bt+杀虫灯、辛硫磷+Bt+食诱剂、辛硫磷+Bt+性诱剂、辛硫磷+Bt。4种防治措施下百株虫量虽有不同，但各防治措施之间没有显著差异($P > 0.05$)。

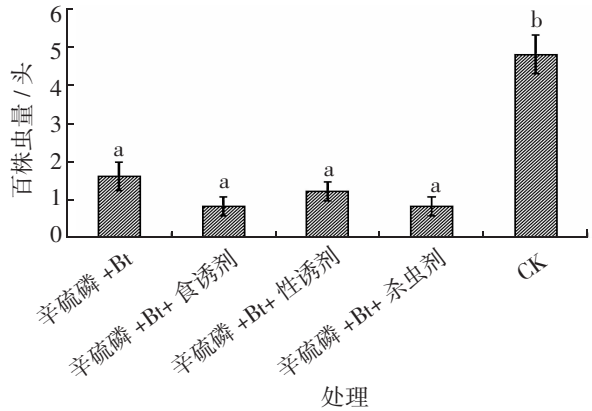


图4 不同综合防治策略下第一代棉铃虫百株虫量

2.3.3 一代棉铃虫为害率 由图5可见，不同防治措施实施后期，一代棉铃虫幼虫对玉米幼苗的为害率均低于对照，被害株率降低20.83%~43.75%，且辛硫磷+Bt+杀虫灯、辛硫磷+Bt+性诱剂、辛硫磷+Bt防治措施处理的被害株率均显著($P < 0.05$)低于对照，但此3种防治措施之间没有显著差异($P > 0.05$)。

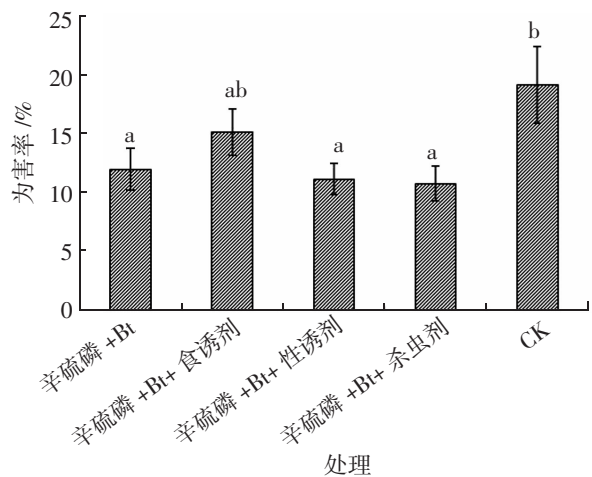


图5 不同综合防治策略下第一代棉铃虫的为害率

3 小结与讨论

1) 辛硫磷对棉铃虫蛹具有杀伤作用，采用辛硫磷水药一体化防治棉铃虫，能使一代成

虫量减少 36.36%，百株卵量降低 46.15%，被害株率降低 16.67%。敖秋春等^[22]的田间试验结果表明，辛硫磷 3 000 倍液的防效为 36.18%~41.74%，防效高于本研究结果，这可能主要是由于施药方式不同导致药剂浓度有差异引起的^[23]，而我们采用水药一体化施药方式，用水量较喷雾方式大，致使防效降低。

2) 棉铃虫卵孵盛期，单一施用 Bt，药后第 3 天防效可达 83.33%，最高防效可达 88.89%。与张广厚等^[24]研究结果相似。棉铃虫羽化后需要补充营养，常常取食花蜜及露水，因此在其产卵期喷施 Bt，不仅能有效杀死孵化后的低龄幼虫，而且对成虫也具有一定杀伤作用，从而有效降低为害。

3) 害虫综合治理旨在控制害虫种群建立，进而降低为害程度^[25]。成功的 IPM 往往结合了生物的、农业的、化学的和物理的防治策略^[26]，本研究的 4 种综合防治措施，百株卵量降低 22.73%~59.09%，百株虫量降低 66.67%~83.33%，被害株率降低 20.83%~43.75%。4 种措施中对棉铃虫卵量和被害株率控制效果最优的防治策略，为越冬蛹未羽化前进行辛硫磷水药一体化滴灌，降低越冬基数；成虫羽化后产卵期，利用其需要补充营养的特性喷施 Bt 杀虫剂，不仅杀伤成虫，而且能有效防治初孵幼虫；在整个药剂防治过程中辅以性诱剂或杀虫灯等诱杀成虫(辛硫磷+Bt+性诱剂和辛硫磷+Bt+杀虫灯)。在诱杀成虫时，除性诱剂和杀虫灯诱杀外，还可选用生物食诱剂诱杀成虫，但是甘肃河西地区气候干燥，在田间布置食诱剂后水分迅速蒸发，药剂被晒干后诱杀效果急剧下降。因此，在河西地区应用食诱剂时应当优化食诱剂的稀释比例、载体、容器和使用方法^[20]，降低或减缓食诱剂水分蒸发。

4) 对幼虫控制效果最优的防治策略为辛硫磷+Bt+杀虫灯和辛硫磷+Bt+食诱剂，其中综合了成虫诱杀防治策略的防治效果优于药剂防治，由此可见，不论以何种方式诱杀成虫，均对一代棉铃虫防治有积极作用。性诱剂和杀虫灯的使用虽然受天气、作物栽培方式、地势地形和害虫密度等因素影响，但 Sarfraz 等认为，这两种手段在害虫大区防治(Area-Wide Management AWM)和害虫综合治理(IPM)中是一种非常有效的防治手段，不仅有利于延缓害虫抗药性发展，而且对生态环境无污染^[25, 27-28]。综上所述，综合的棉铃虫防治措施优于单纯药剂防治。但是 3 种诱导性措施之间没有交集，若要制定更优越的综合防治策略，还需补充天敌防治和农业防治等多方面的因素。

参考文献:

- [1] 周永丰, 甘国福, 徐生海, 等. 河西走廊东部玉米上大面积发生棉铃虫[J]. 植物保护, 2000, 26(3): 49.
- [2] 郭成, 周天旺, 王春明. 2017 年甘肃 9 市(州)玉米主要病虫害调查[J]. 甘肃农业科技, 2018(2): 18-21.
- [3] 李慧玲, 原国辉, 胡晶晶, 等. 寄主植物轮换饲养和次生代谢物交叉涂布对棉铃虫取食的影响[J]. 生态学报, 2014, 34(24): 7421-7427.
- [4] 魏铁松, 朱维芳, 庞民好, 等. 棉铃虫和玉米螟危害对玉米穗腐病的影响[J]. 玉米科学, 2013, 21(4): 116-118; 123.
- [5] 李人杰, 魏铁松, 郭聪聪, 等. 棉铃虫为害与拟轮生镰孢侵染对玉米穗腐病发生及玉米籽粒中伏马毒素污染水平的影响[J]. 植物保护, 2015, 41(4): 68-72.
- [6] 夏敬源. 棉铃虫抗药性现状及治理对策[J]. 棉花学报, 1993, 5(2): 1-6.
- [7] 范贤林, 芮昌辉, 孟香清, 等. 棉铃虫对拟

- 除虫菊酯农药的抗性治理效果评价[J]. 植物保护学报, 1997, 24(1): 75-80.
- [8] 韩斌杰. 玉门市棉铃虫的发生及防治[J]. 甘肃农业科技, 2012(2): 62-63.
- [9] 张忠信, 孙修炼, 张光裕. 棉铃虫核型多角体病毒对宿主昆虫的弱化作用[J]. 植物保护学报, 1998, 25(3): 204-208.
- [10] 王立霞, 杨怀文, 黄大昉. A54 外毒素与 Bt 毒蛋白对棉铃虫的交互作用[J]. 微生物学通报, 2002, 29(5): 1-4.
- [11] 刘万学, 万方浩, 郭建英, 等. 人工释放赤眼蜂对棉铃虫的防治作用及相关生态效应[J]. 昆虫学报, 2003, 46(3): 311-317.
- [12] 刘万学, 万方浩, 张帆, 等. 棉铃虫捕食性天敌控制作用评价[J]. 中国生物防治, 2000, 16(3): 97-101.
- [13] 孔德生, 孙明海, 赵艳丽, 等. 性诱剂和生物食诱剂对花生田棉铃虫的防控效果及效益分析[J]. 山东农业科学, 2016, 48(4): 102-105.
- [14] 毛鹏志, 侯国庆, 欧尔娜, 等. 一种简便式棉铃虫性诱捕器在北疆棉区的应用效果[J]. 中国植保导刊, 2018(4): 48-51.
- [15] 张亭, 杨璇璇, 雷勤, 等. 辛硫磷、灭多威和 dsRNA 饲喂对棉铃虫 ace 基因表达的影响[J]. 生物技术通报, 2018, 34(7): 1-6.
- [16] 修春丽, 栗爱丽, 路伟, 等. 棉铃虫食诱剂的田间诱捕效果[J]. 应用昆虫学报, 2018, 55(1): 44-48.
- [17] SNEH B, GROSS S. Biological control of the Egyptian cotton leafworm *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lep. Noctuidae) in cotton and alfalfa fields using a preparation of *Bacillus thuringiensis* ssp. entomocidus, supplemented with adjuvants [J]. Journal of Applied Entomology, 1983, 95(1-5): 418-424.
- [18] R EACUTE GIS PERINI CL EACUTE RISON, JONAS A E A, ADRIANO A E M, et al. How to control *Helicoverpa armigera* on soybean in Brazil What we have learned since its detection [J]. African Journal of Agricultural Research, 2016, 11(16): 1426-1432.
- [19] 慕立义. 棉铃虫大暴发原因及其防治对策[J]. 农药, 1994, 33(2): 3-7.
- [20] 谢宝瑜, 李典谟, 秦小薇, 等. 杀虫威对棉铃虫、烟青虫、菜青虫的防治效果[J]. 昆虫知识, 2002, 39(5): 377-381.
- [21] FEFELOVA Y A, FROLOV A N. Distribution and mortality of corn earworm (*Helicoverpa armigera*, Lepidoptera, Noctuidae) on maize plants in Krasnodar Territory [J]. Entomological Review, 2008, 88(4): 480-484.
- [22] 敖秋春, 秦厚国, 叶正襄. 12 种杀虫剂对斜纹夜蛾的防治效果[J]. 江西农业学报, 2002, 14(1): 44-46.
- [23] 王娟, 孔勇, 李伯辽, 等. 5 种杀虫剂对粘虫不同发育阶段的室内毒力[J]. 西北农业学报, 2016, 25(7): 1097-1102.
- [24] 张广厚, 李兆阳, 王恩义. Bt 制剂防治棉铃虫药效试验[J]. 中国棉花, 1993(1): 41.
- [25] DOWNES S, KRITICOS D, PARRY H, et al. A perspective on management of *Helicoverpa armigera*: transgenic Bt cotton, IPM, and landscapes [J]. Pest Management Science, 2017, 73(3): 485-492.
- [26] 陈元生, 涂小云. 玉米重大害虫亚洲玉米螟综合治理策略[J]. 广东农业科学, 2011, 38(2): 80-83.
- [27] SARFRAZ R M, EVENDEN M L, KEDDIE B A, et al. Pheromone-mediated mating disruption: A powerful tool in insect pest management [J]. Outlooks on Pest Management, 2006, 17(1): 36-45.
- [28] 闫凯莉, 唐良德, 吴建辉, 等. 诱杀技术在害虫综合治理 IPM 中的应用[J]. 中国植保导刊, 2016, 36(6): 17-25.

(本文责编: 陈伟)