

14 种杀虫剂对草地贪夜蛾的杀卵活性

王芹芹¹, 崔丽¹, 王立¹, 黄伟玲¹, 代黎明², 袁会珠^{1*}, 芮昌辉^{1*}

(1. 中国农业科学院植物保护研究所, 农业农村部作物有害生物综合治理重点实验室, 北京 100193;

2. 集宁师范学院, 乌兰察布 012000)

摘要 为筛选对草地贪夜蛾卵具有活性的杀虫剂, 为防治卵期草地贪夜蛾提供数据支撑。采用浸渍法, 室内测定了 14 种杀虫剂的杀卵活性。结果表明: 14 种杀虫剂均具有一定的杀卵活性。在 100 mg/L 浓度下, 苯氧威、灭多威和吡丙醚的杀卵活性最强, 显著高于其余药剂, 且能够完全抑制卵的孵化。甲氨基阿维菌素苯甲酸盐(甲维盐)、氟虫脲、硫双威、氟铃脲、除虫脲和溴氰虫酰胺的杀卵效果无显著差异($P>0.05$), 杀卵活性在 71.67%~90.00% 之间。在 10 mg/L 浓度下, 苯氧威和吡丙醚杀卵活性最高, 可完全抑制卵的孵化。甲维盐、除虫脲和溴氰虫酰胺也表现出较好的杀卵效果, 杀卵活性介于 55%~66.67% 之间, 以上药剂均可作为草地贪夜蛾的杀卵剂轮换使用。值得注意的是, 茚虫威是一种对鳞翅目害虫具有优异杀虫活性的新型杀虫剂, 且对环境友好。其在 100 mg/L 和 10 mg/L 处理浓度下对草地贪夜蛾杀卵活性为 $52.38\% \pm 6.25\%$ 和 $36.67\% \pm 6.67\%$ 。甲氧虫酰肼在两个处理浓度下的杀卵活性均低于 30%, 不推荐作为草地贪夜蛾的杀卵剂。上述结果可为草地贪夜蛾的有效防治提供参考。

关键词 草地贪夜蛾; 杀卵活性; 杀虫剂

中图分类号: S 491, S 435.132 **文献标识码:** B **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2019484

Ovicidal activity of fourteen insecticides against the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*

WANG Qinqin¹, CUI Li¹, WANG Li¹, HUANG Weiling¹, DAI Liming², YUAN Huizhu¹, RUI Changhui¹

(1. Key Laboratory of Integrated Pest Management in Crops, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 2. Jining Normal University, Wulanchabu 012000, China)

Abstract The aim of this experiment was to determine the ovicidal activity of 14 insecticides against *Spodoptera frugiperda*. It can provide basis for controlling *S. frugiperda* by spraying insecticides at egg stage. In this paper, dipping method was used to determine the ovicidal activity of 14 insecticides in the laboratory. The results showed that all the 14 insecticides had certain ovicidal activity. Among them, fenoxycarb methomyl and pyriproxyfen had the strongest ovicidal activity at 100 mg/L, which could completely inhibit the hatching of eggs. Meanwhile, the ovicidal activities of emamectin benzoate, flufenoxuron, thiodicarb, hexaflumuron, diflubenzuron, cyantraniliprole showed no significant difference ($P>0.05$), with the corrected mortality of eggs ranged from 71.67% to 90.00%. At the concentration of 10 mg/L, fenoxycarb and pyriproxyfen showed the highest ovicidal activity, which completely inhibited egg hatching. Meanwhile, the emamectin benzoate, diflubenzuron and cyantraniliprole also showed higher ovicidal activity, ranging from 55% to 66.67%. The above insecticides could be used as ovicides. It is worth noting that indoxacarb is a new insecticide with excellent insecticidal activity against lepidoptera pests and is environmentally friendly. And it also showed a ovicidal activity of $52.38\% \pm 6.25\%$ and $36.67\% \pm 6.67\%$ at the concentration of 100 mg/L and 10 mg/L, respectively. While the methoxyfenozide showed a ovicidal activity of less than 30% at both concentrations, and was not recommended as an ovicide. These results will provide technical guidance for chemical control of this insect pest.

Key words *Spodoptera frugiperda*; ovicidal activity; insecticide

收稿日期: 2019-09-12 修订日期: 2019-09-18

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFD0200504); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(Y2019YJ06)

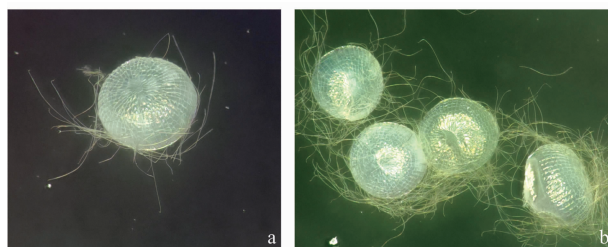
* 通信作者 E-mail: 袁会珠 hzyuan@ippcaas.cn; 芮昌辉 chhui@ippcaas.cn

草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) 属鳞翅目 Lepidoptera 夜蛾科 Noctuidae 灰翅夜蛾属 *Spodoptera*, 又名秋黏虫, 具有适生性强、迁飞距离远、繁殖快、食性杂、为害隐蔽、防控难度大等诸多特点, 现已扩散至全球 100 多个国家, 是联合国粮农组织全球预警的重大迁飞性农业害虫, 自侵入云南后迅速波及我国 24 省(区), 对我国的农业生产造成严峻的挑战。草地贪夜蛾最早在美洲为害, 是美国、巴西等拉美国家的重要农业害虫之一^[1-2]。从生理方面, 草地贪夜蛾具有产卵量大、孵化率高, 田间世代重叠, 寄主广泛, 以及兼性迁飞的特性^[3]。从害虫治理角度来看, 草地贪夜蛾具有易产生抗药性的特点, 国外报道显示草地贪夜蛾对常用化学农药如有机磷类、氨基甲酸酯类和拟除虫菊酯类药剂已达中至高水平抗性, 若防治不及时, 在条件适宜的情况下, 草地贪夜蛾很容易暴发成灾^[1]。

据文献^[4]报道和我们实地考察发现, 草地贪夜蛾主要以幼虫取食为害, 且具有取食量大的特点。1~3 龄低龄幼虫会吐丝, 可借助风力转移到周围植株上为害。4~6 龄幼虫取食量更大, 为害更严重。其取食时将叶片咬成不规则的长形孔洞, 甚至全部吃光, 严重的导致玉米生长点死亡, 且会转移取食玉米的雄穗和果穗。太红坤等经过田间调查也发现草地贪夜蛾在玉米的整个生育期和植株的各个部位均有发生为害。玉米生育前期草地贪夜蛾主要取食叶片、生长点和正抽雄的雄穗。心叶期和抽雄期为害状典型; 扬花期的雄穗上未发现幼虫。后期则转移取食果穗顶部或从果穗侧面咬穿苞叶蛀食幼嫩穗轴和籽粒, 极少钻蛀玉米茎秆为害^[3]。草地贪夜蛾的适宜发育温度广, 没有滞育现象, 在非洲、东南亚及我国的热带和亚热带地区可周年繁殖, 一年可以发生多代^[5]。Prasanna 等^[6]和张智等^[7]的研究表明, 草地贪夜蛾具有较强的抗寒能力, 其幼虫能适应 11~30℃ 温度范围。

我们利用超景深三维显微镜 (VHX-200, KEYENCE, Japan) 对草地贪夜蛾卵进行观察。卵粒为圆顶型, 顶部中央有明显的圆形点, 底部扁平, 多成绿色(图 1)。室内观察发现, 草地贪夜蛾卵 2~4 d 即能正常孵化, 若能在卵期防治草地贪夜蛾, 使卵死亡, 不能孵化, 可大大降低草地贪夜蛾在田间的虫口基数, 再配合适当的杀虫剂防治初孵幼虫, 可有效减少其对玉米等农作物的为害。早在草地贪夜蛾

入侵伊始, 中国农业科学院植物保护研究所崔丽等^[8]提出当前的主要研究任务之一是研究草地贪夜蛾卵、低龄幼虫、高龄幼虫对不同作用机制杀虫剂的敏感性及其差异, 为科学用药和长期有效地控制其为害提供科学依据。基于此我们筛选了氨基甲酸酯类、苯甲酰脲类和其他种类共计 14 种杀虫剂对草地贪夜蛾的杀卵活性, 以期降低草地贪夜蛾的为害和早期田间防治提供参考。



a: 单个卵粒, 放大倍数200倍; b: 多个卵粒, 放大倍数100倍。利用超景深三维显微系统(VHX-200, KEYENCE, Japan)拍摄

a: A single egg (200×); b: Multiple eggs (100×). The pictures were taken by ultra-depth of field 3D microscopic system (VHX-200, KEYENCE, Japan)

图 1 草地贪夜蛾卵的形态特征

Fig. 1 Morphological characters of eggs of *Spodoptera frugiperda*

1 材料与方法

1.1 供试虫源

供试草地贪夜蛾卵来源于 2019 年 6 月采自广西南宁(22. 45°N, 108. 30°E)的田间玉米种群。以室内饲养至第 3 代成虫产的 1 日龄虫卵供试。

1.2 供试药剂

99% 苯氧威 (fenoxycarb) 原药 (湖北万得化工有限公司), 90% 丁硫克百威 (carbosulfan) 原药 (江苏嘉龙化工有限公司), 95% 硫双威 (thiodicarb) 原药 (江苏瑞邦农化股份有限公司), 97% 灭多威 (methomyl) 原药 (美国杜邦公司), 96% 氟虫脲 (flufenoxuron) 原药 (湖北猫尔沃生物医药有限公司), 97. 7% 氟铃脲 (hexaflumuron) 原药 (江苏扬农化工集团有限公司), 99. 4% 氟酰脲 (novaluron) 原药 (以色列马克西姆阿甘工业公司), 97% 除虫脲 (diflubenzuron) 原药 (安阳全丰生物科技有限公司), 98. 2% 甲氧虫酰肼 (methoxyfenozide) 原药 (江苏永安化工有限公司), 98% 双三氟虫脲 (bistrifluron) 原药 (成都思天德生物科技有限公司), 95% 茚虫威 (indoxacarb) 原药 (美国杜邦公司), 90% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 (emamectin benzoate) 原药 (甲维盐) (连云港立本农药化工有限公司), 97% 溴氰虫酰胺

(cyantraniliprole)原药(先正达生物科技(中国)有限公司),95%吡丙醚(pyriproxyfen)原药(浙江天丰生物科技有限公司)。

1.3 试验方法

采用浸渍法,具体参考于欣等^[9],略有改动。先用溶剂 N,N-二甲基甲酰胺(DMF)将供试药剂配制成 2%的母液,再用 0.05%曲拉通水溶液稀释至所需浓度,参考文献报道和本实验室各药剂对棉铃虫卵的活性研究的经验,各待测药液的质量浓度设定为 100 mg/L 和 10 mg/L。选取产下 24 h 内的草地贪夜蛾卵,用软毛笔把卵分成单粒,粘贴于纸卡上做成卵卡,每张纸卡含 20 粒卵,每个药剂浓度处理 1 张纸卡,3 次重复。将带卵纸卡浸入药液中 10 s 取出,用滤纸吸取多余药液后放入直径为 9 cm 的培养皿内,置于温度 25℃、相对湿度 80%、光照 14 h 的恒温光照培养箱内,以 0.05%曲拉通水溶液处理做空白对照。5 d 后在双目体视镜下检查卵孵化数量。

1.4 数据统计与分析

计算卵死亡率和校正死亡率,使用 DPS 生物统计软件进行统计分析,采用 Duncan 氏新复极差法进行多重比较,显著性水平分别为 $P<0.05$ 和 $P<0.01$ 。

$$\text{死亡率} = \frac{\text{处理总卵数} - \text{孵化卵数}}{\text{处理总卵数}} \times 100\%;$$
$$\text{校正死亡率} = \frac{\text{处理死亡率} - \text{空白对照死亡率}}{1 - \text{空白对照死亡率}} \times 100\%。$$

2 结果与分析

表 1 为 14 种杀虫剂在 100 mg/L 高浓度下对草地贪夜蛾杀卵活性的方差分析结果。苯氧威、灭多威和吡丙醚的杀卵活性高达 100%,极显著高于其他药剂($P<0.01$)。甲维盐、氟虫脲、硫双威、氟铃脲、除虫脲、溴氰虫酰胺的杀卵效果差异不显著,杀卵活性在 71.67%~90.00%之间。甲氧虫酰肼对草地贪夜蛾的杀卵活性最差,卵校正死亡率仅为 25.00%±2.89%。氟酰脲为所选的苯甲酰脲类中杀卵活性最低的药剂,卵校正死亡率仅为 42.12%±9.13%;丁硫克百威是氨基甲酸酯类中杀卵活性最低的药剂,卵校正死亡率为 40.00%±5.77%。茚虫威是一种作用机制新颖的新型杀虫剂,对鳞翅目幼虫具有良好的杀虫效果,本试验测定结果表明,其在 100 mg/L 浓度下对草地贪夜蛾具有较好的杀卵活性,卵校正死亡率达 52.38%±6.25%。

表 1 100 mg/L 的 14 种杀虫剂对草地贪夜蛾的杀卵活性
Table 1 Ovicidal activity of fourteen insecticides to *Spodoptera frugiperda* at 100 mg/L

杀虫剂类型 Type of insecticide	杀虫剂 Insecticide	校正死亡率±标准误/% Corrected mortality±standard error
苯甲酰脲类 Benzoylurea	除虫脲 diflubenzuron	(90.00±6.27)abA
	氟铃脲 hexaflumuron	(84.85±3.40)bAB
	氟虫脲 flufenoxuron	(73.33±3.33)bAB
	双三氟虫脲 bistrifluron	(50.00±5.77)cBC
	氟酰脲 novaluron	(42.12±9.13)cdCDE
双酰肼类 Diacylhydrazides	甲氧虫酰肼 methoxyfenozone	(25.00±2.89)dCE
苯醚类 Phenylethers	吡丙醚 pyriproxyfen	(100.00±0.00)aA
二酰胺类 Diamides	溴氰虫酰胺 cyantraniliprole	(90.00±5.77)abA
大环内酯类 Macrolides	甲维盐 emamectin benzoate	(71.67±6.01)abA
氨基甲酸酯类 Carbamates	苯氧威 fenoxycarb	(100.00±0.00)aA
	灭多威 methomyl	(100.00±0.00)aA
	硫双威 thiodicarb	(78.94±2.04)abA
	茚虫威 indoxacarb	(52.38±6.25)cBC
	丁硫克百威 carbosulfan	(40.00±5.77)cdCDE

表 2 为 14 种杀虫剂在 10 mg/L 低浓度下对草地贪夜蛾杀卵活性的方差分析结果。苯氧威和吡丙醚的杀卵活性最好,在 10 mg/L 剂量下仍能完全抑制卵的孵化,极显著高于其他药剂。甲维盐、除虫脲和溴氰虫酰胺的杀卵活性为 55%~66.67%,其他杀虫剂杀卵活性介于 22.42%~46.67%之间。相

比高浓度 100 mg/L 剂量处理,低浓度 10 mg/L 剂量处理的杀卵活性均有所下降。其中灭多威和氟虫脲下降最为明显,校正死亡率从 100%和 73.33%分别下降到 46.67%和 22.42%。甲氧虫酰肼在两个处理浓度下对草地贪夜蛾的杀卵活性均不高于 30%,故不建议作为防治草地贪夜蛾的杀卵剂使用。

表 2 14 个杀虫剂 10 mg/L 浓度处理对草地贪夜蛾的杀卵活性

Table 2 Ovicidal activity of fourteen insecticides to *Spodoptera frugiperda* at 10 mg/L

杀虫剂类型 Type of insecticide	杀虫剂 Insecticide	校正死亡率±标准误/% Corrected mortality±standard error
苯甲酰脲类 Benzoylurea	除虫脲 diflubenzuron	(56.58±6.58)bcBC
	氟铃脲 hexaflumuron	(38.89±5.56)cdefBCDE
	氟虫脲 flufenoxuron	(22.42±2.42)fE
	双三氟虫脲 bistrifluron	(33.33±6.67)defCDE
	氟酰脲 novaluron	(26.67±3.33)efDE
双酰肼类 Diacylhydrazides	甲氧虫酰肼 methoxyfenozide	(23.33±12.02)fE
苯醚类 Phenylethers	吡丙醚 pyriproxyfen	(100.00±0.00)aA
二酰胺类 Diamides	溴氰虫酰胺 cyantraniliprole	(66.67±6.67)bB
大环内酯类 Macrolides	甲维盐 emamectin benzoate	(55.00±14.53)bcdBCD
氨基甲酸酯类 Carbamates	苯氧威 fenoxycarb	(100.00±0.00)aA
	灭多威 methomyl	(46.67±6.67)bcdeBCDE
	硫双威 thiodicarb	(46.67±6.67)bcdeBCDE
	茚虫威 indoxacarb	(36.67±6.67)cdefCDE
	丁硫克百威 carbosulfan	(26.25±3.75)efDE

3 讨论

国外关于对草地贪夜蛾具有杀卵活性的药剂筛选研究表明,苯氧威^[10]、拟除虫菊酯类^[11]等对草地贪夜蛾均具有较好的杀卵活性。因草地贪夜蛾新入侵我国,目前国内关于此类的研究较少。赵胜园等^[11]测定了 20%甲氰菊酯 EC、15%啉虫酰胺 SC、25 g/L 溴氰菊酯 EC、25 g/L 高效氯氟氰菊酯 EC 和 20%呋虫胺 SC 等制剂对草地贪夜蛾的杀卵活性,结果表明这些药剂的校正卵孵化抑制率可达 80%以上,具有较高的杀卵活性。国内关于其他害虫的杀卵活性杀虫剂的报道集中在亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis*^[13]、棉铃虫 *Helicoverpa armigera*^[14]、小菜蛾 *Plutella xylostella*^[15-16]、桃小食心虫 *Carposina sasakii*^[9]等。目前迫切需要针对草地贪夜蛾卵的有效药剂筛选研究。陈沛等研究表明灭幼脲类和昆虫保幼激素类似物对亚洲玉米螟卵具有很强的杀卵活性^[13]。Mohammad 等^[15]比较了茚虫威和氟铃脲对小菜蛾的杀卵活性,其 LC₅₀ 分别为 201.40 mg/L 和 37.32 mg/L。于欣等测定了茚虫威、氟啶脲和灭幼脲对桃小食心虫卵的毒力,LC₅₀ 分别为 95.06,17.51 和 4.56 mg/L^[9]。综合文献研究结果表明,同一种杀虫剂对不同害虫的杀卵作用不同,要掌握杀虫剂对特定害虫的杀卵效果需要开展具体的试验测定才能给予科学评价。

本研究结果表明,不同杀虫剂对草地贪夜蛾卵的生物活性表现不同。通过对比 14 个不同化学结

构类型杀虫剂的杀卵活性,筛选出在 100 mg/L 浓度处理下,杀卵活性从大到小依次为:苯氧威、灭多威、吡丙醚>除虫脲、溴氰虫酰胺>氟铃脲>硫双威>氟虫脲>甲维盐,其校正杀卵活性均在 70%以上,表明上述药剂是适合用于草地贪夜蛾卵期防治的药剂。在 10 mg/L 浓度处理下,杀卵活性较好的药剂为苯氧威和吡丙醚,其能完全抑制卵的孵化。溴氰虫酰胺、除虫脲和甲维盐杀卵活性也均在 50%以上。以上药剂可以作为草地贪夜蛾卵期防治的优选药剂。茚虫威和甲维盐作为低毒高效杀虫剂^[1],不仅对鳞翅目幼虫活性好,试验结果表明也兼有一定的杀卵活性,在高浓度 100 mg/L 下茚虫威和甲维盐杀卵活性分别为 52.38%±6.25%和 71.67%±6.07%,在低浓度 10 mg/L 下分别为 36.67%±6.67%和 55.00%±14.53%,也可以作为产卵盛期防治草地贪夜蛾卵和低龄幼虫的参选药剂。本文研究结果将为制定草地贪夜蛾化学防治用药方案和进一步研究提供基础数据支持。

参考文献

[1] 王芹芹,崔丽,王立,等. 草地贪夜蛾对杀虫剂的抗性研究进展[J]. 农药学报, 2019, 21(4): 401-408.
[2] 姜玉英,刘杰,朱晓明. 草地贪夜蛾侵入我国的发生动态和未来趋势分析[J]. 中国植保导刊, 2019, 39(2): 33-35.
[3] 太红坤,郭井非,张峰,等. 草地贪夜蛾在云南冬季甜玉米上的生物学习性及为害状观察[J]. 植物保护, 2019, 45(5): 91-95.
[4] 毛彩霞. 草地贪夜蛾的特征特性及危害玉米症状与防治[J]. 农技服务, 2019, 36(6): 61-62.

- 其与香石竹潜隐病毒属病毒的关系[C]. 彭友良. 中国植物病理学会 2006 年学术年会论文集. 北京:中国农业科学技术出版社, 2006.
- [4] 臧颖, 严纯, 戴凯新, 等. 水仙病毒病研究进展[J]. 北方园艺, 2019(5): 153–160.
- [5] ZHENG H Y, CHEN J, ADAMS M J, et al. Complete nucleotide sequence and affinities of the genomic RNA of *Narcissus common latent virus* (genus *Carlavirus*) [J]. Archives of Virology, 2006, 151(8): 1667–1672.
- [6] 梁艳, 宋荣浩, 杨翠云, 等. 上海崇明水仙病毒病原种类鉴定[J]. 植物病理学报, 2008, 38(5): 456–461.
- [7] 林双庆. 福建漳州水仙病毒病的病原鉴定及两病毒基因组全序列分析[D]. 福州: 福建农林大学, 2012.
- [8] WARD L I, VEERAKONE S, TANG J, et al. First report of *Narcissus degeneration virus*, *Narcissus late season yellows virus*, and *Narcissus symptomless virus* on *Narcissus* in New Zealand [J]. Plant Disease, 2009, 93(9): 964.
- [9] CHEN J, CHEN J P, LANGEVELD S A, et al. Molecular characterization of Carla-and Potyviruses from *Narcissus* in China [J]. Journal of Phytopathology, 2010, 151(1): 26–29.
- [10] WYLIE S J, JONES M G. Complete genome sequences of seven carlavirus and potyvirus isolates from *Narcissus* and *Hippeastrum* plants in Australia, and proposals to clarify their naming [J]. Archives of Virology, 2012, 157(8): 1471–1480.
- [11] WYLIE S J, LI Hua, SIVASITHAMPARAM K, et al. Complete genome analysis of three isolates of *Narcissus late season yellows virus* and two of *Narcissus yellow stripe virus*: three species or one? [J]. Archives of Virology, 2014, 159(6): 1521.
- [12] ZHENG L, RODONI B C, GIBBS M J, et al. A novel pair of universal primers for the detection of potyviruses [J]. Plant Pathology, 2010, 59(2): 211–220.
- [13] OHSHIMA K, MURAOKA S, YASAKA R, et al. First report of *Scallion mosaic virus*, on wild Japanese garlic (*Allium macrostemon*) in Japan [J]. Journal of General Plant Pathology, 2015, 82(1): 1–4.
- [14] OHSHIMA K, NOMIYAMA R, MITOMA S, et al. Evolutionary rates and genetic diversities of mixed potyviruses in *Narcissus* [J]. Infection Genetics & Evolution, 2016, 45: 213–223.
- [15] 林含新, 林奇英. 水仙病毒病及其研究进展[J]. 植物检疫, 1996(4): 227–229.
- [16] 沈建国, 高芳莹, 蔡伟, 等. 进境欧洲水仙种球上病毒的检测与鉴定[J]. 植物保护学报, 2017, 44(2): 283–289.
- [17] 沈建国, 高芳莹, 林双庆, 等. 一步 RT-PCR 检测水仙黄条病毒[J]. 生物技术, 2014(1): 44–48.
- [18] RYOSUKE Y, NGUYEN H D, HO S Y W, et al. The temporal evolution and global spread of *Cauliflower mosaic virus*, a plant pararetrovirus [J/OL]. PLoS ONE, 2014, 9(1): e85641.
- [19] OHSHIMA K, YAMAGUCHI Y, HIROTA R, et al. Molecular evolution of *Turnip mosaic virus*: evidence of host adaptation, genetic recombination and geographical spread [J]. Journal of General Virology, 2002, 83(6): 1511–1521.
- [20] OHSHIMA K, MATSUMOTO K, YASAKA R, et al. Temporal analysis of reassortment and molecular evolution of *Cucumber mosaic virus*: Extra clues from its segmented genome [J]. Virology, 2015, 487: 188.
- [21] CUEVAS J M, DELAUNAY A, RUPAR M, et al. Molecular evolution and phylogeography of *Potato virus Y* based on the CP gene [J]. Journal of General Virology, 2012, 93(11): 2496–2501.
- (责任编辑: 张文蔚)
-
- (上接 83 页)
- [5] ABRAHAMS P, BATEMAN M, BEALE T, et al. Fall armyworm: Impacts and implications for Africa (September 2017) [R]. CABI, UK, 2017.
- [6] PRASANNA B M, HUESING J E, EDDY R, et al. Fall armyworm in Africa: a guide for integrated pest management (January 2018) [R]. US Agency for International Development, CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security, 2018.
- [7] 张智, 郑乔, 张云慧, 等. 草地贪夜蛾室内种群抗寒能力测定[J/OL]. 植物保护: 1–9 [2019–09–02]. <https://doi.org/10.16688/j.zwbh.2018430>.
- [8] 崔丽, 芮昌辉, 李永平, 等. 国外草地贪夜蛾化学防治技术的研究与应用[J]. 植物保护, 2019, 45(4): 7–13.
- [9] 于欣, 武海斌, 张坤鹏, 等. 19 种杀虫剂对桃小食心虫卵的毒力测定[J]. 山东农业科学, 2012, 44(5): 96–98.
- [10] GARDNER W A. Ovicidal properties of fenoxycarb against the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. The Florida Entomologist, 1991, 74(2): 257–261.
- [11] TYSOWSKY M, GALLO T. Ovicidal activity of ambush™, a synthetic pyrethroid insecticide, on corn earworm, fall armyworm, and cabbage looper [J]. Florida Entomologist, 1977, 60(4): 287–290.
- [12] 赵胜园, 孙小旭, 张浩文, 等. 常用化学杀虫剂对草地贪夜蛾防效的室内测定[J]. 植物保护, 2019, 45(3): 10–14.
- [13] 陈沛, 弓惠芬, 王瑞, 等. 天幼豚类及昆虫保幼激素类似物对玉米螟卵的生物活性[J]. 植物保护学报, 1982(1): 35–40.
- [14] 姚永生, 李春芳, 周永峰. 虱螨脲对棉铃虫的生物活性及应用研究[J]. 江西棉花, 2009, 31(2): 18–21.
- [15] MOHAMMAD M, HABIB A, AZIZ S G, et al. Effectiveness of indoxacarb and hexaflumuron on eggs, larvae and adults of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) [J]. Acta Entomologica Sinica, 2010, 53(12): 1424–1428.
- [16] 洪珊珊, 贾变桃, 李琴, 等. 6 种杀虫剂对小菜蛾不同虫态室内活性研究[J]. 现代农药, 2014, 13(5): 43–47.
- (责任编辑: 杨明丽)