



闫文娟, 杨帅, 谭煜婷, 王勇庆, 王佳丽, 郑群, 张志祥, 徐汉虹. 虫螨腈对草地贪夜蛾幼虫的室内毒力及田间防效 [J]. 环境昆虫学报, 2020, 42 (3): 602–606.

虫螨腈对草地贪夜蛾幼虫的室内毒力及田间防效

闫文娟, 杨 帅, 谭煜婷, 王勇庆, 王佳丽, 郑 群, 张志祥, 徐汉虹*

(华南农业大学天然农药与化学生物学教育部重点实验室, 广州 510642)

摘要: 草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), 是一种广泛存在于美洲的杂食性农业害虫。据报道 2019 年 1 月草地贪夜蛾入侵我国云南, 截止 2019 年 6 月 6 日, 已在全国 18 个省份的 884 个县 (市、区) 监测到发生为害, 发生面积 342 万亩, 已经对我国粮食安全造成重大威胁。在 2019 年 5 月, 在广东省广州市花都区儒林村玉米田开展喷雾和喇叭口点施虫螨腈对草地贪夜蛾幼虫的防治试验以及室内毒力测定试验。试验结果表明, 虫螨腈对草地贪夜蛾 2 龄幼虫具有良好的毒力活性; 综合考虑在草地贪夜蛾 1~3 龄幼虫期, 用药量 67.5 g a.i./hm²、药液量 675 L/hm² 常规喷雾效果更佳; 在草地贪夜蛾 4~6 龄幼虫期, 用药量 22.5 g a.i./hm²、药液量 225 L/hm² 喇叭口点施效果更佳, 且喇叭口点施可以定位定向定量地直接到达草地贪夜蛾为害部位, 可减少 2/3 的农药使用量, 达到农药减量增效的目的。该研究结果为拟定草地贪夜蛾应急防控技术方案提供技术支撑和理论依据。

关键词: 草地贪夜蛾; 虫螨腈; 喷雾; 喇叭口点施; 防治效果

中图分类号: Q965.9; S433.4

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2020) 03-602-05

Toxicity and field control efficacy of chlorfenapyr on the larvae of *Spodoptera frugiperda*

YAN Wen-Juan, YANG Shuai, TAN Yu-Ting, WANG Yong-Qing, WANG Jia-Li, ZHENG Qun, ZHANG Zhi-Xiang, XU Han-Hong* (Key Laboratory of Natural Pesticides and Chemical Biology, Ministry of Education, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) is an omnivorous agricultural pest widely distributed in America. It is reported that *S. frugiperda* has invaded Yunnan Province on Jan., 2019. As of June 6, 2019, it has been detected in 884 counties (cities and districts) in 18 provinces of China, covering an area of 3.42 million mu, which has posed a major threat to food security in China. In May 2019, our research group had carried out control experiments on the larvae of *S. frugiperda* in maize field of Rulin Village, Huadu District, Guangzhou City, Guangdong Province, together with indoor toxicity determination, through spraying and flare opening application of chlorfenapyr. The results showed that chlorfenapyr had good indoor toxicity activity to the 2nd instar larvae of *S. frugiperda*. To the 1st ~ 3rd instar larvae, the effect of conventional spraying with the pesticide dosage of 67.5 g a.i./hm² and the liquid dosage of 675 L/hm² was better than other treatments. When considering the 4th ~ 6th instar larvae of *S. frugiperda*, spot application worked better with pesticide dosage of 22.5 g a.i./hm² and liquid dosage of 225 L/hm². Flare opening application can directly reach the damage site of *S. frugiperda* and reduce 2/3

基金项目: 广东省重点领域研发计划 (2020B020224002); 广东省现代农业产业共性关键技术研发创新团队项目 (2019KJ133)

作者简介: 闫文娟, 女, 1994 年生, 硕士, 研究方向为农药学, E-mail: 1124149879@qq.com

* 通讯作者 Author for correspondence: 徐汉虹, 博士, 教授, 主要研究方向为农药学, E-mail: hlxu@scau.edu.cn

收稿日期 Received: 2019-06-13; 接受日期 Accepted: 2019-07-09

of the pesticide dosage, so as to achieve the purpose of reducing pesticide usage and increasing pesticide efficiency. Relevant research results has provided technical support and theoretical basis for developing the technical plan for emergency prevention and control of *S. frugiperda*.

Key words: *Spodoptera frugiperda*; chlorfenapyr; spraying; flare opening application; control efficacy

草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), 是一种广泛存在于美洲的杂食性农业害虫 (Todd and Poole, 1980)。该虫于 2019 年 1 月 13 日入侵中国云南 (姜玉英等, 2019), 截止 2019 年 6 月 6 日, 草地贪夜蛾已在全国 18 个省份的 884 个县 (市、区) 监测到发生为害, 发生面积 342 万亩 (http://www.sohu.com/a/319236435_681939)。该虫寄主广泛、为害严重 (Murua and Molina, 2006; Lima *et al.*, 2010)、世代重叠、且能远距离迁飞, 加上高龄幼虫通常钻入玉米心叶、叶鞘和雄雌穗为害给防治工作带来了很大的挑战。而作为新入侵害虫, 一经发现, 就要迅速采用化学防治的方法进行全面扑灭, 而不考虑防治指标, 以减缓其本土种群的建立速度, 减少下游的虫源。因此在实际生产上迫切需要一种既能控制害虫又能保证玉米质量安全的药剂。

虫螨腈 (Chlorfenapyr) 是新型芳基吡咯类杀虫杀螨剂, 作用于昆虫体内细胞的线粒体上, 通过昆虫体内多功能氧化酶起作用, 主要抑制二磷酸腺苷 (ADP) 向三磷酸腺苷 (ATP) 的转化, 使害虫活动变弱, 昏迷, 从而导致昆虫死亡。且具有杀虫谱广、防治效果好、持效期长、安全性高的特点 (徐尚成和蒋木庚, 2003)。

2019 年 5 月, 项目组在广东省广州市花都区儒林村开展草地贪夜蛾应急防控药剂筛选实验, 在试验过程中发现虫螨腈对草地贪夜蛾幼虫具有良好的防治效果, 结果如下:

1 材料和方法

1.1 试验对象

玉米 *Zea mays* L. 品种: 华美甜 168, 试验期间处于喇叭口期, 水肥管理一致。试验前 15 d 内未施药, 施药当天及施药后 3 d 内未有降雨。

草地贪夜蛾为广东省广州市花都区花山镇儒林村玉米地自然发生种群, 试验期间低龄、高龄幼虫均有为害。采集部分虫源带回实验室用人工饲料饲养, 饲养条件为温度 $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 50% ~ 70%、L:D = 16 h:8 h。室内毒力试验所需

幼虫为 F_1 代大小一致的 2 龄幼虫。

1.2 试验地点

位于广东省广州市花都区儒林村村委会旁的玉米田, 前茬作物为菜心, 土壤为半泥沙土, 有机质含量为 3.7%, pH 值为 6.8, 土壤湿度 3 级。

1.3 试验材料

10% 虫螨腈悬浮剂 (商品名称除尽, 购于广东省佛山盈辉作物科学有限公司)。

常规喷雾器: 喷雾处理的喷雾器为普通背负式电动喷雾器, 型号: M9W-315207。

点施处理喷雾器: 本实验室已申请专利的一种多功能电动喷雾器 (ZL 201520045145.3), 此多功能电动喷雾器通过蓄电池提供电能, 使隔膜泵正常工作, 通过数显时间继电器控制隔膜泵的工作时间和停止时间, 工作时间为定量施药时间, 停止时间为相邻工作间隙时间, 供人工转移施药靶标, 从而达到定点、定向、定量施药的效果。

1.4 试验设计

试验共设 2 个施药方式, 各 3 个施药浓度, 清水对照 (CK), 共计 8 个处理。每个处理 3 个重复, 小区随机排列, 小区面积为 30 m^2 , 每个小区 120 株玉米, 小区间设 1 m 宽的保护行。

1.5 试验方法

田间试验: 5 月 13 日施药处理。分别按照喷雾用药量 84.4、67.5 和 45 g. a. i/hm^2 , 用水量 675 L/hm^2 兑水稀释成药液, 用普通电动喷雾器均匀喷雾。分别按照喇叭口点施用药量 28.1、22.5、 $15.0 \text{ g. a. i/hm}^2$, 用水量 225 L/hm^2 兑水稀释成药液, 用多功能电动喷雾器在玉米心叶生长点进行点施处理。

室内毒力测定: 将 10% 虫螨腈悬浮剂按照等梯度用水稀释至 20、10、5、2.5、1.25、0.625、0.313、 0.156 mg/L 8 个浓度和清水对照 (CK), 在田间均匀喷洒在玉米叶片上, 待其晾干后剪下带回室内。在每个处理的培养皿内放一张湿润 9 cm 滤纸和面积大小一致的叶片 ($5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$)、30 头健康的草地贪夜蛾 2 龄幼虫, 每个处理 3 次重复, 置于温度 $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 50% ~ 70%、光照 L:D = 16 h:8 h 的环境下, 观察处理 72 h 试

验结果。

1.6 调查统计

室内毒力测定于药后 72 h 统计每个处理的死虫数（毛笔轻触不动判定为死亡），计算死亡率及校正死亡率。

田间试验采用“Z”字型六点取样法，每点调查 10 株，共计 60 株，主要调查活虫数量。由于草地贪夜蛾 1~3 龄幼虫和 4~6 龄幼虫对玉米的为害行为与部位不同，需要明确为害状来区分幼虫龄期。于施药前 1 d、药后 1、3、7 和 10 d 调查草地贪夜蛾幼虫活虫数量，计算虫口减退率，根据虫口减退率计算防治效果。

1.7 数据统计分析

通过使用 Origin 8.5 作图、Excel 2013 和 SPSS 19.0 软件进行数据统计，用 Tukey's 检验法进行差异性分析。

2 结果与分析

2.1 室内毒力试验

本文测定虫螨腈对草地贪夜蛾 2 龄幼虫的室内毒力活性见图 1。虫螨腈在试验剂量下对草地贪夜蛾 2 龄幼虫具有良好的杀虫活性，且对其的校正死亡率随浓度的增加呈上升趋势。用药量为 5 mg/L，处理 72 h 后，对草地贪夜蛾 2 龄幼虫的校正死亡率为 80.0%；用药量 10 mg/L 时，对 2 龄幼虫校正死亡率增加到了 93.3%；用药量 20 mg/L 时校正死亡率已经达到了 100%。

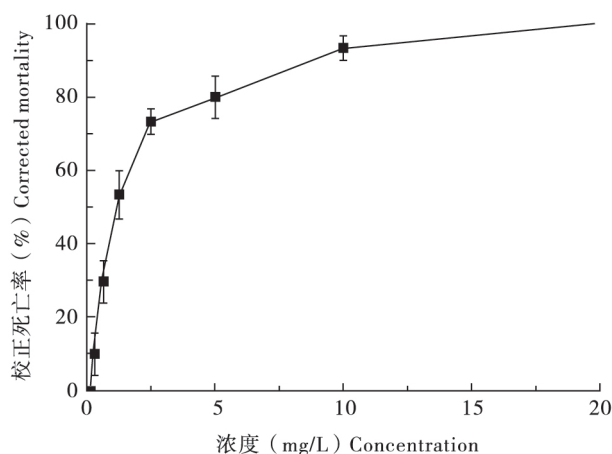


图 1 10% 虫螨腈悬浮剂对草地贪夜蛾 2 龄幼虫处理 72 h 的室内活性

Fig. 1 Indoor bioactivity control efficacy of chlorfenapyr against 2nd instar larva of *Spodoptera frugiperda* for 72 h

2.2 田间防治效果

常规喷雾和喇叭口点施药液对草地贪夜蛾 1~3 龄幼虫的防治效果见表 1，而且都是先升高后下降，试验期间喷雾处理对草地贪夜蛾 1~3 龄幼虫的防治效果比点施处理更高。药后 1 d，常规喷雾和喇叭口点施 10% 虫螨腈悬浮剂对草地贪夜蛾 1~3 龄幼虫的防治效果均不佳，均在 40% 以下，且相同浓度的处理对草地贪夜蛾的防治效果差异不显著。药后 3~7 d，常规喷雾和喇叭口点施 10% 虫螨腈悬浮剂对草地贪夜蛾 1~3 龄幼虫均有良好的防治效果，且防治效果均大于 70%，在药后 7 d，喷雾和点施处理对草地贪夜蛾 1~3 龄幼虫的防治效果达到最高，分别为 94.9%、90.0%；常规喷雾用药量 84.4 和 67.5 g. a. i/hm² 两个处理对草地贪夜蛾 1~3 龄幼虫的防治效果差异不显著，均大于 91.0%；喇叭口点施用药量 28.1 和 22.5 g. a. i/hm² 两个处理对草地贪夜蛾 1~3 龄幼虫的防治效果也没有差异，均大于 84.0%。药后 10 d，虽然常规喷雾和喇叭口点施药液对草地贪夜蛾 1~3 龄幼虫的防治效果较 7 d 相比均下降，但除喇叭口点施用药量 15.0 g. a. i/hm² 防治效果是 58.2% 以外，其余的处理均大于 69%。

整体来说，由于草地贪夜蛾 1~3 龄幼虫主要在玉米叶片为害，普通喷雾更能直接到达危害部位，因而喷雾处理对草地贪夜蛾的 1~3 龄幼虫的防治效果要高于点施处理。综合考虑，在草地贪夜蛾 1~3 龄幼虫时期，对其防治效果和经济成本使用 10% 虫螨腈悬浮剂 67.5 g. a. i/hm² 喷雾处理效果更佳。

常规喷雾和喇叭口点施 10% 虫螨腈悬浮剂药液对草地贪夜蛾 4~6 龄幼虫的防治效果见表 2，也是先升高后下降。药后 1 d，用药量 84.4、67.5 和 45.0 g. a. i/hm² 的 3 个常规喷雾处理对草地贪夜蛾 4~6 龄幼虫的防治效果均不佳，都小于 30%，3 个点施处理的防治效果均在 60% 左右。药后 3~7 d，用药量 28.1、22.5 和 15.0 g. a. i/hm² 的 3 个喇叭口点施处理对草地贪夜蛾 4~6 龄幼虫均有良好的防治效果，且防治效果都在大于 78%，最高可达 96.8%，而 3 个常规喷雾处理的防治效果最高为 81.0%，用药量 15.0 g. a. i/hm² 喇叭口点施处理对草地贪夜蛾 4~6 龄幼虫的防治效果和用药量 84.4 g. a. i/hm² 常规喷雾的效果相当。药后 10 d，

虽然常规喷雾和喇叭口点施药液对草地贪夜蛾 4 ~ 6 龄幼虫的防治效果较 7 d 相比均下降, 但 3 个喇叭口点施处理的防治效果仍大于 72.0% , 而 3 个喷雾处理的最高防效仅为 60.5% 。

表 1 10% 虫螨腈悬浮剂对玉米草地贪夜蛾 1 ~ 3 龄幼虫的防治效果
Table Control efficacy of 10% chlorfenapyr SC on 1st ~ 3rd instar larvae of *Spodoptera frugiperda*

施药方式 Application method	有效成分量 (g. a. i/hm ²) Dosage	药液量(L/ha) Reagent liquid dosage	防治效果(%) Control efficacy			
			1 d	3 d	7 d	10 d
喷雾 Spray	84. 4	675	36. 4 ± 1. 60 a	92. 7 ± 0. 59 a	94. 9 ± 1. 09 a	83. 9 ± 1. 43 a
	67. 5	675	33. 9 ± 2. 18 ab	91. 3 ± 0. 90 a	93. 0 ± 0. 24 a	80. 8 ± 0. 95 ab
	45. 0	675	21. 8 ± 0. 87 c	82. 1 ± 2. 01 c	86. 1 ± 0. 93 c	69. 7 ± 2. 61 c
喇叭口点施 Flare opening application	28. 1	225	31. 0 ± 2. 90 ab	87. 6 ± 1. 07 b	90. 0 ± 0. 15 b	78. 5 ± 3. 67 b
	22. 5	225	29. 4 ± 1. 56 b	85. 0 ± 0. 55 bc	87. 3 ± 0. 41 bc	75. 7 ± 0. 69 bc
	15. 0	225	20. 4 ± 0. 32 c	74. 0 ± 1. 02 d	77. 6 ± 0. 84 d	58. 2 ± 2. 84 d

注: 表中数据为 3 次重复的平均值。同列数据后随字母相同者, 表示在 $P > 0. 05$ 水平上差异不显著。Note: The data in the table is the mean ± standard error of 3 replicates. The same data followed by the same letter showed that the difference was not significant ($P > 0. 05$).

由于草地贪夜蛾 4 ~ 6 龄幼虫主要在玉米心叶部位为害, 普通喷雾不能直接到达为害部位, 而点施处理可以定向定量的精准到达草地贪夜蛾的为害部位, 因此点施处理对草地贪夜蛾的 4 ~ 6 龄幼虫的防治效果要高于喷雾处理。在草地贪夜蛾 4 ~ 6 龄幼虫时期, 综合考虑对其防治效果和经济成本使用 10% 虫螨腈悬浮剂 22.5 g. a. i/hm² 喇叭口点施处理效果更佳。

表 2 10% 虫螨腈悬浮剂对玉米草地贪夜蛾 4 ~ 6 龄幼虫的防治效果
Table 2 Control efficacy of 10% chlorfenapyr SC on 4th ~ 6th instar larvae of *Spodoptera frugiperda*

施药方式 Application method	有效成分量 (g. a. i/hm ²) Dosage	药液量(L/ha) Reagent liquid dosage	防治效果(%) Control efficacy			
			1 d	3 d	7 d	10 d
喷雾 Spray	84. 4	675	27. 4 ± 1. 68 c	76. 7 ± 3. 15 b	81. 0 ± 1. 53 b	60. 5 ± 1. 02 c
	67. 5	675	23. 2 ± 2. 30 cd	69. 3 ± 0. 46 c	74. 9 ± 1. 78 c	55. 3 ± 1. 56 d
	45. 0	675	20. 2 ± 0. 58 d	59. 8 ± 1. 47 d	70. 3 ± 1. 81 c	50. 2 ± 1. 31 e
喇叭口点施 Flare opening application	28. 1	225	69. 2 ± 2. 59 a	92. 8 ± 1. 18 a	96. 8 ± 1. 62 a	84. 2 ± 1. 17 a
	22. 5	225	66. 6 ± 2. 34 a	91. 0 ± 0. 96 a	94. 9 ± 0. 96 a	80. 4 ± 1. 30 a
	15. 0	225	59. 9 ± 2. 29 b	78. 8 ± 2. 18 b	83. 1 ± 1. 68 b	72. 6 ± 1. 42 b

注: 表中数据为 3 次重复的平均值。同列数据后随字母相同者, 表示差异不显著 ($P > 0. 05$)。Note: The doses in the table are the same as in Table 1. The data in the table is the mean ± standard error of 3 replicates. The same data followed by the same letter showed that the difference was not significant ($P > 0. 05$).

3 结论与讨论

本文试验结果表明, 虫螨腈对草地贪夜蛾 2 龄幼虫有着良好的室内杀虫活性; 常规喷雾和喇叭口点施虫螨腈均对草地贪夜蛾幼虫均有着良好的

防治效果。
虫螨腈属于新型芳基吡咯类杀虫杀螨剂, 且保留了天然产物的主体结构, 源于自然, 具有良好的环境相容性, 兼具触杀和胃毒作用, 对作物安全, 对哺乳动物径口中等毒性, 经皮毒性较低, 具有杀虫谱广、渗透性强、防治效果好、持效期

长、安全性高的特点,是一种极具开发价值的杀虫剂(徐尚成和蒋木庚,2003),在草地贪夜蛾防控方面具有良好的发展前景。常规喷雾和喇叭口点施虫螨腈药液对草地贪夜蛾幼虫均有良好的防治效果,且相比而言,利用根据导向农药理念(徐汉虹等,2002)研制的新型精准施药的喷雾器点施处理药液,可以把药液定向定量的点施到玉米心叶部位也就是草地贪夜蛾主要的为害部位,这样不仅可以减少农药 2/3 的使用量,还可以提高农药的有效利用率,也不会造成土壤污染,从而达到一个农药减量增效的目的,这也与导向农药的理念是相吻合的。但喇叭口点施人工成本较高,适合在人均耕地面积小的广东、广西等地区推广使用,而常规喷雾虽然用药量大,但更适宜在人均耕地面积较大的新疆、甘肃等农业机械化地区规模使用。

综上所述,虫螨腈对草地贪夜蛾 2 龄幼虫具有良好的室内毒力活性,常规喷雾和喇叭口点施虫螨腈药液对草地贪夜蛾幼虫均具有良好的防治效果,田间防控玉米草地贪夜蛾幼虫应该根据地区和虫龄的大小来选择施药方式和施药浓度。

参考文献 (References)

- Jiang YY, Liu J, Zhu XM. Occurrence and trend of *Spodoptera frugiperda* invasion in China [J]. *China Plant Protection*, 2019, 39 (2): 33–35. [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]
- Lima MS, Silva PSL, Oliveira OF, et al. Corn yield response to weed and fall armyworm controls Rendimento do milho em resposta ao controle de plantas daninhas e da lagarta-do-cartucho [J]. *Planta Daninha*, 2010, 28 (1): 103–111.
- Murua G, Molina OJC. Population dynamics of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and its parasitoids in northwestern Argentina [J]. *Florida Entomologist*, 2006, 89 (2): 175–182.
- Todd EL, Poole RW. Keys and illustrations for the armyworm moths of the Noctuid genus *Spodoptera* Guenee from the Western Hemisphere [J]. *Annals of the Entomological Society of America*, 1980, 73 (6): 722–738.
- Xu HH, Zhang ZX, Zha YG. Prospect of Developing Plant – based Pesticides in China [C]. The 13th National Pesticide Information and Technology Exchange Meeting, 2002. [徐汉虹,张志祥,查友贵. 中国植物性农药开发前景 [C]. 第十三届全国农药信息暨农药技术交流会, 2002]
- Xu SC, Jiang MG. Progress in research and development of Chlorfenapyr [J]. *Pesticides*, 2003, 2: 5–8. [徐尚成,蒋木庚. 溴虫腈的研究与开发进展 [J]. 农药, 2003, 2: 5–8]