

硫酰氟对烟仓不同虫态烟草粉螟的熏杀效果

宋泽民¹, 韩忠明¹, 孟昭能¹, 周再军¹, 苏五雷¹, 江彤², 李章海³, 黄衍章^{2*}

(1. 贵州省黔南州烟草公司, 贵州 都匀 558000; 2. 安徽农业大学植物保护学院, 合肥 230036;

3. 中国科学技术大学烟草与健康研究中心, 合肥 230051)

摘要: 硫酰氟是国内外新推的一种安全、高效的害虫熏蒸剂。笔者采用薄膜密闭法, 研究了硫酰氟对烟垛 4 种虫态烟草粉螟的熏杀效果。研究表明, 硫酰氟对 4 种虫态烟草粉螟均具有很高的熏杀活性。用 15 g/m³ 硫酰氟分别熏杀幼虫、蛹及成虫 12 h, 试虫的校正死亡率均为 100.00%, 以 15 g/m³ 硫酰氟熏杀卵 48 h, 卵的校正死亡率为 93.46%。4 种虫态的烟草粉螟以成虫和幼虫对硫酰氟的敏感性最高, 蛹次之, 卵的敏感性最低。硫酰氟可作为一种有效的熏蒸剂用于防治烟仓烟草粉螟。
关键词: 硫酰氟; 烟叶仓库; 烟草粉螟; 熏杀效果

中图分类号: S572.08

文章编号: 1007-5119 (2013) 03-0100-05

DOI: 10.3969/j.issn.1007-5119.2013.03.20

Fumigant Effect of Sulfuryl Fluoride on *Ephestia elutella* (Hübner) with Different Life Stages in Tobacco Warehouse

SONG Zemin¹, HAN Zhongming¹, MENG Zhaoneng¹, ZHOU Zaijun¹, SU Wulei¹, JIANG Tong², LI Zhanghai³, HUANG Yanzhang^{2*}

(1. Qiannan Tobacco Company of Guizhou Province, Duyun, Guizhou 558000, China;

2. College of Plant Protection, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China;

3. Research Centre of Tobacco and Health, University of Science and Technology of China, Hefei 230051, China)

Abstract: Sulfuryl fluoride (SF) is a new, safe, and effective fumigant used to control pest and insects. The fumigant effect of SF on *Ephestia elutella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralididae) with four life stages were studied in tobacco stack sealed with plastic film. The result indicated that SF had excellent fumigant activities on four life stages of the tested pests. After treated with SF for 12 h at 15 g/m³, the corrected mortalities of adult, larva and pupae of the *E. elutella* were up to 100.00%, and the corrected mortality of *E. elutella* egg was 93.46% after treated for 48 h at 15 g/m³. four life stages of *E. elutella*, the adult and larva had the highest susceptibility to SF, followed by pupae and egg. SF might be used as an effective fumigant for control of *E. elutella* in tobacco warehouse.

Keywords: sulfuryl fluoride; tobacco warehouse; *Ephestia elutella* (Hübner); fumigant effect

烟草粉螟是烟叶仓库中发生普遍、为害严重的害虫之一, 世界各产烟区均有分布, 以幼虫为害初烤烟叶, 造成被害烟叶破碎不全, 严重影响卷烟切丝工艺, 加之虫粪、虫尸污染, 致使烟叶品质下降, 影响产品信誉。烟草粉螟的防治方法主要包括清洁卫生防治、物理防治、生物防治及化学防治^[1-2]。物理防治主要为灯光诱杀、微波辐射、气调控制、器械防治和温控防治^[3-5]。生物防治则主要包括利用昆虫病原微生物、天敌昆虫及信息素^[6-10]。

迄今为止, 化学防治仍为国内外烟草行业控制烟草粉螟的主要手段, 具体包括使用化学防护剂和化学熏蒸剂。一些具有触杀、胃毒作用的防护剂主要用于空仓、卷烟车间及仓库过道、墙壁、烟草包装物等处的杀虫消毒, 但其长期大量使用已导致部分防护剂效果逐年下降, 成本日益增加^[11]。熏蒸剂则以磷化氢使用最为广泛。采用磷化氢熏蒸存在一定的安全隐患, 且熏蒸时间长^[12], 影响烟库调拨周转, 同时长期使用易使害虫产生抗药性, 因此寻找

基金项目: 贵州省黔南州烟草公司科技项目“烟叶仓储害虫发生规律及防治研究”[黔南科技发(2011)30号]

作者简介: 宋泽民, 男, 农艺师, 主要从事烟草贮藏研究。E-mail: zeminsong@126.com。*通信作者, E-mail: hyz7508@sohu.com

收稿日期: 2012-10-22

修回日期: 2013-02-01

高效安全的熏蒸剂及其使用方法在烟仓害虫防治领域意义重大。

本试验以烟仓烟草粉螟为防治对象,研究了硫酰氟对不同虫态烟草粉螟的熏杀效果,该结果对指导实仓条件下如何有效防控烟草粉螟具有一定的应用价值。

1 材料与方法

1.1 供试虫源与药剂

烟草粉螟试虫源自贵州省黔南州平塘县烟农仓库,在室内采用半人工饲料饲养。所用饲料配方(按质量计算)为:纯玉米粉 30%,全麦粉 35%,酵母提取物 7%,燕麦片 7%,山梨酸 0.25%,对羟基苯甲酸甲酯 0.25%,蜂蜜 7%,熟黄豆粉 2%,甘油 7%,水 4.5%。先将纯玉米粉,全麦粉,酵母,燕麦片,熟黄豆粉称重后混匀,再将水、甘油和蜂蜜依次加入上述粉末并充分混匀备用。

饲养时,称取半人工饲料 250 g 放入 500 mL 罐头瓶内,接入 10~15 对 2~7 日龄的烟草粉螟成虫,并用透气棉布盖住瓶口以防成虫逃逸。将罐头瓶放入人工气候箱内恒温恒湿饲养(T:28℃,RH:80%),定期检查成虫产卵、幼虫发育、化蛹及成虫羽化状况。试验取 3~4 龄幼虫、2~3 d 日龄的蛹、成虫及卵供试。

熏蒸药剂硫酰氟为杭州茂宇电子化学有限公司生产,含量 $\geq 99.8\%$,包装规格 10 kg/瓶。

1.2 试验方法

试验地点位于贵州省都匀市黔南州烟草公司烟叶营销中心仓库,熏蒸日期为 2012 年 7—8 月。将供试烟草粉螟卵、幼虫、蛹和成虫分别放入 50 mL 的塑料指型管内(直径 2.7 cm),并放入少许碎烟叶,管口用白色棉布封口以防试虫逃逸,然后将指型管埋入烟垛烟包(50 kg/包)内,烟垛体积约为 7.5 m³(高 1.2 m×长 2.5 m×宽 2.5 m),烟垛底部、顶部及四周均用一层厚聚氯乙烯塑料薄膜覆盖,接口处用透明胶带密封,底部四周再盖上黄沙压实。熏蒸时,在硫酰氟气罐出口处接一气体流量计(最

大流量 2000 L/h),充气时气体流量控制在 1000 L/h,接口处用聚四氟乙烯软管连接并将放气口伸入烟垛内,充入毒气后,迅速拔出气管并将塑料薄膜接缝处压实。

试验设 5 组熏蒸浓度(5、10、15、20、30 g/m³),每浓度熏蒸 12、24、48 h。每管放入 20 头试虫,每处理重复 9 次,按烟垛上、中、下层分包埋放,每层放 3 管。熏蒸期间烟仓内温度为 24~27℃,空气相对湿度为(75±5)%,烟叶含水量 16%~18%。对照组直接用塑料薄膜密封覆盖。

将不同虫态试虫熏蒸处理不同时间后揭开薄膜,充分散气后取出指型管,12 h 后调查成虫死亡率,24 h 后调查幼虫死亡率,并将卵、蛹置于恒温恒湿(T:28℃,RH:80%)条件下继续饲养 7~15 d,并分别调查累计试虫死亡率。

1.3 统计方法

采用 Abbott 公式对死亡率进行校正:

$$\text{校正死亡率}(\%) = (\text{处理死亡率} - \text{对照死亡率}) / (1 - \text{对照死亡率}) \times 100\%$$

采用 DPS V3.01 进行方差分析。将校正死亡率进行反正弦平方根转换后,用 LSD 法进行多重比较,数据后无相同小写字母表示处理间存在显著差异($P < 0.05$)。

2 结果

2.1 硫酰氟对烟草粉螟卵的熏杀效果

将烟草粉螟卵用不同浓度硫酰氟熏蒸处理不同时间后,取出卵并继续饲养 7~15 d,分别调查累计卵粒死亡率。从表 1 可知,硫酰氟在 30 g/m³ 浓度熏蒸时对卵具有很高的熏杀活性,其处理 12 h 后卵的校正死亡率为 93.71%,24 h 后校正死亡率为 100.00%。硫酰氟用 20 g/m³ 熏蒸处理 48 h,卵均全部死亡。硫酰氟以 15 g/m³ 熏蒸对卵仍具有较高的熏杀效果,其处理 48 h 后校正死亡率可达 93.46%。

2.2 硫酰氟对烟草粉螟幼虫的熏杀效果

用不同浓度硫酰氟熏蒸处理烟草粉螟 3~4 龄幼虫 12、24、48 h 后,将幼虫从烟包内取出并于 24 h

表1 硫酰氟对烟草粉螟卵的熏杀效果(24~27℃)

Table 1 Fumigant effect of sulfuryl fluoride on eggs of *Ephestia elutella* (Hübner)

浓度/(g·m ⁻³)	处理不同时间的卵死亡率/%			处理不同时间的卵校正死亡率/%		
	12 h	24 h	48 h	12 h	24 h	48 h
5	43.89	51.67	73.89	36.48±5.30 d	44.23±6.06 d	69.28±5.85 c
10	58.33	66.67	85.56	52.83±4.93 c	61.54±6.44 c	83.01±10.48 b
15	66.67	74.44	94.44	62.26±4.09 bc	70.51±7.21 bc	93.46±12.79 b
20	71.67	81.11	100.00	67.92±5.06 b	78.21±8.53 b	100.00±0.00 a
30	94.44	100.00	100.00	93.71±10.90 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
对照 CK	11.67	13.33	15.00	-	-	-

后调查幼虫死亡率(表2)。结果表明,硫酰氟对烟草粉螟幼虫具有很高的熏杀活性。硫酰氟用15 g/m³浓度熏杀12 h,幼虫校正死亡率即为100.00%,用10 g/m³熏杀处理12 h和24 h,幼虫的校正死亡率分别为86.86%和100.00%。硫酰氟在低浓度5 g/m³时仍具有较好的熏杀效果,其处理48 h后幼虫的校正死亡率仍高于90%。

2.3 硫酰氟对烟草粉螟蛹的熏杀效果

用不同浓度硫酰氟分别熏杀处理烟草粉螟蛹12、24、48 h,然后将蛹从烟包内取出并继续饲养7~15 d,调查统计蛹的校正死亡率。从表3可知,

硫酰氟对烟草粉螟蛹也具有很高的熏杀活性。硫酰氟以15 g/m³浓度熏杀12 h,蛹的校正死亡率即为100.00%,用10 g/m³分别熏杀处理12 h和24 h,其校正死亡率分别为78.34%和100.00%。硫酰氟在低浓度5 g/m³时仍具有较好的熏杀效果,其处理48 h后蛹的校正死亡率高于85%。

2.4 硫酰氟对烟草粉螟成虫的熏杀效果

将烟草粉螟成虫用不同浓度硫酰氟熏杀处理后,再将成虫从烟包内取出并于12 h后调查成虫死亡率(表4)。从表4可知,硫酰氟以15 g/m³浓度熏杀对成虫即具有很高的熏杀活性,其处理12 h后

表2 硫酰氟对烟草粉螟幼虫的熏杀效果(24~27℃)

Table 2 Fumigant effect of sulfuryl fluoride on larva of *Ephestia elutella* (Hübner)

浓度/(g·m ⁻³)	处理不同时间的幼虫死亡率/%			处理不同时间的幼虫校正死亡率/%		
	12 h	24 h	48 h	12 h	24 h	48 h
5	72.22	86.67	93.89	71.43±5.05 c	86.29±10.29 b	93.75±9.64 b
10	87.22	100.00	100.00	86.86±8.15 b	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
15	100.00	100.00	100.00	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
20	100.00	100.00	100.00	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
30	100.00	100.00	100.00	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
对照 CK	2.78	2.78	2.22	-	-	-

表3 硫酰氟对烟草粉螟蛹的熏杀效果(24~27℃)

Table 3 Fumigant effect of sulfuryl fluoride on pupa of *Ephestia elutella* (Hübner)

浓度/(g·m ⁻³)	处理不同时间的蛹死亡率/%			处理不同时间的蛹校正死亡率/%		
	12 h	24 h	48 h	12 h	24 h	48 h
5	65.56	82.78	91.11	60.51±5.01 c	80.38±4.70 b	89.47±13.99 b
10	81.11	100.00	100.00	78.34±6.45 b	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
15	100.00	100.00	100.00	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
20	100.00	100.00	100.00	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
30	100.00	100.00	100.00	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
对照 CK	12.78	12.22	15.56	-	-	-

表4 硫酰氟对烟草粉螟成虫的熏杀效果(24~27℃)

Table 4 Fumigant effect of sulfuryl fluoride on adults of *Ephestia elutella* (Hübner)

浓度/(g·m ⁻³)	处理不同时间的成虫死亡率/%			处理不同时间的成虫校正死亡率/%		
	12 h	24 h	48 h	12 h	24 h	48 h
5	79.44	90.00	96.11	78.36±3.83 c	89.22±10.00 b	95.60±9.93 b
10	96.67	100.00	100.00	96.49±8.72 b	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
15	100.00	100.00	100.00	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
20	100.00	100.00	100.00	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
30	100.00	100.00	100.00	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
对照 CK	5.00	7.22	11.67	-	-	-

成虫均全部死亡,用 10 g/m^3 熏蒸处理 24 h ,成虫亦全部死亡。

3 讨论

本试验结果表明硫酰氟对烟草粉蛾不同虫态均具有很高的熏杀效果。4种虫态的烟草粉蛾以成虫和幼虫对硫酰氟的敏感性最高,蛹次之,卵的敏感性最低。由于烟草粉蛾成虫和幼虫呼吸代谢率高,因此对硫酰氟尤为敏感,中毒死亡速率较蛹和卵两种虫态快。

长期以来,国内外储烟害虫防治多采用熏蒸剂磷化氢和有机磷杀虫剂敌敌畏。磷化氢气体由于易燃易爆,同时因具有腐蚀性、残渣处理难和害虫抗药性等问题在应用时存在一定局限,敌敌畏则因渗透性较弱也多用于空仓消毒处理,因此寻找安全、高效的储烟害虫熏蒸剂对烟草仓储行业具有重要意义。硫酰氟由于具有沸点低($-55.2\text{ }^\circ\text{C}$)、扩散渗透性强、杀虫谱广、用药量省、残留量低、杀虫速度快、效果好、散气时间短、不燃不爆、无腐蚀、无残渣、适用温度范围广和毒性适中等优点^[13-14],美国国家环保局已于2004年1月正式批准应用于粮食、食品加工、干果等农副产品的熏蒸杀虫,我国农业部也于2006年11月批准硫酰氟应用于粮食熏蒸^[15]。目前,国内外已报道硫酰氟对玉米象、谷蠹、赤拟谷盗、德国小蠊、紫穗槐豆象和光肩星天牛等害虫具有较高的熏蒸活性^[16-20],在贮烟害虫防治方面也报道了对烟草甲的熏杀效果^[21],但对另一种重要的贮烟害虫烟草粉蛾的熏杀活性至今却较少报道。

本研究表明硫酰氟可作为一种很好的贮烟害虫熏蒸剂用于烟草粉蛾的防虫消毒,市场应用前景广阔。由于受试验条件的限制,本研究采用的烟垛因体积偏小(7.5 m^3),尚不能完全代表在大型烟垛中的确切情况,因此应进一步研究硫酰氟对大型烟垛内不同部位烟草粉蛾的熏杀效果,确定硫酰氟在大型烟垛中的扩散渗透能力。此外,温湿度对气体的熏杀效果一般也具有较大影响,因此应深入研究不同温湿度下硫酰氟对烟草粉蛾各虫态的熏杀效

果,确定不同气候条件下的最佳熏蒸浓度和处理时间。同时,应深入开展硫酰氟对烟草粉蛾等烟仓害虫相关杀虫机理的研究,为今后烟草粉蛾等害虫的抗药性治理奠定理论基础。

近来,美国最新研究表明,硫酰氟散发到空气后会成为一种强效温室气体,且在空气中具有较长的存在寿命,其危害大于科学家先前的判断^[22]。尽管如此,与工业生产大量排放二氧化碳等温室效应气体相比,硫酰氟的排放量仍微不足道,而且在美国等发达国家硫酰氟目前仍被大力推广应用。由此可见,今后一段时期内硫酰氟在有害生物熏蒸消毒领域仍将具有广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 周汉平,宋纪真,齐凌峰,等. 3种防护剂对烟草甲和烟草粉蛾的防治效果[J]. 烟草科技, 2008(6): 59-61.
- [2] 高念昭,熊莉,邓红英,等. 用2.5%敌杀死防治烟草粉蛾老熟幼虫[J]. 昆虫知识, 1998, 35(3): 159.
- [3] 龚信文,孟国玲,桂连友,等. 烟草粉蛾综合防治技术研究[J]. 湖北农学院学报, 1995, 15(4): 241-246.
- [4] 高家合,李天飞,邓建华,等. 温湿度对烟草粉蛾实验种群的影响[J]. 动物学研究, 1999, 20(5): 368-371.
- [5] Manzelli M A. Management of stored-tobacco pests, the cigarette beetle (*Coleoptera: abobiidae*) and tobacco moth (*Lepidoptera: pyralidae*) with methoprene [J]. Journal of Economic Entomology, 1982, 75(4): 721-723.
- [6] Brower J H. Mating competitiveness of irradiation sterilized males of the tobacco moth [J]. Journal of Economic Entomology, 1982, 75(3): 451-457.
- [7] 高家合. 苏云金杆菌 Bt33 发酵条件优化及应用于烟草粉蛾防治的研究[J]. 工业微生物, 2006(3): 18-23.
- [8] 余春英. 白僵菌对烟草粉蛾的致病性研究[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(3): 103-104.
- [9] 卯志勇,何兴普,陈洪. 利用 CHV 诱杀剂防治烟草蛾[J]. 云南农业大学学报, 1998, 13(1): 118-121.
- [10] Buchelos C T H, Trematerra P. Monitoring of stored tobacco insect pests by means of pheromones the case of *Ephesia elutella* (Hübner) and *Lasioderma serricornis* Fabricius in South Europe [J]. Anz Schädlingsskde Pflanzenschutz Umweltschutz, 1998, 71: 113-116.
- [11] 汤朝起,张俊,陆益敏. 烟草甲和烟草粉蛾的防治研究[J]. 中国烟草科学, 2000, 21(4): 46-48.
- [12] 马淑健,杨效文. 缓释磷化氢熏蒸烟垛残留量动态分析[J]. 河南农业大学学报, 1990, 24(4): 493-495.

- [13] Calvert G M, Mueller C A, Fajen J M, et al. Health effects associated with sulfuryl fluoride and methyl bromide exposure among structural fumigation workers [J]. American Journal of Public Health, 1998, 88(12): 74-80.
- [14] Tsai W T. Environmental and health risks of sulfuryl fluoride, a fumigant replacement for methyl bromide [J]. Journal of Environmental Science and Health Part C-Environmental Carcinogenesis & Ecotoxicology Reviews, 2010, 28 (2): 125-145.
- [15] 徐国淦, 姜盛杰. 硫酰氟在我国发展和防治仓储害虫的研究[J]. 粮油仓储科技通讯, 2006 (2) : 39-43.
- [16] 徐国淦. 硫酰氟对储粮害虫活性及残留量实验研究[J]. 粮食储藏, 2006 (5) : 15-18.
- [17] 郑剑宁, 裘炯良, 杨定波. 硫酰氟杀灭德国小蠊的熏蒸剂量研究[J]. 中华卫生杀虫药械, 2009, 15 (6) : 469-471.
- [18] 李金有, 李西标, 王林, 等. 温湿度对硫酰氟熏蒸灭蝇效果的影响研究[J]. 中华卫生杀虫药械, 2011, 17(5) : 352-353.
- [19] 詹国平, 王跃进, 王新, 等. 硫酰氟对杨树包装材料中光肩星天牛幼虫的毒力测定[J]. 植物检疫, 2005, 19 (5) : 257-261.
- [20] 詹国平, 王跃进, 李柏树, 等. 低温条件下溴甲烷和硫酰氟对紫穗槐豆象的毒力[J]. 植物检疫, 2011, 25(5) : 17-20.
- [21] 奚家勤, 宋纪真, 尹启生, 等. 硫酰氟熏蒸贮存片烟技术研究[J]. 烟草科技, 2008 (7) : 61-62.
- [22] Papadimitriou V C, Portmann R W, Fahey D W, et al. Experimental and theoretical study of the atmospheric chemistry and global warming potential of SO₂F₂ [J]. Journal of Physical Chemistry A, 2008, 112: 12657-12666.

《烟草科技》2013年第6期目次

- 05 滚筒内烟丝停留时间数学模型研究..... 秦国鑫, 王道宽, 李 斌, 等
- 10 基于雷达图特征量提取的卷烟感官质量综合评价..... 吴成春, 张莹元, 徐 磊
- 14 片烟箱中霉变和等级不合格叶片在制丝生产过程的剔除..... 王道宽, 李华杰, 李跃锋, 等
- 18 卷烟工业企业烟用材料人工配盘系统的改进..... 姜 华, 徐立峰
- 21 FY36 型废烟支处理机中导流风扇的改进..... 汤治国
- 24 基于 PDM 的卷烟产品研发管理系统的设计与应用..... 张宏铭, 沈炬明, 林 郁, 等
- 28 基于 GIS 技术烟叶基础设施管理系统的设计与应用..... 李世祥, 赵仁源, 孟宪林, 等
- 31 胶基型无烟气烟草制品中烟碱的释放行为研究..... 张文娟, 何保江, 屈 展, 等
- 37 烟丝分布对卷烟主流烟气中氨和焦油释放量的影响..... 沈晓晨, 刘献军, 庄亚东, 等
- 40 高效液相色谱法测定土壤中二氯喹啉酸的不确定度..... 黎茶根, 唐 明, 钟秋瓚, 等
- 45 响应面法优化烟草花超临界二氧化碳萃取工艺及香气分析..... 刘煜宇, 李 仙, 念小魁, 等
- 50 双波长分光光度法测定烟草中的直链淀粉和支链淀粉..... 王文超, 贺 帆, 宋朝鹏, 等
- 53 烟草及其制品中砷的形态分析..... 张建平, 刘秀彩, 黄朝章, 等
- 57 烤烟化学成分与平衡含水率的关系..... 彭 斌, 王洪波, 颜权平, 等
- 64 卷烟主流烟气中苯酚测定的不确定度..... 黄光莉, 林 琳, 陶 里, 等
- 69 烤烟成熟期衰老特性的品种间差异与其氨气补偿点的关系..... 徐清泉, 解莹莹, 刘化冰, 等
- 74 云南宾川白肋烟生物碱含量及烟碱转化率分析..... 赵 田, 史宏志, 樊在斗, 等
- 79 烟草封闭式育苗技术的研究与应用..... 江厚龙, 李钠钾, 单沛祥, 等
- 82 典型烤烟产区气候指标的组合评价法..... 胡钟胜, 周兴