

甲酸乙酯对花斑皮蠹熏蒸防治研究

王云果¹, 高智辉^{1*}, 卜书海¹, 赵姝荣², 鲁晓琳³

(1. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 咸阳职业技术学院, 陕西 咸阳 712000; 3. 秦都区林业站, 陕西 咸阳 712000)

摘要:研究了不同浓度、时间和温度条件下, 甲酸乙酯(EtF)对花斑皮蠹(*Trogoderma variabile*)成虫的致死作用。结果表明: 处理时间和温度显著影响甲酸乙酯对花斑皮蠹成虫的致死作用; 甲酸乙酯具有良好的速效性, 48 h 以内能发挥很好的熏蒸活性, 低温(20℃)条件下熏蒸比高温(35℃)下效果好, 当温度为 20℃ 时, 处理花斑皮蠹成虫、幼虫、蛹和卵 24 h, 其 LC_{50} 分别为 26.2、29.1、30.9、33.3 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$; 用 70 g $\cdot \text{m}^{-3}$ 甲酸乙酯熏蒸昆虫标本 48 h, 可 100% 杀灭花斑皮蠹。

关键词:甲酸乙酯; 花斑皮蠹; 熏蒸防治

中图分类号: S763.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-7461(2008)06-0135-03

Study on the Fumigant Prevention of the *Trogoderma variabile* with Ethyl Formate

WANG Yun-guo¹, GAO Zhi-hui¹, BO Shu-hai¹, ZHAO Shu-rong², LU Xiao-lin³

(1. College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Xianyang Vocational & Technical College, Xianyang, Shaanxi 712000, China; 3. Forestry Station of Qindu, Xianyang, Shaanxi 712000, China)

Abstract: The lethal effects of the fumigation of ethyl formate(EtF) on the adults of *Trogoderma variabile* were systematically studied under different concentrations, time duration, and temperatures. The result showed that time and temperature significantly affected the lethal effect of EtF. The optimal temperature was 20℃. The values of LC_{50} to the adult, larva, pupa and egg were 26.2, 29.1, 30.9, and 33.3 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ respectively at 20℃ after 24 h fumigation. *T. variabile* on the specimen could be completely killed by 70 g $\cdot \text{m}^{-3}$ EtF for 48 h.

Key words: ethyl formate; *Trogoderma variabile*; fumigant prevention

花斑皮蠹(*Trogoderma variabile*)属鞘翅目皮蠹科昆虫^[1], 是一种适应性强、危害物品广泛的储藏物害虫^[2-6], 在温度为 38~40℃、储藏物含水量 8%~10%、pH≤0.5 的条件下, 均能正常发育和繁殖^[7]。昆虫标本易受该虫危害, 过去主要依靠磷化氢和溴甲烷等药剂进行熏蒸防治。由于昆虫对磷化氢具有抗性, 溴甲烷对臭氧层的破坏而面临淘汰。因此, 科学家都在努力寻找磷化氢及溴甲烷的替代措施^[8-10]。甲酸乙酯(EtF)作为熏蒸剂, 对环境无污染, 将成为磷化氢的替代品之一, 现已初步应用于储粮害虫米象、赤拟谷盗、嗜卷书虱等防治, 其急性毒性低于磷化氢, 速效性优于磷化氢^[11-16]。研究甲酸乙酯对标本害虫花斑皮蠹的熏蒸致死作用, 旨在为寻找磷化

氢替代药剂和控制标本害虫提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试药剂为甲酸乙酯, 纯度≥99.0%, 淄博名聚化工有限公司生产。

试虫为室内人工饲养的花斑皮蠹 4 龄幼虫、健康卵、健康蛹、成虫。

1.2 方法

参照唐培安等^[12]的方法。

1.2.1 处理时间及浓度对甲酸乙酯熏蒸活性的影响 处理温度 25℃, 处理时间为 12、24、36、48、60 h, 处理剂量分别为 35、40、45、50 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$, 处理虫

②) 收稿日期: 2008-01-09 修回日期: 2008-05-06
作者简介: 王云果, 女, 硕士生, 主要从事森林保护研究。
* 通讯作者: 高智辉。

态为花斑皮蠹成虫,每个处理供试成虫 20 头,3 次重复,并设空白对照。

1.2.2 处理温度对甲酸乙酯熏蒸效果的影响 处理温度分别为 17、20、23、26、29、32、35℃ 共 7 个温度梯度,处理剂量分别为 33、36、39、42、45 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$,处理时间 24 h。每个处理供试成虫 20 头,3 次重复,设不施药对照。

1.2.3 甲酸乙酯对花斑皮蠹不同虫态的熏蒸毒力测定 处理剂量分别为 27、30、33、36、39 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$,处理温度为 20℃(经过以上试验该温度条件下熏蒸效果较好),处理时间 24 h。每个处理 20 头试虫,3 次重复,设不施药为对照。

1.2.4 甲酸乙酯熏蒸效果试验 处理时间 24、48 h,处理剂量分别为 50、55、60、65、70 $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 。试验在大小为 8 m^3 熏蒸箱中进行。每处理 20 盒标本,并设对照,熏蒸结束后打开通风口,通风 24 h 后取出标本盒,3 d 后调查成虫,7 d 后调查蛹、卵、幼虫死亡情况。蛹、卵以没有羽化和孵化为死亡,幼虫、成虫在体视镜下用针触动没有反应为死亡。

1.3 数据处理和分析

数据采用 Abbott 公式对死亡率进行校正。
校正死亡率/% = [(处理死亡率 - 对照死亡率)/(1 - 对照死亡率)] × 100%
将死亡率进行反正弦转换后,采用 SPSS 软件进行方差分析,多重比较采用 Duncan's 新复极差法,用 IRM 害虫抗药性管理软件进行回归分析,用几率值法求出毒力回归线和 LC_{50} 值。

2 结果与分析

2.1 甲酸乙酯浓度及熏蒸时间对熏蒸效果的影响

由图 1 知,在药剂浓度相同的条件下,随着处理时间的延长,花斑皮蠹成虫的校正死亡率越高;在处理时间相同的条件下,随着甲酸乙酯浓度的增大,熏蒸效果逐渐提高。熏蒸时间与药剂浓度均显著影响花斑皮蠹成虫的校正死亡率($P < 0.05$)。当甲酸乙酯浓度为 45 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 时、处理时间为 24 h 时,花斑皮蠹成虫的平均校正死亡率为 86.8%;当甲酸乙酯

浓度 50 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 、处理 36 h 时,其校正死亡率为 98.2%,处理 48 h 时,其校正死亡率达到 100%,表明甲酸乙酯对花斑皮蠹成虫具有较强的速效性。

2.2 处理温度对甲酸乙酯熏蒸效果的影响

由图 2 可知,温度 20℃ 时,甲酸乙酯处理花斑皮蠹成虫其校正死亡率最高;温度在 20~35℃ 时,随温度升高,校正死亡率逐渐降低,熏蒸效果下降。双因素方差分析表明,温度与药剂浓度显著影响花斑皮蠹成虫的熏蒸效果($P < 0.01$)。

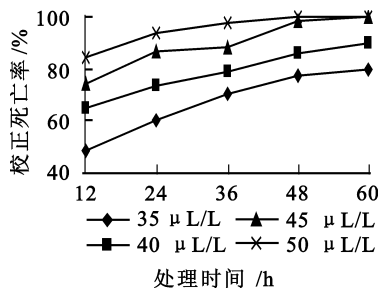


图 1 熏蒸时间对甲酸乙酯熏蒸活性的影响
Fig. 1 The effects of treatment time and concentration of ethyl formate on fumigation activities

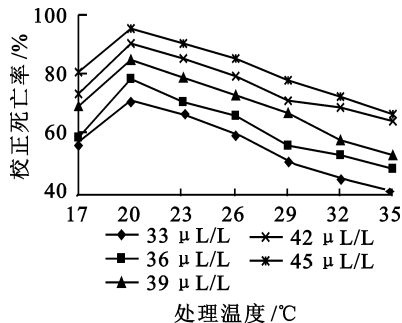


图 2 温度对甲酸乙酯熏蒸效果的影响
Fig. 2 The effects of treatment temperature of ethyl formate on fumigation activities

2.3 甲酸乙酯对花斑皮蠹不同虫态的毒力测定

由表 1 知,花斑皮蠹不同虫态对甲酸乙酯的敏感程度不同,成虫最敏感,幼虫次之,卵的敏感性最差。由表 2 知,4 个拟合回归方程式中的斜率都较大,说明花斑皮蠹试验种群对甲酸乙酯的敏感性分布的差异均较小,其中蛹、卵敏感性差异分布相对较小,成虫、幼虫相对较大。成虫、幼虫、蛹、卵的 LC_{50} 依次为 26.2、29.1、30.9、33.3 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

表 1 甲酸乙酯对花斑皮蠹不同虫态的熏蒸活性(20℃,24 h)

Table 1 Fumigation activities of ethyl formate against different stages of *T. variabile*(20℃,24 h)

虫态	校正死亡率 /%				
成虫	46.1±4.6	65.3±5.2	70.4±4.2	78.4±3.5	84.8±4.2
幼虫	33.6±3.5	58.7±3.8	70.2±3.8	81.4±3.5	90.2±3.3
蛹	25.5±3.3	48.2±2.5	64.4±3.0	70.4±3.3	80.9±2.4
卵	18.4±2.2	38.7±3.3	50.8±2.9	61.4±4.1	72.4±3.1

2.4 甲酸乙酯熏蒸效果

由表 3 可知,在相同条件下,甲酸乙酯对花斑皮蠹成虫熏蒸效果最好,其次为 4 龄幼虫,卵的熏蒸效

果最差。在剂量为 60 $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 时,甲酸乙酯处理 24 h,花斑皮蠹各虫态校正死亡率均在 90% 以上,处理 48 h 时,成虫、幼虫校正死亡率达到 100%,蛹、卵的

校正死亡率在 95% 以上;用 70 g·m⁻³ 的甲酸乙酯处理标本 48 h,各虫态校正死亡率均为 100%,说明甲酸乙酯对花斑皮蠹具有良好的熏蒸活性。用 70 g·m⁻³ 的甲酸乙酯处理的昆虫标本 48~60 h,3 a 来尚未发现标本受花斑皮蠹危害。

表 2 甲酸乙酯对花斑皮蠹不同虫态的毒力测定^①

Table 2 Poisonous test of ethyl formate on different stages of *T. variabile*

虫态	回归方程	LC ₅₀ /(μL·L ⁻¹)	相关系数(<i>r</i>)	χ ²	<i>S_m</i>	LC ₉₉ /(μL·L ⁻¹)
成虫	Y=-8.87+9.67X	26.2	0.991 4	1.836 4	2.212 3	53.8
幼虫	Y=-9.36+9.81X	29.1	0.990 0	1.780 1	2.234 0	60.1
蛹	Y=-8.23+8.88X	30.9	0.982 0	2.599 4	1.554 3	68.8
卵	Y=-8.23+8.70X	33.3	0.982 7	3.943 2	3.153 7	75.1

①χ² 是卡方检验值,当自由度 *n*=5-2=3 时,*P*_{0.05}=7.81,卡方值均小于 7.81,说明回归方程符合实际,*S_m* 是 LC₅₀ 标准误差。

表 3 甲酸乙酯对花斑皮蠹各虫态的效正死亡率

Table 3 Corrected mortality of ethyl formate against different stages of *T. variabile* %

虫态	处理时间 /h	处理浓度/(g·m ⁻³)				
		50	55	60	65	70
成虫	24	90.8±2.8	94.4±2.2	99.2±4.2	100	100
	48	94.6±2.8	96.7±2.2	100	100	100
幼虫	24	75.9±3.2	89.8±3.6	97.7±3.8	100	100
	48	86.9±2.4	94.7±4.1	100	100	100
蛹	24	68.2±3.8	80.4±2.5	92.2±3.3	95.4±3.6	100
	48	81.6±2.4	91.4±3.1	98.8±3.0	100	100
卵	24	68.4±4.1	78.4±3.3	90.7±2.5	95.8±2.0	98.9±1.4
	48	78.7±2.0	89.4±3.6	95.1±3.4	98.4±1.3	100

3 结论与讨论

甲酸乙酯对花斑皮蠹成虫具有良好的熏蒸效果。在温度为 25℃ 条件下,用 50 μL·L⁻¹ 的甲酸乙酯处理花斑皮蠹成虫及用 70 g·m⁻³ 甲酸乙酯处理花斑皮蠹其他虫态 48 h,其校正死亡率均达到 100%,说明甲酸乙酯对花斑皮蠹具有良好的速效性。

甲酸乙酯对花斑皮蠹不同虫态熏蒸效果不同,成虫效果最好,幼虫次之,卵最差。因此,用甲酸乙酯防治花斑皮蠹应抓住成虫羽化高峰期或低龄幼虫期,从其速效性看,甲酸乙酯可作为防治标本害虫的替代药剂之一,但在实际应用中,因不同的仓储物对药剂的吸附作用不同及不同种类害虫对药剂的熏蒸活性不同,要达到理想的熏蒸效果,在未进行试验的基础上,可相应提高药剂浓度或延长熏蒸时间^[16]。

当其他条件相同时,低温熏蒸要比高温熏蒸效果好。因此,在越冬代成虫羽化高峰期或第 1 代低龄幼虫期进行防治最好,这时仓库温度较低,正适合低温保存标本的需要。

参考文献:

[1] 赵养昌,李鸿兴,高锦亚. 中国仓库害虫[M]. 北京:中国农业出版社,1982:57.

[2] 陈启宗,黄建国. 仓库昆虫图册[M]. 北京:科学出版社 1985:24-78.

[3] 罗益镇. 粮食仓储害虫防治[M]. 济南:济南出版社,1992:21-22.

[4] 张生芳. 危害蚕茧及其制品的皮蠹害虫[J]. 植物检疫,2000,14

(1):27-28.

[5] 张筱秀,周运宁,李唐,等. 七种主要储粮害虫发生规律的研究[J]. 储粮有害生物及防治技术,2002(2):17-19.

[6] 钟立雄. 花斑皮蠹生态习性初步观察[J]. 贮粮害虫的防治,1998(6):19-20.

[7] 凤舞剑,戴优强,胡长效. 花斑皮蠹的生物学特性及防治技术[J]. 安徽农业科学,2004,32(3):472-473.

[8] 梁权. 迎接害虫磷化氢抗性的挑战[J]. 粮食储藏,1994,23(1):3-7.

[9] 张海燕,邓永学,王进军,等. 植物精油对谷蠹成虫熏蒸活性的研究[J]. 西南农业大学学报:自然科学版,2004,26(4):423-425.

[10] 曹阳,王殿轩. 米象和赤拟谷盗不同品系成虫的磷化氢击倒时间与其抗性之间的关系[J]. 郑州粮食学院学报,2000,21(2):1-5.

[11] 唐培安,邓永学,王进军,等. 甲酸乙酯对赤拟谷盗不同虫态的熏蒸活性研究[J]. 西南农业大学学报,2006(2):61-65.

[12] 唐培安,邓永学,王进军,等. 甲酸乙酯对米象不同虫态的熏蒸作用[J]. 植物保护学报,2006(2):178-132.

[13] 李 俊,邓永学,王进军,等. 甲酸乙酯对嗜卷书虱成虫的熏蒸致死作用研究[J]. 西南农业大学学报,2006(5):858-862.

[14] 唐培安,邓永学,王进军. 模拟仓中甲酸乙酯对 4 种储粮害虫的熏蒸活性研究[J]. 粮食储藏,2007(1):3-6.

[15] REN Y L, MAHON D. Fumigation thralls on the application of ethyl formate to wheat, split faba beans and sorjhum in small metal bins[J]. Journal of Stored Products Research, 2006,42(3):277-289.

[16] DAMCEVSKI K A, ANNKS P C. The response of three stored product insect species to ethyl formate vapour at different temperatures[J]. Australian Postharvast Technical Conference,2000:78-81.