

◆ 药效与应用 ◆

9种不同类型杀虫剂对玉米草地贪夜蛾的室内毒力测定

王发伍,张强艳,马岳,陶妍,李岩,刘长仲*

(甘肃农业大学植物保护学院,兰州 730070)

摘要:为了筛选防治玉米草地贪夜蛾的最佳药剂,本文采用浸叶法测定了9种杀虫剂对草地贪夜蛾的毒力。结果表明,4%高氯·甲维盐ME防治草地贪夜蛾效果最好,LC₅₀值为0.571 mg/L,其次为25%啮硫磷EC、30%虫螨腈EC、40%丙溴磷EC、40%辛硫磷EC、20%甲氰菊酯EC、16%虫脒·茚虫威EC,LC₅₀值分别为6.436、13.693、30.565、34.704、38.657和72.084 mg/L,而5%多杀霉素SC和5%氟啶脲EC对草地贪夜蛾的毒性较低,LC₅₀值分别为137.417和267.232 mg/L。综上所述,4%高氯·甲维盐ME和25%啮硫磷EC是9种杀虫剂中防治草地贪夜蛾的最佳药剂,两者均对草地贪夜蛾具有显著的防效。该试验结果可为草地贪夜蛾防治中合理使用杀虫剂提供科学的理论依据。

关键词:草地贪夜蛾;杀虫剂;毒力测定;玉米

中图分类号:S 435.1;S 482.3 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1671-5284.2022.05.011

Indoor Toxicity of 9 Different Types of Insecticides to *Spodoptera frugiperda* in Maize

WANG Fawu, ZHANG Qiangyan, MA Yue, TAO Yan, LI Yan, LIU Changzhong*

(College of Plant Protection, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: In order to screen the best insecticides for protecting corn from *Spodoptera frugiperda*, the control effects of 9 types of insecticides on *S. frugiperda* were tested by leaf soaking method. The results showed that the control effect of 4% beta-cypermethrin·emamectin benzoate salt ME on *S. frugiperda* was the best with LC₅₀ value of 0.571 mg/L, followed by 25% quinalphos EC, 30% chlorfenapyr EC, 40% profenofos EC, 40% phoxim EC, 20% fenprothrin EC and 16% tebufenozide·indazocarb EC. In detail, the LC₅₀ values were 6.436, 13.693, 30.565, 34.704, 38.657 and 72.084 mg/L, respectively, while the lower LC₅₀ values of 5% spinosad SC and 5% chlorfluazuron EC were 137.417 and 267.232 mg/L, respectively. In conclusion, 4% beta-cypermethrin·emamectin benzoate salt ME and 25% profenofos EC were the best among the 9 insecticides against *S. frugiperda*, both of which showed remarkable control effects. The results provided scientific theoretical basis for rational use of insecticides in *S. frugiperda* control.

Key words: *Spodoptera frugiperda*; insecticides; toxicity determination; maize

草地贪夜蛾(*Spodoptera frugiperda*)是重大入侵害虫^[1],其主要特点包括繁殖能力强,1只雌性草地贪夜蛾成虫在温度适宜的条件下一生可产卵900~2 000粒^[2];适应能力强,卵的结冰点和过冷点分别为(-24.70±0.25)℃和(-25.45±0.25)℃^[3-4];迁飞能力强^[5-6],无风时1只成虫每天飞行距离能达到18~

36 km^[7],借风时每天可达100 km以上^[8];寄主范围广,草地贪夜蛾可对76科353种植物造成损害,其中对玉米、水稻、高粱、大豆造成的危害比较严重^[9-10]。草地贪夜蛾主要以植株的叶片、果穗等为食,这会使叶片变薄,导致叶片丧失其功能。幼虫也经常在心叶取食,当苗期被害时其生长点被破坏,形成枯

收稿日期:2022-05-27

基金项目:国家重点研发计划(2018YFD0200405);甘肃省农业农村厅科技项目(GZB20191105)

作者简介:王发伍(1997—),男,黑龙江双鸭山人,硕士研究生,研究方向为害虫综合治理。E-mail: wangfawu55@163.com

通信作者:刘长仲(1962—),男,重庆人,博士,教授,主要从事农业昆虫与害虫防治工作。E-mail: liuchzh@gsau.edu.cn

心苗。草地贪夜蛾可造成玉米产量减少20%~40%,如果没有得到有效的防控,虫害严重时会造成绝收的情况^[1]。此外,草地贪夜蛾现已入侵广东、广西、云南、海南、贵州、湖南、湖北、福建、浙江、四川、江西、重庆、安徽、河南等22省(自治区)的1 128个县(市、区),给各地区造成巨大的经济损失^[8]。

在草地贪夜蛾的防治中,药剂防治是目前多种作物上应急控制的最有效方法。化学农药不仅使用方便而且具有高效、速效的特点^[2],适宜的药剂选择是影响防治质量的关键因素之一。本研究通过查找2019年农业部“草地贪夜蛾应急防治用药推荐名单”中的药剂,以及翻阅大量文献最终选取防治鳞翅目害虫甜菜夜蛾、棉铃虫、小菜蛾、斜纹夜蛾和玉米螟等的9种常用且药效较好的杀虫剂来开展室内活性评价试验,测定其对草地贪夜蛾3龄幼虫的毒力,以便为田间草地贪夜蛾防治工作提供科学的用药指导。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试品种。‘丰禾6号’,张掖市德光农业科技开发有限公司。

供试虫源。供试草地贪夜蛾幼虫由甘肃农业大学植物保护学院昆虫生态学实验室提供。将草地贪夜蛾幼虫置于温度为(25±1)℃、相对湿度(75±5)%、光周期为L:D=16h:8h的人工气候箱内,幼虫用玉米叶饲养繁殖,成虫以10%蜂蜜水提供营养。选取个体大小和发育一致、健康、活泼的草地贪夜蛾3龄幼虫作为试验虫源。

1.2 供试药剂

20%甲氰菊酯EC,浙江省东阳市金鑫化学工业有限公司;40%丙溴磷EC,山东科源化工有限公司;40%辛硫磷EC,山东埃森化学有限公司;5%氟啶脲EC,河北农信安格诺农化有限公司;4%高氯·甲维盐ME,山东中新科农生物科技有限公司;16%虫脒·茚虫威EC,京博农化科技有限公司;5%多杀霉素SC,山东国润生物农药有限责任公司;25%啶硫磷EC,印度联合化合物有限公司;30%虫螨腈EC,青岛正道药业有限公司。

1.3 试验方法

本试验采用浸叶法^[3],在预实验的基础上,先将药剂根据等比配制成5个浓度梯度,用蒸馏水作为空白对照。将长势一致、新鲜且无虫无药的玉米离体叶片分别浸入到稀释后的药液和蒸馏水中,10s

后取出,待其自然风干,用浸透水的脱脂棉包裹叶段下缘保湿,置于带有保湿滤纸的9cm培养皿内。挑取大小一致刚蜕皮的草地贪夜蛾3龄幼虫,饥饿处理4h后将其接入处理后的玉米叶片上,每个处理20头,3次重复。将处理的草地贪夜蛾幼虫放于温度为(25±1)℃、相对湿度为(75±5)%、光周期为L:D=16h:8h的人工气候箱内,24h后观察草地贪夜蛾幼虫死亡数,分别检查幼虫存活状态,以毛刷轻触幼虫体表,无反应则判定为死亡,并记录死亡数。

1.4 数据处理

数据经Microsoft Excel 2010整理后,使用SPSS 26.0进行统计分析,求出药剂处理24h后的毒力回归方程、LC₅₀值、95%置信区间及相关系数,均值采用邓肯氏新复极差法进行多重比较。

$$\text{死亡率}/\% = \frac{\text{死亡虫数}}{\text{处理总虫数}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{校正死亡率}/\% = \frac{\text{处理死亡率} - \text{对照死亡率}}{1 - \text{对照死亡率}} \times 100 \quad (2)$$

2 结果与分析

2.1 供试杀虫剂对草地贪夜蛾3龄幼虫的室内毒力

由表1可以看出9种药剂都具有一定的毒力,其中4%高氯·甲维盐ME的毒性最大,24h的LC₅₀值为0.571 mg/L,显著小于其他8种杀虫剂;其次为25%啶硫磷EC,24h的LC₅₀值为6.436 mg/L;30%虫螨腈EC、40%丙溴磷EC、40%辛硫磷EC、20%甲氰菊酯EC和16%虫脒·茚虫威EC的LC₅₀值分别为13.693、30.565、34.704、38.657和72.084 mg/L;毒力最低的为5%氟啶脲EC,LC₅₀值为267.232 mg/L,其中,5%氟啶脲EC的LC₅₀值分别是4%高氯·甲维盐ME和25%啶硫磷EC的468.007倍和41.521倍。在9种试供药剂中毒力由高到低依次为4%高氯·甲维盐ME>25%啶硫磷EC>30%虫螨腈EC>40%丙溴磷EC>40%辛硫磷EC>20%甲氰菊酯EC>16%虫脒·茚虫威EC>5%多杀霉素SC>5%氟啶脲EC。

2.2 供试杀虫剂对草地贪夜蛾3龄幼虫的校正死亡率

9种不同浓度杀虫剂对草地贪夜蛾3龄幼虫的校正死亡率如表2所示。除40%丙溴磷EC以外,每个药剂不同处理质量浓度的校正死亡率都具有显著性差异($P < 0.05$),20%甲氰菊酯EC 200 mg/L、40%丙溴磷EC 200 mg/L、40%辛硫磷EC 200 mg/L、5%氟啶脲EC 1 250 mg/L、4%高氯·甲维盐ME 4 mg/L、16%虫

肼·茚虫威EC 320 mg/L、5%多杀霉素SC 500 mg/L、25%啮硫磷EC 25 mg/L的校正死亡率均在90%以

上。30%虫螨腈EC的校正死亡率较低,校正死亡率最高只有73.33%。

表 1 9 种杀虫剂对草地贪夜蛾 3 龄幼虫的毒力效果

杀虫剂	毒力方程	相关系数	LC ₅₀ 值/(mg·L ⁻¹)	95%置信区间/(mg·L ⁻¹)
20%甲氰菊酯EC	y=12.843x-10.619 0	0.985 5	38.657	26.732~53.969
40%丙溴磷EC	y=14.284x-11.537 0	0.970 0	30.565	22.274~39.991
40%辛硫磷EC	y=14.729x-13.023 0	0.974 6	34.704	25.510~45.682
5%氟啶脲EC	y=13.504x-22.558 0	0.985 3	267.232	187.063~347.401
4%高氯·甲维盐ME	y=11.404x+12.666 0	0.948 3	0.571	0.346~0.817
16%虫肼·茚虫威EC	y=10.298x-8.868 0	0.974 4	72.084	40.191~103.976
5%多杀霉素SC	y=14.497x-20.667 0	0.996 9	137.417	96.778~178.055
25%啮硫磷EC	y=15.48x-2.500 4	0.980 0	6.436	4.867~8.540
30%虫螨腈EC	y=11.52x-13.736 0	0.995 1	13.693	8.278~19.108

表 2 9 种杀虫剂不同浓度对草地贪夜蛾 3 龄幼虫的致死效果

杀虫剂	稀释倍数	药剂浓度/(mg·L ⁻¹)	试供虫数/头	死亡头数/头	校正死亡率/%
20%甲氰菊酯EC	1 000	200	20	20.00±0	100±0 a
	2 000	100	20	14.33±0.88	71.67±4.41 b
40%丙溴磷EC	2 000	200	20	20.00±0	100±0 a
	4 000	100	20	17.33±0.67	86.67±3.3 a
40%辛硫磷EC	2 000	200	20	19.67±0.33	98.33±1.67 a
	4 000	100	20	16.67±0.67	83.33±3.33 b
5%氟啶脲EC	40	1 250	20	18.33±0.33	91.67±1.67 a
	80	625	20	15.33±0.33	76.67±1.67 b
4%高氯·甲维盐ME	10 000	4	20	19.00±0.58	95.00±2.89 a
	20 000	2	20	15.00±1.00	75.00±5.00 b
16%虫肼·茚虫威EC	500	320	20	18.33±0.33	91.67±1.67 a
	1 000	160	20	12.33±0.88	61.67±4.41 b
5%多杀霉素SC	100	500	20	18.67±0.67	93.33±3.33 a
	200	250	20	14.33±1.20	71.67±6.01 b
25%啮硫磷EC	10 000	25	20	19.00±0.58	95.00±2.89 a
	20 000	12.5	20	14.67±0.33	73.33±1.67 b
30%虫螨腈EC	10 000	30	20	14.67±2.91	73.33±14.59 a
	20 000	15	20	12.00±3.46	60.00±17.32 b
空白对照			20	0	0

注:表中数据为平均值±标准误差,同列不同大小字母表示差异显著(P<0.05)。

3 结论与讨论

草地贪夜蛾从2019年入侵以来,严重威胁我国的玉米生产^[14]。目前,化学防治仍然是控制玉米草地贪夜蛾的主要方法^[15-16]。本试验选用9种不同类型的化学药剂对草地贪夜蛾3龄幼虫的毒力进行室内测定。结果表明,4%高氯·甲维盐ME和25%啮硫磷EC效果最佳,24 h-LC₅₀值均在10 mg/L以下。其中,4%高氯·甲维盐ME的LC₅₀值小于1 mg/L,对草地贪夜蛾的毒杀作用更为明显,这 and 前人报道的微乳液对草地贪夜蛾具有低量、速效的结果一致^[17]。微乳剂是以水为基质,不含或含有少量有机溶剂的剂型,相比乳

油,其具有污染小、对生产者和使用者的毒性小、生产贮运安全等优点,且微乳剂中的微粒结构更加稳定^[18-19],如王亚廷等^[20]报道的高氯·甲维盐ME热贮稳定性良好,在-10℃以下冷冻14 d,高氯·甲维盐ME出现半透明或胶冻状,但恢复室温后,其仍能变为均相透明液体,在水中依然可自动分散成透明溶液。啮硫磷对草地贪夜蛾的作用明显,具有非常强的杀虫活性,这与前人报道的啮硫磷对害虫具有强烈的触杀和胃毒作用的结果一致^[21]。乳油是农药传统剂型之一,因乳油制作简单方便且成本低,在农药制剂中占据重要位置,但乳油闪点低、挥发性强、毒性高、易燃易爆,不仅在运输、贮存和使用中具有

危险性,还可能对土壤、水体环境造成污染;对哺乳动物、水生生物等非靶标生物也存在危害。因此,从安全角度,4%高氯·甲维盐ME比25%啶硫磷EC具有更优的使用性能来防治草地贪夜蛾。

20%甲氰菊酯EC、40%丙溴磷EC、40%辛硫磷EC对草地贪夜蛾也有很好的效果,其24 h-LC₅₀值均在100 mg/L以下。虽然国外研究表明,草地贪夜蛾已经对传统的拟除虫菊酯、氨基甲酸酯及有机磷类杀虫剂产生了很高的抗性^[22],但是在本试验中,这些药剂对草地贪夜蛾的杀虫活性依然较好。16%虫脒·茚虫威EC和30%虫螨腈EC对草地贪夜蛾的LC₅₀值分别为66.546和11.895 mg/L,同样表明具有良好毒杀效果,这也与前人报道的研究结果相符^[23]。由于本试验中30%虫螨腈EC使用的剂量较低,死亡率和校正死亡率不高,因而在实际应用中还应该加大药剂使用浓度,以便提高防效。

5%多杀霉素EC和5%氟啶脲EC的24 h-LC₅₀值大于100 mg/L,对草地贪夜蛾3龄幼虫的毒杀效果较差,可能与草地贪夜蛾对其产生了抗药性有关,也有可能与低浓度植物源农药能够引起害虫拒食以及发育停滞但不致死的特殊作用机制有关^[24-25],所以关于该类农药长期使用对草地贪夜蛾幼虫的防效还有待进一步研究。

综上所述,建议使用高氯·甲维盐ME和啶硫磷EC来治理草地贪夜蛾,2种农药对草地贪夜蛾都有着最佳的毒杀效果,试验中筛选出的药剂对于指导合理用药、有效治理草地贪夜蛾具有重要意义。

参考文献

- [1] 吴秋琳,姜玉英,吴孔明.草地贪夜蛾缅甸虫源迁入中国的途径分析[J].植物保护,2019,45(2):1-6;18.
- [2] 江幸福,张蕾,程云霞,等.草地贪夜蛾迁飞行为与监测技术研究进展[J].植物保护,2019,45(1):12-18.
- [3] 张智,郑乔,张云慧,等.草地贪夜蛾室内种群抗寒能力测定[J].植物保护,2019,45(6):43-49;69.
- [4] SPARKS A N. Fall armyworm symposium: a review of the biology of the fall armyworm[J]. Florida Entomologist, 1979, 62(2): 82-87.
- [5] 吴秋琳,姜玉英,吴孔明.草地贪夜蛾缅甸虫源迁入中国的途径分析[J].植物保护,2019,45(2):1-6;18.
- [6] KALLESHWARASWAMY C M, ASOKAN R, SWAMY H M, et al. First report of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), an alien invasive pest on maize in India[J]. Pest Management in Horticultural Ecosystems, 2018, 24(1): 23-29.
- [7] 葛世帅,何莉梅,和伟,等.草地贪夜蛾的飞行能力测定[J].植物保护,2019,45(4):28-33.
- [8] 王磊,陈科伟,陆永跃.我国草地贪夜蛾入侵扩张动态与发生趋势预测[J].环境昆虫学报,2019,41(4):683-694.
- [9] 郭井菲,静大鹏,太红坤,等.草地贪夜蛾形态特征及与3种玉米田为害特征和形态相近鳞翅目昆虫的比较[J].植物保护,2019,45(2):7-12.
- [10] 梁沛,谷少华,张雷,等.我国草地贪夜蛾的生物学、生态学和防治研究概况与展望[J].昆虫学报,2020,63(5):624-638.
- [11] 狄蕊,吴水祥,湛江华,等.几种药剂对玉米上草地贪夜蛾的田间防治效果比较[J].上海农业科技,2021(2):125-126.
- [12] 喜超,姜玉英,木霖,等.草地贪夜蛾在云南的潜在适生区分析及经济损失预测[J].南方农业学报,2019,50(6):1226-1233.
- [13] 中华人民共和国农业部. NY/T1154. 14—2008 农药室内生物测定试验准则杀虫剂第14部分:浸叶法[S].北京:中国农业出版社,2008.
- [14] 郭井菲,赵建周,何康来,等.警惕危险性害虫草地贪夜蛾入侵中国[J].植物保护,2018,44(6):1-10.
- [15] TOGOLA A, MESEKA S, MENKIR A, et al. Measurement of pesticide residues from chemical control of the invasive *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in a maize experimental field in Mokwa, Nigeria[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2018, 15(5): 849.
- [16] OKUMA D M, BERNARDI D, HORIKOSHI R J, et al. Inheritance and fitness costs of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) resistance to spinosad in Brazil[J]. Pest Management Science, 2018, 74(6): 1441-1448.
- [17] 祖成. 5%高氯·甲维盐微乳剂防治柑橘潜叶蛾药效试验简报[J].上海农业科技,2019(6):130;133.
- [18] 张润祥,高越,武宇鹏,等.4%高氯·甲维盐微乳剂防治甜菜夜蛾田间药效试验研究[J].安徽农业科学,2011,39(6):3374-3375.
- [19] 崔正刚,殷福珊.微乳化技术及应用[M].北京:中国轻工业出版社,1992:311-319.
- [20] 王亚廷,刘亚敏,李波,等.4.3%高氯·甲维盐微乳剂的研制[J].现代农药,2007,6(4):21-23;31.
- [21] 李剑,李美玲,李聪.啶硫磷防治多种害虫应用效果[J].四川农业科技,1994(1):23-24.
- [22] YU S J. Detection and biochemical characterization of insecticide resistance in fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. Journal of Economic Entomology, 1992, 85(3): 675-682.
- [23] 汪磊.5种常见药剂对玉米草地贪夜蛾田间防效研究[J].现代农业科技,2021(5):133-134.
- [24] DUNKEL F V, JARONSKI S T, SEDLAK C W, et al. Effects of steam-distilled shoot extract of *Tagetes minuta* (Asterales: Asteraceae) and entomopathogenic fungi on larval *Tetanops myopaeformis*[J]. Environmental Entomology, 2010, 39(3): 979-988.
- [25] ZHANG J F, CHEN L, HUANG S, et al. Diterpenoid alkaloids from two *Aconitum* species with antifeedant activity against *Spodoptera exigua*[J]. Journal of Natural Products, 2017, 80(12): 3136-3142.

(责任编辑:高蕾)