

## 4 种药剂防治小菜蛾的药效试验

苏新新<sup>1</sup>, 苗少娟<sup>2</sup>, 张雅林<sup>1\*</sup>

(1.西北农林科技大学植物保护学院植保资源与病虫害治理教育部重点实验室, 陕西杨凌 712100; 2.先正达(中国)投资有限公司, 上海 200120)

**摘要** 通过室内毒力测定试验和在陕西杨凌地区大田药效试验, 比较美除(5%虱螨脲乳油)、亮泰(6%阿维·氯苯酰悬浮剂)、福奇(14%氯虫·高氯氟悬浮剂)、康宽(20%氯虫苯甲酰胺悬浮剂)4种不同药剂单独或复配使用对小菜蛾幼虫的毒杀效果。结果表明, 福奇与美除复配制剂与其他几种药剂相比对小菜蛾幼虫的防治效果最佳。

**关键词** 小菜蛾; 田间药效试验; 室内生测; 防治效果; 陕西

中图分类号 S433.4 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)20-0144-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.20.039



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Pharmacodynamic Experiment of Four Pesticides Against *Plutella xylostella*

SU Xin-xin<sup>1</sup>, MIAO Shao-juan<sup>2</sup>, ZHANG Ya-lin<sup>1</sup> (1. Key Laboratory of Plant Protection Resources and Pest Control, Ministry of Education, College of Plant Protection, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Syngenta (China) Investment Co., Ltd., Shanghai 200120)

**Abstract** In this study, we compared the toxicity of four different pesticides (Meichu (5% Lufenuron EC), Liangtai (6% Avermectin · Chlorantraniliprole SC), Fuqi (14% Chlorantraniliprole · Permethrin SC), Kangkuan (20% Chlorantraniliprole SC) individually or compounded one with another pesticide to the larvae of *Plutella xylostella* (Linnaeus) through laboratory virulence testing and field efficacy testing in Yangling, Shaanxi. The results showed that the combination of Fuqi and Meichu had the best control effect on the larvae of *Plutella xylostella* (Linnaeus) compared to other pesticides.

**Key words** *Plutella xylostella* (Linnaeus); Field efficacy test; Indoor bioassay; Control effect; Shaanxi

小菜蛾 (*Plutella xylostella* (Linnaeus)) 属鳞翅目 (Lepidoptera) 菜蛾科 (Plutellidae), 俗名两头尖、小青虫等, 是一种世界性重要蔬菜害虫<sup>[1-6]</sup>。小菜蛾主要危害甘蓝、芥菜、花椰菜、小青菜等十字花科植物, 幼虫可在作物的整个生育期进行危害, 啃食叶片, 对蔬菜品质造成很大影响。研究表明, 小菜蛾大发生时可减产 90% 以上甚至绝收, 一般情况下也会造成 30%~50% 的损失<sup>[7]</sup>。

目前对小菜蛾的防治以化学防治为主, 常用农药有苏云金芽孢杆菌、高效氯氰菊酯、阿维菌素、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、氯虫苯甲酰胺、多杀菌素、溴虫腈等。由于小菜蛾适应性强, 种群世代重叠现象严重, 而且农户长时间单一用药, 导致常规药剂防治效果不佳, 增加了防治难度。研究表明, 华中、江西、陕西、广东、湖南等地区田间小菜蛾种群对高效氯氰菊酯和阿维菌素表现为高水平抗性, 对多杀菌素和氯虫苯甲酰胺表现为中等水平抗性<sup>[8-12]</sup>。笔者通过比较目前常用的 4 种杀虫剂在室内和室外对小菜蛾幼虫的防治效果, 筛选出高效的复配药剂, 对于小菜蛾的有效防控、指导菜农合理用药、降低经济损失具有重要意义。

## 1 材料与方

**1.1 试验地点** 室内生测: 西北农林科技大学植物保护学院教育部重点实验室。大田试验: 陕西省咸阳市杨陵区揉谷镇产业园内小青菜种植基地。

## 1.2 试验材料

**1.2.1 试虫。**小菜蛾 (*Plutella xylostella* L.)。

田间防治: 陕西省杨陵区揉谷镇试验地田间自然种群, 为 1~3 龄幼虫。

室内生测: 3 龄幼虫, 敏感种群, 引自福建农林大学植物保护学院, 在西北农林科技大学植保资源与病虫害防治教育部重点实验室连续饲养了 20 余代。

**1.2.2 供试作物。**室内生测和大田供试作物均为甘蓝“绿球 66”, 2019 年 6 月 20 日移栽, 露天种植, 施药时, 甘蓝处于旺盛期, 长势均匀。

**1.3 试验药剂** 美除(5%虱螨脲乳油), 瑞士先正达作物保护有限公司; 亮泰(6%阿维·氯苯酰悬浮剂), 先正达南通作物保护有限公司生产; 福奇(14%氯虫·高氯氟悬浮剂), 瑞士先正达作物保护有限公司生产; 康宽(20%氯虫苯甲酰胺悬浮剂), 美国杜邦公司生产。

## 1.4 试验方法

**1.4.1 大田试验。**2019 年 6 月 29 日, 天气晴朗无风, 于陕西省咸阳市杨陵区揉谷镇产业园内小青菜种植田进行田间药效试验。试验共设置 8 个处理(表 1), 每个处理设置 3 个重复, 采用随机区组分布设计, 每个小区面积为 20 m<sup>2</sup> (4 m × 5 m)。受试验菜地面积限制, 未设置保护区。为了避免施药过程中漂移现象对试验结果造成的影响, 每个小区在远离小区交界处随机选择 5 个位置, 每个位置调查 5 株甘蓝苗, 共计 25 株, 统计施药前虫口基数以及药后 1、3、5、7 d 的虫量, 同时观察各处理小区的植株有无异常。药剂配制时均进行 2 次稀释, 每个小区喷施药剂 1 L, 每种药剂喷施完毕后都对药桶进行清洗, 且所有处理均由同一个人进行喷施。

**1.4.2 室内毒力测定。**分别用美除 300 倍液、福奇 1 500 倍液、亮泰 750 倍液、康宽 3 000 倍液使用浸叶法处理试虫, 每个培养皿放置 10 头 3 龄小菜蛾幼虫, 设置 3 个重复。统计喂

**作者简介** 苏新新(1997—), 男, 河南濮阳人, 从事农业昆虫与害虫防治研究。\* 通信作者, 教授, 博士, 从事农业昆虫与害虫防治研究。

**收稿日期** 2020-04-08; **修回日期** 2020-04-27

食药叶后的试虫死亡率,计算药剂防效。

表 1 田间试验设计  
Table 1 Field experiment design

处理 Treatment	药剂 Pesticide	药剂用量 Dosage//mL/hm <sup>2</sup>
①	美除	750
②	亮泰	600
③	福奇	300
④	福奇与美除复配	300 与 450
⑤	亮泰与美除复配	300 与 450
⑥	康宽	150
⑦	CK	—

1.5 数据处理与分析 利用 Excel 2016 和 IBM SPSS Statistics 24 软件进行数据分析。

防治效果计算公式<sup>[13]</sup>:

防治效果 =

$$(1 - \frac{\text{空白对照区药前虫数} \times \text{处理区药后虫数}}{\text{空白对照区药后虫数} \times \text{处理区药前虫数}}) \times 100\%$$

虫口减退率计算公式:

$$\text{虫口减退率} = \frac{\text{药前虫口基数} - \text{药后残存活虫数}}{\text{药前虫口基数}} \times 100\%$$

## 2 结果与分析

2.1 防治效果 由表 2 可知,用药 1 d 后,福奇与美除复配处理表现为最佳的防治效果,防效高达 (60.81±4.76)%, 与其余药剂具有显著差异,美除、亮泰、亮泰与美除复配这 3 个处理的防效略低。3 d 后,福奇与美除复配的防治效果为 (72.93±7.55)%, 依然保持在最佳,显著高于美除、福奇、亮泰与美除复配 3 个处理,所有药剂处理的防效均在 (58.96±4.25)% 以上。5 d 后,所有药剂处理之间无显著差异,防治效果均在 80% 以上。

表 2 不同处理对小菜蛾的防效

Table 2 Control effects of different treatments on diamondback moth

处理 Treatment	1 d	3 d	5 d	7 d
①	29.35±3.16 b	58.96±4.25 b	82.52±3.70 a	97.96±2.04 a
②	41.27±5.70 ab	67.58±3.73 ab	88.03±3.65 a	89.65±3.13 a
③	43.43±2.02 ab	63.84±6.36 b	81.83±1.61 a	91.11±4.96 a
④	60.81±4.76 a	72.93±7.55 a	91.11±3.52 a	95.24±2.75 a
⑤	35.95±4.77 b	65.56±3.71 b	88.06±3.24 a	93.83±3.20 a
⑥	57.64±6.32 a	67.77±3.79 ab	87.03±3.71 a	93.02±4.57 a

注:同列不同小写字母表示同一天不同药剂间差异显著 ( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ( $P < 0.05$ )

2.2 虫口减退率 由表 3 可知,各药剂处理不同天数后小菜蛾幼虫的虫口减退率均高于对照。1 d 后,福奇与美除复配和康宽处理后的田块虫口减退率达 (56.37±1.09)% 和 (47.56±4.15)%, 表现优于其他药剂。3 d 后,福奇与美除复配处理后的虫口减退率超过康宽,高达 (77.27±5.32)%。5 d 后,所有药剂处理的虫口减退率达 74% 以上。7 d 后,7 种处理间无显著差异,虫口减退率均在 90% 以上。整体而言,除对照处理外,其他处理虫口减退明显。

表 3 不同处理防治小菜蛾虫口减退率

Table 3 Decrease rate of diamondback moth after different treatments

处理 Treatment	1 d	3 d	5 d	7 d
①	35.24±2.30 b	62.38±3.90 b	75.24±5.24 ab	97.62±2.38 a
②	41.94±2.34 ab	67.64±3.68 ab	81.98±4.65 ab	91.56±5.29 a
③	40.65±2.03 ab	66.85±5.83 ab	74.26±2.28 b	90.63±5.79 a
④	47.56±4.15 a	77.27±5.32 a	86.79±4.51 a	93.52±3.34 a
⑤	38.91±2.01 ab	70.02±3.53 ab	85.01±1.68 ab	93.30±1.48 a
⑥	56.37±1.09 a	73.99±5.71 ab	81.88±5.48 ab	91.86±5.33 a
⑦	-11.20±0.72 c	-33.61±2.17 c	-59.72±5.01 c	-69.26±7.18 b

注:同列不同小写字母表示同一天不同药剂间差异显著 ( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ( $P < 0.05$ )

2.3 室内生测结果 由表 4 可知,1 h 后,福奇与美除复配处理的死亡率达 80% 以上,显著高于其他药剂处理,美除、亮泰处理的死亡率最低,仅有 (36.67±3.33)%。2 h 后,所有处理的幼虫死亡率达 100%。试验过程中,对照组幼虫存活状态良好。

表 4 不同处理小菜蛾的室内生测试验

Table 4 Laboratory bioassay of diamondback moth under several treatments

处理 Treatment	幼虫死亡率 Larval mortality	
	1 h	2 h
①	36.67±3.33 c	100 a
②	36.67±3.33 c	100 a
③	46.67±3.33 bc	100 a
④	80.00±5.77 a	100 a
⑤	43.33±3.33 bc	100 a
⑥	53.33±6.67 b	100 a
⑦	0 d	0 b

注:同列不同小写字母表示同一时间内不同药剂间差异显著 ( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ( $P < 0.05$ )

## 3 讨论

该试验结果表明,4 种不同药剂对小菜蛾在室内毒力测定和田间防治试验中以福奇与美除复配处理的防治效果最佳,康宽处理的防治效果略低,但这 2 个处理均具有见效快的特点,建议在害虫暴发时优先使用。从 1、3、5、7 d 的统计分析数据来看,7 种处理的防治效果和虫口减退率呈上升趋势,说明所有供试药剂药效期较长,具有较好的持效性,可用于小菜蛾幼虫 2~3 龄前的防治。

为了避免小菜蛾产生抗药性,建议轮换使用不同药剂或者进行药剂混用,以达到长期有效控制虫害的效果。

## 参考文献

- [1] 陆秋燕. 3 种杀虫剂对甘蓝小菜蛾的田间药效试验[J]. 安徽农学通报, 2019, 25(18): 86-87.
- [2] 张鼎, 高会会, 黄亚川, 等. 不同药剂防治小菜蛾效果试验[J]. 上海蔬菜, 2019(4): 59-60.
- [3] 廖正婷, 黄良涛, 王美佳. 小菜蛾绿色防控技术推广中存在的问题及对策研究[J]. 农业灾害研究, 2019, 9(4): 22-23.
- [4] 张大为, 陈立辉, 李继平, 等. 几种药剂防治小菜蛾试验研究[J]. 甘肃科技纵横, 2019, 48(7): 19-20.

均值估算,7种拟除虫菊酯农药的慢性膳食摄入风险(%ADI)均远低于100%,为0.032%~0.837%,表明淮南市叶菜类蔬菜中拟除虫菊酯农药残留慢性膳食摄入风险均很低,是可以接受的。7种菊酯类农药的%ADI从高到低依次为联苯菊酯>氯氰菊酯>溴氰菊酯>氰戊菊酯>氯氟氰菊酯>甲氰菊酯>氟氯氰菊酯。联苯菊酯长期膳食摄入量相对较低,由于其ADI值较低,因而%ADI为0.837%;甲氰菊酯、氯氟氰菊酯长期膳食摄入量相对较低,由于其ADI值较高,因而%ADI较低,分别为0.098%、0.032%。

### 3 结论与讨论

2018—2019年的监测结果表明,淮南市叶菜类蔬菜拟除虫菊酯农药残留状况良好,总检出率为10.0%,超标率为0.2%。郝宁等<sup>[16]</sup>对2010—2013年邯郸市蔬菜农药残留进行连续监测,发现随机抽取的478份蔬菜样品中6种拟除虫菊酯农药残留的总检出率为14.44%,超标率为2.51%;黄智文等<sup>[17]</sup>对2012年云南曲靖市随机抽取的80份蔬菜样品进行检测,发现6种拟除虫菊酯农药残留的总检出率为52.5%,超标率为2.5%;王艳莉等<sup>[18]</sup>对2011—2015年南京市售蔬菜中农药残留进行监测,发现叶菜类蔬菜中8种拟除虫菊酯农药残留的总检出率为49.2%,超标率为0。淮南本地生产的叶菜类蔬菜农药残留的检出率明显低于上述城市的检测结果;超标率高于南京市的结果,低于邯郸市、曲靖市的结果。这与提清清等<sup>[19]</sup>的论述观点相符合:拟除虫菊酯农药检出率远远高于有机磷类农药,但其超标率较低,反映出我国拟除虫菊酯农药蔬菜残留问题的普遍性。

由于拟除虫菊酯农药毒性较小,而限量值较大,农业生产中合理使用一般不会引起超标。但是,菜农在农事操作时容易忽视浓度和安全间隔期方面的问题,建议有关部门重视并加强蔬菜种植过程中的科学用药指导和监督管理,保障蔬菜安全生产。

2018—2019年的监测中,7种拟除虫菊酯农药均有检出,以氰戊菊酯、溴氰菊酯检出率较高,但只有氯氟氰菊酯、联苯菊酯残留超标,超标率分别为1.2%和0.2%。此次风险评估结果表明,无论是急性膳食摄入风险还是慢性膳食摄入风险,淮南市叶菜类蔬菜中拟除虫菊酯农药残留均在安全限值之内,居民经叶菜类蔬菜摄入拟除虫菊酯农药残留的膳食暴露风险小。

该研究采用标准体重和营养协会推荐的蔬菜摄入量,未深入分析蔬菜农药残留对人群膳食暴露风险的差异,具

有一定的不确定性。另外,蔬菜等农产品存在多种农药残留,人们在日常膳食中经常暴露于多种农药残留,对多种农药残留的交互影响有待进一步研究<sup>[20]</sup>。该研究未考虑多种农药残留间交互毒性反应,在一定程度上可能低估暴露风险。建议今后加强多种农药残留对不同人群、交互和累积暴露的风险评估研究,以最大限度地保护人体健康。

### 参考文献

- [1] 王冬群,韩敏晖,陆宏,等.慈溪市蔬菜农药残留时空变化及质量安全风险评估[J].浙江农业学报,2009,21(6):609-613.
- [2] 赵李娜,赖子尼,张威振,等.珠江河水产品中菊酯类农药残留调查及健康风险评估[J].生态毒理学,2014,9(3):437-444.
- [3] 李新.拟除虫菊酯类杀虫剂研发及市场概况[J].农药市场信息,2016(26):32-34.
- [4] 中国农业科学院农业质量标准与检测技术研究所.农产品质量安全风险评估:原理、方法和应用[M].北京:中国标准出版社,2007.
- [5] 王向未,何厚援,张志恒,等.食品中膳食暴露评估模型研究进展[J].浙江农业学报,2012,24(4):733-738.
- [6] 中华人民共和国农业部.蔬菜和水果中有机磷、有机氯、拟除虫菊酯和氨基甲酸酯类农药多残留的测定:NY/T 761—2008[S].北京:中国农业出版社,2008.
- [7] 国家质量监督检验检疫总局,中国标准化委员会.水果和蔬菜中500种农药及相关化学品残留量的测定 气相色谱-质谱法:GB 23200.8—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [8] 国家卫生和计划生育委员会,中华人民共和国农业部.食品中农药最大残留限量:GB 2763—2016[S].北京:中国标准出版社,2014.
- [9] 高仁君,陈隆智,张文吉.农药残留急性膳食风险评估研究进展[J].食品科学,2007,28(2):363-368.
- [10] 中国营养学会.中国居民平衡膳食宝塔(2016)[M].北京:人民卫生出版社,2016.
- [11] 中国营养学会.中国居民膳食营养参考摄入量(2016版)[M].北京:人民卫生出版社,2016.
- [12] World Health Organization. Spread sheet for the evaluation of chronic exposure (IEDI) [EB/OL]. [2014-01-16]. [http://www.who.int/foodsafety/chem/IEDI\\_calculation14\\_FA01.xlt](http://www.who.int/foodsafety/chem/IEDI_calculation14_FA01.xlt).
- [13] Food and Agriculture Organization of the United Nations. The JMPR report and evaluations of pesticide residue in 2009 [DB/OL]. [2018-11-12]. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/JMPR/JMPRreport09.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/JMPRreport09.pdf).
- [14] World Health Organization. Inventory of evaluations performed by the Joint Meeting on Pesticide Residues (JMPR) [DB/OL]. [2014-01-16]. <http://apps.who.int/pesticide-residues/Home/Range/All>.
- [15] 张志恒,汤涛,徐浩,等.果蔬中氯吡啶残留的膳食摄入风险评估[J].中国农业科学,2012,45(10):1982-1991.
- [16] 郝宁,李伟昊.2010—2013年邯郸市蔬菜中拟除虫菊酯类农药残留调查[J].职业与健康,2014,30(19):2736-2737.
- [17] 黄智文,方双勇,李荣发,等.2012年曲靖市蔬菜中农药残留情况[J].职业与健康,2013,29(6):714-715.
- [18] 王艳莉,谢国祥,郭宝福,等.2011—2015年南京市售蔬菜中农药残留污染状况和膳食暴露分析[J].现代预防医学,2017,44(9):1583-1588.
- [19] 提清清,聂兆广,杨凡昌,等.拟除虫菊酯农药暴露途径及对人体健康的影响[J].环境科学与技术,2017,40(12):240-248.
- [20] 李耘,钱永忠,陈晨,等.混合化学物质风险评估技术及研究进展[J].农产品质量与安全,2013(6):42-48.
- [5] 贾变桃,卢晶晶,袁嘉伟,等.虱螨对小菜蛾成虫繁殖力及子代种群发展的影响[J].植物保护学报,2019,46(3):582-588.
- [6] 付彩青,唐晓琴,卢玉君.基于CNKI的小菜蛾抗药性研究态势分析[J].贵州农业科学,2019,47(6):48-50.
- [7] 冯夏,李振宇,吴青君,等.小菜蛾抗性治理及可持续防控技术研究示范——公益性行业(农业)科研专项“小菜蛾可持续防控技术研究示范”进展[J].应用昆虫学报,2011,48(2):247-253.
- [8] 陈琼,陈洁琼,江瑛,等.江西省小菜蛾田间种群的抗药性监测[J].江苏农业科学,2015,43(6):113-116.
- [9] 朱航.湖南部分地区小菜蛾抗药性监测及小菜蛾 ABCG2 基因的表达特征研究[D].长沙:湖南农业大学,2015.
- [10] 胡珍娣.小菜蛾对氯虫苯甲酰胺的抗药性及其解毒机理研究[D].北京:中国农业大学,2016.
- [11] 殷劲鑫.陕西地区小菜蛾抗药性监测及抗性生化机理研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2014.
- [12] 邱浩.华中地区小菜蛾抗药性监测及小菜蛾对丁醚脲抗性机制研究[D].武汉:华中农业大学,2012.
- [13] 丁雪玲,赵建伟,郑宇,等.不同杀虫剂对甜菜夜蛾和小菜蛾的田间药效研究[J].长江蔬菜,2015(20):84-87.

(上接第145页)