

添加表面活性助剂对 2 种药剂防治小菜蛾的增效作用

封云涛^{1,2}, 郭晓君^{1,2}, 李光玉¹, 杨 静^{1,2},
郭瑞峰¹, 张鹏九^{1,2}, 张润祥^{1,2*}

(1. 山西省农业科学院植物保护研究所, 太原 030031; 2. 农业有害生物综合治理山西省重点实验室, 太原 030031)

摘要 为了探索添加表面活性助剂对药剂防治小菜蛾效果的影响, 采用叶片残留药膜法研究了两种药剂中分别添加两种表面活性助剂后对小菜蛾的毒力, 并进行了田间防治试验。室内毒力测定表明, 有机硅表面活性助剂 0.03% Silwet 408 对 2% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂 (ME) 有明显的增效作用, 使之对小菜蛾幼虫毒力提高了 2.37 倍, 而矿物源增效剂 0.3% GY-Spry 对 2% 甲维盐 ME 没有明显增效作用; 两种表面活性助剂对 20% 阿维·杀虫单 ME 均没有明显的增效作用。田间药效试验结果表明, 添加两种表面活性助剂均能显著提高两种药剂对小菜蛾的防治效果, 7 d 后防治效果分别达到 91% 和 96% 以上, 均显著优于药剂单独使用时的效果。

关键词 表面活性助剂; 甲维盐; 阿维·杀虫单; 增效作用; 小菜蛾

中图分类号: TQ 453, S 436.35 **文献标识码:** B **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2017.02.038

The synergism of insecticides with surfactants for control of *Plutella xylostella*

Feng Yuntao^{1,2}, Guo Xiaojun^{1,2}, Li Guangyu¹, Yang Jing^{1,2}, Guo Ruifeng¹,
Zhang Pengjiu^{1,2}, Zhang Runxiang^{1,2}

(1. Institute of Plant Protection, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031, China;
2. Shanxi Key Laboratory of Integrated Pest Management in Agriculture, Taiyuan 030031, China)

Abstract In order to explore the effects of added surfactants on the control effects of two insecticides against *Plutella xylostella*, toxicity of two insecticides with or without two different surfactants was evaluated by the leaf-dip method in the lab and field trail. The indoor toxicity test showed that the adding of Silwet 408 to emamectin benzoate 2% ME significantly increased the toxicity by 2.37-fold, but GY-Spry did not show any synergistic effect. The two surfactants did not show any synergistic effects to abamectin·monosultap 20% ME. Field trials demonstrated that the two insecticides mixed with the two surfactants could increase the control effect against *P. xylostella*, with the efficacy of more than 91% and 96%, respectively, 7 days post application, which were better than that when the insecticides were used alone.

Key words surfactant; emamectin benzoate; abamectin·monosultap; synergism; *Plutella xylostella*

有机硅表面活性助剂作为农药助剂使用始于 20 世纪 60 年代, 80 年代后期开始商业化^[1]。这种表面活性助剂主要成分为聚醚改性三硅氧烷, 具有超强的润湿和渗透性能, 可很好地增强药液对植物表面、昆虫体表的渗透和覆盖, 从而提高药效。有机硅表面活性助剂目前作为喷雾助剂使用比较广泛,

有研究报道表明, 有机硅表面活性助剂中 Silwet 系列助剂与杀虫剂混用后可以提高药剂对烟粉虱、蚜虫、甜菜夜蛾、截形叶螨等害虫的防治效果^[2-5]。矿物源增效剂是一种新型杀虫剂专用增效剂, 以精炼矿物油为主要原料研制开发, 能增强药液在昆虫体表的黏着性, 增加药液渗透力, 并促进有效成分在昆虫体内

收稿日期: 2016-03-28 修订日期: 2016-05-11

基金项目: 山西省科技攻关项目(20140311007-1)

* 通信作者 E-mail: zrxzyf@hotmail.com

吸收和传递,目前研究较少,仅有应用于 20%阿维·杀虫单防治小菜蛾时能减少用药量的报道^[6]。

小菜蛾 *Plutella xylostella* (L.) 属鳞翅目菜蛾科,是世界上十字花科蔬菜重要害虫之一^[7]。目前,该害虫对有机氯、有机磷、氨基甲酸酯、拟除虫菊酯和酰基脲类以及生物制剂 Bt 等 90%以上的药剂产生了抗药性^[8],但生产上化学防治仍然是该虫大发生时的首要控制措施。为了延缓小菜蛾抗药性的产生和发展,在药剂中添加新型喷雾助剂来提高对小菜蛾的防治效果具有重要意义。本文研究了广泛应用的有机硅表面活性助剂和新型矿物源增效剂对 2%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂与 20%阿维·杀虫单微乳剂防治小菜蛾的增效作用,旨在为小菜蛾的防治提供应用参考。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

2015 年 5 月在山西省晋中市榆次区东阳镇山西省农业科学院试验基地甘蓝田内采集小菜蛾蛹及高龄幼虫,带回室内用甘蓝苗饲养,连续繁殖 3 代后,选取大小一致、健康的 3 龄幼虫备用。

1.2 供试杀虫剂与表面活性剂

2%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐(emamectin benzoate,简称“甲维盐”)微乳剂及 20%阿维·杀虫单(abamectin·monosultap)微乳剂,山西科锋农业科技有限公司;矿物源增效剂 GY-Spry,北京广源益农化学有限责任公司;有机硅表面活性助剂喜威 408, Silwet 408,迈图高新材料集团。

1.3 试验方法

1.3.1 室内毒力测定

采用叶片残留药膜法^[9]。将滤纸剪成直径 9 cm 的圆形纸碟,平铺于直径 9 cm 的玻璃培养皿内;将新鲜的甘蓝叶片在清水中洗过后,剪成 8 cm 叶碟(避免使用主脉部分);根据预试验结果配制 6 个浓度梯度药液,将准备好的叶碟浸入药液中 10 s,取出后于阴凉通风处悬挂晾干,将晾干的浸药叶片放入铺好滤纸的培养皿中,滤纸上滴水保湿,以蒸馏水作为对照。将大小一致的 3 龄初期幼虫接入培养皿中的叶片上,每皿接入 15~20 头,每药剂浓度重复 3 次,接虫后覆盖双层吸水纸,盖紧培养皿上盖,将培养皿放入(25±1)℃,相对湿度 60%~70%,光照 L//D=16 h//8 h 的光照培养箱中,48 h 后检查死亡率,用

Probit 软件计算毒力回归方程、LC₅₀ 及 95%置信限及卡方等。

1.3.2 添加表面活性剂对供试药剂的增效作用

参考封云涛等^[6]的方法将有机硅表面活性助剂 Silwet 408 添加比例设置为 0.03%,矿物源增效剂 GY-Spry 添加比例设置为 0.3%。药剂与助剂的混合稀释方式参考唐小凤等^[5]的二次稀释法进行,首先把杀虫剂和一半体积的水混合均匀,再把表面活性剂和另外一半体积的水混合均匀,最后把二者混合在一起搅匀备用。毒力测定完成后计算毒力系数,毒力系数=药剂未添加助剂 LC₅₀/药剂添加助剂后 LC₅₀,用毒力系数和 95%置信限是否有重叠来判断表面活性助剂对药剂的增效作用^[10]。

1.3.3 田间试验

于 2015 年 5—6 月在山西省晋中市榆次区东阳镇山西省农业科学院试验基地甘蓝田内进行,甘蓝品种为‘中甘 21 号’。

试验共设 7 个处理:2%甲维盐微乳剂有效成分 1.65 g/hm² 及其分别添加质量分数 0.3%GY-Spry 和 0.03% Silwet 408 的处理;20%阿维·杀虫单微乳剂有效成分 120 g/hm² 及其分别添加质量分数 0.3%GY-Spry 和 0.03% Silwet 408 的处理;清水空白对照。每处理重复 4 次,每小区面积 20 m²,随机区组排列,用新加坡生产的 Agrolux HD400 手动喷雾器均匀喷雾,每小区喷药液量 0.9 kg。喷雾时间为 2015 年 6 月 11 日,于施药前在每小区对角线 5 点取样,每点标记 3 株甘蓝,共计 15 株,调查整株甘蓝上小菜蛾,以总虫数作为施药前虫口基数,于施药后 1、7 d 分别调查定点定株上存活的虫数。根据以下公式计算防治效果:

$$\text{防治效果}(\%) = \left(1 - \frac{CK_0 \times PT_1}{CK_1 \times PT_0}\right) \times 100$$

式中,PT₀ 为药剂处理区药前虫数;PT₁ 为药剂处理区药后虫数;CK₀ 为空白对照区药前虫数;CK₁ 为空白对照区药后虫数。

2 结果与分析

2.1 添加表面活性剂对药剂的增效作用

不同浓度的矿物源增效剂 GY-Spry 和有机硅表面活性助剂 Silwet 408 分别处理小菜蛾 3 龄幼虫 48 h 后,各处理死亡率均为 0,表明两种表面活性助剂对小菜蛾幼虫没有毒力。两种药剂中分别

添加两种表面活性助剂后对小菜蛾的毒力测定结果见表 1。结果表明:在 2%甲维盐 ME 中分别添加 0.3%矿物源增效剂 GY-Spry 和 0.03% Silwet 408 后,对小菜蛾幼虫的致死中浓度 LC₅₀由原来的 1.65 mg/L 分别降低至 1.23 mg/L 和 0.49 mg/L,对小菜蛾幼虫的毒力系数分别为 1.34 和 3.37,且后者的 95%置信区间与不添加处理的没有重叠,表明 0.03% Silwet 408 对 2%甲维盐 ME 有明显的增效作用,而矿物源增效剂 0.3% GY-

Spry 对 2%甲维盐 ME 无明显的增效作用。在 20%阿维·杀虫单 ME 中添加两种表面活性剂后,对小菜蛾幼虫的致死中浓度 LC₅₀由原来的 59.64 mg/L 分别降低至 39.22 mg/L 和 37.05 mg/L,对小菜蛾幼虫的毒力系数分别为 1.52 和 1.61,但两者与不添加助剂处理的 95%置信区间都有重叠,表明 0.03% Silwet 408 和矿物源增效剂 0.3% GY-Spry 均对 20%阿维·杀虫单 ME 无明显的增效作用。

表 1 2%甲维盐 ME 和 20%阿维·杀虫单 ME 中添加两种表面活性助剂后对小菜蛾幼虫的毒力

处理 Treatment	毒力回归方程 Regression equation	斜率±标准误 Slope±SE	致死中浓度 (95%置信限)/mg·L ⁻¹ LC ₅₀ (95%CL)	毒力系数 Coefficient of toxicity
2%甲维盐 ME emamectin benzoate 2% ME	y = 1.30x + 4.72	1.30 ± 0.209	1.65 (0.99 ~ 2.71)	1
2%甲维盐 ME + 0.3%GY-Spry emamectin benzoate 2% ME + 0.3%GY-Spry	y = 1.22x + 4.89	1.22 ± 0.153	1.23 (0.79 ~ 1.92)	1.34
2%甲维盐 ME + 0.03% Silwet 408 emamectin benzoate 2% ME + 0.03%Silwet 408	y = 1.51x + 5.47	1.51 ± 0.224	0.49 (0.31 ~ 0.78)	3.37
20%阿维·杀虫单 ME abamectin · monosultap 20% ME	y = 2.33x + 0.87	2.33 ± 0.306	59.64 (42.63 ~ 83.45)	1
20%阿维·杀虫单 ME + 0.3%GY-Spry abamectin · monosultap 20% ME + 0.3%GY-Spry	y = 1.73x + 2.25	1.73 ± 0.241	39.22 (25.98 ~ 59.20)	1.52
20%阿维·杀虫单 ME + 0.03% Silwet 408 abamectin · monosultap 20% ME + 0.03%Silwet 408	y = 1.64x + 2.43	1.64 ± 0.231	37.05 (24.23 ~ 56.65)	1.61

2.2 田间防效

田间防治效果表明:在 2%甲维盐 ME 中添加 0.03% Silwet 408,药后 1 d 防治效果为 83.20%,显著高于添加 0.3%矿物源增效剂 GY-Spry 与不添加表面活性助剂的处理;药后 7 d,添加 2 种表面活性助剂的处理防效均达到 91%以上,显著高于不添加表面活性剂的处理,但两者之间差异不显著(表 2)。20%阿维·杀虫单 ME 及其添加两种表面活性助剂处理小菜蛾,药后 1 d 防治效果分别为

76.62%、89.46%和 82.51%,添加表面活性助剂处理之间差异不显著,但添加 0.03% Silwet 408 的处理与不添加的处理之间差异显著;药后 7 d,添加两种表面活性助剂的处理防效均达到 96%以上,显著高于不添加表面活性助剂的处理,但两者之间差异不显著(表 3)。上述试验结果表明,两种表面活性助剂均能提高两种药剂对小菜蛾的防治效果,其中 0.03% Silwet 408 在增强药剂的速效性上效果更显著。

表 2 2%甲维盐 ME 添加表面活性助剂对小菜蛾防治效果¹⁾

处理 Treatment	表面活性助剂 及添加量 Surfactant and its dosage	虫口基数/ 头·(15 株) ⁻¹ Population base	药后 1 d 1 d after application		药后 7 d 7 d after application	
			虫口数量/头 Number	防效/% Control efficacy	虫口数量/头 Number	防效/% Control efficacy
2%甲维盐 ME emamectin benzoate 2% ME	0	109	31	70.72 b	22	83.53 b
	0.3% GY-Spry	119	31	71.56 b	12	91.48 a
	0.03% Silwet 408	104	17	83.20 a	8	93.34 a
清水对照 Water	0	108	104	—	131	—

1) 同列数据后标有不同字母表示差异显著(P<0.05)。下同。
Data with different letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

表 3 20%阿维·杀虫单 ME 添加表面活性助剂对小菜蛾的防治效果

Table 3 Control effects of 20% abamectin · monosultap ME with surfactant to *Plutella xylostella*

处理 Treatment	表面活性助剂 及添加量 Surfactant and its dosage	虫口基数/ 头·(15 株) ⁻¹ Number	药后 1 d 1 d after application		药后 7 d 7 d after application	
			虫口数量/头 Number	防效/% Control efficacy	虫口数量/头 Number	防效/% Control efficacy
20%阿维·杀虫单 ME abamectin · monosultap 20% ME	0	101	23	76.62 b	10	91.91 b
	0.3% GY-Spry	105	18	82.51 ab	5	96.07 a
	0.03% Silwet 408	102	10	89.46 a	2	98.27 a
清水对照 Water	0	108	104	—	131	—

3 结论与讨论

有机硅对农药增效作用研究较多。有研究表明：在虫螨脲中加入 0.1% 有机硅倍效或杰效利后,对截形叶螨雌成螨的毒力分别提高 5.62 倍和 1.91 倍,并且在减少药量的情况下,能够达到虫螨脲单独喷施时的防治效果^[5];在 1.8% 阿维菌素乳油中添加有机硅助剂 S240 能明显提高阿维菌素对小菜蛾的室内毒力与田间防效^[11];在阿维菌素和氯虫苯甲酰胺防治小菜蛾时,添加 5 000 倍的 Silwet 408,可以减少农药喷液量 20%^[12];在高效氯氟氰菊酯、高效氯氰菊酯等 7 种药剂中加入有机硅表面活性剂后,其对螺旋粉虱成虫的杀虫活性有不同程度的提高^[13]。而有有机硅助剂对吡丙醚防治烟粉虱成虫、卵、若虫没有表现出明显的增效作用^[14]。本研究中,有机硅表面活性助剂 Silwet 408 可显著提高 2% 甲维盐 ME 对小菜蛾的室内毒力,但对 20% 阿维·杀虫单 ME 影响不明显,这与上述报道类似,不同表现可能与药剂种类和性质有关。但在田间药效试验中,两种药剂中添加有机硅表面活性助剂 Silwet 408 的防效均显著高于其单独使用的防效,表现出了良好的速效性和持效性。

矿物源增效剂 GY-Spry 为市场上新兴产品,研究报道较少。本研究中,在 2% 甲维盐 ME 和 20% 阿维·杀虫单 ME 中分别添加 0.3% 矿物源增效剂 GY-Spry 后,对小菜蛾幼虫的毒力分别为不加助剂的 1.34 倍和 1.52 倍,但增效作用均不显著,应与矿物源增效剂 GY-Spry 本身特性及其与不同药剂的相容性不同有关,这方面目前相关报道极少,有待于进一步研究。在田间药效试验中,两种药剂中添加 0.3% GY-Spry 1 d 后防效虽然与单独使用两种药剂防效差异不显著,但 7 d 后防效均显著高于单独使用两种药剂的防效,且与添加有机硅的防效差异不显著,同样表现出了较好的持效性。

室内毒力没有明显的增效作用,田间防效较好,可能与两种表面活性助剂能显著降低药液的表面张力及改善药液对靶润湿性能有关^[6]。本研究中,两

种表面活性助剂相比,有机硅在室内增效及田间防效的速效性上都优于矿物源增效剂,但其对水生生物和其他靶标生物可能会存在一定的安全问题^[15],因此开发、筛选成本较低及防治效果相当的其他类型表面活性助剂是今后需要重视的问题,尤其要加强有关表面活性助剂对农药在植物叶片上的润湿、铺展和吸收、对靶标生物的毒性等方面的研究。

参考文献

[1] 陈福良,尹明明,尹丽辉,等. 含有机硅助剂的阿维菌素微乳剂的研制[J]. 农药学报,2009,11(4):480-486.

[2] 邱占奎,袁会珠,李永平,等. 添加有机硅表面活性剂对低容量喷雾防治小麦蚜虫的影响[J]. 植物保护,2006,32(2):34-37.

[3] 张金良,袁志强,杨建国,等. 有机硅助剂丝润防治 B 型烟粉虱成虫试验结果初报[J]. 北京农业,2007(6):9-10.

[4] 朱国仁,王少丽,张友军. 农用有机硅 Ag-64 在大葱甜菜夜蛾化学防治中的作用初探[J]. 中国蔬菜,2010(6):50-52.

[5] 唐小凤,张友军,吴青君,等. 杀螨剂对截形叶螨的毒力及助剂对杀螨剂的增效作用研究[J]. 环境昆虫学报,2013,35(3):322-327.

[6] 封云涛,李光玉,郭晓君,等. 两种表面活性助剂在农药减量化防治小菜蛾中的应用[J]. 农药学报,2015,17(5):603-609.

[7] 闫艳春,乔传令,钱传范. 小菜蛾抗药性研究进展[J]. 昆虫知识,1997,34(5):310-314.

[8] 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[J]. 应用昆虫学报,2011,48(2):247-253.

[9] 郭磊,边全乐,张宏军,等. 小菜蛾抗药性监测方法——叶片药膜法[J]. 应用昆虫学报,2013,50(2):556-560.

[10] 陈娇,宋敦伦,李会仙,等. 渗透剂对高效氯氟氰菊酯毒力和三种鳞翅目害虫上表皮超微结构的影响[J]. 昆虫学报,2008,51(2):216-221.

[11] 许小龙,徐广春,徐德进,等. 3 种不同增效剂对阿维菌素防治小菜蛾的增效作用[J]. 江苏农业科学,2015,43(7):110-111.

[12] 田娟,陈会民,李定旭,等. Silwet 408 有机硅助剂在小菜蛾药剂减量化防治中的应用[J]. 河南农业科学,2014,43(9):97-100.

[13] 黄超福,张扬,曾东强,等. 有机硅表面活性剂对螺旋粉虱防治药剂的增效作用[J]. 广东农业科学,2010,37(10):108-109.

[14] 刘燕,皇甫伟国,洪文英,等. 蚊蝇醚及添加有机硅对 B 型烟粉虱的毒力和田间药效[J]. 应用生态学报,2010,21(4):993-999.

[15] 王少丽,朱国仁,张友军. 农用有机硅喷雾助剂在害虫化学防治中的应用[J]. 长江蔬菜,2010(18):112-115.

(责任编辑:杨明丽)