

喷雾助剂改善 22% 氟啶虫胺胍悬浮剂物理性能及减量增效作用

刘明月, 帕提玛·乌木尔汗, 徐 韬, 依明江·图尔迪,
郭佩佩, 马德英*

(新疆农业大学农学院, 农林有害生物监测与安全防护重点实验室, 乌鲁木齐 830052)

摘要 为探索喷雾助剂改善 22% 氟啶虫胺胍 SC 物理性能及减量增效作用。选取 Silwet 636、Silwet 806、Silwet Fusion 和 Agrospreed 960 等 4 种喷雾助剂, 在室内条件下, 测定其对 22% 氟啶虫胺胍 SC 表面张力和与叶面接触角的影响, 并进行了田间防效对比。结果表明, 4 种喷雾助剂均显著降低了氟啶虫胺胍药液的表面张力和与叶面的接触角。其中 Silwet 636 综合性能表现最好, 与常规对照相比, 其表面张力显著下降 35.81%, 测定 20 s 时, 与叶面接触角显著减小了 86°。田间试验表明, 在推荐剂量下(180 mL/hm²), 添加 4 种喷雾助剂的各处理在药后不同天数, 除 Silwet Fusion 于药后 7 d 的防效低于推荐剂量单剂处理, 其余处理的防效均高于推荐剂量单剂处理的效果; 减药 30% (126 mL/hm²) 情况下, 除 Silwet Fusion 于药后 3、7、10、14 d 防效低于推荐剂量单剂处理, 添加 Agrospreed 960 于药后 5 d 显著高于对照, Silwet 636 分别于药后 5、7、10、14 d 均显著高于对照, Silwet 806 于药后 3、5、7、10 d 和 14 d 较推荐剂量单剂处理分别显著高 29.10%、44.81%、57.67%、117.42% 和 228.71%; 减药 50% (90 mL/hm²) 情况下, 4 种喷雾助剂的防效表现为 Silwet 806 > Silwet 636 > Agrospreed 960 > Silwet Fusion, 且添加 Silwet 806 于 0~10 d 可达到推荐剂量单剂处理的防治效果, 但 14 d 则显著低于对照。综合考虑, 22% 氟啶虫胺胍 SC 在田间药剂量降低 30%, 减药为 126 mL/hm² 水平下添加 Silwet 806 为最佳组合。

关键词 氟啶虫胺胍; 喷雾助剂; 烟粉虱; 减量增效

中图分类号: S 482.91 **文献标识码:** B **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2020222

Improving physical properties of sulfoxaflor 22% SC by adding spray adjuvants and their dose-decrease and effect-enhancing effects

LIU Mingyue, PATIMA Wumuerhan, XU Tao, YIMINGJIANG Tuerdi, GUO Peipei, MA Deying*

(College of Agronomy, Xinjiang Agricultural University, Key Laboratory of the Pest Monitoring and Safety Control of Crops and Forests, Urumqi 830052, China)

Abstract In order to explore the spray additives functions to improve the physical properties of sulfoxaflor 22% SC and reduce pesticides while increasing effectiveness, four spray additives, including Silwet 636, Silwet 806, Silwet Fusion and Agrospreed 960, were selected to measure their indoor effects on the surface tension and the contact angle with the leaf surface of the sulfoxaflor 22% SC. Meanwhile, field control effects were also investigated. Results showed that the four spray additives significantly reduced the surface tension and contact angle of the sulfoxaflor 22% SC, and Silwet 636 had the best overall performance. Compared with conventional control, Silwet 636 helped to reduce surface tension significantly by 35.81%. At 20 s after measure, the contact angle with the leaf surface was significantly reduced by 86°. Field trials demonstrated that at the recommended dose (180 mL/hm²), the control efficacies with four spray additives added on different days after pesticides spray were all higher than those of the single agent at the recommended dose, except that efficacy of Silwet Fusion at 7 d was less than that of the single agent. When pesticide was reduced by 30% (126 mL/hm²), except that efficacy of Silwet Fusion was less than that of the single-agent at the recommended dose on 3, 7, 10 and 14 days

收稿日期: 2020-04-28

修订日期: 2020-05-28

基金项目: 农业部有机化学品污染农田和农产品质量安全综合防治技术(201503107-11)

* 通信作者 E-mail: mdyxnd@163.com

after treatment. The efficacy of Agrospred 960 was significantly higher than those of the control group at 5 d, and the efficacy of Silwet 636 was significantly higher than that of the control group 5, 7, 10 d and 14 d after treatment. Efficacy of Silwet 806 on 3, 5, 7, 10 d and 14 d was significantly higher than that of the single-agent at the recommended dose by 29.10%, 44.81%, 57.67%, 117.42% and 228.71%, respectively. When pesticide was reduced by 50% (90 mL/hm²), the control efficacies of the four spray additives were ranked as Silwet 806> Silwet 636> Agrospred 960> Silwet Fusion, and adding Silwet 806 0—10 d after treatment can achieve the control effect of the single agent at the recommended dose, but significantly lower than that of the control group at 14 d. Considering comprehensively, the best combination is the field dose of 22% sulfoxaflor SC reduced by 30% adding Silwet 806 at the level of 126 mL/hm².

Key words sulfoxaflor; spray additive; *bemisia tabaci*; dose-decrease and effect-enhancing

烟粉虱 *Bemisia tabaci* 是一种全球性农业害虫^[1],其寄主范围广泛,繁殖能力很强,主要通过吸取植物汁液使叶片褪绿萎蔫,影响光合同化物的积累,进而导致作物减产^[2]。化学防治是防治烟粉虱的主要方法,但是长期施用化学农药导致烟粉虱抗药性不断增长,农药污染日趋严重,对环境及人们的饮食健康已造成了一定的潜在威胁,因此,探究减药增效防治措施对农业可持续发展显得尤为重要。近年来,许多地方出现烟粉虱对化学药剂产生抗性的现象,尤其是温室中的烟粉虱抗药性更为严重。需要开发新型高效杀虫剂来替代产生抗药性的杀虫剂,其中氟啶虫胺胍是一种新颖的砜亚胺类杀虫剂,与其他杀虫剂相比,氟啶虫胺胍能有效防治对烟碱类、菊酯类、有机磷类和氨基甲酸酯类杀虫剂产生抗性的刺吸式口器害虫,在全球 50 多个国家广泛应用,是抗性管理方面很有潜力的新型药剂^[3-5]。近年来,农药减施是我国农业绿色可持续发展的重要内容,减药增效措施的探索具有重要的现实意义。喷雾助剂是在田间喷洒作业时与农药、叶面肥等一起加入药箱混合使用的桶混助剂,与农药药液混用,能够显著降低药液的表面张力、与叶片表面的接触角,提高农药在靶标叶面上的沉积量,进而提高农药利用率,减少农药使用量^[6],是农药减施的新利器。然而,目前市场上的喷雾助剂种类繁多,性能差异大,不同农药产品搭配不同的喷雾助剂,其防治效果也

不同。本文以设施辣椒上发生的烟粉虱为研究对象,研究 4 种喷雾助剂在减药情况下对烟粉虱的防治效果,以期 22%氟啶虫胺胍悬浮剂的减量使用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 试验地概况

试验在新疆吐鲁番市吐鲁番克村的日光温室进行,该温室为周年生产用温室。试验地为壤土,肥力均匀。种植作物为辣椒,采用常规的高垄栽培,地膜覆盖,膜下滴灌。试验时间处于辣椒盛果期,试验前未喷施任何其他药剂。施药当日天气晴朗,温室内温度为 25~37℃。防治对象为烟粉虱,经基因序列鉴定和系统发育分析,确定为烟粉虱 MED 隐种(原 Q 型烟粉虱)。

1.1.2 供试药剂

杀虫剂选用 22%氟啶虫胺胍悬浮剂(SC),美国陶氏益农公司,喷雾助剂如表 1 所示。

1.1.3 供试仪器

VLINO A601 表面张力仪(美国科诺工业有限公司),KRUSS DSA100 接触角测量仪(德国 KRUSS 公司),3WBD-16 型背负式电动喷雾器(江苏省沛县蓝天植保器械厂)。

表 1 喷雾助剂种类
Table 1 Types of spray additives

助剂商品名 Additive name	助剂种类 Types of additives	有效成分 Effective component	生产厂家 Manufacturer
Silwet 636	有机硅喷雾助剂	硅氧烷共聚物以及多元醇醚混合物	迈图(上海)贸易有限公司
Silwet 806	有机硅喷雾助剂	聚醚改性三硅氧烷	
Silwet Fusion	非离子表面活性剂	大豆软磷脂非离子表面活性剂	
Agrospred 960	植物油喷雾助剂	天然橙皮精油	

1.2 试验方法

1.2.1 不同喷雾助剂对 22% 氟啶虫胺胍 SC 物理性能的影响

22%氟啶虫胺胍 SC 清水稀释 2 500 倍,分别按推荐剂量浓度向药液中添加 0. 033% Silwet 636 (3 000 倍)、0. 033% Silwet 806 (3 000 倍)、0. 027% Silwet Fusion (3 750 倍)、0. 1% Agrospred 960 (1 000 倍)4 种喷雾助剂,以清水为空白对照,以不添加任何喷雾助剂的常规药剂为对照,共 6 个处理,测定不同喷雾助剂对 22% 氟啶虫胺胍 SC 表面张力、与叶面的接触角的影响。

1.2.1.1 表面张力

参照 Wilhelmy 白金板法^[7],在同一环境条件下(温度 25℃±0. 5℃),使用 VLINO A601 表面张力仪测定各稀释液的表面张力,重复 6 次取平均值。

1.2.1.2 与叶面的接触角

参照躺滴法^[8],使用 KRUSS DSA100 接触角测量仪,分别在 5、10、20 s 时测定各稀释液在辣椒叶

片上的接触角,每个处理重复测定 4 次,环境条件同 1. 2. 1. 1。

1.2.2 田间药效试验

试验共设置 14 个处理,22%氟啶虫胺胍 SC 稀释不同倍数后,分别添加 4 种喷雾助剂,以清水为空白对照,以不添加任何喷雾助剂为常规药剂对照,如表 2 所示。小区面积 12 m² (8 m×1. 5 m),随机区组排列,重复 3 次。调查参照农业部《农药田间药效试验准则》^[9]。采用“W”五点取样法,每点调查 1 株,共调查 5 株,每株上、中、下各标记 1 片叶。于 2018 年 11 月 3 日调查烟粉虱成虫虫口基数后施药,使用 3WBD-16 型背负式电动喷雾器对辣椒全株进行均匀喷雾,使叶片正反两面受药均匀,试验药液用量为 450 L/hm²。施药后 3、5、7、10、14 d 分别调查虫口数,计算虫口减退率和防效。

虫口减退率=(处理前虫口数-处理后虫口数)/处理前虫口数×100%;

防效=(处理区虫口减退率-对照区虫口减退率)/(1-对照区虫口减退率)×100%。

表 2 22%氟啶虫胺胍 SC 添加助剂的试验方案

Table 2 The test plan of adding spray additives for sulfoxaflor 22% SC

22%氟啶虫胺胍 SC 稀释倍数 Dilution multiple of sulfoxaflor 22% SC	有效成分用量/mL·(hm ²) ⁻¹ Active dosage	喷雾助剂 Spray additive	喷雾助剂用量/mL·(hm ²) ⁻¹ Spray additive dosage
2 500 (CK ₁)	180	—	—
2 500	180	Silwet 636	150
		Silwet 806	150
		Silwet Fusion	120
		Agrospred 960	450
3 570	126	Silwet 636	150
		Silwet 806	150
		Silwet Fusion	120
		Agrospred 960	450
5 000	90	Silwet 636	150
		Silwet 806	150
		Silwet Fusion	120
		Agrospred 960	450
清水 Water (CK ₂)	0	—	—

1.2.3 农药利用率提高百分点计算

参考国家重点研发计划项目“葡萄及瓜类化肥农药减施增效技术集成研究与示范”农药利用率提高百分点计算方法。以单克农药产生的防效评估利用率。

农药利用率提高率=(减施后防效/减施后用药量-推荐剂量防效/推荐剂量)/(推荐剂量防效/推荐剂量)×100%。

所有数据均采用 SPSS 25. 0 进行分析,方差分析采用 Duncan 氏新复极差法。

2 结果与分析

2.1 不同喷雾助剂对 22% 氟啶虫胺胍 SC 物理性能的影响

结果表明(表 3),4 种喷雾助剂均显著降低了 22% 氟啶虫胺胍 SC 的表面张力,与不加喷雾助剂

的 22%氟啶虫胺胍 SC 单剂相比,添加 Silwet 636、Silwet 806、Silwet Fusion 和 Agrospred 960 的表面张力分别下降 35.81%、34.03%、6.76%和 17.69%,差异均达显著性水平($P<0.05$)。说明喷雾助剂能够帮助药液在叶面上润湿和黏附,有助于促进药剂的充分吸收。

添加喷雾助剂明显减小了 22%氟啶虫胺胍 SC 与辣椒叶面的动态接触角,而常规药剂对照、清水对照则均无明显变化(图 1,表 3)。其中,5 s 时各处理与叶面的接触角表现为 Silwet 636<Silwet 806<

Agrospred 960<Silwet Fusion<常规药剂对照<清水对照。20 s 时,常规药剂对照和清水对照的接触角仍然保持在 86°和 96°,22%氟啶虫胺胍 SC 加入 Silwet Fusion 和 Agrospred 960 后,与辣椒叶面的接触角降低为 61°和 46°;而加入 Silwet 636 和 Silwet 806 后,接触角均降低至 0°。这表明,添加喷雾助剂显著加速了药滴在叶面上的铺展速率,促进了药液在叶片表面的润湿过程,可有效减少药液从植物表面流失,其中 Silwet 636 和 Silwet 806 效果更佳。

表 3 不同喷雾助剂对 22%氟啶虫胺胍 SC 物理性能的影响¹⁾

Table 3 Effects of different spray additives on the physical properties of sulfoxaflor 22% SC

药剂 Pesticide	喷雾助剂 Spray additives	表面张力/ $\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$ Surface tension	不同时间与叶面接触角/ $^{\circ}$ Contact angle at different time		
			5 s	10 s	20 s
22%氟啶虫胺胍 SC	—	33.12 b	89 b	87 b	86 b
sulfoxaflor 22% SC	Silwet 636	21.26 e	14 e	10 e	0 e
	Silwet 806	21.85 e	22 e	15 e	0 e
	Silwet Fusion	30.88 c	69 c	65 c	61 c
	Agrospred 960	27.26 d	54 d	50 d	46 d
清水 Water (CK)	—	71.38 a	98 a	96 a	96 a

1) 利用 SPSS 25.0 统计软件进行分析,同一列中标有相同字母表示无显著性差异(LSD, $P>0.05$)。下同。
Means were compared by ANOVA followed by the LSD test (SPSS 25.0 for Windows). The same letter in the same column indicated no significant difference ($P>0.05$). The same below.

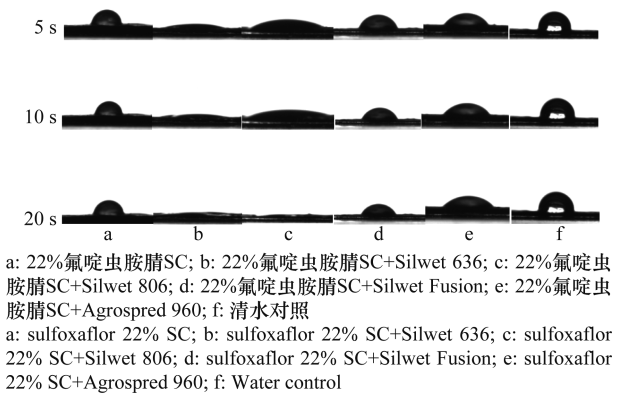


图 1 不同处理在辣椒叶片上的润湿动态

Fig. 1 Wetting dynamics of different agents on chili leaves

2.2 烟粉虱田间防治减量增效作用评价

由表 4 可知,经不同 22%氟啶虫胺胍 SC 处理后,随着药后天数的推移,各处理防效整体呈下降趋势。在推荐剂量下(22%氟啶虫胺胍 SC 180 mL/hm²),添加 4 种喷雾助剂的各处理在药后不同天数,除添加 Silwet Fusion 处理于药后 7 d 的防效低于常规药剂对照以外,其余处理的防效均高于常规药剂对照。其中,添加 Silwet Fusion 处理仅于药后 5 d 的防效

显著高于常规药剂处理($P<0.05$);添加 Agrospred 960 处理药后 5、7、10、14 d 的防效均显著高于常规药剂处理($P<0.05$);而添加 Silwet 636 和 Silwet 806 于药后 3、5、7、10、14 d 较常规药剂处理差异均显著($P<0.05$)。表明在推荐剂量下,所用的 4 种喷雾助剂对 22%氟啶虫胺胍 SC 均具有明显的增效作用。

减药 30%情况下(22%氟啶虫胺胍 SC 126 mL/hm²),添加 4 种喷雾助剂处理后,Silwet Fusion 在 3、7、10 d 和 14 d 防效低于常规药剂对照,但无显著差异($P>0.05$),而其他处理在不同天数的防效均高于常规药剂对照。其中,添加 Agrospred 960 于药后 5 d 差异显著($P<0.05$);Silwet 636 分别于药后 5、7、10、14 d 差异显著($P<0.05$);添加 Silwet 806 于药后 3、5、7、10 d 和 14 d 的防效均显著高于常规药剂对照($P<0.05$),分别提高 29.10%、44.81%、57.67%、117.42%和 228.71%。表明在减药 30%情况下,Silwet 636、Silwet 806、Agrospred 960 对 22%氟啶虫胺胍 SC 仍具有明显增效作用,其中 Silwet 806 的增效作用最显著,但 Silwet Fusion 则已

没有明显增效作用。

减药 50%情况下(22%氟啶虫胺胍 SC 90 mL/hm²),添加 Silwet 806 后,于药后 3、5、7 d 的防效高于常规药剂对照,10 d 时低于常规药剂对照,14 d 时显著低于常规药剂对照($P<0.05$),其他处理的防效均低于常规药剂对照。表明在减药 50%情况下,添加 4 种喷雾助剂对 22%氟啶虫胺胍 SC 防治烟

粉虱的防效已明显下降,且不能达到有效的防治效果。

4 种喷雾助剂均能提高 22%氟啶虫胺胍 SC 对烟粉虱的防效,增效作用表现为 Silwet 806>Silwet 636>Agrospred 960>Silwet Fusion;随着减药量增大,防效呈下降趋势,其中,减药 30%,即 126 mL/hm²水平且添加 Silwet 806 处理,综合表现最佳。

表 4 不同喷雾助剂对 22%氟啶虫胺胍 SC 田间防治烟粉虱的减量增效作用

Table 4 Effects of different spray additives on control effect of sulfoxaflor 22% SC against <i>Bemisia tabaci</i> in the field											
22% 氟啶虫胺胍 SC 用量/ mL · (hm ²) ⁻¹ sulfoxaflor 22% SC dosage	喷雾助剂 Spray additives	药后 3 d 3 days after treatment		药后 5 d 5 days after treatment		药后 7 d 7 days after treatment		药后 10 d 10 days after treatment		药后 14 d 14 days after treatment	
		减退率/% Reduction rate	防效/% Control efficacy	减退率/% Reduction rate	防效/% Control efficacy	减退率/% Reduction rate	防效/% Control efficacy	减退率/% Reduction rate	防效/% Control efficacy	减退率/% Reduction rate	防效/% Control efficacy
180	—	60.15	66.80 def	40.80	58.74 def	21.64	47.41 b	—25.64	29.79 ef	—127.75	18.01 d
	Silwet 636	89.80	91.50 ab	85.05	89.58 ab	77.66	85.01 a	58.00	76.53 ab	—1.86	63.33 a
	Silwet 806	93.40	94.50 a	89.91	92.97 a	80.20	86.71 a	76.65	86.95 a	4.25	65.53 a
	Silwet Fusion	68.24	73.53 cde	69.78	78.94 bc	12.88	41.53 b	—11.29	37.81 de	—122.47	19.91 d
	Agrospred 960	71.30	76.08 cde	64.66	75.37 c	56.94	71.10 a	16.07	53.10 cd	—64.72	40.70 bc
126	Silwet 636	78.98	82.48 bcd	79.09	85.43 abc	55.81	70.34 a	33.25	62.70 bc	—63.83	41.02 bc
	Silwet 806	83.49	86.24 abc	78.56	85.06 abc	62.38	74.75 a	36.96	64.77 bc	—13.33	59.20 ab
	Silwet Fusion	53.84	61.53 efg	44.04	61.00 de	12.12	41.02 b	—40.80	21.32 ef	—132.84	16.18 d
	Agrospred 960	68.75	73.96 cde	66.08	76.36 c	30.18	53.14 b	—18.61	33.72 def	—115.42	22.45 cd
90	Silwet 636	45.21	54.34 fgh	28.93	50.47 ef	9.48	39.25 bc	—33.59	25.35 ef	—211.53	—12.15 e
	Silwet 806	62.68	68.90 def	46.88	62.98 d	30.69	53.48 b	—52.21	14.94 f	—192.95	—5.46 e
	Silwet Fusion	33.32	44.43 h	12.61	39.09 g	—15.49	22.49 c	—104.38	—14.21 g	—222.34	—16.04 e
	Agrospred 960	41.18	50.98 gh	27.31	49.34 fg	5.97	36.89 bc	—52.61	14.72 f	—214.50	—13.22 e
清水对照 CK		—20.00	—	—43.48	—	—49.00	—	—78.95	—	—177.78	—

2.3 农药利用率提高率及成本分析

田间药效试验结果表明,22%氟啶虫胺胍 SC 减施 30%用量情况下(126 mL/hm²)添加喷雾助剂 Silwet 636、Silwet 806、Silwet Fusion 和 Agrospred 960,均可发挥与 22%氟啶虫胺胍 SC 推荐剂量(180 mL/hm²)同等或更优防效。从图 2 可见,减药 30%情况下添加 Silwet 806 效果最好,可使农药利用率提高 84.43%~369.58%;添加 Silwet 636 次之,可提高农药利用率 76.39%~225.37%。对成本进一步核算分析发现,每公顷分别添加 150 mL Silwet 636、150 mL Silwet 806、120 mL Silwet Fusion 或 450 mL Agrospred 960,使用成本分别约为 52.5、52.5、30 元/hm² 和 67.5 元/hm²,而减药 30%情况下(22%氟啶虫胺胍 SC 126 mL/hm²)可降低用药成本约 50 元/hm²。因此,添加有机硅助剂 Silwet 806 与农药减施使用不但成本相当,且具优异的增效效果;添加植物油助剂 Agrospred 960 的成本最高,但增效效果和性价比相对较低。这表明,农药减施处理较常规用药处理可减少农药用量、提高农

药利用率、延长药剂持效期,从而在一定程度上降低农户的用药次数,提高农户蔬菜种植经济效益,减少农药对环境的污染。

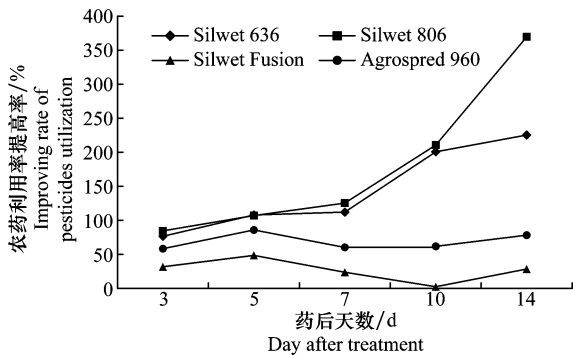


图 2 22%氟啶虫胺胍 SC 减少 30%用量添加 4 种喷雾助剂在不同天数的农药利用率提高率

Fig. 2 Reduce the amount of sulfoxaflor 22% SC by 30% and add four spray additives increasing the percentage of pesticide utilization in different days

3 结论与讨论

烟粉虱是辣椒等设施蔬菜的主要害虫之一,因

施药频率高,用药量大,导致烟粉虱已产生一定的抗药性。据报道,吐鲁番地区烟粉虱对吡虫啉和氟啶虫胺胍已产生高水平抗性和中等水平抗性,对噻虫嗪和啶虫脒也产生了低水平抗性^[10]。而添加农药喷雾助剂可改善农药的物理性能,进而提高农药的利用率,延缓烟粉虱对农药抗药性的进一步发展^[11-12]。刘支前认为,喷雾助剂本身无生物活性,主要通过改善雾滴在植物叶片上的润湿、附着、展布与渗透等界面特性,从而提高农药在叶片上的沉积量^[13]。雾滴的附着性是其药效发挥的限制因子,而药液的表面张力则是影响其附着性大小的关键因素^[14]。Policello 等研究认为,药液表面张力主要与喷雾助剂的种类和浓度相关^[15]。

还有研究表明,农药制剂的防治效果与药液对靶标生物的润湿和沉积量相关,而沉积量与药液表面张力、药液在叶面上的接触角有关^[16]。添加喷雾助剂能显著降低药液的表面张力,提高农药对植物叶片的渗透率,在减少农药用量的同时可达到相同或更优的防治效果^[17]。本研究结果显示,4 种喷雾助剂均显著降低了 22%氟啶虫胺胍 SC 药液的表面张力、与叶面的接触角,且室内助剂性能测试表现为 Silwet 636 > Silwet 806 > Agrospred 960 > Silwet Fusion。使用喷雾助剂可改善药液的物理性状,促进雾滴在靶标上黏附、润湿与扩展,进而增大叶片对氟啶虫胺胍的吸收效果。

据报道,辣椒叶片表面覆盖的蜡质主要由脂肪族化合物和环状化合物等疏水有机物质组成,其角质层外呈独特的三维蜡质晶体,多含有长链的烷烃类、醛类、醇类以及酮类等化合物^[18-19]。这种特殊的蜡质表层组成和结构,使其具备不同的疏水性能。本研究得出,22%氟啶虫胺胍 SC 添加 4 种喷雾助剂均表现出明显增效作用,且田间防治效果表现为 Silwet 806 > Silwet 636 > Agrospred 960 > Silwet Fusion,这表明,在本试验条件下有机硅喷雾助剂的防效优于非离子表面活性剂,植物油喷雾助剂效果较差,而导致防效差异的原因,可能与助剂成分及杀虫剂与叶面蜡质层的相互作用有关。而关于这 3 类不同理化性能喷雾助剂的增效机理,还有待进一步的研究。

经调查,新疆各地区的喷雾助剂主要销售种类

为有机硅喷雾助剂、矿物油喷雾助剂、植物油喷雾助剂以及现阶段较新的植物盐喷雾助剂。各类喷雾助剂中,有机硅喷雾助剂的市价低,增效作用好,因而在新疆市场份额相对较大。本研究的田间药效试验结果也表明,减药 30% (126 mL/hm²) 情况下,22%氟啶虫胺胍 SC 与 4 种喷雾助剂混用均可达到同等或更优防效。其中,喷雾助剂 Silwet 806 的增效作用最佳,可使防效较推荐剂量单剂处理显著高 29.10%~228.71%,使农药利用率提高 84.43%~369.58%;减药 50% (90 mL/hm²) 情况下,与 4 种喷雾助剂分别混用,除添加 Silwet 806 于 0~10 d 能达到推荐剂量单剂处理的防治效果外,其他处理的防效均明显低于推荐剂量单剂处理的防效,不能达到预期减量增效作用。综合考虑,生产上推广减少 30% 推荐药剂量,即 22%氟啶虫胺胍 SC 126 mL/hm² 水平下,添加喷雾助剂 Silwet 806 来防治烟粉虱为最佳组合,可达到农药减量增效的目标。这与刘万才等^[20]的研究结论相似。

参考文献

- [1] BROWN J K, CONG B. The introduction of the exotic Q biotype of *Bemisia tabaci* from the mediterranean region into China on ornamental crops [J]. Florida Entomologist, 2006, 89 (2): 168 - 174.
- [2] 罗晨. 烟粉虱复合种—小昆虫, 大危害[J]. 植物保护学报, 2016, 43(1): 1 - 4.
- [3] 石小丽. 2010 年世界农药会议新品种—氟啶虫胺胍[J]. 农药研究与应用, 2010, 14(6): 42 - 43.
- [4] 韩翔. 美国陶氏益农公司计划扩大新型杀虫剂氟啶虫胺胍 (Sulfoxaflor) 的生产[J]. 农药市场信息, 2013(13): 33.
- [5] 何佳春, 李波, 谢茂成, 等. 新烟碱类及其他稻田杀虫剂对褐飞虱的室内药效评价[J]. 中国水稻科学, 2019, 33(5): 467 - 478.
- [6] 阎世江, 张继宁, 刘洁. 表面活性剂助力农药成长[J]. 农药市场信息, 2017(15): 31 - 32.
- [7] 王建英, 赵风云, 刘玉敏, 等. 1-烷基-3-甲基咪唑系列室温离子液体表面张力的研究[J]. 化学学报, 2007(15): 1443 - 1448.
- [8] 王振, 李光玉, 高越, 等. 噻霉胺悬浮剂的润湿性能及其靶标表面性质研究[J]. 农药学报, 2012, 14(5): 551 - 556.
- [9] 国家质量技术监督局. 农药田间药效试验准则(一): GB/T 17980. 1-17980. 53-2000[S]. 北京: 中国标准出版社, 2000: 51.
- [10] 贾尊尊, 王小武, 付开赞, 等. 新疆主要农区烟粉虱生物型鉴定及其对 11 种常用杀虫剂的抗性监测[J]. 新疆农业科学, 2017, 54(2): 304 - 312.

参考文献

[1] BAI Guihua, SHANER G. Scab of wheat: prospects for control [J]. Plant Disease, 1994, 78(8):760-766.

[2] 陆维忠,程顺和,王裕中. 小麦赤霉病研究[M]. 北京:科学出版社,2001.

[3] 陈云,王建强,杨荣明,等. 小麦赤霉病发生危害形势及防控对策[J]. 植物保护,2017,43(5):11-17.

[4] 刘万才,刘振东,黄冲,等. 近 10 年农作物主要病虫害发生危害情况的统计和分析[J]. 植物保护,2016,42(5):1-9.

[5] 程顺和,张勇,别同德,等. 中国小麦赤霉病的危害及抗性遗传改良[J]. 江苏农业学报,2012,28(5):938-942.

[6] WILLYERD K T, LI C, MADDEN L V, et al. Efficacy and stability of integrating fungicide and cultivar resistance to manage Fusarium head blight and deoxynivalenol in wheat [J]. Plant Disease, 2012, 96(7):957-967.

[7] 徐飞,宋玉立,杨共强,等. 戊唑醇不同防治时间对小麦赤霉病发生和籽粒中 DON 毒素积累的影响[J]. 植物保护,2018,44(1):179-185.

[8] 张彬,李金秀,王震,等. 黄淮南片麦区主栽小麦品种对赤霉病抗性分析[J]. 植物保护,2018,44(2):190-194.

[9] 郝建宇,王伟军,陈文朝,等. 生物药剂阿泰灵结合化学农药减施在‘脆光’葡萄中的应用[J]. 中国果树,2018(4):66-68.

[10] DAYYF F, SCHMITT A, BELANGER R R. Evidence of phytoalexins in cucumber leaves infected with powdery mildew following treatment with leaf extracts of *Reynoutria sachalinensis* [J]. Plant Physiology, 1997,113(3):719-727.

[11] 李进平,周龙,曾志伟,等. 生物有机肥与生物刺激素协同对撂荒香蕉园土壤改良及枯萎病防治的影响[J]. 中国南方果树,2019,48(4):57-63.

[12] 中华人民共和国农业部种植业管理司. 农药田间药效试验准则

~~~~~

(上接 263 页)

[11] 周川浩,武刚,冯宏祖,等. 5 种喷雾助剂对吡虫啉和啉虫脒防治棉蚜的影响[J]. 农药,2018,57(8):620-623.

[12] 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]. 农药学学报,2015,17(5):603-609.

[13] 刘支前. 农药桶混助剂的选择原理[J]. 农药,2002(9):1-3.

[14] RUITER H, ANDRE J M U, MEINEN E, et al. Influence of surfactants and plant species on leaf retention of spray solutions [J]. Weed Science, 1990, 38: 567-572.

[15] POLICELLO G A, MURPHY G J. The influence of co-surfactants on the spreading ability of organosilicone wetting agents [J]. Pesticide Science, 1993, 37(2): 228-230.

[16] 王少丽,朱国仁,张友军. 农用有机硅喷雾助剂在害虫化学防

第 15 部分. 杀菌剂防治小麦赤霉病:NY/T 1464-2007[S]. 北京:农业出版社,2008.

[13] HOSSARD L, PHILIBERT A, BERTRAND M, et al. Effects of halving pesticide use on wheat production [J/OL]. Scientific Report, 2014,4: 4405 DOI:10.1038/srep04405.

[14] 李易初,石凤梅,马立功,等. 黑龙江地区小麦赤霉病新型药剂筛选[J]. 黑龙江农业科学,2018(3):46-48.

[15] 何永梅. 植物源白粉病特效杀菌剂——大黄素甲醚[J]. 农药市场信息,2011(20):37.

[16] DARBY H. The efficacy of spraying organic fungicides to control Fusarium head blight infection in spring wheat [EB/OL]. [2020-04-08]https://www.uvm.edu/sites/default/files/media/2018\_Spring\_Barley\_Fungicide.pdf.

[17] DARBY H. The efficacy of spraying fungicides to control Fusarium head blight infection in spring malting barley [EB/OL]. [2020-04-08]https://www.uvm.edu/sites/default/files/Northwest-Crops-and-Soils-Program/2016-ResearchReports/2016\_Spring\_Wheat\_Fungicide.pdf.

[18] GUTIERREZ-GAMBOA G, ROMANAZZI G, GARDE-CERDANA T, et al. A review of the use of biostimulants in the vineyard for improved grape and wine quality: effects on prevention of grapevine diseases [J]. Journal of Science of Food and Agriculture, 2019, 99(3):1001-1009.

[19] 龚双军,杨立军,向礼波,等. 2013 年湖北省小麦赤霉菌对多菌灵和戊唑醇的敏感性[J]. 农药学报,2014,16(5):610-613.

[20] PAUL P A, SALGADO J D, BERGSTROM G, et al. Integrated effects of genetic resistance and prothioconazole+tebuconazole application timing on Fusarium head blight in wheat [J]. Plant Disease, 2019, 103(2):223-237.

[21] 姚克兵,庄义庆,尹升,等. 江苏小麦赤霉病综合防控关键技术研究[J]. 植物保护,2018,44(1):205-209.

(责任编辑:田 喆)

治中的应用[J]. 长江蔬菜,2010(18):112-115.

[17] 杨石有,张蕊,张贺,等. 五种喷雾助剂对 240 g/L 螺螨酯悬浮剂和 15%啞螨灵乳油防治木瓜秀粉蚧的增效作用[J]. 农药学学报,2019,21(4):531-537.

[18] 曾琼,刘德春,刘勇. 植物角质层蜡质的化学组成研究综述[J]. 生态学报,2013(17):5133-5140.

[19] KOCH K, BARTHOLOTT W, KOCH S, et al. Structural analysis of wheat wax (*Triticum aestivum*, c. v. ‘naturastar’L.): from the molecular level to three dimensional crystals [J]. Planta, 2006, 223(2): 258-270.

[20] 刘万才,张凯,李永平. Silwet-农用喷雾助剂在柑橘病虫害防治中的应用[J]. 中国农技推广,2008(7):40-41.

(责任编辑:田 喆)