

◆ 开发与分析 ◆

不同增效剂对46%氟啶虫酰胺·啉虫脒水分散粒剂防治桃蚜的减量增效作用

李彦飞,冯泽腾,王国强,张小军*

(中农立华生物科技股份有限公司,北京 100052)

摘要:对筛选的7种增效剂配方进行界面性能评价,并探究7种增效剂与46%氟啶虫酰胺·啉虫脒水分散粒剂产品桶混后界面性能及对桃树蚜虫的防效。结果显示:与46%氟啶虫酰胺·啉虫脒水分散粒剂单用相比,桶混时加入增效剂2 000倍稀释液,可显著降低46%氟啶虫酰胺·啉虫脒水分散粒剂使用量25%左右,提高桃树蚜虫防治效果15%以上;助剂中以F-8690及SILWET 625的接触角最小,黏附张力最大,其实际田间应用效果也显著优于其他助剂,具有较好的应用前景和推广价值。

关键词:46%氟啶虫酰胺·啉虫脒水分散粒剂;桶混;桃蚜;防治效果

中图分类号:TQ 457;TQ 450.2 文献标志码:A doi:10.3969/j.issn.1671-5284.2023.06.008

Decrement and Synergistic Effect of Different Synergistic Additives in Controlling *Myzus persicae* with 46% Fonicamid·Acetamiprid WDG

LI Yanfei, FENG Zeteng, WANG Guoqiang, ZHANG Xiaojun*

(Sino-Agri Leading BioEWiences Co., Ltd., Beijing 100052, China)

Abstract: In this paper, the interfacial properties of different synergist formulations was evaluated, and they were used as tank mixture and mixed with 46% Fonicamid·Acetamiprid WDG for controlling *Myzus persicae*. The results showed that compared with the single use of 46% Fonicamid·Acetamiprid WDG, the 2 000-fold dilution of the synergistic additives were mixed with 46% Fonicamid·Acetamiprid WDG tank-mix, which could significantly reduce the amount of 46% Fonicamid·Acetamiprid WDG used by about 25% and improve the control effect of *Myzus persicae* by more than 15%. In addition, F-8690 and SILWET 625 have the smallest contact angle and the largest adhesion tension, their actual field application effect is significantly better than that of other additives, which has good application prospects and promotion value.

Key words: 46% Fonicamid·Acetamiprid WDG; tank-mix; *Myzus persicae*; control effect

桃蚜(*Myzus persicae*)是桃树上最常见的害虫,对桃树的正常生长和产量有巨大的影响,且其还是多种植物病毒的主要传播媒介^[1-2]。氟啶虫酰胺是新型吡啶酰胺类化合物,被国际杀虫剂抗性行动委员会(IRAC)评定为第29类中唯一的化合物,对吡虫啉等新烟碱类产生抗性的蚜虫具有优异的防效。

研究表明,10%氟啶虫酰胺水分散粒剂对桃树桃蚜防效好,持效期优异,但由于在实际使用中,药

剂稀释倍数较大(6 000~8 000倍),加之田间喷雾受外界环境因素影响很大,因此很难保证足够的药液精准沉积到作物靶标位置发挥作用。为了提高农药制剂的应用性能,进而提高农药的利用率,加入桶混增效剂是最直接、最有效的手段^[3-5]。桶混增效剂可以通过降低药液在靶标上的表面张力及减小药液喷洒在靶标表面的接触角来增加靶标与药液的接触面积,明显改善叶面的润湿、铺展、滞留和渗

收稿日期:2023-02-25

作者简介:李彦飞(1985—),男,内蒙古呼和浩特人,工程师,主要从事农药剂型研发及质检研究。E-mail:liyanfei@sino-agri.com

通信作者:张小军(1977—),男,山西吕梁人,博士,研究员,主要从事农药剂型研发及使用技术研究。E-mail:zhangxiaojun@sino-agri.com

透等理化性能;桶混增效剂的加入有利于药液在叶面上的铺展及黏附,减少喷雾药液随风飘移,延长药效有效期,从而增加防效,达到降低农药用量和成本、减少环境污染的目的。

本文通过对筛选得到的7种不同增效剂与46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂进行桶混,评价桶混后界面性能及其对桃蚜的防治效果,为46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂的田间应用提供思路 and 参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂,中农立华生物科技股份有限公司;ATPLUS 242-LQ(烷氧基醇酯),禾大(CRODA)公司;SYNERGEN 848(EO/PO嵌段醚)、SYNERGEN GA(葡萄糖酰胺),科莱恩化工(中国)有限公司;F-8690(烷基乙基磺酸盐),石家庄博佳特化工有限公司;SILWET 625(烷氧基化三硅氧烷),迈图有机硅材料(上海)有限公司;BREAK S 240(烷氧基化三硅氧烷),赢创工业集团;ADSEE AB600(牛脂胺聚氧乙烯醚),诺力昂化学品有限公司;快T70F(琥珀酸二异辛酯磺酸钠),邢台市燕诚化学助剂有限公司;CREWIN T/30(异构醇聚氧乙烯醚,SASOL)、曲拉通X-100(辛基苯基醚),江苏省海安石油化工厂;松基油ND-60,福建诺德生物科技有限责任公司;油酸甲酯0295,苏州丰倍生物科技股份有限公司。

供试桃树为美脆,青州市益丰苗木有限公司。桃树叶片,北京房山桃园。

1.2 试验仪器

IKA RW 20 D S25数显型顶式搅拌器,广州仪科实验室技术有限公司;SYP智能玻璃恒温水浴槽,巩义英峪予华仪器厂;CP1502C电子天平(精度为0.01 g),奥豪斯仪器(上海)有限公司;KRUSS DSA-100接触角测量仪,克吕士科学仪器(上海)有限公司。

1.3 增效剂稳定性及桶混界面性能测定

1.3.1 增效剂稳定性测定

增效剂1号~7号按照表1配制^[6-7],观察7种增效剂的外观,参照GB/T 1603—2001《农药乳液稳定性测定方法》测定稀释200倍乳液的稳定性。

1.3.2 桶混界面性能评价

将7种增效剂分别与46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂按表2进行混配,分别考察46%氟啶虫酰胺·

啶虫脒水分散粒剂及其与增效剂桶混后的界面性能。

表1 7种桶混增效剂配制方案

增效剂	物料
增效剂1号	10% ATPLUS 242-LQ+10%快 T70F+5% CREWIN T/30+30% ND-60+45%油酸甲酯
增效剂2号	10% SYNERGEN GA+10%快 T70F+5% CREWIN T/30+30% ND-60+45%油酸甲酯
增效剂3号	10% SYNERGEN 848+10%快 T70F+5% CREWIN T/30+30% ND-60+45%油酸甲酯
增效剂4号	10% F-8690+10%快 T70F+5% CREWIN T/30+30% ND-60+45%油酸甲酯
增效剂5号	10% BREAK S 240+10%快 T70F+5% CREWIN T/30+30% ND-60+45%油酸甲酯
增效剂6号	10% ADSEE AB600+10%快 T70F+5% CREWIN T/30+30% ND-60+45%油酸甲酯
增效剂7号	10% SILWET 625+10%快 T70F+5%曲拉通 X-100+30% ND-60+45%油酸甲酯

表2 7种增效剂与46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂配比

处理方法	方案	稀释倍数
方法1	增效剂1号+46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂	2 000+8 000
方法2	增效剂2号+46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂	2 000+8 000
方法3	增效剂3号+46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂	2 000+8 000
方法4	增效剂4号+46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂	2 000+8 000
方法5	增效剂5号+46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂	2 000+8 000
方法6	增效剂6号+46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂	2 000+8 000
方法7	增效剂7号+46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂	2 000+8 000
方法8	46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂	8000

(1) 动态表面张力(DST)的测定。参照Paddav的方法^[7],利用表面张力仪在10~5 000 ms的表面年龄范围内进行动态表面张力测定^[8-9]。

(2) 静态表面张力(EST)的测定。利用德国KRUSS光学接触角测量仪DSA-100,采用悬滴法^[11],对稀释药液进行静态表面张力测定,重复测量3次,取平均值。试验温度为(20±1)℃,试验误差范围为±1.0 mN/m。

(3) 接触角、黏附张力及黏附功的测定。以内径 $\Phi=0.8$ mm的针头取一滴药液滴于桃树叶片表面,利用KRUSS光学接触角测量仪DSA-100测定20 s时的平均接触角 θ ^[11-12]。试验温度为(20±1)℃,计算药液的黏附张力 β 和黏附功 W_a ^[13]。

$$\beta = \gamma \cos \theta \quad (1)$$

$$W_a = \gamma (\cos \theta + 1) \quad (2)$$

式中： θ 为液滴在叶片上的接触角，°； γ 为药液的表面张力，mN/m。

1.4 田间防效试验

1.4.1 试验设计

田间防效试验中的试验地点为河南省新乡市原阳县的露地桃树园，试验地土壤为砂壤土，有机质含量为2.04%，pH值为7.3，灌溉均采用大水浇灌，各小区管理水平一致，桃树高2.7~3.0 m，树龄8 a，株行距约为2.5 m。试验对象为桃蚜。按照试验小区面

积，将各药剂按照用量称好兑水稀释，用46%氟啶虫酰胺·啶虫脒WDG稀释8 000倍液与稀释2 000倍液的增效剂1号~7号桶混后作为试验处理；46%氟啶虫酰胺·啶虫脒稀释6 000倍和8 000倍液作为药剂对照，清水处理为空白对照，每个处理重复4次。用背负式喷雾器整株均匀喷药，喷药液量为2 250 L/hm²。

1.4.2 调查方法

试验共计调查5次，每小区标记1棵树，每棵树分东、西、南、北、中固定5个被害梢，分别统计每枝上的蚜虫数，基数调查完成后即开始施药，药后1、6、13 d分别调查活虫数，计算虫口减退率和防效：

$$\text{虫口减退率}/\% = \frac{\text{施药前虫数} - \text{施药后虫数}}{\text{施药前虫数}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{防效}/\% = \frac{\text{药剂处理区虫口减退率} - \text{空白对照区虫口减退率}}{100\% - \text{空白对照区虫口减退率}} \times 100 \quad (4)$$

2 结果与分析

2.1 增效剂配方

7种增效剂的外观应是透明均相液体，稀释200倍下1 h的乳液稳定性均合格，见表3。

表 3 7种增效剂配制方案稳定性评价

增效剂	外观	乳液稳定性	评定结论
增效剂1号	透明	合格	合格
增效剂2号	透明	合格	合格
增效剂3号	透明	合格	合格
增效剂4号	透明	合格	合格
增效剂5号	透明	合格	合格
增效剂6号	透明	合格	合格
增效剂7号	透明	合格	合格

2.2 界面性能测定

2.2.1 动态表面张力

田间施药喷雾是一个动态过程，药液的表面张力越小，越容易雾化，也较容易在有害生物表面润湿附着，起到提高农药有效利用率的作用。在(20 ± 1) °C下，7种稀释药液的面年龄与动态张力关系如图1所示。各增效剂与46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂桶混稀释药液的面年龄与动态张力均随表面年龄的增加而减小；在规定的稀释浓度下，以增效剂4号和7号助剂体系的动态表面张力最小，推测其药液的润湿铺展效果会更好。

2.2.2 静态表面张力

由表4可知，46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂稀释8 000倍时，药液的静态表面张力为

70.94 mN/m，其与纯水的表面张力72.3 mN/m相差不大，当加入桶混增效剂后，表面张力为35.68~42.77 mN/m，显著低于46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂，表明加入增效剂可以降低供试药剂的表面张力，改善46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂药液对作物及靶标害虫表面疏水性蜡质层的亲和性，使药液更易润湿铺展，最终药效将获得大幅提升。

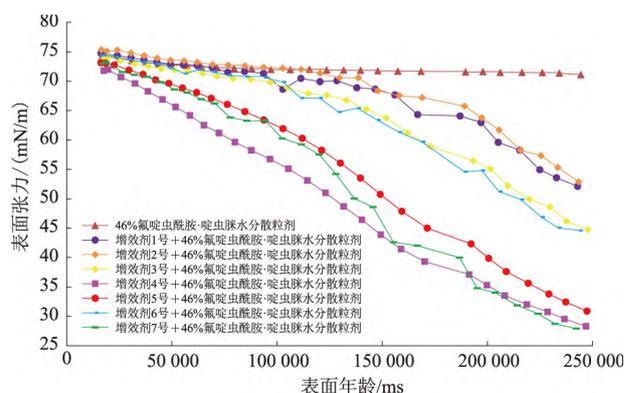


图 1 7种增效剂与46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂桶混动态表面张力随表面年龄变化趋势

2.2.3 接触角、黏附张力及黏附功的测定

7种桶混增效剂中以增效剂7号和增效剂4号桶混体系的接触角较小(表5)，分别为22.8°和23.2°；两者黏附张力较大，分别为39.43 mN/m和34.23 mN/m。而增效剂7号黏附功大于增效剂4号的黏附功，为82.20 mJ/m²。这一结果表明增效剂可通过降低药液的静态表面张力和减小药液接触角来增强药液在靶标部位的黏附，从而延长药液在叶片及靶标上的附着和滞留时间，减少药液流失。

表4 7种桶混增效剂样品与46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂桶混下的静态表面张力(20℃)

处理方法	EST/(mN/m)			
	第1次	第2次	第3次	平均值
方法1	37.69	37.73	37.62	37.68 e
方法2	41.85	41.76	41.55	41.72 c
方法3	36.22	36.81	36.77	36.60 g
方法4	37.18	37.26	37.31	37.25 f
方法5	35.67	35.66	35.71	35.68 h
方法6	39.43	39.48	39.44	39.45 d
方法7	42.72	42.83	42.76	42.77 b
方法8	70.97	70.95	70.90	70.94 a

注:不同小写字母表示不同处理间在 $\alpha=0.05$ 水平下存在显著性差异。

表5 7种桶混增效剂与46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂桶混下的接触角、黏附张力及黏附功

处理方法	$\theta/^\circ$	$\cos\theta$	黏附张力/(mN/m)	黏附功/(mJ/m ²)
方法1	37.4	0.794 0	29.92	67.60
方法2	44.3	0.716 0	29.87	71.59
方法3	36.7	0.802 0	29.35	65.95
方法4	23.2	0.919 0	34.23	71.48
方法5	31.6	0.852 0	30.40	66.08
方法6	35.4	0.815 0	32.15	71.60
方法7	22.8	0.922 0	39.43	82.20

2.4 桃蚜防治药效试验

为了进一步验证桶混增效剂界面性能与实际田间药效的关系,开展了田间防效试验。药后13 d,46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂在稀释8 000倍下与7种桶混增效剂混用,对桃蚜的平均防效均在95%以上。其中以添加桶混增效剂4号和7号的防效最高,达99.5%以上,且持效性显著优于46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂单用^[15-17](表6)。

表6 7种桶混增效剂与46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂防治桃蚜的试验结果

处理方法	防治效果/%		
	药后1 d	药后6 d	药后13 d
方法1	85.50	99.65	97.95
方法2	80.37	99.01	97.37
方法3	86.20	94.18	95.29
方法4	86.92	99.88	99.95
方法5	68.01	96.81	97.97
方法6	83.42	99.65	99.21
方法7	77.24	99.94	99.73
方法8	77.99	89.13	80.88
方法9	80.54	97.45	88.46

注:方法9为46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂稀释6 000倍。

由表6可知,同等用药量情况下,加入桶混增效剂可提高防效15%以上。此外46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂单用稀释6 000倍防效明显不及46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂稀释8 000倍加桶混助剂,即加入桶混增效剂后,可降低46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂使用量25%左右。

安全性调查发现,不同处理对桃树均较安全,叶色无明显发黄,各处理对桃树生长均无影响,安全性较好。

3 结论与讨论

本文通过对7种桶混增效剂制成的桶混助剂进行界面性能评价,并与力作桶混用于桃蚜防治,与不加增效剂相比,加2 000倍增效剂稀释液桶混,可降低46%氟啶虫酰胺·啶虫脒水分散粒剂使用量25%左右,提高桃蚜防效15%以上^[14-16],达到了减量增效的目的。此外增效剂中以4号及7号的接触角最小,黏附张力最大,而实际田间药效也表明其防治效果最佳。

DST是以时间为变量体现液体表面张力变化的一个物理量,是表面活性剂在达到平衡吸附前某一时刻的表面张力,用于评价液体运动特性^[15]。药液喷雾沉积的影响,通常可通过它们雾化的效应和DST予以说明,药液的喷雾沉积行为与其DST和液滴尺寸分布之间存在联系,可以用数学模型进行描述。目前在农药领域对于表面张力的关注,主要侧重于对药效的评价,通过药液动态表面张力的测定,可以在一定程度上预测评价制剂的药效。

EST是指表面活性剂在界面达到吸附平衡时的最低表面张力,是用来测定表面活性剂静态吸附性能的重要参考指标。表面活性剂一般通过在界面吸附来改变界面性能。检测EST对桶混增效剂的应用有一定的指导意义^[10]。

接触角是指在固体水平平面上的液滴所形成的固体表面的固-液-气三相交界点处,其气-液界面和固-液界面两切线把液相夹在其中时所成的角。接触角是表面科学的重要参数之一,表征液体在固体表面的润湿性能。农药要发挥高的使用效率,首先要能在靶标物质上铺展和滞留,这就要求喷施的药液具有较好的润湿性,而接触角就是评价润湿性的重要指标之一^[11-12]。

一般农药制剂配方中只包含少量加工助剂,而这些助剂是针对农药的乳化性、悬浮性和润湿性等物理性状或指标而选择和优化的,其种类和含量并

(下转第70页)

菌剂使用。

参考文献

- [1] 李保华, 王彩霞, 董向丽. 我国苹果主要病害研究进展与病害防治中的问题[J]. 植物保护, 2013, 39(5): 46-54.
- [2] 刘安泰, 张朝敏, 李紫腾, 等. 有机硅助剂在苹果炭疽叶枯病化学防控中的减药增效作用评价[J]. 植物保护, 2022, 48(1): 284-290.
- [3] 韩文启, 金磊, 牟日敏, 等. 25%吡唑醚菌酯悬浮剂对苹果炭疽叶枯病的防效研究[J]. 现代农药, 2019, 18(6): 48-50.
- [4] 姜鹤, 马杰, 孟祥龙, 等. 不同杀菌剂与波尔多液交替施用对苹果炭疽叶枯病的防治效果[J]. 中国植保导刊, 2021, 41(4): 71-73.
- [5] 王建华. 苹果树腐烂病菌致病物质的初步研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2012.
- [6] 王珊珊, 卮兰春, 李潘, 等. 植物病原真菌毒素的分类、致病机制及应用前景[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(3): 94-97.
- [7] 赵光耀, 董金皋. 玉米大斑病菌毒素的钝化反应及其机理研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2000(5): 451-455.
- [8] 李梅云, 高家合, 李天飞, 等. 不同化合物对烟草赤星病菌毒素的钝化研究[J]. 生物技术, 2004(3): 57-59.
- [9] 李梅云, 高家合, 邓建华, 等. 氨基酸对烟草赤星病菌毒素毒性的

影响[J]. 烟草科技, 2005(3): 43-45.

- [10] 庄敬华, 杨长成, 高增贵, 等. 瓜类枯萎病菌粗毒素的致萎作用及其钝化研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2006(2): 177-181.
- [11] 刘雪英. 番茄灰霉病病原菌毒素致病机理及其钝化的研究[D]. 淄博: 山东理工大学, 2011.
- [12] 蒲丽冰. 以病原菌毒素为靶标的香蕉枯萎病防治技术初步研究[D]. 海口: 海南大学, 2015.
- [13] 史祥鹏, 李超, 李保华, 等. 苹果叶枯炭疽病菌产毒素条件及其生物活性测定[C]//郭泽建, 吴元华. 中国植物病理学会2014年学术年会论文集. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2014: 206.
- [14] MEYER G D A, RUFATO L, SANHUEZA R M V, et al. The action of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on apple (Maxi Gala) leaf abscission in plants infected by *Glomerella leaf spot (Colletotrichum gloeosporioides)* [J]. Acta Horticulturae, 2016, 1119: 43-48.
- [15] 谢方. 玉米种子DA-6和复硝酚钠拌种处理的田间效应研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2021.
- [16] 付堯, 高兆银, 李敏, 等. 采前喷施复硝酚钠对芒果果实品质和采后发病率的影响[J]. 热带作物学报, 2019, 40(7): 1393-1398.

(责任编辑:高蕾)

(上接第45页)

非根据靶标动植物而设计的。因此,只有添加桶混助剂才能有的放矢、因地制宜地以极大的灵活性克服特定条件下影响药效的因素,最大程度地发挥有效成分的生物活性,但不同种类桶混助剂增效作用机制不同,需要根据施药具体场景有针对性的添加。

参考文献

- [1] 高德良, 宋化稳, 刘钰, 等. 10%氟啶虫酰胺水分散粒剂对桃树桃蚜田间防效研究[J]. 现代农药, 2021, 20(1): 54-57.
- [2] 郭盼盼, 张伟, 孙瑞红, 等. 15%联苯菊酯·氟啶虫酰胺悬浮剂防治桃蚜药效试验[J]. 现代农药, 2021, 20(1): 50-53.
- [3] 张春华, 张宗俭, 姚登峰, 等. 桶混助剂在玉米田除草剂减施增效中的应用[J]. 玉米科学, 2021, 29(4): 115-121.
- [4] 张宗俭, 张春华, 李小龙. 桶混助剂的研发应用与发展趋势[J]. 现代农药, 2021, 20(1): 19-25.
- [5] 钱志刚, 马恒博, 沈兰兰, 等. 农用桶混助剂对防治柑橘红蜘蛛的影响研究[J]. 农药科学与管理, 2020, 41(9): 61-64.
- [6] 王旭, 朱晨江, 张一恒, 等. 16%甲维盐·杀虫威悬浮剂稳定增效配方的研制[J]. 现代农药, 2022, 21(6): 28-35.
- [7] 丁新华, 王小武, 蒋旭东, 等. 2种增效剂对春玉米田除草剂的减量增效作用[J]. 植物保护, 2022, 48(1): 297-304.

- [8] 遇璐, 陶晓光, 马宏娟, 等. 3%双氟·唑草酮悬乳剂动态表面张力与除草活性及安全性关系[J]. 农药, 2020, 59(8): 563-566.
- [9] 王凤. 农药喷雾沉积量检测电化学传感系统研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2018.
- [10] 封云涛, 郭晓君, 李娅, 等. 作物叶片表面自由能及喷雾助剂对农药药液在5种作物叶片上润湿性能的影响[J]. 农药学报, 2022, 24(6): 1466-1472.
- [11] PADDAV J F. The measurement of surface tension [M]. MATIJEVIC E. Surface and Colloid Science: Vol 1. New York: Wiley Interscience, 1969: 110-112.
- [12] 王潇楠, 齐鹏, 于聪伟, 等. 农药雾滴雾化沉积飘失研究进展[J]. 农药学报, 2022, 24(5): 1065-1079.
- [13] 朱瑛瑶, 赵振国. 界面化学基础 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1996: 205-234.
- [14] 郭晓君, 封云涛, 李娅, 等. 3种喷雾助剂对呋虫胺防治苹果黄蚜的增效作用[J]. 植物保护, 2022, 48(4): 341-345.
- [15] 左娇, 夏爱萍, 史晓利, 等. 0.136%赤·啉乙·芸苔可湿性粉剂和3%卵磷脂·维生素E悬浮剂在调控小麦生长及农药减施中的作用[J]. 世界农药, 2022, 44(10): 46-51.
- [16] 时玉娟, 于志波, 李金徽, 等. 日照市农药减量增效工作进展、问题及建议[J]. 农药科学与管理, 2022, 43(6): 5-8.

(责任编辑:高蕾)

欢迎订阅《现代农药》(双月刊) 定价:120元/年

编辑部电话:025-86581148 QQ:966491600 联系人:靳红华