

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2022.01.011

## 30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂的 配方研制及药效评价

李登辉, 赵强, 聂运魏, 耿彪

河南瀚斯作物保护有限公司, 河南 商丘 476000

**摘要:** 为了有效防控苹果蚜虫等作物虫害, 开展了 30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂的配方研制及药效评价研究. 本研究采用湿法研磨工艺筛选出了适宜的润湿分散剂、结构稳定剂、防冻剂、消泡剂、增效剂等助剂种类及其用量, 确定了 30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂产品的最佳配方, 即螺虫乙酯 20%, 氟啶虫酰胺 10%, EO/PO 嵌段聚醚 (500LQ) 1%, 多聚芳基醚硫酸酯 (FD) 3%, 乙氧基多聚芳基酚磷酸酯铵盐 (SC) 2%, 增效剂甲基化聚醚改性聚合物 (Prime) 5%, 乙二醇 5%, 苯甲酸钠 0.3%, 消泡剂 630 0.5%, 黄原胶 0.15%, 硅酸镁铝 1%, 去离子水补足. 结果表明, 该配方做出来的产品悬浮率大于 90%, 热贮 14 d 后分解率小于 3%, 各项技术指标均符合水悬浮剂的指标要求. 根据室外生测试验表明, 对苹果蚜虫有较高的防治效果, 1 000 倍液喷雾, 药后 15 d 防效 98.02%, 达到试验设计初衷.

**关键词:** 螺虫乙酯; 氟啶虫酰胺; 水悬浮剂;  
配方; 药效

中图分类号: S482.3

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 2097-1354(2022)01-0077-07

## Development and Evaluation on the Pesticide Effect of 30% of Spirotetramat · Flonicamid Suspension Concentrate

LI Denghui, ZHAO Qiang, NIE Yunwei, GENG Biao

Henan Hansi Crop Protection Co., Ltd., Shangqiu Henan 476000, China

**Abstract:** In order to effectively prevent and control the crop pests such as apple aphids, the formulation and efficacy test of 30% spirotetramat · flonicamid SC suspension concentrate (SC) were studied. The suitable wetting dispersant, structural stabilizer, antifreeze, foaming agent, and additives were selected by wet grinding process. The optimized formula of 30% spirotetramat · flonicamid SC was determined as 20% of spirotetramat, 10% of flonicamid, 1% of 500LQ, 3% of FD, 2% of SC, 5% of Prime, 5% of glycol, 0.3% of sodium benzoate, 0.5% of 630,

收稿日期: 2021-12-24

作者简介: 李登辉, 初级农艺师, 主要从事农药制剂研发与管理工作.

0.15% of xanthan gum, 1% of magnesium aluminum silicate, and supplement of deionized water. The results show that the suspension rate of the formula is more than 90%, and the decomposition rate is less than 3% after 14 d of thermal storage. All the technical indexes met the requirements of the water suspension agent. According to the outdoor bioassay test, According to the outdoor bioassay test, the control effect of 1 000 time liquid spraying on apple aphids reached 98.02% 15 days after spraying, which met the original intention of the experimental design.

**Key words:** spirotetramat; flonicamid; SC; prescription; control efficacy

螺虫乙酯(Spirotetramat)是拜耳作物科学公司研发的一种季酮酸类化合物,具有独特的作用特征,是迄今具有双向内吸传导性能的现代杀虫剂之一,该化合物可以在整个植物体内向上向下传导,可有效防治多种刺吸式口器害虫,如蚜虫(*Aphidoidea*)、蓟马(*Thripidae*)、飞虱(*Delphacidae*)等,可应用的主要作物包括,棉花(*Gossypium* spp)、苹果(*Malus pumila* Mill.)、柑橘(*Citrus reticulata* Blanco)等<sup>[1]</sup>. 根据邓明学等<sup>[2]</sup>有关 240 g/L 螺虫乙酯悬浮剂防治柑橘粉虱的防效研究结果,1 000 mg/kg 喷雾处理,药后 3 d,防效可达 90.1%;杨福田等<sup>[3]</sup>研究发现 22.4%螺虫乙酯悬浮剂防治苹果蚜虫,采用 75 mg/kg 喷雾处理,药后 14 d,防效可达 90%以上. 氟啶虫酰胺属于新型低毒吡啶酰胺类昆虫生长调节剂类杀虫剂,具有触杀和胃毒作用,还具有很好的神经毒剂和快速拒食作用,蚜虫等刺吸式口器害虫取食吸入带有氟啶虫酰胺的植物汁液后,会被迅速阻止吸汁,1 h 之内完全没有排泄物出现,最终因饥饿而死亡<sup>[4]</sup>,可应用的主要作物包括黄瓜(*Cucumis sativus* L.)、苹果、柑橘、桃(*Amygdalus persica* L.)等. 根据刘秀春等<sup>[5]</sup>有关 10%氟啶虫酰胺颗粒剂防治苹果黄蚜的研究结果,500 mg/kg 喷雾处理,药后 14 d,氟啶虫酰胺对苹果黄蚜的防效可达 90.1%;邓明学等<sup>[6]</sup>研究也发现采用 33.3 mg/kg 喷雾处理后 7 d,10%氟啶虫酰胺可湿性粉剂显著性抑制柑橘蚜虫的发生,防效可达 97.7%;同样地,郭盼盼等<sup>[7]</sup>对桃树叶面喷雾 15%联苯菊酯·氟啶虫酰胺悬浮剂(33.5~37.5 mg/kg),药后 14 d,桃树蚜虫危害症状显著性减弱,药剂防效可达 90%.

近年来,随着人们安全和环保意识的不断提升,农药水基化制剂受到高度重视,其研制技术也已成为当前该领域的研究热门<sup>[8]</sup>. 作为重要的水基化制剂之一,水悬浮剂是农药原药和载体及分散剂混合,利用湿法超微粉碎而成的黏稠可流动的悬浮液体,由于其用水替代有机溶剂,具有毒性低、不易燃易爆、贮运安全等特点而得到广泛应用. 本文在大量市场调研的基础上,开展了 30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂配方研制及其对苹果蚜虫防治的研究,以期为果树蚜虫等害虫防治杀虫剂新产品产业化和应用提供基础.

## 1 材料与方法

### 1.1 供试原药与助剂

螺虫乙酯原药,质量分数 97%(河北兰升生物科技有限公司);氟啶虫酰胺原药,质量分数 98%(中农立华生物科技有限公司);润湿分散剂:EO/PO 嵌段聚醚(500LQ)(阿克苏诺贝尔)、木质素磺酸钠(MNS/90)(索尔维集团)、乙氧基多聚芳基酚磷酸酯铵盐(SC)(索尔集团)、多聚芳基醚硫酸酯(FD)(索尔维集团)、高分子双亲型阴非离子复合物(SC-29)(江苏擎宇化工科技有限公司);聚羧酸盐(SP-27001)(江苏擎宇化工科技有限公司);增稠剂:硅酸镁铝(淄博中轩生化有限公司)、黄原胶(淄博中轩生化有限公司);防腐剂:苯甲酸钠(商丘化工有限公司);防冻剂:乙二醇(山东奥翔化工有限公司)、尿素(天津市德恩化学试剂有限公司)、氯化钠(天津市德恩化学试剂有限公司);消泡剂 630(迈图高新材料有限公司);增效剂:甲基化聚醚改性聚合

物(Prime)(迈图高新材料有限公司)、异构十三醇(南京太化生物科技有限公司)、壬基酚聚氧乙烯醚(BC/10)(索尔集团)。

## 1.2 试验仪器

试验所用仪器有:SM-3X 型立式砂磨机、氧化锆珠(直径 0.8~1.2 mm)(江苏卓英干燥工程技术有限公司),FM60 型高速剪切机(上海弗鲁克科技发展有限公司),DHP-9052 型恒温箱(上海一恒科学仪器有限公司),79-1 型磁力搅拌器(江苏正基仪器有限公司),HH-4 型电热恒温水浴锅(常州智博睿仪器制造有限公司),BCD165 型冰箱(海尔集团),1260 型高效液相色谱仪(安捷伦科技中国有限公司),LS-POP-9 型激光粒度分析仪(珠海欧美克仪器有限公司),PHSJ-3F 型 pH 计(上海雷磁仪器有限公司),YP-10002 型电子称量天平(上海恒际科学仪器有限公司)等。

## 1.3 试验方法

悬浮剂的配制采用湿法研磨工艺<sup>[9]</sup>。首先以质量分数计算,准确称取所需润湿分散剂、去离子水及防冻剂等,用磁力搅拌器搅拌均匀,再称取所需原药,用剪切机剪切均匀,将剪切均匀的浆料转入立式砂磨机中加入 1.5 倍浆料质量的氧化锆珠(直径 0.8~1.2 mm),研磨时间 2~3 h,砂磨机转速 1 400 r/min,砂磨完成后,取样进行粒径、悬浮率等指标的检测,合格后过滤进行灌装,工艺流程如图 1。

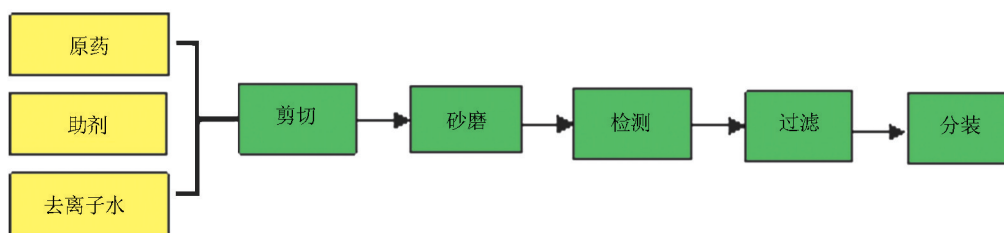


图 1 水悬浮剂的加工工艺流程

## 1.4 田间药效试验

参照《农药田间药效试验准则(一)杀虫剂防治果树蚜虫》(GB/T17980.9—2000),于山东省烟台市开展了防治苹果蚜虫的田间小区试验。在蚜虫暴发初期,以 30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂 1 000 倍液、1 500 倍液进行均匀喷雾,处理前后定点调查每株叶片上的活虫数,计算减退率和防治效果<sup>[10]</sup>。施药前调查虫口基数,施药后 3, 7, 15 d 各调查一次,记录虫体数量。

调查统计计算公式如下:

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

$$\text{防治效果}(\%) = \frac{\text{处理区虫口减退率} - \text{空白对照区虫口减退率}}{1 - \text{空白对照区虫口减退率}} \times 100\%$$

## 2 结果与分析

### 2.1 润湿分散剂种类筛选

采用流点法<sup>[11]</sup>,即用含有 5%润湿分散剂的水溶液,使一定细度不溶于溶液的单位质量固体粉末,成糊状到形成液滴能自由滴下所使用的最少量,流点与润湿分散剂的活性和固体物的细度有关,即分散剂的活性越高,流点越低;固体活性物细度越小,其流点越高<sup>[3]</sup>。因此润湿分散剂的选择合适与否,决定了产品配方是否科学与合理。通过试验,润湿分散剂的流点测定结

果见表1. 由表1可以看出, 500LQ, FD, SC, SP-27001, MNS/90 和 SC-29 的流点都在很低的范围内.

流点法比较对水悬浮剂的润湿分散剂的筛选较为简单和直观, 但对于分散效果相近的润湿分散剂不容易区分, 在此基础上还需要测定润湿分散剂对悬浮率、外观及粒径的影响.

表1 润湿分散剂的流点测定结果

种类	流点/g	结果评价
MNS/90	2.511	✓
SC	2.451	✓
FD	2.436	✓
SC-29	2.534	✓
SP-27001	2.501	✓
500LQ	2.014	✓

## 2.2 润湿分散剂用量筛选

采用直接配方反复试验筛选<sup>[12]</sup>, 即把已经筛选好的润湿分散剂、防冻剂、去离子水及原药等, 按照一定的比例配制为母液, 然后再加入不同种类、不同用量的润湿分散剂, 进行砂磨制成样品, 统一砂磨时间, 然后再测试样品在统一砂磨时间下的外观、悬浮率, 粒径等, 根据产品的相关技术指标来进一步确定润湿分散剂的用量. 由表2可见, 添加500LQ 1%, FD 3%, SC 2%时, 悬浮率最高, 且样品经过热贮后粒径增长最少, 流动性也符合要求. 故将在30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂中的润湿分散剂定为其组合使用.

表2 润湿分散剂用量筛选

种类	用量/%	悬浮率/%		D <sub>90</sub> /μm	
		常温(14 d)	热贮(54 °C, 14 d)	常温(14 d)	热贮(54 °C, 14 d)
SC-29+SP-27001	2+3	95.42	96.14	3.954	5.482
FD+SC	3+2	96.25	96.98	3.699	4.824
MNS/90+FD+SC	1+3+2	98.38	98.27	3.511	4.685
500LQ+FD+SC	1+3+2	99.52	99.81	3.283	3.315

## 2.3 增稠剂种类及用量筛选

水悬浮剂是一种热力学不稳定体系, 在配方中添加适量的增稠剂, 能提升制剂的黏稠度, 从而延缓原药粒子的沉降, 提高制剂的稳定性<sup>[13]</sup>. 通过冷贮和热贮14 d稳定性试验证明在添加黄原胶0.15%、硅酸镁铝1%时, 其稳定性能达到最优(表3).

表3 增稠剂种类及用量筛选

种类	用量/%	稀水率/%	体系状态	结论
黄原胶	0.1	15	严重析水, 摇动恢复	不合格
	0.15	9	轻微析水, 摇动恢复	
	0.2	6	轻微析水, 流动性不好	
硅酸镁铝	0.5	40	严重析水, 难以恢复	不合格
	1	15	严重析水, 摇动恢复	
	1.5	10	严重析水, 摇动恢复	
黄原胶+硅酸镁铝	0.1+1	8	轻微析水, 摇动恢复	合格
	0.15+1	0	不析水, 流动性好	
	0.2+1	0	不析水, 流动性不好	

## 2.4 防冻剂种类及用量筛选

水悬浮剂的分散介质是水,在温度较低的区域使用有结冰的风险,影响使用和销售,所以在产品开发制备过程中需要加入一定量的防冻剂.通过常用防冻剂乙二醇、尿素、氯化钠的筛选,最终确定防冻剂在添加乙二醇为 5% 时效果最好(表 4).

表 4 防冻剂种类及用量筛选

种类	用量/%	0℃状态	恢复时间/h	-7℃状态	恢复时间/h
乙二醇	2	轻微凝固	3	凝固	4
	3	轻微凝固	2	凝固	3
	5	不凝固	0	不凝固	0
尿素	2	凝固	3	凝固	4
	3	半凝固	2	凝固	4
	5	轻微凝固	1	半凝固	1
氯化钠	2	凝固	3	凝固	4
	3	半凝固	3	凝固	3
	5	轻微凝固	2	半凝固	1

## 2.5 防腐剂种类及用量的筛选

为了防止黄原胶在储存过程中变质,往往在制剂加工过程中,要添加少量的防腐剂.本试验中选中的是实验室常用的苯甲酸钠,添加量为 0.3%.

## 2.6 消泡剂种类及用量的筛选

水悬浮剂现在的生产工艺主要是采用湿法研磨工艺,在砂磨机高速运转的同时会进入大量的气体,产生大量的气泡,进而影响产品黏度和生产灌装<sup>[14]</sup>,所以需要加入一定量的消泡剂.本试验采用的是生产上常用的有机硅乳消泡剂 630,添加量为 0.5%.

## 2.7 增效剂种类及用量的筛选

30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂登记作物为苹果,而苹果叶片的表面张力值为 23.7 mN/m,较难润湿展着,所以在制剂开发过程中需要加入强润湿渗透展着类助剂<sup>[15]</sup>.根据室内生物测定结果,特别优选 Prime 为产品增效剂,添加量为 5%.具体试验数据见表 5,以 30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂,通过添加不同种类相同用量的增效剂,以桶混的方式统一添加 5%,制剂以 7 000 倍液喷雾,药后 24 h,可见添加增效剂 Prime 的靶标死亡率为 100%,远超前其他对照组.

表 5 30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂室内防治蚜虫增效剂筛选试验结果

处理药剂	施药浓度	增效剂种类	添加量%	试虫基数/个	药后 24 h	
					死虫数/个	死亡率%
30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂	7 000 倍液	Prime	5	75	75	100.00
		异构十三醇	5	80	72	90.00
		BC/10	5	87	81	93.10
70%吡虫啉可湿性粉剂				84	65	79.76
对照(清水)				156	16	10.26

## 2.8 配方技术指标检测

经过大量的配方试验以及产品性能检测,最终确定了 30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂的配方:螺虫乙酯原药 20%(折百),氟啶虫酰胺原药 10%(折百),500LQ 1%,FD 3%,SC 2%,增效剂 Prime 5%,乙二醇 5%,苯甲酸钠 0.3%,消泡剂 630 0.5%,黄原胶 0.15%,硅酸镁铝 1%,去离子水补足 100%。根据本配方制得的 30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂,其外观为可流动黏稠状液体,储存过程中可能会有极少量析水,但置于室温条件下轻微摇动能恢复至均一状态<sup>[16]</sup>。各性能指标检测结果见表 6<sup>[17]</sup>。

表 6 配方技术指标检测

检测项目	指标	检测结果	参考方法或标准
螺虫乙酯含量/%	20±1.2	20.15	液相色谱法
氟啶虫酰胺含量/%	10±1.0	10.07	
螺虫乙酯悬浮率/%	≥90	98.97	GB/T 14825—2006
氟啶虫酰胺悬浮率/%	≥90	99.51	
粒径 D90/μm	≤5	3.533	NY/T 1860.32—2016
低温稳定性 0±2/℃	冻融稳定性	合格	GB/T 19137—2003
螺虫乙酯热贮降解率/%	≤5	2.14	GB/T 19136—2003
氟啶虫酰胺热贮降解率/%	≤5	1.33	GB/T 19136—2003
pH 值	4~7	5.14	GB/T 1601—1993
倾倒后残余物/%	≤5	3.25	GB/T 31737—2015
洗涤残余物/%	≤0.5	0.18	
持续起泡性/mL	≤25	14	GB/T 28137—2011

注:螺虫乙酯热贮降解率和氟啶虫酰胺热贮降解率的降解温度条件为(54±2)℃。

## 2.9 田间药效评价

30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂对苹果蚜虫的田间小区药效试验<sup>[18]</sup>结果见表 7。结果表明,以 30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂 1 000 倍液、1 500 倍液进行均匀喷雾,施药 1 次,药后 3, 7, 15 d 时,对苹果蚜虫防治效果分别达到 99.34%, 98.20%, 98.02%和 95.84%, 95.68%, 92.05%, 均明显优于对照药剂 48%噻虫胺水悬浮剂和 70%吡虫啉可湿性粉剂。

表 7 30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂防治苹果蚜虫的田间试验结果

处理药剂	施药浓度	药后 3 d		药后 7 d		药后 15 d	
		减退率	防效	减退率	防效	减退率	防效
30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂	1 500 倍液	95.38c	95.84b	94.22c	95.68b	90.28c	92.05b
30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂	1 000 倍液	98.53bc	99.34b	96.55bc	98.20b	94.02bc	98.02b
48%噻虫胺水悬浮剂	1 000 倍液	88.07b	89.26a	80.12b	81.50a	74.70b	76.44a
70%吡虫啉可湿性粉剂	1 000 倍液	78.51b	78.65a	70.47b	73.20a	63.22b	63.58a
对照(空白)		-6.25a		-31.25a		-81.25a	

注:同列数据后小写字母不同表示差异有统计学意义( $p < 0.05$ )。

## 3 结论与讨论

本研究通过大量的配方试验,对润湿分散剂、增稠剂、防冻剂、防腐剂、增效剂等助剂进行了筛选,确定了 30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂的最优配方,该配方所使用的表面活性剂

均符合环保要求,并根据该配方制得 30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂产品样品,经检测各项指标符合有关水悬浮剂的标准要求,并且有关水悬浮剂的关键指标化合物的悬浮率均较高,螺虫乙酯悬浮率可达 98.97%,氟啶虫酰胺悬浮率可达 99.51%。该制剂样品用于田间小区试验时,验证其对苹果蚜虫表现出良好的防效,制剂 1 000 倍液喷雾使用,药后 3 d 防效可达 99.34%,药后 15 d 防效仍然可达 98.02%,说明 30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂具有速效性好、持效期长,悬浮率高、性能稳定等特点,其市场开发和应用前景广阔<sup>[19]</sup>。

本研究设计的 30%螺虫乙酯·氟啶虫酰胺水悬浮剂的配方核心点在于对表面活性剂中润湿分散剂的筛选以及对增效剂的筛选上,润湿分散剂的使用是否合适,对砂磨效率会产生影响,对产品的悬浮率也有着很大的影响。另外就是增效剂的添加种类,选用甲基化聚醚改性聚合物产品 Prime,可很大程度提升制剂在植物叶片上的润湿渗透展着性能,降低产品表面张力,可减少在药液喷洒到叶片过程中因为压力和风的因素产生的飘移,以及因药液接触叶片后产生的跳弹等因素导致的农药利用率不高的问题,所以选择合适的增效助剂,也可为药效提升增色不少<sup>[20]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 刘君良,李树柏,王旭,等. 30%螺虫乙酯·噻虫啉悬浮剂的配方研究[J]. 中国农药, 2016(8): 74-76.
- [2] 邓明学,覃旭,谭有龙,等. 24%螺虫乙酯 SC 防治柑橘木虱、粉虱等 4 种主要害虫田间药效试验[J]. 农药, 2011, 50(3): 217-219, 222.
- [3] 杨福田,吕贝贝,张丽萍,等. 螺虫乙酯对苹果绵蚜的田间防效[J]. 中国植保导刊, 2018, 38(3): 71-72, 89.
- [4] 张亦冰. 新穎杀虫剂——氟啶虫酰胺[J]. 世界农药, 2010, 32(1): 54-56.
- [5] 刘秀春,范业宏,王宝申,等. 氟啶虫酰胺防治苹果黄蚜药效试验[J]. 农药, 2008, 47(5): 370-371, 374.
- [6] 邓明学,覃博瑞,邓欣毅,等. 氟啶虫酰胺 10%可湿性粉剂防治柑橘蚜虫、粉虱等 4 种柑橘嫩梢期害虫田间药效试验[J]. 农药科学与管理, 2015, 36(2): 46-51.
- [7] 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.
- [8] 明亮,孙以文,刘程程,等. 农药油悬浮剂研究进展[J]. 农药, 2014, 53(5): 313-315.
- [9] 王成,宋妍,戴荣华. 22%氨基寡糖素·稻瘟酰胺 SC 的配方研制[J]. 农药, 2016, 55(3): 178-181.
- [10] 谢显彪,肖文祥,孟继枝,等. 22.4%螺虫乙酯悬浮剂对烟粉虱的防效评价[J]. 中国农学通报, 2020, 36(6): 121-126.
- [11] 张树鹏,项汉,任帅臻,等. 325g/L 苯甲·啉菌酯悬浮剂的研制[J]. 农药科学与管理, 2016, 37(10): 24-28.
- [12] 朱红,翁雨佳,任天瑞,等. 聚氧乙烯醚和聚羧酸盐复配体系在 430 g·L<sup>-1</sup>戊唑醇水悬浮剂中的应用[J]. 上海师范大学学报(自然科学版), 2020, 49(2): 158-166.
- [13] 陈罗云,姜震东,刘江钰,等. 不同增稠剂对农药可分散油悬浮剂稳定性的影响[J]. 农药学报, 2020, 22(2): 233-242.
- [14] 马俊欢,张黎辉,刘希玲,等. 25%氟唑菌酰胺·联苯吡菌胺悬浮剂的配方研究[J]. 农药科学与管理, 2021, 42(8): 33-39.
- [15] 董立峰,李树柏,邵彦坡,等. 40%吡唑醚菌酯·甲基硫菌灵悬浮剂增效配方的研制[J]. 农药, 2017, 56(5): 328-330.
- [16] 张力卜,马超,段小莉,等. 33%螺虫·噻嗪酮悬浮剂的制备和防效测定[J]. 农药, 2021, 60(10): 720-723, 737.
- [17] 陈金红,李兴中. 螺虫乙酯高效液相色谱的分析方法[J]. 安徽化工, 2015, 41(4): 95-96, 99.
- [18] 骆海波,望勇,王攀,等. 25%氟啶·螺虫乙酯悬浮剂防治甘蓝蚜虫药效试验[J]. 长江蔬菜, 2020(22): 73-75.
- [19] 高雪峰,黄桂珍,李娇,等. 高分子助剂 G-103 改善高效氯氟菊酯悬浮剂刺激性的研究[J]. 现代农药, 2021, 20(4): 30-33.
- [20] 遇璐,丑靖宇. 硝磺草酮悬浮体系的动态表面张力与药效关系[J]. 世界农药, 2020, 42(7): 35-40.