

◆ 开发与分析 ◆

## 40%氟氯·氯氟吡乳油的研制及其田间药效

赵燕杰<sup>1</sup>, 刘淑琴<sup>2</sup>, 王昌锦<sup>1</sup>, 刘细平<sup>1</sup>, 徐妍<sup>1\*</sup>

(1. 北京宇悦生物科技有限公司 北京 100194 2. 北京锦悦生物科技有限公司 北京 100193)

**摘要:**为开发40%氟氯·氯氟吡乳油产品,采用单因素变量法筛选出合适的溶剂和乳化剂,并对该制剂的田间药效进行测定。其最佳配方为:氟氯吡啶酯1.2%(折百)、氯氟吡氧乙酸异辛酯38.8%(折百)、溶剂*N,N*-二甲基乙酰胺10%、溶剂油S-150# 28.7%、乳化剂Lucramul AG990 15%、Ethylan NS-500LQ 5%。所制剂各项指标均符合乳油相关标准要求。药效试验结果表明:制得的40%氟氯·氯氟吡乳油在有效成分用量为210 g/hm<sup>2</sup>时,药后45 d的株防效和鲜重防效与科迪华对照药剂相当,显著高于单剂对照;表现出起效快和持效期长的特点,且对小麦生长安全。

**关键词:**氟氯吡啶酯;氯氟吡氧乙酸异辛酯;乳油;配方;田间药效

中图分类号:TQ 450.6 文献标志码:A doi:10.3969/j.issn.1671-5284.2026.01.008

### Preparation of halauxifen-methyl·fluroxypyr-meptyl 40% EC and its field efficacy

ZHAO Yanjie<sup>1</sup>, LIU Shuqin<sup>2</sup>, WANG Changjin<sup>1</sup>, LIU Xiping<sup>1</sup>, XU Yan<sup>1\*</sup>

(1. Beijing Yuyue Biological Technology Co., Ltd., Beijing 100194, China; 2. Beijing Jinyue Biological Technology Co., Ltd., Beijing 100193, China)

**Abstract:** In order to develop halauxifen-methyl·fluroxypyr-meptyl 40% EC, the suitable solvents and emulsifiers were screened by single factor variable method, and the field efficacy of the formulation was determined. The optimal formulation was as follows: halauxifen-methyl 1.2%, fluroxypyr-meptyl 38.8%, solvent *N,N*-dimethylacetamide 10%, solvesso S-150# 28.7%, emulsifier Lucramul AG990 15%, Ethylan NS-500LQ 5%. And its indicators met the relevant standards of EC. The results of field efficacy test showed that at the active ingredient dosage of 210 g/hm<sup>2</sup>, halauxifen-methyl·fluroxypyr-meptyl 40% EC exhibited good control effects. On the 45th day after application, its plant control effect and fresh weight control effect were similar to the reference formulation of Corteva, and significantly higher than the single control. It had the characteristics of quick effect and long duration, and it was safe for wheat growth.

**Key words:** halauxifen-methyl; fluroxypyr-meptyl; EC; formula; field efficacy

在众多的农药剂型中,乳油因其加工工艺简单、产品性能稳定、药效显著等优点成为最常用的剂型之一。即使在环保型制剂高度发展的现在,乳油仍占据一定的市场份额<sup>[1-2]</sup>。

氟氯吡啶酯(halaxifen-methyl)是美国陶氏益农(现科迪华)开发的新型芳基吡啶甲酸酯类除草剂中首个商品化产品,其同类产品仅有氯氟吡啶酯(flurpyrauxifen-benzyl)。氟氯吡啶酯归属于激素类除草剂,可防除多种阔叶杂草,具有用量更低、杀草

谱更广、环境友好的特点,其独特的作用机制也使其成为抗药性杂草治理的最新选择<sup>[3-5]</sup>。氯氟吡氧乙酸异辛酯(fluroxypyr-meptyl)为吡啶类内吸传导型除草剂,主要用于防除阔叶杂草。二者复配制剂40%氟氯·氯氟吡乳油是科迪华最新推出的麦田除草剂。郑进国<sup>[6]</sup>已验证其对小麦田阔叶杂草具有除草速度快和持效期长等特点,且对小麦生长安全。

本试验通过对溶剂和乳化剂等进行筛选,制备出性能良好的40%氟氯·氯氟吡乳油产品,并考察其

收稿日期:2025-05-28

作者简介:赵燕杰,女,硕士,中级农艺师,主要从事农药剂型加工工作。E-mail zhaoyanjie@bjyyswkj.com

通信作者:徐妍,女,博士,正高级工程师,主要从事农药剂型加工及使用技术工作。E-mail xuyan@bjyyswkj.com

在农业生产上的应用效果。

## 1 试验部分

### 1.1 试验药剂及助剂

原药:96%氟氯吡啶酯原药、98%氯氟吡氧乙酸异辛酯原药,外购产品。

溶剂:*N*-甲基吡咯烷酮、环己酮、正丁醇、异丙醇、*N,N*-二甲基癸酰胺、*N,N*-二甲基乙酰胺、二甲苯、S-150#、S-200#。

乳化剂:农乳500#(十二烷基苯磺酸钙)、601#(三苯乙烯基苯酚聚氧乙烯醚)、1601#(三苯乙烯基苯酚聚氧乙烯聚氧丙烷醚)、BY-125(蓖麻油聚氧乙烯醚)、Ethylan NS-500LQ(非离子型羟基聚环氧乙烷嵌段共聚物)、Ethylan 992(非离子脂肪醇环氧乙烷/环氧丙烷嵌段共聚物)、Sponto EC-452(不含壬基酚的阴离子/非离子表面活性剂混合物)、Lucramul AG990(脂肪醇聚醚和烷基苯磺酸盐混合物)。

对照药剂:40%氟氯·氯氟吡乳油(氯氟吡啶酯1.2%+氯氟吡氧乙酸异辛酯38.8%)科迪华农业科技有限责任公司;200 g/L氯氟吡氧乙酸异辛酯乳油,菏泽茂泰瑞生物科技有限公司。

### 1.2 试验仪器

PX2202ZH/E电子天平(精密度为0.01 g)奥豪斯仪器(常州)有限公司;AB265-S双量程分析天平(精密度为0.000 1 g)梅特勒-托利多集团;SC-15智能节能恒温槽,宁波新芝生物科技股份有限公司;HPX-9082 MBE数显电热培养箱,上海博讯实业有限公司医疗设备厂;BCD-202M/Q冰箱,海信容声(广东)冰箱有限公司;Essentia LC-16高效液相色谱

仪,岛津企业管理(中国)有限公司。

### 1.3 试验方法

参考农业行业标准《农药理化性质测定试验导则 第22部分:有机溶剂中溶解度》(NY/T 1860.22—2016)中测定方法筛选适用于96%氟氯吡啶酯原药和98%氯氟吡氧乙酸异辛酯原药的溶剂<sup>[7]</sup>。有效成分含量采用高效液相色谱法进行测定,分析样品经(0±2)°C冷贮7 d后和(54±2)°C热贮14 d后的分解率,其他指标根据相关标准进行测定<sup>[8-10]</sup>。

田间药效试验参考国家标准《农药田间药效试验准则(一) 除草剂防治麦类作物地杂草》(GB/T 17980.41—2000)所述方法进行<sup>[11]</sup>。试验地设在河北省保定市,试验对象为小麦田常见阔叶杂草播娘蒿和荠菜。供试作物为小麦,品种为“济麦22”。试验时,小麦处于苗期,杂草处于3~5叶期。试验共设置8个处理,分别为:试验药剂4个浓度处理,40%氟氯·氯氟吡乳油180 g/hm<sup>2</sup>、210 g/hm<sup>2</sup>、240 g/hm<sup>2</sup>、480 g/hm<sup>2</sup>(有效成分用量,下同);2个对照药剂处理,40%氟氯·氯氟吡乳油(科迪华)210 g/hm<sup>2</sup>、200 g/L氯氟吡氧乙酸异辛酯乳油220 g/hm<sup>2</sup>;人工除草和空白对照处理。

试验小区的面积为30 m<sup>2</sup>,每处理设4次重复,各小区随机区组排列。晴天无风时施药,按照药液量450 L/hm<sup>2</sup>进行茎叶均匀喷雾,用药1次。

药后7 d观察有无药害产生,以及各小区小麦的生长情况。药后15 d、30 d调查株防效,药后45 d调查株防效和鲜重防效。调查时各小区随机取5点,每点0.25 m<sup>2</sup>,记录样点内杂草的株数;药后45 d时加测杂草地上部鲜重。公式如式(1)。

$$\text{防效}/\% = \frac{\text{空白对照区杂草株数(鲜重)} - \text{药剂处理区杂草株数(鲜重)}}{\text{空白对照区杂草株数(鲜重)}} \times 100 \quad (1)$$

## 2 结果与分析

### 2.1 溶剂的选择

对2种原药性质进行查询,氯氟吡氧乙酸异辛酯在大多数有机溶剂中均具有较高的溶解度,而氯氟吡啶酯与其相比,则相对难溶(20°C时,其在水中的溶解度为1 830 mg/L,甲醇中为38.1 mg/L,丙酮中为250 mg/L,乙酸乙酯中为129 mg/L,正辛醇中为9.83 mg/L)。测定实验室常用溶剂对氯氟吡啶酯的溶解度,结果见表1。由表1可知,*N*-甲基吡咯烷酮、环己酮、*N,N*-二甲基癸酰胺和*N,N*-二甲基乙酰胺对氯氟吡啶酯有较好的溶解度。选择这4种溶剂分别与S-150#进行复配,以确定最终的溶剂组合。

表1 氯氟吡啶酯的溶剂筛选结果

溶剂种类	用量/%	初始外观	热贮稳定性	冷贮稳定性
<i>N</i> -甲基吡咯烷酮	5	完全溶解	合格	合格
环己酮	10	完全溶解	合格	合格
正丁醇	50	大量不溶		
异丙醇	50	大量不溶		
<i>N,N</i> -二甲基癸酰胺	15	完全溶解	合格	合格
<i>N,N</i> -二甲基乙酰胺	10	完全溶解	合格	合格
二甲苯	10	大量不溶		
S-150#	50	大量不溶		
S-200#	50	大量不溶		

由表2结果可知,*N*-甲基吡咯烷酮、环己酮、*N,N*-二甲基癸酰胺与S-150#复配的溶剂组合在冷贮

后均有原药析出。因此,试验最终选择*N,N*-二甲基乙酰胺和*S*-150#作为溶剂,用量分别为10%、28.7%。

表 2 氟氯吡啶酯+氯氟吡氧乙酸异辛酯的溶剂筛选结果

溶剂组合	用量/%	初始外观	热贮稳定性	冷贮稳定性
<i>N</i> -甲基吡咯烷酮+S-150#	5.0+33.7	有少量原药不溶	合格	原药析出
环己酮+S-150#	10.0+28.7	有部分原药不溶	合格	原药析出
<i>N,N</i> -二甲基乙酰胺+S-150#	15.0+23.7	有部分原药不溶	有少量原药不溶	原药析出
<i>N,N</i> -二甲基乙酰胺+S-150#	10.0+28.7	全部溶解	合格	合格

### 2.2 乳化剂的选择

目前,乳油使用的乳化剂多是由1种阴离子型乳化剂和1种或多种非离子型乳化剂复配。最常用的阴离子型乳化剂是农乳500#,而常用的非离子型乳化剂则包括多个种类。对乳化剂的选择实际上是对非离子乳化剂的选择,目前市面上有很多乳化剂本身就是阴、非离子复配型的商品。在溶剂为*N,N*-二甲基乙酰胺、*S*-150#的基础上,根据乳液稳定性结果对常用的乳化剂种类和用量进行筛选,试验结

果见表3。

由表3可知,农乳500#与常见的非离子乳化剂601#、1601#、BY-125复配后,即使调整比例和用量,也难以达到理想的乳化效果。复配乳化剂中,Ethylan 992与农乳500#组合、Lucramul AG990与诺力昂Ethylan NS-500LQ组合的乳液稳定性合格。经综合比较, Lucramul AG990与Ethylan NS-500LQ组合性能更优。因此,确定其为40%氟氯·氯氟吡乳油的最终乳化剂,用量分别为15%和5%。

表 3 40%氟氯·氯氟吡乳油的乳化剂筛选结果

乳化剂种类	用量/%	乳液稳定性	热贮稳定性	冷贮稳定性
500#+601#	5.0+10.0	无浮油有沉淀		
500#+601#	10.0+5.0	有浮油和沉淀		
500#+601#	7.5+7.5	无浮油有沉淀		
500#+601#	5.0+15.0	有沉淀		
500#+601#+Ethylan NS-500LQ	4.0+14.0+2.0	有少量沉淀		
500#+1601#+Ethylan NS-500LQ	4.0+14.0+2.0	有少量沉淀		
500#+BY-125+Ethylan NS-500LQ	4.0+14.0+2.0	有少量沉淀		
Ethylan 992	15.0	有浮油和沉淀		
500#+Ethylan 992	5.0+15.0	合格	合格	浑浊,恢复常温后透明
Sponto EC-452	15.0	有沉淀		
Lucramul AG990	15.0	有少量沉淀		
Lucramul AG990+Ethylan NS-500LQ	15.0+5.0	合格	合格	合格

注:乳化剂用量不足20%时,用*S*-150#补足至100%。

### 2.3 乳油指标测定结果

通过对溶剂和乳化剂的筛选,最终确定40%氟氯·氯氟吡乳油(氟氯吡啶酯1.2%+氯氟吡氧乙酸异辛酯38.8%)的优选配方为:96%氟氯吡啶酯原药1.2%(折百)、98%氯氟吡氧乙酸异辛酯原药38.8%(折

百)、*N,N*-二甲基乙酰胺10%、溶剂油*S*-150# 28.7%、Lucramul AG 990 15%、Ethylan NS-500LQ 5%。

对按照此配方制备的40%氟氯·氯氟吡乳油产品进行指标测定。结果显示,各项指标均符合乳油制剂相关产品要求(见表4)。

表 4 40%氟氯·氯氟吡乳油指标测定结果

项目	结果
外观	黄褐色均相液体,无可见悬浮物和沉淀
氟氯吡啶酯质量分数/%	1.22
氯氟吡氧乙酸异辛酯质量分数/%	39.17
水分/%	0.03
pH	7.54
乳液稳定性(稀释200倍)	合格
持久起泡性(1 min 后泡沫量) mL	16
冷贮稳定性	冷贮后无明显析出物,有效成分含量和乳液稳定性均合格
热贮稳定性	热贮后氟氯吡啶酯分解率为 1.32%,氯氟吡氧乙酸异辛酯分解率为 0.94%,乳液稳定性合格

## 2.4 田间药效试验结果

田间药效试验结果见表5。

由表5可知,试验制备的40%氟氯·氯氟吡乳油在有效成分用量为210 g/hm<sup>2</sup>时,药后45 d的株防效和鲜重防效与对照药剂40%氟氯·氯氟吡乳油(科迪

华)210 g/hm<sup>2</sup>处理相当,且明显高于单剂对照200 g/L氯氟吡氧乙酸异辛酯乳油220 g/hm<sup>2</sup>处理的防效。此外,所制的40%氟氯·氯氟吡乳油产品具有起效快和持效期长的特点,在试验剂量下对小麦生长安全,无药害现象发生。

表5 田间药效试验结果

处理/(g/hm <sup>2</sup> )	株防效/%			鲜重防效/%
	药后15 d	药后30 d	药后45 d	
40%氟氯·氯氟吡乳油180	72.36	91.86	97.08	98.01
40%氟氯·氯氟吡乳油210	86.88	95.67	98.78	99.21
40%氟氯·氯氟吡乳油240	94.08	98.85	99.27	99.44
40%氟氯·氯氟吡乳油420	96.19	99.49	99.27	99.51
40%氟氯·氯氟吡乳油(科迪华)210	94.36	99.62	99.15	99.50
200 g/L氯氟吡氧乙酸异辛酯乳油220	47.39	55.22	57.00	81.37
人工除草	99.29	99.49	98.17	94.18

## 3 结论与讨论

通过对溶剂和乳化剂的筛选得到40%氟氯·氯氟吡乳油的优化配方:96%氟氯吡啶酯原药1.2%(折百)、98%氯氟吡氧乙酸异辛酯原药38.8%(折百)、*N,N*-二甲基乙酰胺10%、乳化剂Lucramul AG990 15%、助乳化剂Ethylan NS-500LQ 5%、溶剂油S-150#补足至100%。所制备的乳油制剂产品各项指标均合格。该研究为原药溶解性相差较大的乳油研究提供了一定的参考依据。田间药效试验结果表明,所制乳油对麦田常见的阔叶杂草具有较高的防除效果、良好的应用前景和推广价值。

### 参考文献

- [1] 郭洋洋,刘丰茂,王娟,等.农药乳油中有害有机溶剂替代的研究进展[J].农药学报,2020,22(6):925-932.
- [2] 席涵,刘秀,刘东源,等.农药剂型研发及发展趋势[J].广东化工,2023,50(14):57-61.

- [3] 顾林玲,柏亚罗.新颖芳基吡啶甲酸酯类除草剂——氯氟吡啶酯和氯氟吡啶酯[J].现代农药,2017,16(2):44-48.
- [4] 张晟,韩宏博,侯胜楠,等.氯氟吡啶酯在不同土壤中移动特性[J].农药,2022,61(7):513-516.
- [5] 徐家琪.氯氟吡啶酯防除麦田阔叶杂草作用机理的研究[D].南京:南京农业大学,2021.
- [6] 郑进国.40%氯氟吡啶酯·氯氟吡氧乙酸异辛酯乳油防除小麦田阔叶杂草田间药效试验[J].现代农业科技,2019(11):102;109.
- [7] 中华人民共和国农业部.农药理化性质测定试验导则 第22部分:有机溶剂中溶解度:NY/T 1860.22—2016[S].北京:中国农业出版社,2016.
- [8] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.农药乳液稳定性测定方法:GB/T 1603—2001[S].北京:中国标准出版社,2001.
- [9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.农药低温稳定性测定方法:GB/T 19137—2003[S].北京:中国标准出版社,2003.
- [10] 国家标准化管理委员会,国家市场监督管理总局.农药热储稳定性测定方法:GB/T 19136—2021[S].北京:中国标准出版社,2021.
- [11] 国家质量技术监督局.农药田间药效试验准则(一) 除草剂防治麦类作物地杂草:GB/T 17980.41—2000[S].北京:中国标准出版社,2000.

## 科迪华基于吡啶菌酰胺的杀菌剂产品 Verpixo™ 将获美国 EPA 登记

近日,科迪华宣布,公司基于吡啶菌酰胺(florylpicoxamid)的新型杀菌剂Verpixo™将获美国环保署(EPA)登记。该产品旨在有效防治对甜菜生产危害最大的真菌病害——尾孢叶斑病,以提升甜菜的品质与产量。

吡啶菌酰胺为吡啶甲酰胺类杀菌剂,其全新的作用机理为壳针孢菌等病害的抗性管理提供了重要支撑。该杀菌剂由土壤细菌中发现的一种天然化合物开发,具有广谱杀菌活性,且施药灵活。

科迪华表示,Verpixo™具有跨层活性,可同时抑制叶片正面和背面真菌孢子的萌发,提供预防性保护,阻断病害进一步发展。大量的实验室和田间试验证明,其对甜菜尾孢叶斑病具有良好的防治效果。

科迪华计划在Verpixo™获登后进一步推出其复配产品Verpixo AYR。该产品将结合ADEPIDYN®技术(活性成分为氟唑菌酰胺)。

(来源: Corteva、Agropages)