

◆ 残留与环境 ◆

氟吡菌酰胺对非靶标生物的急性毒性效应

吴 迟¹, 李 敏¹, 刘新刚¹, 崔少青², 孙 田², 何明远^{2*}

(1. 中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100193; 2. 广西思浦林科技有限公司, 南宁 530001)

摘要:探究了氟吡菌酰胺对8种非靶标生物的急性毒性,以明确氟吡菌酰胺对环境生物的毒性风险。结果表明,氟吡菌酰胺对鸟、蜜蜂、家蚕、蚯蚓和鱼的毒性等级均为低毒,对赤眼蜂属于低风险,对水生生物大型溞和藻类的毒性等级均为中等毒。因此,在田间施用氟吡菌酰胺时,应注意对水生生物的保护,使用时远离水产养殖区,避免在水体中清洗施药用具。

关键词:氟吡菌酰胺;非靶标生物;急性毒性

中图分类号:TQ 450.2+6 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1671-5284.2024.01.010

Acute toxic effects of fluopyram to non-target organisms

WU Chi¹, LI Min¹, LIU Xingang¹, CUI Shaoqing², SUN Tian², HE Mingyuan^{2*}

(1. State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 2. Guangxi SPR Technology Co., Ltd., Nanning 530001, China)

Abstract: The acute toxicities of fluopyram to eight non-target organisms were investigated to clarify the toxicity risk of fluopyram to environmental organisms. The results showed that fluopyram was low toxic to bird, honeybee, silkworm, earthworm and fish, medium toxicity to daphnia and alga. Therefore, when fluopyram was used in the field, attention should be paid to the protection of aquatic organisms by keeping away from aquaculture areas and avoiding washing application tools in the water.

Key words: fluopyram; non-target organisms; acute toxicity

氟吡菌酰胺(fluopyram)是德国拜耳作物科学公司开发的苯甲酰胺类杀菌剂和杀线虫剂,其作用机理为抑制病原菌和线虫的琥珀酸脱氢酶的活性,阻碍线粒体呼吸,干扰细胞的分裂和生长,进而防止真菌病害及线虫的发生^[1]。

目前酰胺类杀菌剂在全球的使用量逐年递增,2016年,靶向琥珀酸脱氢酶的杀菌剂全球销售额为17亿美元,占全球农药市场的3%^[2]。其中,氟吡菌酰胺具有内吸性强、高效、广谱等优点,已在欧盟、美国、中国等国家和地区登记使用,可有效防治黄瓜、番茄等多种作物线虫、白粉病、靶斑病、炭疽病^[3]。宋益民等^[4]在番茄田施用氟吡菌酰胺产品,对根结线虫的防效最高可达75%,并使番茄增产;韩瑞华

等^[5]研究发现,在甘薯田施用41.7%氟吡菌酰胺悬浮剂可促进甘薯的生长,对甘薯黑斑病、软腐病和线虫病的防效分别达82.7%、75.6%和81.13%。目前,关于氟吡菌酰胺的研究除防治效果外,较多关注于其毒性,研究对象以鼠类为主。氟吡菌酰胺会通过干扰雌雄受体和雄烷受体基因的表达,造成雌鼠的肝脏细胞癌变^[6];雄鼠会产生过量的甲状腺激素并形成甲状腺肿瘤^[7]。但是农药在使用过程中不可避免地会流入环境中,对非靶标生物产生毒害作用。目前关于氟吡菌酰胺对环境有益非靶标生物的毒性效应的研究成果非常有限,因此有必要开展相关研究评价其环境安全性。

本文以97%氟吡菌酰胺原药为试验药剂,分别

收稿日期:2023-06-04

作者简介:吴迟(1989—),男,长沙人,博士,助理研究员,主要从事农药残留与环境生态毒理研究。E-mail:chi19890715@sina.com

通信作者:何明远(1979—),男,湖南邵阳人,硕士,副研究员,主要从事农药环境毒理与风险评估工作。E-mail:hnhmy@126.com

测定8种非靶标生物(表1)的急性毒性,为氟吡菌酰胺的合理使用提供数据支撑。

表 1 供试生物

供试生物	品种	引种来源
鸟类	日本鹌鹑(<i>Coturnix coturnix japonica</i>)	广西思浦林科技有限公司
蜜蜂	意大利蜜蜂(<i>Apis mellifera</i> L.)	广西农业科学院园艺研究所
家蚕	菁松×皓月(<i>Bombyx mori</i> L.)	广西壮族自治区蚕业技术推广总站
寄生性天敌昆虫类	玉米螟赤眼蜂(<i>Trichogramma ostrinae</i>)	山东省农业科学院植物保护研究所
蚯蚓	赤子爱胜蚓(<i>Eisenia foetida</i>)	广西新天宇科技有限公司
鱼类	斑马鱼(<i>Danio rerio</i>)	广西思浦林科技有限公司
溞类	大型溞(<i>Daphnia magna</i> Straus)	武汉科乐多生物科技有限公司
藻类	羊角月牙藻(<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>)	中科院水生生物所武汉淡水藻种库

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试药剂

97%氟吡菌酰胺原药由农业农村部农药检定所提供。

1.1.2 试验仪器

紫外-可见分光光度计,舜宇恒平UV-2600;立式压力蒸汽灭菌锅,上海申安LDZM-60KCS;电子天平,梅特勒-托利多ME104/02;可调式移液器,10~100 μL、20~200 μL、100~1 000 μL、500~5 000 μL;超声波清洗器,昆山KQ-250DE;便携式溶解氧测定仪,衡欣AZ8403型;温湿度计,山东仁科RS-WS-WIFI-Y4;数字式照度表, TES-1330A;便携式pH计,衡欣AZ9861型;人工气候箱,宁波赛福PRX-350B;不锈钢鸟笼;蜂盒;量筒;容量瓶;烧杯等。

1.2 试验方法

氟吡菌酰胺对8种非靶标生物的急性毒性试验参照GB/T 31270—2014《化学农药环境安全评价试验准则》进行,同时对水生生物试验浓度进行检测。

1.2.1 非靶标生物急性毒性试验

(1) 日本鹌鹑急性经口毒性试验:选用体重约为100 g的日本鹌鹑为试验用鸟,试验开始前12 h禁食。采用胶囊法进行经口染毒,设置有效成分质量分数为 2.00×10^3 mg/kg (b.w.) 的试验处理,每个胶囊的平均装药量为0.206 g,每只鹌鹑灌喂1个装药胶囊,染毒后的鹌鹑放置于鸟笼中,2 h后正常喂食。同时设置空白对照(灌喂1颗空胶囊),各处理组重复10只鹌鹑,雌雄各5只。试验周期为7 d,试验温度(26±1)℃,光暗周期12 h/12 h(光照/黑暗)。药剂处理8、24、48、72、96、120、144和168 h时分别观察试验用鸟的中毒及死亡情况,计算半致死剂量

LD₅₀(7 d)。

(2) 意大利蜜蜂急性经口毒性试验:使用二甲基亚砜和吐温-80助溶氟吡菌酰胺,用50%的蔗糖水配制试验药液,以121 μg/蜂(有效成分用量)进行试验处理。试验用蜂麻醉后移入蜂笼中,将装有药液(200 μL)的饲喂管悬挂在蜂笼上,待蜜蜂取食药液并消耗完毕后取出饲喂管,换50%的蔗糖水正常饲喂,根据实际消耗药剂重量计算染毒剂量。同时设置空白对照和溶剂对照,各处理组3个重复,每重复10只蜜蜂。试验周期为48 h,试验温度(25±1)℃,全程黑暗。染毒24和48 h分别观察蜜蜂的中毒及死亡情况,并计算半致死剂量LD₅₀(48 h)。

(3) 意大利蜜蜂急性接触毒性试验:使用丙酮助溶氟吡菌酰胺并配制成质量浓度为 5.00×10^4 mg/L的储备液。将蜜蜂麻醉后,在每只蜜蜂的中胸背板点滴2 μL的储备液,得到100 μg/蜂的试验处理。在各处理蜜蜂恢复前装入蜂笼,饲喂适量的糖水。同时设置空白对照和溶剂对照,各处理组3个重复,每重复10只蜂。试验周期为48 h,试验温度(25±1)℃,全程黑暗。染毒24和48 h分别观察蜜蜂的中毒及死亡情况,并计算半致死剂量LD₅₀(48 h)。

(4) 家蚕急性毒性试验(浸叶法):使用二甲基亚砜和吐温-80助溶氟吡菌酰胺,并配制成质量浓度分别为400、460、529、608、700和805 mg/L的试验药液,将(5.0±0.5) g的桑叶浸泡在50 mL药液中,药液在叶片表面均匀分布后阴干。叶片放至12 cm的培养皿中,接入2龄起蚕。同时设置空白对照和溶剂对照,各处理组3个重复,每重复20头蚕。试验周期为96 h,试验温度(25±1)℃、湿度(80±5)%。染毒24、48、72和96 h分别观察试验用蚕的中毒及死亡情况,并计算半致死浓度LC₅₀(96 h)。

(5) 玉米螟赤眼蜂急性毒性试验:用丙酮溶解并配制成质量浓度为295 mg/L的氟吡菌酰胺药液。

采用药膜法,添加0.700 mL的试验药液于螺口瓶中,用烤肠机滚匀吹干成药膜,得到 $6.26 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 的试验处理,黑暗条件下备用。将羽化后48 h的玉米螟赤眼蜂接入药膜管中,封口 $(60 \pm 2) \text{ min}$ 后,将赤眼蜂转入无药的螺口瓶中,饲喂适量的10%蜂蜜水并用黑棉布封口。同时设置空白对照和溶剂对照,每管100头赤眼蜂。试验周期为24 h,试验温度 $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$,湿度 $(75 \pm 5) \%$,全程黑暗。染毒24 h观察赤眼蜂的死亡情况,根据半抑制率 LR_{50} (24 h)计算安全系数。

$$\text{安全系数} = \frac{\text{农药对赤眼蜂的LR}_{50}(\mu\text{g}/\text{cm}^2)}{\text{该农药的田间推荐施用浓度}(\mu\text{g}/\text{cm}^2)} \quad (1)$$

(6) 赤子爱胜蚓急性毒性试验:用丙酮溶解氟吡菌酰胺原药并配制成质量浓度为 $1.00 \times 10^4 \text{ mg/L}$ 的储备液。10 g石英砂中加入14.5 mL储备液,混合均匀放置通风橱使丙酮全部挥发后,与1 490 g人工土壤混合均匀,得到质量分数为100 mg/kg的试验用土。同时设置空白对照和溶剂对照,各处理组3个重复,每重复10条蚯蚓。试验周期为14 d,试验温度 $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$,湿度 $(80 \pm 5) \%$,全程光照,光照强度 $(600 \pm 50) \text{ lx}$ 。染毒7和14 d分别观察蚯蚓的中毒及死亡情况,并计算半致死浓度 LC_{50} (14 d)。

(7) 斑马鱼急性毒性试验:用曝气水溶解氟吡菌酰胺原药并配制成质量浓度为100 mg/L的试验药液,每24 h全部试验药液更换1次。同时设置空白对照,不设置重复,各处理组7尾鱼。试验周期为96 h,试验温度 $(22 \pm 1) ^\circ\text{C}$,pH为 8.3 ± 0.1 ,溶解氧含量 $(90 \pm 5) \%$,光暗周期16 h/8 h(光照/黑暗),水硬度180 mg/L(以 CaCO_3 计)。在染毒后24、48、72和96 h分别观察斑马鱼的中毒及死亡情况,并计算半致死浓度 LC_{50} (96 h)。

(8) 大型溞急性活动抑制试验:用曝气水溶解氟吡菌酰胺原药并配制成质量浓度为100 mg/L的储备液,设置26.9、35.0、45.5、59.2、76.9和100 mg/L 6个试验处理,每24 h全部试验药液更换1次。同时设置空白对照,各处理组4个重复,每重复5只溞。试验周期为48 h,试验温度 $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$ 、pH 8.3 ± 0.1 ,光暗周期16 h/8 h(光照/黑暗),水硬度180 mg/L(以 CaCO_3 计)。在染毒后24和48 h分别观察试验用溞的中毒及死亡情况,并计算半数抑制浓度 EC_{50} (48 h)。

(9) 羊角月牙藻生长抑制试验:用BG11培养基溶解氟吡菌酰胺原药并配制成质量浓度为100 mg/L的储备液,设置4.68、6.79、9.84、14.3、20.7和30.0 mg/L 6个试验处理,使处理的藻细胞初始浓度为 5.00×10^4 个/mL,各处理组染毒藻液转入250 mL的三角瓶

中,并置于智能人工气候箱培养72 h。同时设置空白对照,各处理组3个重复,每重复90 mL。试验周期为72 h,试验温度 $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$,pH为 8.02 ± 0.5 ,全程光照,光照强度 $(7100 \pm 100) \text{ lx}$ 。在染毒后24、48和72 h分别观察记录各锥形瓶内藻细胞的数量,并根据生物量生长抑制百分率和生长率抑制百分率来分别计算 EyC_{50} (72 h)和 ErC_{50} (72 h)。

1.2.2 水生分析方法的建立

在斑马鱼、大型溞和羊角月牙藻的急性毒性试验中,分别收集氟吡菌酰胺在羊角月牙藻急性毒性试验开始0和72 h的藻液、斑马鱼和大型溞急性毒性试验开始0和24 h的试验药液进行测定,若氟吡菌酰胺的浓度变化超过20%,则使用实际浓度表示结果,反之使用理论浓度。

1.2.2.1 提取净化

将收集的试验药液取2 mL至离心管中,加入2 mL乙腈,充分混匀,2 500 r/min振荡2 min,收集混合液体过0.22 μm 有机滤膜,待测。

1.2.2.2 分析条件

采用高效液相色谱仪(岛津LC-40 DXR)对氟吡菌酰胺进行分析检测。仪器条件为:色谱柱Shim-pack GIST C₁₈(100 mm $\times$ 2.1 mm, 2 μm),进样体积5 μL ,柱温箱 $40 ^\circ\text{C}$,流动相0.1%甲酸水+乙腈(体积比35:65),流速0.3 mL/min,采集时间4.5 min,检测器类型为紫外检测器SPD-40,检测波长210 nm。

1.2.2.3 标准曲线

在1.2.2.2部分描述的仪器分析方法条件下,分析检测质量浓度为0.100、0.500、1.00、5.00、10.0、50.0、80.0、100、150 mg/L的标样溶液,拟合峰面积和溶液浓度的标准曲线。

1.2.2.4 添加回收和精密度

分别向鱼和溞培养基(去氯自来水)中添加氟吡菌酰胺标准品,配制质量浓度为1.50和120 mg/L的溶液;向藻类培养基(BG11)中添加氟吡菌酰胺标准品,配制质量浓度为0.500和50.0 mg/L的溶液,各质量浓度均设置5个重复,测定浓度,计算回收率。按照3倍信噪比(S/N)计算得出氟吡菌酰胺在鱼和溞培养基中的检出限为 $2.15 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$,定量限为最低添加浓度1.50 mg/L;在藻培养基中检出限为 $2.21 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$,定量限为最低添加浓度0.500 mg/L。

1.3 数据分析与毒性划分

使用SPSS 25.0软件分析氟吡菌酰胺对非靶标生物的急性毒性结果以及95%置信区间,毒性等级按《化学农药环境安全评价试验准则》标准进

行划分。

2 结果分析

2.1 水生实测浓度

氟吡菌酰胺在去氯自来水和BG11培养基中的回收率为94.6%~105.0%(表2)。在去氯自来水中的检出限为 2.15×10^{-2} mg/L,定量限为1.50 mg/L;在BG11培养基中的检出限为 2.21×10^{-2} mg/L,定量限为0.500 mg/L。

表 2 氟吡菌酰胺的平均添加回收率

培养基	质量浓度/(mg/L)	平均回收率/%	相对标准偏差/%
去氯自来水	1.50	98.1	1.10
	120.00	105.0	1.35
BG11	0.50	96.5	1.41
	50.00	104.0	1.67

试验结果显示,氟吡菌酰胺在水中的实测浓度(表3)均低于理论浓度的80%,因此,采用实际浓度计算氟吡菌酰胺对水生生物的急性毒性。

2.2 急性毒性结果

氟吡菌酰胺对非靶标生物的急性毒性测定结果见表4。

氟吡菌酰胺对日本鹌鹑半致死剂量大于 2.00×10^3 mg/kg (b.w.),受试鹌鹑未出现死亡和明显的中毒症状,毒性等级为低毒;对意大利蜜蜂经口半致死剂量大于112 μg/蜂、接触半致死剂量大于100 μg/蜂,受试蜜蜂未出现死亡和明显的中毒症状,毒性等级为低毒;家蚕半致死浓度为702 mg/L,

受试家蚕出现拒食、身体变软、身体扭曲、吐液、侧倒、假死、生长缓慢等中毒症状,毒性等级为低毒;对玉米螟赤眼蜂半抑制率大于 $6.26 \mu\text{g}/\text{cm}^2$,受试赤眼蜂未出现死亡和明显的中毒症状,风险性等级为低风险;赤子爱胜蚓半致死浓度大于100 mg/kg,受试蚯蚓未出现死亡和明显的中毒症状,毒性等级为低毒;斑马鱼半致死浓度大于15.8 mg/L,受试鱼未出现死亡和明显的中毒症状,毒性等级为低毒;大型溞半数抑制浓度为7.01 mg/L,受试溞出现游动能力减弱、附肢轻微颤动、原地转圈游动等中毒症状,毒性等级为中等毒;羊角月牙藻 EyC_{50} (72 h) 为0.675 mg/L、 ErC_{50} (72 h) 为2.41 mg/L,受试藻液出现无色透明、颜色较浅等抑制效应,毒性等级为中等毒。

表 3 氟吡菌酰胺在水生急性毒性试验中的实测浓度

非靶标生物	质量浓度/(mg/L)		
	理论值	实测值(0 h)	实测值(24/72 h)
斑马鱼	100.0	15.8	15.4
	26.9	3.85	3.81
	35.0	5.04	5.14
	45.5	6.78	6.92
	59.2	8.93	8.87
大型溞	76.9	11.1	11.3
	100.0	14.3	14.6
	4.68	0.535	0.551
	6.79	0.817	0.820
	9.84	1.20	1.17
羊角月牙藻	14.3	1.77	1.83
	20.7	2.67	2.54
	30.0	3.89	3.81

表 4 氟吡菌酰胺对非靶标生物的急性毒性

非靶标生物	回归方程	毒性终点	毒性终点值	95%置信区间/(mg/L)	毒性等级
日本鹌鹑-经口		LD_{50} (7 d)	$>2.00 \times 10^3$ mg/kg		低毒
意大利蜜蜂-经口		LD_{50} (24 h)	$>112 \mu\text{g}/\text{蜂}$		低毒
意大利蜜蜂-接触		LD_{50} (48 h)	$>100 \mu\text{g}/\text{蜂}$		低毒
家蚕	$y=-19.6+7.21x$	LC_{50} (96 h)	702 mg/L	671~736	低毒
玉米螟赤眼蜂		LR_{50} (24 h)	$>6.26 \mu\text{g}/\text{cm}^2$		低风险
赤子爱胜蚓		LC_{50} (14 d)	100 mg/kg		低毒
斑马鱼		LC_{50} (96 h)	$>15.8 \text{ mg/L}$		低毒
大型溞	$y=-3.42+3.57x$	EC_{50} (48 h)	7.01 mg/L	6.60~7.32	中等毒
羊角月牙藻-生长抑制率	$y=0.533+2.45x$	EyC_{50} (72 h)	0.675 mg/L	0.514~0.724	中等毒
羊角月牙藻-生长率	$y=-0.651+2.03x$	ErC_{50} (72 h)	2.41 mg/L	2.13~2.78	中等毒

3 结语

非靶标生物在环境生态系统中发挥着十分重要的作用,因此国内外均非常重视农药对非靶标生

物毒性风险的相关研究。本文利用不同的方法测定了氟吡菌酰胺对8种非靶标生物的急性毒性,为氟吡菌酰胺的应用补充了生态毒理学数据。研究结果表明,氟吡菌酰胺对陆生生物和水生生物斑马鱼的

毒性等级为低毒,对水生大型溞和羊角月牙藻的毒性等级为中等毒,因此,氟吡菌酰胺在实际田间施用时应注意对水溞等水生生物的保护,施药时远离水产养殖区,避免在水体中清洗施药用具。

自科聚亚公司于1966年开发了第一个酰胺类杀菌剂以来,经过几十年的发展,酰胺类杀菌剂现有的代表性品种有甲霜灵、噁唑酰胺、环酰胺和氟唑菌苯胺等^[9]。杨石有等^[9]测定了噁唑酰胺和环酰胺2种酰胺类杀菌剂对4种非靶标生物的急性毒性,结果表明,噁唑酰胺对意大利蜜蜂急性经口、家蚕、赤子爱胜蚓、斑马鱼的毒性等级依次为中等毒、低毒、低毒和中等毒;环酰胺对意大利蜜蜂急性经口、家蚕、赤子爱胜蚓、斑马鱼的毒性等级依次为中等毒、低毒、低毒和中等毒。顾林玲^[10]研究发现,氟唑菌苯胺对日本鹌鹑急性经口、鲤鱼、水溞、羊角月牙藻的毒性等级依次为低毒、高毒、中等毒和低毒。韩文浩等^[11]测定了吡唑菌胺对3种水生非靶标生物的急性毒性,结果表明,吡唑菌胺对斑马鱼胚胎、大型溞、藻类的毒性等级均为中等毒。因此,根据文献报道可知,与氟吡菌酰胺相比,其他酰胺类杀菌剂同样对陆生生物的毒性较低,并对水生生物具有较高的毒性效应,但是氟吡菌酰胺对非靶标生物的毒性比多数酰胺类杀菌剂更低。因此,在杀菌广谱、高效的酰胺类杀菌剂中,氟吡菌酰胺是对环境生物毒性较低的种类之一,本文为氟吡菌酰胺安全使用提供了有力的数据支撑。

在评估农药施用于田间的风险时,除考虑对环境生物的毒性外,还应根据施用量、施用方法和农药理化性质等其他因素进行风险评估^[12]。美国和欧盟早已开展了风险评估相关工作并建立了完整的评估体系,我国也在2016年发布了NY/T 2882—2016《农药登记环境风险评估指南》,促使了我国风险评估程序规范化的实现。农药对环境的风险分析包括暴露分析、效应分析和风险表征三步骤,暴露分析是通过农药的施用量和施用方法等信息确定

其在环境中的暴露浓度,效应分析是通过农药对环境生物的急性或慢性毒性数据进行计算,风险表征是结合暴露分析和效应分析的结果评估农药在田间施用的风险^[13]。虽然,氟吡菌酰胺等酰胺类杀菌剂对环境生物的毒性较低,但应根据药剂的具体GAP信息判断其对环境生物的安全性。

参考文献

- [1] AVENOT H F, MICHAILIDES T J. Progress in understanding molecular mechanisms and evolution of resistance to succinate dehydrogenase inhibiting (SDHI) fungicides in phytopathogenic fungi[J]. Crop protection, 2010, 29(7): 643-651.
- [2] 魏阁, 高梦琪, 朱晓磊, 等. 靶向琥珀酸脱氢酶的酰胺类杀菌剂的研究进展[J]. 农药学报, 2019, 21(增刊1): 673-680.
- [3] 周大纲. 新一代优秀杀线虫剂氟吡菌酰胺[J]. 世界农药, 2016, 38(5): 61-63.
- [4] 宋益民, 姜永平, 邱海荣, 等. 蔬菜根结线虫病发生与防治 [J]. 蔬菜, 2018(1): 53-55.
- [5] 韩瑞华, 王淑枝, 王利霞, 等. 41.7%氟吡菌酰胺SC对甘薯3种病害的防治效果[J]. 农药, 2021, 60(7): 533-536.
- [6] TINWELL H, ROUQUIÉ D, SCHORSCH F, et al. Liver tumor formation in female rat induced by fluopyram is mediated by CAR/PXR nuclear receptor activation[J]. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 2014, 70(3): 648-658.
- [7] ROUQUIÉ D, TINWELL H, BLANCK O, et al. Thyroid tumor formation in the male mouse induced by fluopyram is mediated by activation of hepatic CAR/PXR nuclear receptors[J]. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 2014, 70(3): 673-680.
- [8] 刘亚磊. 手性酰胺类杀菌剂双炔酰胺的微生物降解及蚯蚓解毒机制[D]. 北京: 中国农业科学院, 2021.
- [9] 杨石有, 张蕊, 孔琼, 等. 2种酰胺类杀菌剂对4种非靶标生物的急性毒性[J]. 现代农药, 2022, 21(6): 42-46.
- [10] 顾林玲. 吡唑酰胺类杀菌剂: 氟唑菌苯胺[J]. 现代农药, 2013, 12(2): 44-47.
- [11] 韩文浩, 颜振敏, 吴艳兵, 等. 新型吡唑酰胺类农药吡唑菌胺的研究进展[J]. 中国农学通报, 2022, 38(24): 124-130.
- [12] PALLETT K, LITTLE J, SHEEKEY M, et al. The mode of action of isoxaflutole: I. Physiological effects, metabolism, and selectivity [J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 1998, 62(2): 113-124.
- [13] 贾新茹, 袁野, 张月秋, 等. 200 g/L氯虫苯甲酰胺悬浮剂施用于稻田的环境风险评估[J]. 现代农药, 2022, 21(2): 43-48.

(编辑: 胡新宇)

科迪华在加拿大推出新型氟氯吡啶酯除草剂 Extinguish™ XL

科迪华将在2024年种植季前为加拿大西部地区的小麦和大麦种植者提供一款新型阔叶杂草防除解决方案——Extinguish™ XL除草剂, 这是一款乳油产品, 由氟氯吡啶酯(6 g/L)和2,4-滴酸乙基己酯(300 g/L)复配。

Extinguish™ XL具有多种作用机理, 可在不同气候条件下有效防控猪殃殃、蒲公英、圆叶锦葵、老鹳草和屋根草等多种顽固阔叶杂草。其应用窗口期长, 2叶期至旗叶期均可施用, 且在温度和湿度条件变化较大的情况下仍表现出稳定的除草活性。Extinguish™ XL可用于抗性管理, 能够防除抗性杂草猪殃殃、繁缕等。该产品的上市进一步丰富了科迪华在加拿大的谷物除草剂产品线, 有望为当地农民提供更完备的一体化防除解决方案。

(来源: Corteva Agriscience Canada)