

乙虫腈及其代谢产物在稻田中的残留消减动态研究

吴文铸, 郭敏, 石利利, 孔德洋, 单正军*, 韩志华

环境保护部南京环境科学研究所国家环境保护农药环境评价与污染控制重点实验室, 江苏 南京 210042

摘要: 采用加速溶剂萃取提取、florisil固相萃取小柱净化、气相色谱(电子捕获检测器)测定的方法, 研究了江苏南京、江西南昌和福建永泰3地稻田施用乙虫腈农药后, 乙虫腈农药及其代谢产物在水稻植株、田水和土壤中的残留消减动力学规律, 以及在水稻植株、土壤、稻壳和糙米中最终残留情况。结果表明, 乙虫腈母体在南京、南昌和永泰3地水稻植株、土壤、和稻田水中的消减半衰期分别为3.0、4.1和8.3 d, 9.2、16.9和9.9 d, 2.8、6.9和10.9 d; 母体和代谢产物总量在南京、南昌和永泰3地水稻植株、土壤、和稻田水中的消减半衰期分别为8.5、8.2和4.0 d, 37.1、58.2和20.2 d, 4.4、8.2和10.8 d。在稻田中按照最高推荐剂量和最高推荐剂量1.5倍施用乙虫腈, 施药1~2次时, 在收获的糙米中乙虫腈的均未检出。

关键词: 乙虫腈; 代谢产物; 水稻; 消减动态; 残留

中图分类号: X131

文献标识码: A

文章编号: 1674-5906 (2012) 05-0957-06

乙虫腈(ethiprole)是一种新型吡唑类杀虫剂, 化学名称为5-氨基-1-(2,6-二氯-对三氟甲基苯基)-4-乙基亚磺(硫)酰基吡唑-3-腈基(结构式见图1)^[1]。乙虫腈在环境中的代谢产物主要为RPA097973(氧化产物, 结构式见图2)和RPA107566(还原产物, 结构式见图3)。乙虫腈悬浮剂可用于水稻蔬菜等多种作物, 有效防治多种咀嚼口器和刺吸式口器害虫^[2-3], 研究表明, 乙虫腈与氟虫腈具有相似的光化学、代谢活动和杀虫能力^[4-5]。目前我国尚未制定乙虫腈在水稻中的残留限量(MRL)标准, 随着乙虫腈的广泛施用, 其在环境中的降解归趋及残留状况就成为我们的关注的热点。

本文采用加速溶剂萃取(ASE)提取, 固相萃取(SPE)小柱净化, 气相色谱分离测定, 分析了质量浓度为100 g·L⁻¹的乙虫腈悬浮剂在江苏南京、江西南昌和福建永泰水稻植株、稻田水中及土壤中的残留动态及最终残留情况, 综合评价其生态影响, 为制定该农药在水稻上最大残留限量标准和合理使用准则以及风险评估提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 仪器与试剂

仪器: Agilent 6890N 气相色谱仪(Agilent 公司, USA), 配电子捕获检测器(ECD); 7863 series 自动进样器; ASE-300 加速溶剂萃取仪(Dionex 公司, USA); N-1001 旋转浓缩仪(EYELA 公司, Japan); 组织捣碎机(IKA 生产, 德国)。

试剂与材料: 乙酸乙酯、石油醚、乙腈、氯化钠(140 °C烘烤 4 h)、无水硫酸钠(130 °C烘烤 4 h)、

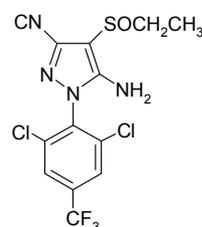


图1 乙虫腈化学结构式

Fig.1 Chemical-structure of Ethiprole

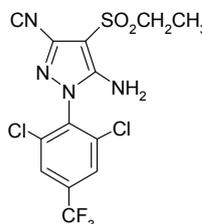


图2 乙虫腈氧化产物 RPA097973 化学结构式

Fig.2 Chemical -structure of RPA097973

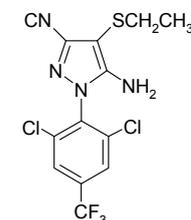


图3 乙虫腈还原产物 RPA107566 化学结构式

Fig.3 Chemical -structure of RPA107566

硅藻土, 以上试剂均为分析纯, 由南京化学试剂有限公司提供; florisil 小柱(AccuBOND^{II}, 美国 Agilent 公司生产)。

基金项目: 农业部农药残留试验项目; 国家自然科学基金项目(41101307)

作者简介: 吴文铸(1983年生), 男, 硕士, 主要从事农药环境安全评价研究。E-mail: wwz@nies.org

*通信作者。E-mail: sszjnies@163.com

收稿日期: 2012-03-13

供试农药： ρ (乙虫腈悬浮剂)=100 g·L⁻¹，拜耳作物科学公司提供。

农药标准品： w (乙虫腈)为99.4%； w (RPA097973)为98.6%； w (RPA107566)为97.9%。均由拜耳作物科学公司提供。

1.2 试验地概况

按照《农药残留试验准则》^[6]和《农药登记残留田间试验标准操作规程》^[7]，于江苏省南京市、江西省南昌市和福建省永泰县进行了消解动态和最终残留试验。江苏南京地处中纬度地区，属于亚热带季风气候，南京年降水量在1000 mm以上，属于湿润地区。江西南昌属中亚热带湿润季风气候，年降雨量1600~1700 mm。福建永泰县属亚热带海洋性季风气候，年降雨量1400~2000 mm。所选稻田历年未施用过乙虫腈农药。试验作物为单季水稻。土壤理化性质见表1。

表1 供试土壤的基本理化性质
Table 1 Basic properties of the studied soils

地点	pH	w(有机质)%	质地
江苏南京	6.5	1.2	壤土
江西南昌	4.8	1.8	中壤土
福建永泰	6.2	2.2	壤土

1.3 田间试验设计

1.3.1 植株消减动态试验

采用1次施药多次采样的方法进行。设3个重复小区和不喷药对照小区，于施药后0、3、5、7、15、30、45、60、90 d，定期采集处理区及对照区的水稻植株样(每小区采12个点，至少2 kg)，测定其中乙虫腈及其代谢产物的残留量，分析其消解规律。施药浓度为750倍液，90 g a.i.·ha⁻¹，10%制剂60 mL·mu⁻¹。

1.3.2 土壤消减动态试验

采用模拟试验，初始质量分数2 mg·kg⁻¹。称取20 g水稻土于 $\phi=9$ cm培养皿中，定量添加药液，混合均匀后随机置于水稻田地中，分别于第0、3、5、7、15、30、45、60、90天定期采集，测定乙虫腈及代谢产物的残留量，分析其消解规律。

1.3.3 水消减动态试验

采用模拟试验，量取15 L田水于20 L玻璃缸中，定量添加药液，充分混匀，置于动态小区，每小区1缸，分别于第0、3、5、7、15、30、45、60、90天定期采样，每次每小区采1000 mL。

1.3.4 最终残留试验

最终残留试验设计见表2中A、B、C、D、E处理，于收获期采集，测定水稻植株、稻米、稻壳和土壤中乙虫腈及其代谢产物的残留量(每个小区设12个点采样点，采样量不少于2 kg)。

表2 田间试验设计

Table 2 Design of field experiment

处理	施药浓度/ (a.i. g·ha ⁻¹)	施药次数/ 次	施药间隔/ d	采样时间/ d
A	60	1	-	
B		2	21	收获前采样3
C	90	1	-	次, 间隔7 d
D		2	21	
E	对照组	0	施药后第0、3、7、15、30、45、60、90天采样	

1.4 样品前处理及检测方法^[8]

1.4.1 样品制备

土壤样品：土壤经阴干处理，将所采土壤尽可能压细，混匀后采用四分法缩分成1 kg，去掉植物残枝后-20℃保存待测。

植株：将其切成小段，然后用四分法将田间样品缩分成实际需要的实验室样品，-20℃保存待测。

稻壳和稻米：用脱壳机将稻谷脱壳后，分别收集稻壳和稻米，经四分法取舍后，取100 g于-20℃保存待测。

1.4.2 样品提取

水样：取100 mL水样，用40 mL乙酸乙酯萃取2次，合并2次的萃取液，旋转蒸干后用乙酸乙酯定容至5 mL，过0.45 μ m孔径滤膜，待气相测定。

植株、稻壳、稻米样品：取新鲜样品，用粉碎机磨碎后，称取一定量样品(稻米20 g、植株或稻壳10 g)，加入5 g硅藻土、2 g活性炭和10 g无水硫酸钠进行搅拌，拌匀后装入萃取池中，用加速溶剂萃取仪进行萃取，萃取溶剂为乙腈。萃取完成后取出收集瓶，加入适量无水硫酸钠，然后将溶剂过滤到三角瓶中，旋转浓缩至近干后用石油醚定容至10 mL，待净化。

土壤样品：取20 g，加入硅藻土进行研磨，然后装入萃取池中，用加速溶剂萃取仪进行萃取，萃取溶剂为乙腈。萃取完成后取出收集瓶，加入适量无水硫酸钠，然后将溶剂过滤到三角瓶中，旋转浓缩至近干后用石油醚定容至10 mL，待净化。

ASE萃取条件：温度85℃；预热5 min，静态提取5 min；50%溶剂快速吹扫样品，氮气吹扫萃取池时间60 s；压力10342 kPa；循环2次。收集全部溶剂。

1.4.3 样品净化

提取液经旋蒸浓缩至近干后，用10 mL石油醚溶解并过florisil小柱，然后分别用V(石油醚)：V(乙酸乙酯)为8：1和4：1的混合溶剂各10 mL洗脱小柱，合并洗脱液，蒸至近干，乙酸乙酯定容待测。

1.4.4 色谱分析条件

检测器为ECD；色谱柱为HP-1701石英毛细管

柱, 30 m× 0.32 mm× 0.25 μm; 固定相为(14%氰丙基-苯基)甲基聚硅氧烷 (美国 HP 公司生产); 载气为 N₂, 流速 2.0 mL·min⁻¹; 柱温 80 °C 保持 2 min, 以 10 °C·min⁻¹ 的速率升温至 260 °C, 保持 30 min; 进样口温度为 250 °C; 检测器温度为 310 °C; 进样体积为 1 μL, 不分流进样。上述色谱条件下, 乙虫腈、RPA097973 和 RPA107566 的保留时间分别为 17.43、19.97 和 21.11 min。

1.4.5 回收率及检测限

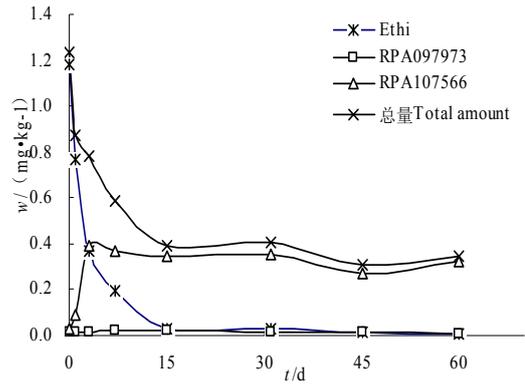
土壤、水稻植株、稻壳和稻米中乙虫腈及其代谢物的最低检测水平为 0.01 mg·kg⁻¹, 稻田水中为 0.01 mg·L⁻¹。其在稻田水、土壤、水稻植株、稻壳和稻米中的平均回收率为 72.8%~103.6%, 相对标准偏差为 1.3%~12.5%, 符合农药残留分析要求。乙虫腈、RPA097973、RPA107566 仪器最小检出量分别为 2×10⁻¹¹、2×10⁻¹¹、2×10⁻¹¹ g; 土壤、水稻植株、稻壳和稻米中乙虫腈、RPA097973、RPA107566 最低检测量均为 0.01 mg·kg⁻¹, 稻田水中乙虫腈、RPA097973、RPA107566 最低检测量为 0.01 mg·L⁻¹, 满足农药残留测定的要求^[6,9]。

2 结果与讨论

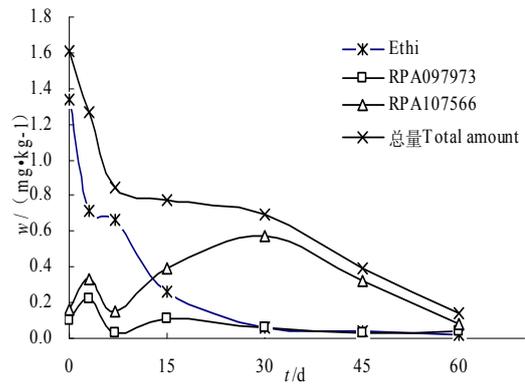
2.1 乙虫腈在稻田土壤中的消减动态

乙虫腈以及代谢产物在稻田土壤中的动态消减曲线和消减方程如表 3、图 4 所示。从表 3、图 4 可以看出, 乙虫腈母体和代谢产物总量在稻田土壤中消减过程符合一级动力学方程, 其中乙虫腈母体在南京、南昌和永泰的半衰期分别为 9.2、16.9 和 9.9 d, 母体和代谢产物总量的半衰期分别为 37.1、58.2 和 20.2 d。乙虫腈在土壤中消解代谢的代谢产物包括 RPA097973(氧化产物)与 RPA107566(还原产物), 3 个试验点 RPA107566 的检出量为 0.03~0.64 mg·kg⁻¹, RPA097973 的检出量为 0.01~0.22 mg·kg⁻¹; 还原产物比母体与氧化产物具有更强的稳定性, 这与稻田土壤淹水环境下的厌氧条件相吻合。

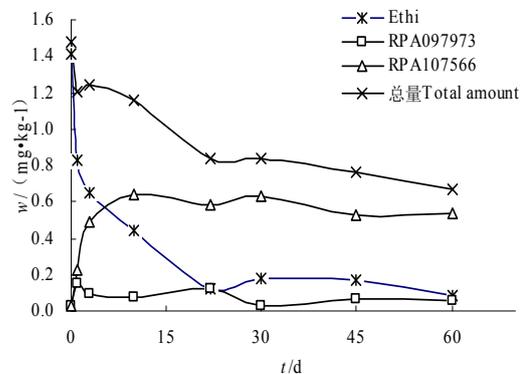
尚子帅等^[10]研究发现, 乙虫腈在土壤上降解的半衰期为 8.3~13.4 d, 而我们的研究表明, 其在土壤中的半衰期为 3.2~2.8 d, 这除了与土壤性质及地区



江苏南京



福建永泰



江西南昌

图 4 乙虫腈及代谢物 (总量) 在稻田土壤中的消减动态

Fig.4 Degradation dynamics of ethiprole and its metabolic products in paddy soil

表 3 乙虫腈及代谢物 (总量) 在稻田土壤中的消减动态方程

Table 3 Regression equation of degradation dynamics of ethiprole and its metabolic products in paddy soil

地区		w(初始)/ (mg·kg ⁻¹)	消减方程	半衰期/ d	r
江苏南京	母体	1.19	C=0.451e ^{-0.075 2t}	9.2	0.907
	总量	1.23	C=0.802 1e ^{-0.018 7t}	37.1	0.842
江西南昌	母体	1.41	C=0.762 1e ^{-0.040 9t}	16.9	0.895
	总量	1.47	C=1.276 3e ^{-0.011 9t}	58.2	0.946
福建永泰	母体	1.34	C=0.922 7e ^{-0.069 8t}	9.9	0.977
	总量	1.61	C=1.423 3e ^{-0.034 3t}	20.2	0.957

温度和湿度的差异有关外, 可能还与药剂的处理方式有关。农药在稻田土壤中厌氧条件下的降解主要是通过微生物降解和化学降解 2 个途径进行^[11], 土壤的理化性质对农药的降解具有较大的影响。比较 3 地的土壤 pH 值, 南京和永泰的土壤 pH 值要高于南昌的土壤 pH 值, 土壤 pH 对乙虫腈的消解具有显著影响, pH 增加, 乙虫腈的消解速率加快。

2.2 乙虫腈在田水中的消减动态

乙虫腈在稻田水中的动态消减曲线见图 5, 消减方程见表 4。从表 4、图 5 可以看出, 乙虫腈在稻田水中的消减过程符合一级动力学方程, 乙虫腈母体在南京、南昌和永泰的半衰期分别为 2.8、6.9 和 10.9 d, 母体和代谢产物总量的半衰期分别为 4.4、8.2 和 10.8 d。

乙虫腈在稻田水中消解代谢的代谢产物同样能检测出 RPA097973 与 RPA107566, 3 个试验点稻田水中 RPA107566 的检出量为 $0.01\sim 0.08\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,

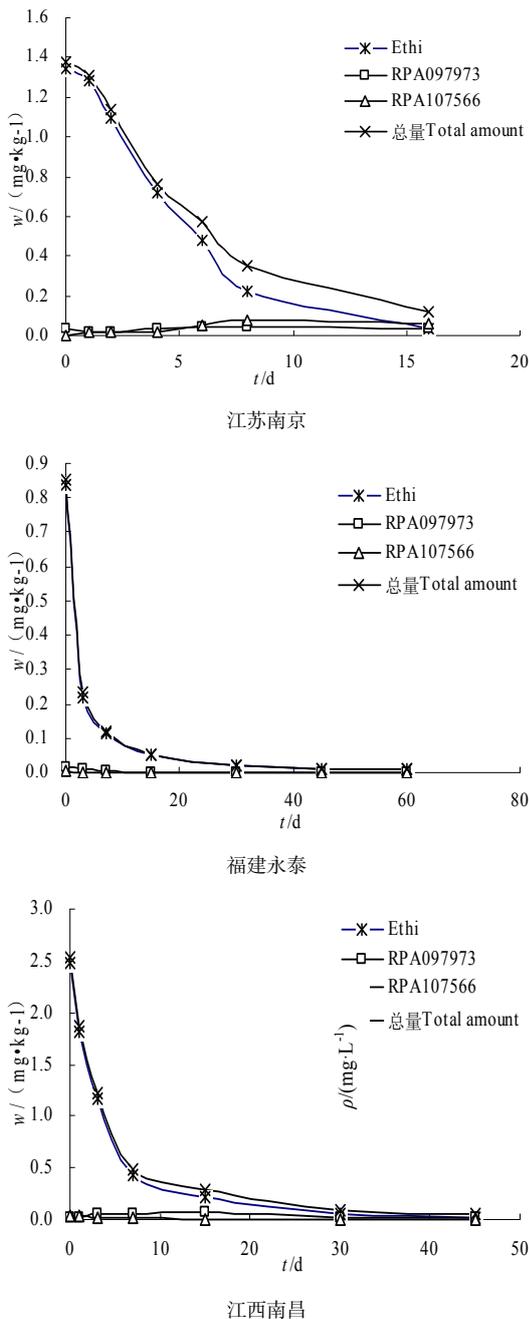


图 5 乙虫腈及代谢物 (总量) 在稻田水中的消减动态
Fig.5 degradation dynamics of ethiprole and its metabolic products in paddy water

表 4 乙虫腈及代谢物 (总量) 在稻田水中的消减动态方程

Table 4 Regression equation of degradation dynamics of ethiprole and its metabolic products in paddy water

地区	ρ (初始)/ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	消减方程	半衰期/ d	r
江苏南京	母体	$C=1.687\ 2e^{-0.2459t}$	2.8	0.994
	总量	$C=1.442\ 3e^{-0.1573t}$	4.4	0.995
江西南昌	母体	$C=1.480\ 5e^{-0.1t}$	6.9	0.969
	总量	$C=1.515\ 2e^{-0.085t}$	8.2	0.959
福建永泰	母体	$C=0.260\ 6e^{-0.0633t}$	10.9	0.906
	总量	$C=0.269\ 9e^{-0.064t}$	10.8	0.907

RPA097973 的检出量为 $0.01\sim 0.06\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。在稻田条件下, 水体的氧化还原条件要好于土壤环境, 乙虫腈母体在水体中同时接受氧化和还原的代谢过程, 水体中代谢产物 RPA107566 和 RPA097973 的质量浓度接近。

2.3 乙虫腈在植株中的消减动态

乙虫腈在水稻植株中的动态消减曲线和消减方程如表 5、图 6 所示。从表 5、图 6 可以看出, 乙虫腈在南京、南昌和永泰试验点水稻植株中的消减速度较快, 消减过程符合一级动力学方程, 半衰期分别为 3.0、4.1 和 8.3 d, 母体和代谢产物总量的半衰期分别为 8.5、8.2 和 4.0 d。在水稻植株中检出的代谢产物以氧化产物 RPA097973 为主, 检出量为 $0.01\sim 0.24\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 而还原产物 RPA107566 质量分数均小于方法的检测限。这与水稻植株表面的氧化条件有关, 此时由于农药母体完全暴露于空气中, 乙虫腈母体的代谢过程以氧化代谢为主, 代谢产物主要为氧化产物 RPA097973。

2.4 乙虫腈及其代谢产物在稻秆、糙米、稻壳和稻田土壤中的最终残留量

最终残留采样时间分别为水稻收获前 14 d、7 d 和收获期, 分别采样测定不同处理小区中土壤、稻秆、糙米和稻壳中乙虫腈及其代谢产物的残留量。

江苏南京、福建永泰和江西南昌的最终试验结果表明, 常量($60\text{ a.i. g}\cdot\text{ha}^{-1}$)喷施 1~2 次时, 3 个试验点水稻收获前 14 d、7 d 和收获期时水稻植株中的乙虫腈最终残留量 $0.04\sim 0.53\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,

表 5 乙虫腈及代谢物 (总量) 在水稻植株中的消减动态方程

Table 5 Regression equation of degradation dynamics of ethiprole and its metabolic products in paddy plant

地区	w (初始)/ ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	消减方程	半衰期/ d	r
江苏南京	母体	$C=1.435\ 5e^{-0.2303t}$	3.0	0.978
	总量	$C=0.627\ 6e^{-0.0816t}$	8.5	0.901
江西南昌	母体	$C=0.926\ 5e^{-0.1676t}$	4.1	0.897
	总量	$C=0.910\ 7e^{-0.0844t}$	8.2	0.961
福建永泰	母体	$C=0.820\ 4e^{-0.0834t}$	8.3	0.958
	总量	$C=1.279\ 4e^{-0.1751t}$	4.0	0.936

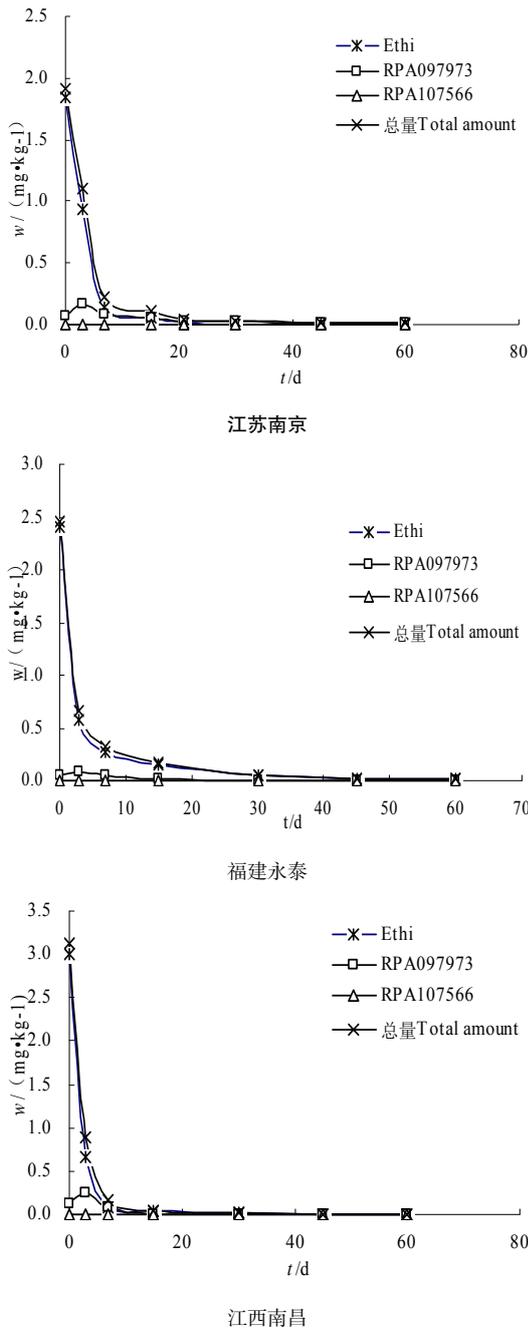


图6 乙虫腈及代谢物(总量)在水稻植株中的消减动态
Fig.6 degradation dynamics of ethiprole and its metabolic products in paddy plant

RPA097973 最终残留量为 0.03~0.65 mg·kg⁻¹, RPA1075663 最终残留量为<0.01 mg·kg⁻¹; 稻壳和稻米中乙虫腈、RPA097973、RPA1075663 最终残留量均为<0.01 mg·kg⁻¹。

高量(90 a.i. g·ha⁻¹)喷施 1~2 次时, 3 个试验点水稻收获前 14 d、7 d 和收获期时水稻植株中的乙虫腈最终残留量为 0.02~0.68 mg·kg⁻¹, RPA097973 最终残留量 0.03~0.69 mg·kg⁻¹, RPA1075663 最终残留量为<0.01 mg·kg⁻¹; 稻壳中乙虫腈最终残留量为

<0.01~0.19 mg·kg⁻¹, RPA097973 最终残留量为 <0.01~0.07 mg·kg⁻¹, RPA1075663 最终残留量为 <0.01 mg·kg⁻¹; 稻米中乙虫腈、RPA097973、RPA1075663 最终残留量均<0.01 mg·kg⁻¹。

从试验结果可以看出, 在水稻植株、土壤和稻壳中, 施药量与残留量成正相关, 而在稻米中的残留量两个施药剂量都没有乙虫腈和代谢产物的检出。

3 结论

(1) 乙虫腈在水稻植株、稻田土壤和稻田水中消减较快。乙虫腈母体在水稻植株中的消减半衰期为 3.0~8.3 d, 在稻田土壤中消减半衰期为 9.2~16.9 d, 在稻田水中消减半衰期为 2.8~10.9 d; 乙虫腈母体和代谢产物总量在水稻植株中的消减半衰期为 4.0~8.5 d, 在稻田土壤中消减半衰期为 20.2~58.2 d, 在稻田水中消减半衰期为 4.4~10.8 d。

(2) 在稻田土壤、植株、水中均能检测出代谢产物, 在植株中检出的代谢产物以氧化产物 RPA097973 为主, 检出质量分数为 0.01~0.24 mg·kg⁻¹; 稻田水中 RPA107566 的检出质量浓度为 <0.01~0.08 mg·L⁻¹, RPA097973 的检出质量浓度为 0.01~0.06 mg·L⁻¹; 稻田土壤中 RPA107566 的检出质量分数为 0.03~0.64 mg·kg⁻¹, RPA097973 的检出质量分数为 0.01~0.22 mg·kg⁻¹。氧化产物和还原产物的量与系统氧化还原条件相关。

(3) 乙虫腈在糙米中的残留量较低, 采收时乙虫腈及其代谢产物在稻壳和糙米中的残留量均低于检测限。

参考文献:

- [1] ZHAO Q Q, LI Y Q, XIONG L X, et al. Design, synthesis and insecticide activity of novel phenylpyrazoles containing a 2,2,2-trichloro-1-alkoxyethyl moiety[J]. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 2010, 58(8): 4992-4998.
- [2] 黄小华, 李树香. 乙虫腈悬浮剂防治稻飞虱田间药效试验[J]. 热带农业科学, 2009, 29(7): 17-19.
HUANG Xiaohua, LI Shuxiang. Field trial of ethiprole to control rice planthopper[J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 2009, 29(7): 17-19.
- [3] 乙虫腈[J]. 农药科学与管理, 2009, 3(5): 58.
Ethiprole[J]. Pesticide science and administration, 2009, 3(5): 58.
- [4] CABONI P, ROBERT E. Phenylpyrazole insecticide photochemistry, and GABAergic action: ethiprole compared with fipronil [J]. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 2003, 51(24): 7055-7061.
- [5] ZHAO X H, NING Z P, HE Y P, et al. Differential Resistance and Cross-Resistance to Three Phenylpyrazole Insecticides in the Planthopper Nilaparvata lugens (Hemiptera: Delphacidae)[J]. Journal of Economic Entomology, 2011, 104(4): 1364-1368.
- [6] 中华人民共和国农业部. NY/T 788-2004, 农药残留试验准则[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
Ministry of Agriculture of the People's Republic of China. NY/T 788-2004, Guideline on pesticide residue trials[M]. Beijing: China

- Agriculture Press, 2004.
- [7] 农业部农药检定所. 农药登记残留田间试验标准操作规程[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007: 33-215.
Institute for Control of Agrochemicals, Ministry of Agriculture. Standard operating procedures on pesticide registration residue field trials [S]. Beijing: China Standard Press, 2007: 33-215.
- [8] 吴文铸, 石利利, 郭敏, 等. 环境样品中乙虫腈及其代谢产物残留量分析[J]. 生态与农村环境学报, 2011, 27(6): 94-97.
WU Wenzhu, SHILili, GUO Min, et al. Gas chromatographic determination of ethiprole and its metabolic products in environmental samples[J]. Journal of Ecology and Rural Environment. 2011, 27(6): 94-97.
- [9] 农业部农药检定所. 农药残留量实用检测方法手册[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995: 28-31.
Institute for the Control of Agrochemicals, Ministry of Agriculture. Handbook of practical methods for the determination of pesticide residues[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 1995: 28-31.
- [10] 尚子帅, 吴慧明, 秦丽, 等. 乙虫腈在水稻土壤和田水中的残留及消减动态研究[J]. 农药学报, 2011, 13(6): 632-636.
SHANG Zishuai, WU Huiming, QIN Li, et al. Residue decline study of ethiprole in paddy field soil and water[J]. Chinese Journal of Pesticide Science, 2011, 13(6): 632-636.
- [11] CHANG H R, YANG K W, CHUNG B J. Anaerobic soil metabolism of ^{14}C -Metamifop under chemically reduced condition with sodium sulfide[C]//Abstract book: SETAC North America 26th Annual Meeting. Baltimore, MD, USA: Society of environmental toxicology and chemistry, 2005: 183.

Study on residue decline dynamics of ethiprole and its metabolic products in paddy field

WU Wenzhu, GUO Min, SHI Lili, KONG Deyang, SHAN Zhengjun*, HAN Zhihua

Nanjing Institute of Environmental Science, Key Laboratory of Pesticide Environmental Assessment and Pollution Control,
Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China, Nanjing 210042, China

Abstract: Dissipation dynamics of ethiprole and its metabolites in rice, rice hull, rice plant, paddy soil and water were studied in 3 fields sprayed with the pesticide located at Nanjing, Nanchang, and Yongtai. Their eventual residues in rice plant, rice, and rice hull, paddy soil and water were also explored. Samples were extracted with accelerated solvent extraction (ASE), followed by Florisil column cleanup. Analytes were quantified by gas chromatography (GC) with electron capture detection. Results showed that the half-life times of ethiprole in plant, paddy water, and soil were approximately 3.0, 4.1 and 8.3 d; 9.2, 16.9 and 9.9 d; 2.8, 6.9 and 10.9 d in Nanjing, Nanchang and Yongtai. The half-life of total amount of ethiprole and its metabolic products in plant, water and soil was approximately 8.5, 8.2 d and 4.0, 37.1, 58.2 d and 20.2, 4.4, 8.2 d and 10.8 d at Nanjing, Nanchang and Yongtai, respectively. When a paddy field was sprayed with ethiprole at the dose of 1.5 times of the highest recommended value, no residue of the substance was detected in rice.

Key words: ethiprole; metabolites; paddy field; decline dynamics; residue