

◆ 残留与环境 ◆

噁唑酰草胺及其代谢物在不同地区水稻上的 残留和消解比较

何红梅*, 徐玲英, 张昌朋, 王祥云, 蒋金花, 李艳杰, 赵学平

(省部共建农产品质量安全危害因子与风险防控国家重点实验室(筹), 农业农村部农药残留检测重点实验室, 浙江省农业科学院农产品质量安全与营养研究所, 杭州 310021)

摘要: 为了比较噁唑酰草胺及其代谢物在不同地区的残留量和消解规律, 本研究通过田间试验和采用超高效液相色谱-串联质谱法 (UPLC-MS/MS) 研究了噁唑酰草胺及其3个代谢物 (HFMPA、HPFMPA和6-CBO) 在浙江和黑龙江两地水稻上的残留和消解规律。试验结果表明, 噁唑酰草胺、HFMPA、HPFMPA和6-CBO在浙江和黑龙江水稻植株上消解动态符合一级动力学方程, 消解半衰期分别为4.4~11.5 d、3.8~14.4 d、2.2~13.3 d和3.9~6.4 d, 受温度影响, 浙江点的消解均快于黑龙江点。同一试验地点, 与低施药剂量施药相比, 高施药剂量施药会导致更高的残留。黑龙江点的土壤样品中噁唑酰草胺检出量小于或等于0.040 mg/kg, 稻秆和稻壳样品检出代谢物HFMPA, 残留量最高分别为0.14和0.027 mg/kg; 浙江点仅在高剂量稻秆样品中检出0.018 mg/kg的代谢物HFMPA; 其余均未在浙江和黑龙江样品中检出, 低于定量限0.01 mg/kg。该研究结果为该除草剂使用后在水稻不同部位和稻田环境土壤中的安全性评价提供了参考数据。

关键词: 噁唑酰草胺; 代谢物; 消解; 残留; 水稻

中图分类号: TQ 450.2; O 657.63 文献标志码: A doi: 10.3969/j.issn.1671-5284.2022.05.006

Comparison of Residues and Dissipation Dynamics of Metamifop and Its Metabolites in Paddy Rice from Different Regions

HE Hongmei*, XU Lingying, ZHANG Changpeng, WANG Xiangyun, JIANG Jinhua, LI Yanjie, ZHAO Xueping

(State Key Laboratory for Managing Biotic and Chemical Threats to the Quality and Safety of Agro-products, Ministry of Agriculture and Rural Affairs Key Laboratory for Pesticide Residue Detection; Institute of Agro-product Safety and Nutrition, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China)

Abstract: In order to compare the residues and dissipation dynamics of metamifop and its metabolites on rice in different regions, a comparative study of the dissipation dynamics and residues of metamifop and its metabolites (HFMPA, HPFMPA and 6-CBO) in paddy rice was conducted by field residue trials in Zhejiang province and Heilongjiang province in China. Metamifop and its metabolites were analyzed by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (UPLC-MS/MS). The field trial results showed that the dissipation equations of metamifop and its metabolites in rice straw samples fitted the first-order kinetics equation. The dissipation half-life values of metamifop, HFMPA, HPFMPA and 6-CBO in rice straw of Zhejiang province and Heilongjiang province were 4.4-11.5, 3.8-14.4, 2.2-13.3 and 3.9-6.4 d, respectively. The dissipation rates of four kinds of compounds in Zhejiang province were faster than those in Heilongjiang province because of temperature influence. The higher application doses of metamifop resulted in higher residues than lower doses at the same site. The residues of metamifop ≤ 0.040 mg/kg were found in soil in Heilongjiang

收稿日期: 2022-05-10

基金项目: 浙江省分析测试基金项目 (2018C37013)

作者简介: 何红梅 (1979—), 女, 湖南衡阳人, 硕士, 副研究员, 主要从事农药残留与农产品安全研究。E-mail: hehongmei53@163.com

province, and the highest residues of HFMPA in rice straw and rice hull samples were also 0.14 and 0.027 mg/kg, respectively. However, only residues of HFMPA in rice straw were found in Zhejiang province, and the highest value was 0.018 mg/kg. The residues of the other compounds were not found in other samples, which were all below limits of quantifications (LOQs, 0.01 mg/kg). The results could provide reference data for the safety evaluation of the herbicide in different parts of rice and paddy soil after application of metamifop.

Key words: metamifop; metabolite; dissipation; residue; paddy rice

噁唑酰草胺属于芳氧苯氧基丙酸酯类除草剂,具有内吸性,由韩国化工技术研究院研发,能较好防治水稻田一年生禾本科杂草,通过抑制乙酰辅酶A羧化酶而发挥杀草作用^[1-3]。噁唑酰草胺对哺乳动物急性经口LD₅₀大于2 000 mg/kg,属于低毒;但对蚯蚓、蜜蜂、鱼类、水生无脊椎动物和藻类均属于中等毒性,蚯蚓14 d急性LC₅₀为1 000 mg/kg,蜜蜂48 h急性经口LD₅₀为100 μg/蜜蜂,鱼类96 h急性LC₅₀为0.307 mg/L,水生无脊椎动物48 h急性EC₅₀为0.288 mg/L,藻类72 h急性EC₅₀为2.03 mg/L^[4]。已报道噁唑酰草胺主要有3个代谢物,分别为HPFMPA、HFMPA和6-CBO^[5]。噁唑酰草胺在我国已被制定临时最大残留限量值(MRL),稻谷和糙米上的MRL值均为0.05 mg/kg^[6],日本和韩国则制定了其在糙米上的MRL值分别为0.02^[7]和0.05 mg/kg^[8]。

我国登记的噁唑酰草胺产品有原药、乳油、微乳剂、可分散油悬浮剂和可湿性粉剂等多种产品,在水稻田应用广泛^[9]。关于噁唑酰草胺母体及其代谢物残留分析方法的报道较多^[10-14],检测基质涉及土壤、豇豆、稻秆、糙米、稻壳、玉米和小麦;但国内外关于噁唑酰草胺及其代谢物在水稻上的消解动态和残留报道不多。李菊颖等^[15]报道了噁唑酰草胺母体在南京水稻植株中的消解半衰期为2.8 d。陈国峰等^[16]报道了噁唑酰草胺和氰氟草酯复配剂在水稻上使用后所有样品均未检测到噁唑酰草胺及其代谢物残留。孔德洋等^[17]报道了噁唑酰草胺母体在南京和南昌两地水稻植株中的消解半衰期分别为3.5和2.2 d,稻秆、稻壳、糙米及稻田土壤最终残留样品均未检出噁唑酰草胺。何红梅等^[18]报道了噁唑酰草胺及其3个代谢物在水稻上的残留,检出稻秆样品中代谢物HFMPA的残留量为0.026~0.098 mg/kg。Janaki等^[19]报道了不同施药剂量下噁唑酰草胺及其代谢物HFMPA在印度水稻上的最终残留情况,土壤和谷物中检出代谢物HFMPA,其含量为0.004~0.221 mg/kg。Barik等^[20]研究了噁唑酰草胺在印度水稻植株、土壤和水中的消解动态,虽然对代谢物HPFMPA进行了检测,但仅获得了噁唑酰草胺母体

消解半衰期(4.19~6.44 d)。因此,本研究在我国黑龙江省和浙江省进行了噁唑酰草胺在水稻上的消解动态和残留比较研究,揭示了噁唑酰草胺及其3个代谢物在水稻植株上的消解规律和在糙米、稻壳、稻秆和土壤上不同地理区域的残留特征,为该除草剂使用后的该区域水稻不同部位和在稻田环境土壤中的安全性评价提供参考数据。

1 材料与方法

1.1 仪器与材料

高效液相色谱-串联质谱联用仪(Waters ACQUITY UPLC和Waters Xevo TQ XS),美国Waters公司;电动喷雾器(MH-D16-3A),浙江濛花喷雾器有限公司。

90%的噁唑酰草胺(标准品),加拿大多伦多研究化学公司;代谢物HPFMPA(99.5%)、HFMPA(99.5%)和6-CBO标准品(98.3%),北京科昊泽生物技术有限公司;20%噁唑·灭草松微乳剂(3.3%噁唑酰草胺+16.7%灭草松),济南绿霸农药有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 田间试验

参照《农药登记残留田间试验标准操作规程》和《农药残留试验准则》^[21-22],2017年在浙江省杭州市余杭区和黑龙江省肇东市五站镇进行了两地的消解动态试验和最终残留试验。消解试验:每试验小区面积至少30 m²,3次重复,于水稻直播后分蘖期喷施20%噁唑·灭草松微乳剂,施药剂量为1 080 g a.i./hm²,施药1次。同时设计1个对照小区,对照小区不施药,对照小区与消解试验小区之间设置隔离带。最终残留试验:每小区面积至少30 m²,3次重复,在水稻苗期、杂草2~5叶期喷施20%噁唑·灭草松微乳剂1次,设720和1 080 g a.i./hm²两种施药剂量。同时设计1个对照小区,对照小区不施药,对照小区与最终残留试验小区之间设置隔离带。

1.2.2 样品采集

消解试验:于施药后2 h和1、3、5、7、14、21、28、35和42 d在每小区采用随机方式选取12个采样点

采集水稻植株样品至少1 kg/份,同时采集对照植株样品。

最终残留试验:于水稻收获期随机选取12个采样点采集每小区水稻样品,其中每份稻秆样品大于1 kg,每份稻穗大于2 kg,每份土壤大于1 kg,同时采集对照样品。

1.2.3 样品制备与检测

将植株及稻秆样品切成小段,稻穗脱粒后制得稻谷,稻谷经晾干后再脱壳制得糙米和稻壳。将每类样品混匀后用四分法取植株、稻秆和糙米100 g 2份,取稻壳30 g 2份,装入样品袋。土壤样品去除石块等杂物后混匀,用四分法分取200 g 2份,装入样品袋。所有样品在-18℃冷冻储存。样品检测方法参照文献[18],具体试验步骤如下。

1.2.3.1 提取

(1) 分别称取糙米、稻壳、稻秆样品5、2.5、2.5 g置于150 mL三角烧瓶中,分别依次加入15 mL水、30 mL乙腈,振荡30 min后抽滤,转出滤液至装有氯化钠的具塞量筒中,剧烈振摇具塞量筒后静置,吸取5 mL乙腈于40℃下浓缩至干,待净化。

(2) 称取5 g土壤样品置于150 mL三角烧瓶中,加入10 mL水、30 mL乙腈,振荡30 min后抽滤,转出滤液至装有氯化钠的具塞量筒,土壤返回原三角瓶再提取一次,抽滤后合并提取液,剧烈振摇具塞量筒后静置,吸取10 mL乙腈于40℃下浓缩至干,待净化。

1.2.3.2 净化

依次用5 mL甲醇、5 mL水活化平衡HLB小柱,在固体样品浓缩干的平底烧瓶中加入5 mL 10%甲醇水溶液,超声后上样,再加入5 mL 20%甲醇水溶

液淋洗小柱,最后加入5 mL乙腈洗脱并收集,收集液过0.22 μm滤膜,待进样。

1.2.3.3 检测条件

液相色谱条件:色谱柱为DIKMA Endeavorsil C₁₈(1.8 μm, 2.1 mm×100 mm);柱温为40℃;流速为0.2 mL/min,流动相:A相为甲醇,B相为0.1%甲酸水溶液(ESI⁺时为100%水),采用梯度洗脱程序,0 min, A为50%;2 min, A为90%;3 min, A为90%;4 min, A为50%;5 min, A为50%;进样体积为1.0 μL。

质谱条件:毛细管电压为3.0 kV(ESI⁺)和2.5 kV(ESI⁻),脱溶剂温度为450℃,脱溶剂气流量为800 L/h。ESI⁺测定:噁唑酰草胺定性、定量(*)离子对分别为441.1/180.1、441.1/288.1*, HFMPA定性、定量(*)离子对分别为198/180、198/125.9*, HPFMPA定性、定量(*)离子对分别为290.1/180、290.1/136.9*; ESI⁻测定:6-CBO定性、定量(*)离子对分别为168/75.8、168/131.8*。

1.3 数据分析

采用DPS数据处理软件计算消解方程和半衰期外,其余数据统计分析和作图均采用EXCEL软件。

2 结果与分析

2.1 残留分析方法精密度分析

噁唑酰草胺、HFMPA、HPFMPA和6-CBO在0.000 5~0.02 mg/L浓度范围内相关系数 r 值在0.998 2~0.999 8之间,呈现较好线性;标准溶液色谱图见图1。噁唑酰草胺及其代谢物在糙米、稻壳和稻秆中的残留分析方法精密度满足残留分析要求,其结果见已发文章^[18]。

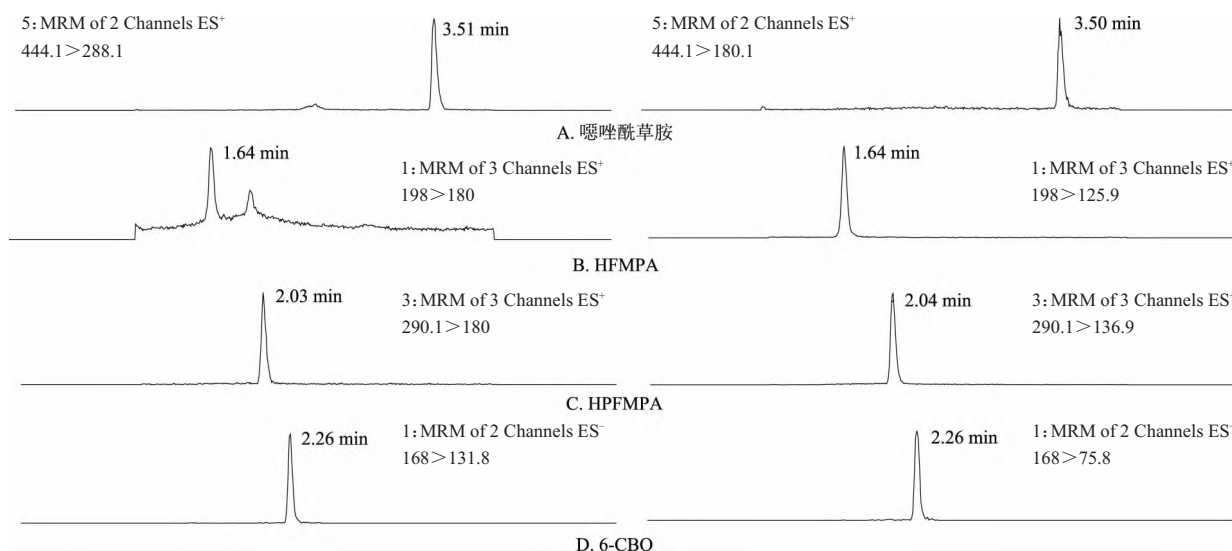


图1 噁唑酰草胺及其代谢物色谱图

在土壤进行了添加回收率试验,添加浓度为0.01、0.1和2.0 mg/kg,每档浓度添加5个重复。噁唑酰草胺、HFMPA、HPFMPA和6-CBO在土壤中平均回收率分别为72%~92%、80%~94%、93%~94%、90%~103%,相对标准偏差(RSD)分别为1.6%~4.2%、1.4%~3.9%、5.0%~8.6%、3.3%~4.4%,具体

数据见表1。土壤中的4个化合物的残留分析方法结果满足残留分析方法要求,可用于土壤中该4个化合物的残留分析。根据最低添加水平确定分析方法的定量限(LOQ),噁唑酰草胺、HFMPA、HPFMPA和6-CBO在糙米、稻壳、稻秆和土壤中LOQ均为0.01 mg/kg。

表 1 噁唑酰草胺及其代谢物在土壤中准确度和精密度数据 (n=5)

化合物	添加水平/ (mg·kg ⁻¹)	回收率/%					平均回收率/%	相对标准偏差/%
		1	2	3	4	5		
噁唑酰草胺	0.01	83	80	83	81	82	82	1.6
	0.1	90	97	89	94	88	92	4.1
	2.0	71	77	70	70	74	72	4.2
HFMPA	0.01	90	82	87	90	85	87	3.9
	0.1	93	96	96	92	93	94	2.0
	2.0	80	80	79	82	80	80	1.4
HPFMPA	0.01	88	97	89	92	99	93	5.2
	0.1	81	99	102	95	95	94	8.6
	2.0	92	90	100	88	94	93	5.0
6-CBO	0.01	110	100	103	100	99	102	4.4
	0.1	87	95	90	89	90	90	3.3
	2.0	104	109	100	102	100	103	3.6

2.2 噁唑酰草胺及其代谢物在水稻上的消解动态

2.2.1 黑龙江

黑龙江点植株中的噁唑酰草胺母体原始沉积量为4.9 mg/kg,5 d时消解率为36.7%,14 d时消解率为63.3%,42 d时消解率为95.5%,消解半衰期为11.5 d。黑龙江点植株中的噁唑酰草胺代谢物HFMPA、HPFMPA和6-CBO原始沉积量分别为0.36 (1 d达到最大值0.44 mg/kg)、0.028 (7 d达到最大值

0.060 mg/kg)和0.077 mg/kg,消解半衰期分别为14.4、13.3和6.4 d(表2),其消解曲线见图2。

2.2.2 浙江

浙江点植株中的噁唑酰草胺母体原始沉积量为5.1 mg/kg,5 d时消解率为47.1%,14 d时消解率为96.3%,42 d时消解率为99.5%,消解半衰期为4.4 d。噁唑酰草胺代谢物HFMPA、HPFMPA和6-CBO原始沉积量分别为0.14、0.47和0.059 mg/kg,消解半衰期分别为3.8、2.2和3.9 d(表2)。其消解曲线见图2。

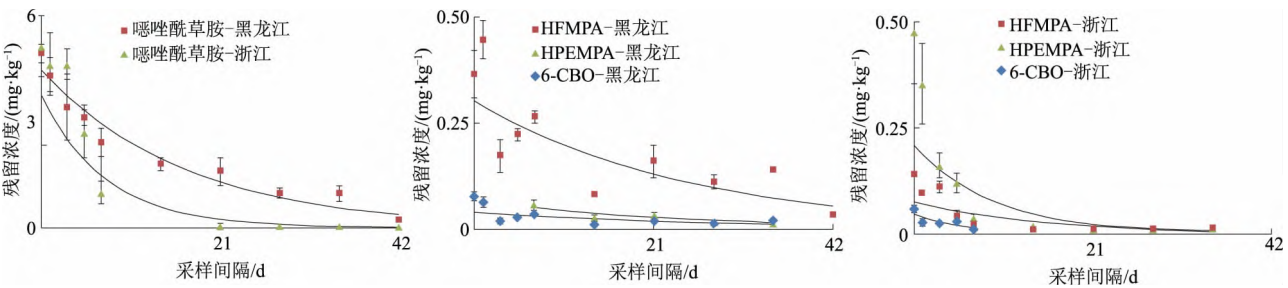


图 2 噁唑酰草胺及其代谢物在稻秆中的消解曲线

比较黑龙江和浙江消解试验数据可见,黑龙江点和浙江点噁唑酰草胺母体及其代谢物对应的降解半衰期存在较大差异,噁唑酰草胺母体及其代谢物在浙江点消解快于黑龙江点。消解试验表明,噁唑酰草胺及其代谢物在水稻植株中的残留量与施药

后的时间间隔呈指数关系,消解动态符合一级动力学方程。

2.3 最终残留分析

2.3.1 黑龙江

黑龙江点高、低剂量试验小区土壤样品中3个

代谢物的残留量均低于0.01 mg/kg,但噁唑酰草胺母体被检出,其平均值分别为0.040和0.011 mg/kg;高、低剂量试验小区糙米、稻壳和稻秆样品中噁唑酰草胺及代谢物HPFMPA和6-CBO的残留量均低于0.01 mg/kg,代谢物HFMPA在高、低剂量小区糙米样品中残留量均低于0.01 mg/kg,在稻壳中残留值分别为0.027和<0.01 mg/kg,在稻秆中残留量分别为0.14和0.11 mg/kg。

2.3.2 浙江

浙江点高、低剂量小区土壤、糙米和稻壳样品中噁唑酰草胺及其代谢物的残留量均低于0.01 mg/kg;高、低剂量小区稻秆样品中噁唑酰草胺及代谢物HPFMPA和6-CBO的残留量均低于0.01 mg/kg,

但代谢物HFMPA在高、低剂量小区稻秆中残留量分别为0.018和<0.01 mg/kg。

表 2 噁唑酰草胺及其代谢物在稻秆中的消解降解方程和半衰期

化合物	试验地点	消解方程	相关系数	半衰期/d
噁唑酰草胺	浙江	$c_t=5.516\ 5e^{-0.158\ 8t}$	0.970\ 9	4.4
	黑龙江	$c_t=4.429\ 7e^{-0.060\ 16t}$	0.976\ 6	11.5
HFMPA	浙江	$c_t=0.136\ 1e^{-0.183\ 8t}$	0.946\ 4	3.8
	黑龙江	$c_t=0.336\ 3e^{-0.048\ 18t}$	0.815\ 2	14.4
HPFMPA	浙江	$c_t=0.471\ 2e^{-0.318\ 7t}$	0.995\ 9	2.2
	黑龙江	$c_t=0.080\ 68e^{-0.052\ 29t}$	0.950\ 4	13.3
6-CBO	浙江	$c_t=0.049\ 41e^{-0.176\ 0t}$	0.819\ 8	3.9
	黑龙江	$c_t=0.064\ 25e^{-0.108\ 4t}$	0.768\ 0	6.4

表 3 噁唑酰草胺及其代谢物在水稻和土壤中的最终残留(n=3)

试验地点	样品	噁唑酰草胺		HFMPA		HPFMPA		6-CBO	
		720 g a.i./hm ²	1 080 g a.i./hm ²	720 g a.i./hm ²	1 080 g a.i./hm ²	720 g a.i./hm ²	1 080 g a.i./hm ²	720 g a.i./hm ²	1 080 g a.i./hm ²
黑龙江	糙米	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	稻壳	<0.01	<0.01	<0.01	0.027	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	稻秆	<0.01	<0.01	0.11	0.14	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	土壤	0.011	0.040	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
浙江	糙米	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	稻壳	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	稻秆	<0.01	<0.01	<0.01	0.018	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	土壤	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

3 结论与讨论

浙江和黑龙江残留消解试验时间均在8—9月,从消解数据可见:(1)噁唑酰草胺母体在植株上的消解较快,在浙江和黑龙江两地的消解半衰期分别为4.4和11.5 d,噁唑酰草胺在浙江点的植株上的降解半衰期与Barik等^[20]的文献报道相近,其在黑龙江点的植株上的降解慢于文献报道。(2)噁唑酰草胺母体在植株上的消解呈现较好的相关性,代谢物的消解规律性总体不如母体,这可能是由于代谢物同时存在2个相反的过程,一是母体代谢导致代谢物量增加,二是代谢物自身降解导致自身量减少;(3)母体和3种代谢物在水稻植株上消解半衰期为2.2~14.4 d,两个试验地点降解速率差异较大,消解试验期间浙江和黑龙江两点的平均试验温度分别为29.8和17.5℃,在浙江点的消解明显快于黑龙江点的消解,这可能主要是因为试验期间浙江点平均温度高于黑龙江点,与罗香文等^[23]得到的实验室内噁唑酰草胺在土壤中的降解特点类似(与湿度相比,

温度更容易加速土壤中噁唑酰草胺的降解),说明试验期间温度越高,噁唑酰草胺母体及其代谢物降解越快。

最终残留试验表明:(1)同一地点,高剂量小区样品中噁唑酰草胺和HFMPA检出量明显高于低剂量小区样品。(2)与浙江点相比,噁唑酰草胺仅在黑龙江点的土壤中被检出。浙江点土壤为水稻土,pH值为5.46,有机质含量为2.51%,阳离子代换量为23.06 cmol/kg;黑龙江点土壤为黑土,pH值为8.91,有机质含量为2.05%,阳离子代换量为20.18 cmol/kg。可能由于2个试验点的土壤类型差异以及温度等因素的影响导致黑龙江土壤中还能检测到低残留量的噁唑酰草胺母体(≤0.040 mg/kg)。(3)代谢物HFMPA在浙江点仅在稻秆高剂量样品检出0.018 mg/kg,但在黑龙江点的稻秆低剂量、高剂量分别为0.11和0.14 mg/kg,远高于浙江点,而且黑龙江点的稻壳高剂量样品中也检出代谢物HFMPA。HFMPA主要是在稻壳和稻秆有残留,情况与何红梅等^[18]、Janaki等^[19]报道类似。最终残留试验期间浙江和黑龙江

江两点的平均试验温度分别为27.1和21.2℃,代谢物HFMPA在黑龙江点的残留样品数多于浙江点,残留量高于浙江点,这个可能主要还是由于2个试验地点的气温差异导致的,跟残留消解的规律接近。

从试验结果可见,噁唑酰草胺在不同地域的水稻上消解和残留情况存在差异,其研究结果可为评估该除草剂在不同区域使用后在水稻不同部位和在稻田环境土壤中的安全性提供参考数据。

参考文献

- [1] 曾仲武,姜雅君.新稻田除草剂metamifop[J].农药,2004,43(7): 327-328.
- [2] 朱文达,何燕红,李林.噁唑酰草胺WP对水稻直播田禾本科杂草的防效[J].杂草科学,2011,29(3): 62-64.
- [3] 王晓兵,杨爱国,李爱国.10%噁唑酰草胺EC防除水稻直播田恶性禾草效果与使用技术[J].杂草科学,2012,30(2): 55-57.
- [4] IUPAC Pesticides Properties DataBase. Metamifop[DB/OL]. (2022-01-07) [2022-2-2]. <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/Reports/1498.htm>.
- [5] 罗婧,施海燕,彭文涛,等.噁唑酰草胺及其代谢物的残留分析方法[J].江苏农业学报,2010,26(1): 187-191.
- [6] 国家市场监督管理总局,农业农村部,国家卫生健康委员会. GB 2763—2021 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量[S]. 北京: 中国农业出版社,2021.
- [7] South Korea MRLs for agricultural chemicals. Metamifop[DB/OL]. (2017-12-01) [2021-12-30]. https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/02_01_01.jsp?pesticide_code=P01479&s_option=EN&s_type=12.
- [8] Japan MRLs for agricultural chemicals. Metamifop [DB/OL]. (2017-12-01) [2021-12-30]. http://db.ffcr.or.jp/front/pesticide_detail?id=75025.
- [9] 中国农药登记数据.噁唑酰草胺[DB/OL]. (2021-11-10) [2022-03-10]. <http://www.chinapesticide.org.cn/hysj/index.jhtml>.
- [10] 罗傲,陈恒辉,熊胜,等.液相色谱-串联质谱法检测水稻中噁唑酰草胺及其代谢物残留[J].精细化工中间体,2020,50(3): 77-80.
- [11] 豆叶枝,李菊颖,何健,等.分散固相萃取液相色谱质谱法测定水稻和多环境介质中的噁唑酰草胺及其代谢产物[J].环境化学,2020,39(10): 1-9.
- [12] 唐俗,袁定帅,孙林,等.液相色谱-串联质谱法测定粮谷中的噁唑酰草胺[J].食品工业,2019,40(3): 319-321.
- [13] 邵辉,李娜,李辉,等.豇豆中噁唑酰草胺及其代谢物残留量的超高效液相色谱-串联质谱法测定[J].天津农业科学,2021,27(5): 67-70.
- [14] 张月.超高效液相色谱-串联质谱法测定水稻中噁唑酰草胺残留量[J].中国农学通报,2020,36(9): 127-131.
- [15] 李菊颖,何健,吴文铸,等.噁唑酰草胺在水稻中的残留及膳食评估[J].农药,2020,59(12): 906-910.
- [16] 陈国峰,尤红梅,滕瑶,等. UPLC-MS/MS 法测定水稻中噁唑酰草胺和氟氟草酯及其代谢物的残留及膳食风险评估[J].中国稻米,2021,27(2): 57-62.
- [17] 孔德洋,石利利,单正军,等.噁唑酰草胺在稻田中的残留及消解动态[J].生态与农村环境学报,2011,27(5): 104-107.
- [18] 何红梅,徐玲英,张昌朋,等.噁唑酰草胺及其代谢物在水稻上的残留[J].农药学报,2022,24(2): 385-394.
- [19] JANAKI P, CHINNUSAMY C. Determination of metamifop residues in soil under direct-seeded rice[J]. Toxicological Environment Chemistry, 2012, 94(6): 1043-1052.
- [20] BARIK S R, GANGULY P, PATRA S, et al. Persistence behavior of metamifop and its metabolite in rice ecosystem[J]. Chemosphere, 2018,193: 875-882.
- [21] 王运浩. 农药登记残留田间试验标准操作规程[M]. 北京: 中国标准出版社,2007: 3-113; 215-219.
- [22] 中华人民共和国农业部. NY/T 788—2004 农药残留试验准则[S]. 北京: 中国农业出版社,2004.
- [23] 罗香文,谢柏春,李宗云,等.温度和湿度对土壤中噁唑酰草胺降解的影响[J].湖南农业科学,2016,(2): 38-40.

(责任编辑:金兰)

2022 年水稻重大虫害药剂应急控害技术

二化螟。药剂防治指标为分蘖期枯鞘率达到8%~10%或枯鞘株率3%;穗期重点防治上代残虫量大、当代卵孵盛期与水稻破口抽穗期相吻合的稻田,于卵孵化高峰期施药。选用苏云金杆菌(Bt)、金龟子绿僵菌CQMa421、印楝素、甲氧虫酰胺、氯虫苯甲酰胺、乙基多杀菌素等生物农药和低风险化学农药。

稻飞虱。华南、西南、长江中下游稻区重点防治褐飞虱和白背飞虱;黄淮稻区重点防治白背飞虱和灰飞虱。应急控害重点在水稻生长中后期,对孕穗期百丛虫量1 000头、穗期百丛虫量1 500头以上的稻田施药;西南和华南稻区还需注意分蘖期迁入代的防治。优先选用金龟子绿僵菌CQMa421、球孢白僵菌、苦参碱等生物农药和醚菊酯、烯啶虫胺、吡蚜酮、呋虫胺、氟啶虫酰胺、三氟苯嘧啶等高效、低生态风险的化学药剂。

稻纵卷叶螟。水稻分蘖期放宽防治指标,发挥植株补偿功能,减少使用农药。药剂防治指标为分蘖期百丛水稻束叶尖150个,孕穗后百丛水稻束叶尖60个。在卵孵化始盛期至低龄幼虫高峰期施用,优先选用苏云金杆菌(Bt)、金龟子绿僵菌CQMa421、短稳杆菌、甘蓝夜蛾核型多角体病毒、球孢白僵菌、稻纵卷叶螟颗粒体病毒等微生物农药,或四氯虫酰胺、茚虫威、多杀菌素、氯虫苯甲酰胺等高效、低生态风险的化学药剂。

(来源:全国农技推广)