

◆ 药效与应用 ◆

2次封闭化除对旱直播稻田杂草防效及对水稻的安全性

薛 静^{1,2}, 曹晶晶², 朱早兵², 张自常², 明 亮², 谷 涛², 李 贵², 姜远来², 王红春^{2*}

(1. 安徽师范大学生命科学学院, 安徽芜湖 241000; 2. 江苏省农业科学院植物保护研究所, 南京 210014)

摘要:通过田间小区试验,评价旱直播水稻播后苗前喷雾,结合播后撒施药肥对杂草的防效及对水稻的安全性,旨在为旱直播稻田杂草防除提供理论依据和技术指导。结果表明,水稻播后苗前,采用40%甲戊·噁草酮SC 2 250 mL/hm²喷雾结合播后20 d拌肥撒施50%异丙隆WP 1 200 g/hm²+50%丙草胺EC 450 mL/hm²+80%丙炔噁草酮WP 75 g/hm²、47%异隆·丙·氯吡WP 1 800 g/hm²喷雾结合播后20 d拌肥撒施50%异丙隆WP 1 200 g/hm²+50%丙草胺EC 450 mL/hm²+80%丙炔噁草酮WP 75 g/hm²、60%噁草·丁草胺EC 2 250 mL/hm²结合播后20 d拌肥撒施50%异丙隆WP 1 200 g/hm²+50%丙草胺EC 450 mL/hm²+80%丙炔噁草酮WP 75 g/hm²处理,对旱直播稻田稗属杂草、千金子、鳢肠、鸭舌草、多花水苋、异型莎草及总草的株防效均在95%以上,667 m²产量在550 kg以上,且对旱直播水稻安全。

关键词:旱直播水稻;封闭除草;除草剂;安全性;防效

中图分类号:S 451.2 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1671-5284.2025.05.010

Efficacy and crop safety of twice pre-emergence herbicide treatment in dry-direct seeded rice field

XUE Jing^{1,2}, CAO Jingjing², ZHU Zaobing², ZHANG Zichang², MING Liang², GU Tao², LI Gui², LOU Yuanlai², WANG Hongchun^{2*}

(1. College of Life Sciences, Anhui Normal University, Anhui Wuhu 241000, China; 2. Institute of Plant Protection, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China)

Abstract: Field trials were conducted to evaluate the efficacy and its safety of twice pre-emergence herbicide treatment in dry-direct seeded rice. The treatment involved an initial pre-emergence herbicides spray followed by a combined application of fertilizer-herbicide on the 20th day after sowing. The results showed that three treatments could effectively control weeds, with the plant control effect over 95% on *Echinochloa* spp., *Leptochloa chinensis*, *Eclipta prostrata*, *Monochoria vaginalis*, *Ammannia multiflora*, *Cyperus difformis* and total weeds in dry-direct seeded rice fields. And they were safe to dry-direct seeded rice. The three treatments consisted of: spraying pendimethalin·oxadiazon 40% SC 2 250 mL/hm² after sowing, followed by application of isoproturon 50% WP 1 200 g/hm², pretilachlor 50% EC 450 mL/hm², oxadiargyl 80% WP 75 g/hm² with fertilizer on the 20th day after sowing; spraying isoproturon·pretilachlor·halosulfuron-methyl 47% WP 1 800 g/hm² after sowing, followed by application of isoproturon 50% WP 1 200 g/hm², pretilachlor 50% EC 450 mL/hm² and oxadiargyl 80% WP 75 g/hm² with fertilizer on the 20th day after sowing; spraying butachlor·oxadiazon 60% EC 2 250 mL/hm² after sowing, followed by application of isoproturon 50% WP 1 200 g/hm², pretilachlor 50% EC 450 mL/hm², oxadiargyl 80% WP 75 g/hm² with fertilizer on the 20th day after sowing.

Key words: dry-direct seeded rice; pre-emergence; herbicide; safety; control effect

收稿日期:2025-03-25

基金项目:江苏省亚夫科技服务项目“稻麦周年连作田草害绿色高效防控技术示范与推广”(KF(23)1105)

作者简介:薛静(2002—),硕士研究生,从事杂草致灾机理与防控研究。E-mail xue020918@ahnu.edu.cn

通信作者:王红春(1985—),博士,副研究员,从事杂草致灾机理与防控研究。E-mail hongchun023@126.com

水稻是我国最主要的粮食作物之一^[1-2]。旱直播稻是水稻栽培的重要方式,具有栽培节水、节能,以及土地利用效率高等优点,其种植面积不断扩大。然而,旱直播稻田土壤干湿交替,有利于多种水生、湿生及早生杂草的发生,导致杂草发生种类多、出苗早且与水稻共生期长等问题突出,严重影响旱直播水稻的产量和品质^[3-4]。

据调查,江苏省旱直播稻田常见杂草有禾本科杂草稗草 (*Echinochloa* spp.)、千金子 (*Leptochloa chinensis*)、马唐 (*Digitaria sanguinalis*)、阔叶杂草多花水苋 (*Ammannia multiflora*)、鳢肠 (*Eclipta prostrata*)、丁香蓼 (*Ludwigia prostrate*) 及莎草科杂草异型莎草 (*Cyperus difformis*)、碎米莎草 (*Cyperus iria*) 等,生产上多种杂草混生危害旱直播水稻^[5-8]。当前,旱直播稻田杂草化学防除仍然以“一封二杀三补”为主^[9-11]。其中,“一封”除草剂品种以丙草胺、丁草胺、仲丁灵、二甲戊灵、噁草酮、丙炔噁草酮、苄嘧磺隆、吡嘧磺隆等为主;“二杀”除草剂品种以五氟磺草胺、氟氟草酯、噁唑酰草胺、敌稗、灭草松等为主;“三补”除草剂品种以敌稗、氟氟草酯、噁唑酰草胺、灭草松、氯氟吡氧乙酸等为主^[12-14]。近年来,受恶劣天气频发,农村劳动力贫乏,单一除草剂长期使用等因素影响,杂草问题日趋严重。旱直播水稻采用干谷播种,秧苗出土速度慢,杂草生长空间大,草稻共生期长,易出现“草欺稻”现象。此外,旱直播稻田土壤干湿交替,多种旱生和湿生杂草混生危害,杂草出苗持续时间长,而常规化学防除对茎叶处理的依赖性强,导致防除次数多、抗药性蔓延迅速等问题突出。因此,研发轻简、高效、安全的杂草化学防除技术已成为保障旱直播水稻高产、稳产、优质的必需^[15]。

本文通过田间小区试验考察播后苗前土壤喷雾,结合播后 20 d 撒施药肥处理对旱直播稻田杂草

防效及对水稻的安全性,旨在为旱直播稻田杂草防除提供科学依据和技术指导。

1 材料与方法

1.1 试验田概况

2024 年 6—11 月,在江苏省兴化市兴东镇联发村开展田间小区试验。试验田常年稻麦连作,小麦秸秆全量还田。田块地势平坦,肥力均匀一致,排灌方便。土壤为水稻土,pH 为 7.60,有机质质量分数为 18.09 g/kg,全氮质量分数 1.16 g/kg,速效钾质量分数 80 mg/kg,有效磷质量分数 15 mg/kg。

小麦收获后深翻整田、浅旋平田。6 月 15 日,无人机撒播南粳 9108 干谷(干谷量 112.5 kg/hm²),播后浅旋盖籽,人工开墒沟。同日,上跑马水后小区四周人工做埂,每小区单独排灌。

试验田杂草发生常年中等偏重,分布均匀。杂草种类以无芒稗 (*E. crus-galli* var. *mitis*)、西来稗 (*E. crus-galli* var. *zelayensis*)、千金子、多花水苋、鳢肠、丁香蓼、异型莎草等杂草为主,马唐、陌上菜 (*Lindernia procumbens*) 等杂草零星发生。

1.2 试验药剂

50%丙草胺 EC、47%异隆·丙·氯吡 WP (异丙隆 29.5%+丙草胺 16%+氯吡嘧磺隆 1.5%)、10%苄嘧磺隆 WP,江苏省农用激素工程技术研究中心有限公司生产;80%丙炔噁草酮 WP,拜耳作物科学有限公司生产;40%甲戊·噁草酮 SC (二甲戊灵 30%+噁草酮 10%),安徽蓝田农业开发有限公司生产;50%异丙隆 WP,江苏快达农化股份有限公司生产;60%噁草·丁草胺 EC (噁草酮 10%+丁草胺 50%),江苏瑞邦农化股份有限公司生产。

1.3 试验设计

试验设置 11 个处理,如表 1 所示。小区面积 20 m²。每处理 3 次重复,随机区组排列。

表 1 试验设计

编号	施药次数/次	药剂及制剂用量	施药时间	施药方法
T1	1	50%异丙隆 WP 1 200 g/hm ² +50%丙草胺 EC 450 mL/hm ² +10%苄嘧磺隆 WP 450 g/hm ²	播后苗前	喷施
T2	1	40%甲戊·噁草酮 SC 2 250 mL/hm ²	播后苗前	喷施
T3	1	47%异隆·丙·氯吡 WP 1 800 g/hm ²	播后苗前	喷施
T4	1	60%噁草·丁草胺 EC 2 250 mL/hm ²	播后苗前	喷施
T5	2	(A) 50%异丙隆 WP 1 200 g/hm ² +50%丙草胺 EC 450 mL/hm ² +10%苄嘧磺隆 WP 450 g/hm ²	(A) 播后苗前	(A) 喷施
		(B) 40%甲戊·噁草酮 SC 2 250 mL/hm ² +50%丙草胺 EC 450 mL/hm ²	(B) 播后 20 d	(B) 药肥
T6	2	(A) 40%甲戊·噁草酮 SC 2 250 mL/hm ²	(A) 播后苗前	(A) 喷施
		(B) 47%异隆·丙·氯吡 WP 1 800 g/hm ²	(B) 播后 20 d	(B) 药肥
T7	2	(A) 40%甲戊·噁草酮 SC 2 250 mL/hm ²	(A) 播后苗前	(A) 喷施
		(B) 50%异丙隆 WP 1 200 g/hm ² +50%丙草胺 EC 450 mL/hm ² +80%丙炔噁草酮 WP 75 g/hm ²	(B) 播后 20 d	(B) 药肥

(续表 1)

编号	施药次数/次	药剂及制剂用量	施药时间	施药方法
T8	2	(A) 47%异隆·丙·氯吡 WP 1 800 g/hm ²	(A) 播后苗前	(A) 喷施
		(B) 50%异丙隆WP 1 200 g/hm ² +50%丙草胺EC 450 mL/hm ² +80%丙炔噁草酮WP 75 g/hm ²	(B) 播后20 d	(B) 药肥
T9	2	(A) 60%噁草·丁草胺EC 2 250 mL/hm ²	(A) 播后苗前	(A) 喷施
		(B) 50%异丙隆WP 1 200 g/hm ² +50%丙草胺EC 450 mL/hm ² +80%丙炔噁草酮WP 75 g/hm ²	(B) 播后 20 d	(B) 药肥
T10		人工除草		
T11		空白对照		

施药方法为喷雾法或药肥法。喷雾法 6月17日(水稻播后苗前、跑马水落干后)施药,使用市下牌 SX-MD15DA 电动喷雾器(扇形喷嘴,压力0.2~0.4 MPa,雾粒直径30~90 μm),人工均匀细喷雾,用水量450 L/hm²。药肥法 7月5日拌尿素人工撒施,尿素用量150 kg/hm²。撒施前建立浅水层,以刚好覆盖土表为宜,但不淹没秧心,药后保水5 d。

喷雾施药当天(6月17日)天气阴转晴,东风3级 药后10 d,天气以阴雨为主,最高气温32℃,最低温度20℃。药肥施用当天(7月5日)天气阴,西南风3级 药后10 d,天气多阴雨,最高气温37℃,最低温度19℃。

1.4 调查方法

1.4.1 药效调查

第1次药后18 d(7月5日,第2次施药当天)分种类调查杂草株数 第2次药后30 d(8月4日)分种类调查各处理区杂草株数。每个小区取4点调查,每点0.25 m²(0.5 m×0.5 m)。

株防效/%=
$$\frac{\text{对照区杂草株数}-\text{处理区杂草株数}}{\text{对照区杂草株数}} \times 100$$

1.4.2 安全性调查

分别于第1次药后18 d(7月5日)、第2次药后30 d(8月4日)调查20株水稻的株高 ;第2次药后

30 d(8月4日)加测20株水稻的茎蘖数。水稻收获前,在每个小区内随机定4个点,每点面积为0.25 m²(0.5 m×0.5 m),调查水稻的有效穗数、穗粒数,以试验基地南粳9108常年千粒重均值26.8 g为准,计算理论产量。

1.5 数据处理

原始数据经Excel处理后,统计分析差异显著性(Duncan's法,P=0.05)。

2 结果与分析

2.1 不同处理对杂草的防效

2.1.1 第1次药后18 d防效

第1次药后18 d,不同药剂喷雾处理对旱直播稻田稗属杂草、千金子、鳢肠、鸭舌草、多花水苋、异型莎草及总草的株防效均在85%以上(表2)。其中,40%甲戊·噁草酮SC 2 250 mL/hm²(T2、T6、T7)处理、60%噁草·丁草胺EC 2 250 mL/hm²(T4、T9)处理的总草株防效均在95%以上。

2.1.2 第2次药后30 d防效

第2次药后30 d,不同处理对旱直播稻田稗属杂草、千金子、鳢肠、鸭舌草、多花水苋、异型莎草及总草株防效均在82%以上(表3)。其中,T7、T8、T9处理的杂草株防效均在95%以上。

表 2 第 1 次药后 18 d 对杂草的株防效 %

处理	稗属杂草	千金子	鳢肠	鸭舌草	多花水苋	异型莎草	总草
T1	95.85a	94.43a	92.24b	87.50b	85.71a	95.67a	93.24b
T2	95.66a	95.74a	95.37a	95.87a	95.71a	96.65a	95.36a
T3	98.46a	98.23a	99.12a	87.54b	86.86b	96.67a	97.88a
T4	95.46a	95.57a	94.12a	95.50a	92.86ab	95.99a	95.21a
T5	95.73a	94.14a	93.53b	88.75b	86.77b	93.46a	92.73b
T6	95.10a	95.33a	95.09a	95.62a	96.09a	95.57a	95.11a
T7	95.53a	95.07a	95.92a	95.45a	96.44a	96.99a	95.29a
T8	95.68a	95.54a	93.14b	86.72b	87.90b	95.00a	94.01a
T9	95.85a	96.71a	95.24a	95.50a	95.71a	97.67a	95.78a
T11	16.25	17.50	4.25	4.00	3.50	3.00	48.50

注 :T11中数据为0.25 m²杂草株数。同列数据后不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。下表同。

表 3 第 2 次药后 30 d 对杂草的株防效

处理	稗属杂草	千金子	鳢肠	鸭舌草	多花水苋	异型莎草	总草
T1	85.36b	83.66b	86.00c	85.91c	87.84b	89.82b	86.93b
T2	82.50b	85.99b	90.00b	82.91c	85.92b	85.45b	84.33c
T3	92.86ab	93.99a	94.00a	82.91c	83.88b	92.91ab	91.21ab
T4	82.79b	83.89b	84.00c	84.18c	89.84b	84.82b	83.05c
T5	97.14a	94.59a	96.00a	91.45b	92.96ab	93.45a	94.23ab
T6	97.86a	96.91a	97.00a	94.45ab	93.96a	95.45a	95.56a
T7	96.36a	95.31a	98.00a	96.91a	96.92a	98.91a	97.49a
T8	99.64a	98.56a	100.00a	96.91a	96.92a	97.91a	98.40a
T9	98.93a	97.60a	100.00a	100.00a	97.96a	100.00a	98.28a
T11	70.00	104.00	6.25	5.50	12.25	5.50	203.50

2.2 对水稻的安全性

第1次药后18 d,水稻的株高为28.32~31.58 cm,各处理无显著差异(表4)。第2次药后30 d,水稻株高为67.44~68.89 cm,不同处理间无显著差异。

第2次药后30 d,不同药剂处理的水稻茎蘖数为4.20~5.38个/株,均优于空白对照,且存在显著差异。2次用药处理的水稻茎蘖数均显著高于1次用药处理,且与人工除草处理间无显著差异。

水稻收获前考种结果表明,不同药剂处理的水稻有效穗数有所不同。其中,T7处理区水稻有效穗数最高,0.25 m²有效穗有89.9个,其次为T6、T8和T9处理。2次用药处理的水稻有效穗数与人工除草处理间无显著差异。穗粒数较高的药剂处理为T6~T9,穗粒数为100.7~103.5粒,与人工除草处理间无显著差异。理论产量最高的药剂处理是T8,667 m²产量达到562.99 kg,其次是T7 (552.94 kg)。

表 4 不同处理对水稻生长及产量的影响

处理	株高/cm		茎蘖数/(个/株)	有效穗数/个	穗粒数/粒	理论产量/kg
	1次药后18 d	2次药后30 d				
T1	29.99a	68.36a	4.30c	75.8c	92.1c	424.30c
T2	29.72a	68.89a	4.20c	74.4c	96.7b	437.26c
T3	29.49a	68.57a	4.62b	80.7b	98.8b	484.59b
T4	28.32a	68.88a	4.40b	80.8b	97.1b	476.84b
T5	29.59a	67.78a	5.11a	87.1ab	98.9b	523.54ab
T6	29.75a	67.44a	5.17a	89.5a	100.7a	547.76a
T7	29.33a	68.82a	5.18a	89.9a	101.2a	552.94a
T8	29.43a	67.75a	5.37a	89.5a	103.5a	562.99a
T9	28.35a	68.25a	5.38a	89.4a	101.3a	550.41a
T10	29.75a	68.23a	5.50a	89.5a	108.2a	588.56a
T11	31.58a	67.93a	1.00d	31.9d	31.9d	61.85d

注 表中有效穗数为0.25 m²样方内计数值,理论产量为667 m²折算产量。

3 结论与讨论

随着旱直播水稻栽培面积的快速增长,草害问题也日益凸显^[16-18]。当前,旱直播稻田杂草防除依然以传统的“一封二杀三补”为主,存在除草剂用量大、施药难度高、抗性蔓延快、药害风险高、综合效益低等问题。通过2次封闭化除可将杂草抑制在萌芽或2叶期幼苗阶段,降低了杂草发生基数,减少了杂草对水稻的竞争抑制作用,利于水稻的高产稳产。此外,当前杂草抗药性主要集中在茎叶处理的除草剂,

采用封闭或封杀化除的策略利于实现对抗药性杂草的可持续治理,以保障旱直播水稻的安全生产。

本研究发现,水稻播后苗前、跑马水落干后,可采用40%甲戊·噁草酮SC 2 250 mL/hm²喷雾结合播后20 d拌肥撒施50%异丙隆WP 1 200 g/hm²+50%丙草胺EC 450 mL/hm²+80%丙炔噁草酮WP 75 g/hm²、47%异隆·丙·氯吡WP 1 800 g/hm²喷雾结合播后20 d拌肥撒施50%异丙隆WP 1 200 g/hm²+50%丙草胺EC 450 mL/hm²+80%丙炔噁草酮WP 75 g/hm²、60%噁草·丁草胺EC 2 250 mL/hm²喷雾结合播后20 d拌

肥撒施50%异丙隆WP 1 200 g/hm²+50%丙草胺EC 450 mL/hm²+80%丙炔噁草酮WP 75 g/hm²处理杂草,对旱直播稻田稗属杂草、千金子、鳢肠、鸭舌草、多花水苋、异型莎草及总草株防效均在95%以上,且对旱直播水稻安全,具有高效、安全、施药简便等优点,应用前景较好。

稻田除草剂药效发挥易受土壤墒情、田块平整度、保水性能等因素的影响。本试验中,水稻播后苗前、跑马水落干后第2天喷施封闭除草剂,田间土壤湿度相对较高,且药后10 d内天气以阴雨为主,利于封闭药效的充分发挥。水稻播后22 d,撒施药肥时田间建有浅水层,田块平整且保水性能好,药后10 d内天气以阴雨天气为主,为药效的充分发挥提供了有利条件。在进一步推广应用除草技术时,应在整田时尽量做到田间土壤平整,提高保水性能,播后苗前施药时要提高土壤墒情,苗后二封施药时要建立浅水层,以刚好完全覆盖土表,不淹没秧心为宜,有利于促进药效的充分发挥。

参考文献

- [1] 杨建昌, 张建华. 水稻高产节水灌溉[M]. 北京: 科学出版社, 2019.
- [2] 张自常, 谷涛, 李永丰, 等. 10%唑·氟氯+480 g/L灭草松对旱直播稻田杂草防除和水稻产量的影响[J]. 杂草学报, 2019, 37(4): 50-55.
- [3] 谷岩, 梁爽, 侯志广, 等. 液相色谱法测定苄嘧磺隆和仲丁灵在水稻中的贮存稳定性[J]. 植物保护, 2016, 42(1): 154-158.
- [4] 谷岩. 苄嘧磺隆和仲丁灵在水稻残留样品中的贮存稳定性研究

(上接第 41 页)

- [8] 马达文, 程成立, 汤亚斌, 等. 湖北省鳖虾稻高效生态种养模式研究[J]. 中国水产, 2012(4): 50-52.
- [9] 刘本凤. 河蟹与克氏原螯虾池塘生态套养技术[J]. 养殖与饲料, 2007(6): 32-34.
- [10] 李华清. 龙虾泥鳅轮作高效养殖技术总结[J]. 渔业致富指南, 2008(1): 37-38.
- [11] 吴碧球, 李成, 黄所生, 等. 稻田常用6种化学农药对克氏原螯虾的安全性评价[J]. 农药, 2023, 62(11): 817-822.
- [12] 盛银平, 徐先栋, 黄江峰, 等. 氯虫苯甲酰胺对8种常见淡水养殖鱼虾的毒性试验[J]. 江西水产科技, 2012(1): 37-38.
- [13] 袁泉, 田志慧, 邱逸忱, 等. 3种稻田除草剂对克氏原螯虾的急性毒性效应[J]. 上海农业学报, 2023, 39(4): 85-89.
- [14] 陈婕, 沈亚强, 王晔青, 等. 13种稻田常用农药对克氏原螯虾幼虾的急性毒性[J]. 淡水渔业, 2022, 52(6): 10-16.
- [15] 徐怡, 刘其根, 胡忠军, 等. 10种农药对克氏原螯虾幼虾的急性毒性[J]. 生态毒理学报, 2010, 5(1): 50-56.
- [16] 郑瑞州, 胡鲲. 氰戊菊酯等4种化学药物对克氏原螯虾的急性毒性及组织病理观察[J]. 南方农业学报, 2021, 52(6): 1727-1734.
- [17] 吴雷明, 韩光明, 王守红, 等. 3种酰胺类稻田除草剂对克氏原螯虾的急性毒性[J]. 生物安全学报, 2019, 28(4): 301-305.
- [18] 徐滨, 朱祥云, 魏开金, 等. 四种稻田农药对克氏原螯虾的急性毒性研究[J]. 淡水渔业, 2014, 44(5): 38-42.
- [19] 中华人民共和国质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理

[D]. 长春: 吉林农业大学, 2015.

- [5] 朱文达, 曹勤程, 吴佳佳, 等. 醚苯磺隆·异丙隆防除单双子叶杂草及对养分的影响[J]. 湖北农业科学, 2020, 59(8): 74-76.
- [6] 姜天成, 徐蓬, 孙钰晨, 等. 丙炔噁草酮与氟氯草酯桶混一次防控水直播稻田杂草效果与安全性[J]. 杂草学报, 2020, 38(2): 68-74.
- [7] 周加春, 王太高, 顾慧玲, 等. 70%苄嘧·苯噻唑WP防除水稻移栽田杂草效果研究[J]. 大麦与谷类科学, 2014(1): 47-49.
- [8] 张伟星, 刘清, 徐建伟, 等. 噁嗪草酮与五氟磺草胺或双草醚混用对水稻机插秧田杂草的防效及水稻的安全性[J]. 杂草学报, 2016, 34(3): 39-44.
- [9] 李建伟, 储西平, 姜远来, 等. 异丙·丁·苄WP防除水稻直播田杂草的效果及应用技术[J]. 杂草科学, 2010(4): 44-45.
- [10] 何振辉, 黄超, 赵宁, 等. 安徽省稻田杂草发生现状与防控对策[J]. 植物保护, 2024, 50(5): 6-14.
- [11] 马荣荣. 25%二氯·五氟磺草胺悬浮剂对水稻直播田一年生杂草的防除效果试验[J]. 安徽农学通报, 2023, 29(12): 103-105; 115.
- [12] 谷涛, 张自常, 曹晶晶, 等. 细胞色素P450介导的杂草抗药性研究进展[J]. 植物保护, 2024, 50(4): 1-15.
- [13] 顾琼楠, 褚世海, 黄后超, 等. 湖北省稻田稗属杂草田间种群对五氟磺草胺的抗性水平[J]. 江苏农业科学, 2023, 51(24): 105-113.
- [14] 张丽雅, 李奇, 史珊珊, 等. 稻田稗草对五氟磺草胺的抗性机制及其防治药剂筛选[J]. 中国农业科学, 2023, 56(14): 2713-2723.
- [15] 朱阿秀, 沈晴, 陈岚, 等. 2022年江苏稻田杂草发生特点与防控对策[J]. 中国植保导刊, 2024, 44(7): 32-38.
- [16] 鲍海波, 刘宝生, 周长勇, 等. 江淮地区机械旱直播粳稻与机插秧粳稻病虫害发生差异[J]. 江苏农业科学, 2023, 51(23): 124-131.
- [17] 王可, 王红春, 付朝晋, 等. 滴施和喷施5% K608SC对稻田杂草防效及其安全性的比较[J]. 杂草学报, 2020, 38(4): 63-68.
- [18] 于居龙, 张国, 朱阿秀, 等. 江苏丘陵地区旱直播水稻田杂草化除技术[J]. 杂草学报, 2022, 40(1): 34-41.

(编辑: 顾林玲)

理委员会. 化学农药环境安全评价试验准则 第21部分 大型甲壳类生物毒性试验: GB/T 31270.21—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.

- [20] 魏方林, 朱金文, 李少南, 等. 氨基阿维菌素苯甲酸盐乳油对环境生物的急性毒性研究[J]. 农药科学与管理, 2008, 29(3): 19-24.
- [21] 王晶, 庄韵筠, 陈洪举, 等. 氨基阿维菌素苯甲酸盐对海洋桡足类日本虎斑猛水蚤的慢性毒性效应[J]. 生态毒理学报, 2019, 14(5): 202-211.
- [22] 李淇, 陈鑫, 戴彩娇, 等. 氨基阿维菌素苯甲酸盐对宽体金线蛭的急性毒性研究[J]. 安徽农业大学学报, 2024, 51(5): 826-833.
- [23] 闫雅婷, 王宏元, 乔旭峰, 等. 氨基阿维菌素苯甲酸盐对泥鳅的急性毒性[J]. 生态毒理学报, 2013, 8(6): 993-997.
- [24] 孟华清, 孟立霞, 王召. 新型农药康宽(氯虫苯甲酰胺)对鲤的急性毒性研究[J]. 凯里学院学报, 2014, 32(6): 58-61.
- [25] 陈吉祥, 于伟丽, 王广友, 等. 氯虫苯甲酰胺对环境生物的急性毒性与安全性评价[J]. 生态毒理学报, 2022, 17(6): 452-461.
- [26] 吴松, 黄晓丽, 陶月, 等. 氯虫苯甲酰胺对中华绒螯蟹的急性毒性研究[J]. 水产学杂志, 2023, 36(3): 46-51.
- [27] 于瑞祥, 赵学平, 吴长兴, 等. 茚虫威对环境生物的安全性评价[J]. 农药, 2009, 48(1): 47-49.
- [28] LEUNG T S, NAQVI S M, NAQVI N Z. Paraquat toxicity to Louisiana crayfish (*Procambarus clark*) [J]. Bull Environ Contain Toxicol, 1980, 25(1): 465-469.

(编辑: 顾林玲)