

◆ 药效与应用 ◆

噁草酮及其混剂对花生田杂草防效及对花生安全性评价

库月明¹, 曲明静², 李 宁³, 杜 龙^{2*}, 姚永生^{1*}

(1. 塔里木大学农学院, 新疆阿拉尔 843300; 2. 山东省花生研究所, 青岛 266000; 3. 黄冈市农业科学院, 湖北黄冈 438000)

摘要:为明确250 g/L噁草酮EC及其混剂在防除花生田杂草中的应用前景,本研究利用田间小区药效试验评价了250 g/L噁草酮EC及其混剂对花生田杂草的防效及对花生的安全性。试验结果表明,250 g/L噁草酮EC单独施用,田间施用有效剂量为450 g/hm²时防效较好,药后30 d总草株防效及鲜重防效分别为79.7%和83.2%,与900 g/L乙草胺EC总草株防效和总草鲜重防效相近。混配施用,250 g/L噁草酮EC 450 g/hm²与960 g/L精异丙甲草胺EC 720 g/hm²混用的防效最佳,药后30 d总草株防效和总草鲜重防效分别为83.3%和87.1%,与240 g/L乙氧氟草醚EC 180 g/hm²+960 g/L精异丙甲草胺EC 720 g/hm²总草株防效和总草鲜重防效相当,且增产率达27.3%。因此,250 g/L噁草酮EC 262.5~450 g/hm²与960 g/L精异丙甲草胺EC 720 g/hm²混用可用于花生田杂草防除,杂草防效良好,对花生安全性高,增产效果显著。

关键词:噁草酮; 防效; 安全性; 混配

中图分类号:S 482.4 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1671-5284.2023.02.013

Control Effects and Safety Evaluation of Oxadiazon and Its Mixtures on Weed in Peanut Field

SHE Yueming¹, QU Mingjing², LI Ning³, DU Long^{2*}, YAO Yongsheng^{1*}

(1. Faculty of Agriculture, Tarim University, Alar 843300, Xinjiang, China; 2. Shandong Peanut Research Institute, Qingdao 266000, China; 3. Huanggang Academy of Agricultural Sciences, Huanggang 438000, Hubei, China)

Abstract: To clarify the application prospects of oxadiazon 250 g/L EC and its mixtures in peanut fields, control effect and safety of oxadiazon 250 g/L EC and its mixtures on weeds in peanuts field were evaluated by using field experiments. The results indicated that the plant and fresh weight control effect of oxadiazon 250 g/L EC at dose of 450 g/hm² after treatment for 30 d were 79.7% and 83.2%, respectively, which showed similar weed control effect compared with acetochlor 900 g/L EC. Oxadiazon 250 g/L EC 450 g/hm² + S-metolachlor 960 g/L EC 720 g/hm² had the best control effect with high yield growth rate of 27.3%, and the total plant control effect and total fresh weight control effect after treatment for 30 d were 83.3% and 87.1%, respectively, which was equivalent to the control effect of oxyfluorfen 240 g/L EC 180 g/hm² + S-metolachlor 960 g/L EC 720 g/hm². Oxadiazon 250 g/L EC 262.5-450 g/hm² + S-metolachlor 960 g/L EC 720 g/hm² could be used for weed control in peanut fields with good weed control effect, high safety and significant yield-increasing effect.

Key words: oxadiazon; control effect; safety; mixture

收稿日期: 2022-10-14

基金项目: 山东省自然科学基金(ZR2020QC135); 国家自然科学基金(32001940); 国家花生产业技术体系(CARS-13)

作者简介: 库月明(1999—), 男, 新疆乌鲁木齐人, 硕士研究生, 研究方向为花生田杂草防除。E-mail: sheyueming@qq.com

通信作者: 杜龙(1988—), 男, 山东东营人, 博士, 助理研究员, 主要从事花生田杂草防除及抗性杂草治理研究。E-mail: dulongzxcv@163.com

共同通信作者: 姚永生(1977—), 男, 河南宁陵人, 博士, 教授, 主要从事昆虫生态学及农药毒理学研究。E-mail: yyszky@163.com

花生是中国重要的油料作物和经济作物,种植面积常年稳定在450万hm²以上,总产量1 600万t左右,占油料作物总产量50%以上,单产、总产和出口量一直位居全国油料作物之首^[1-2]。花生田的杂草群落种类繁多,不但与花生争夺生长资源,还作为花生病虫害的寄主,助长病虫害的发生蔓延^[3],在不同程度上影响着花生的产量与品质。自然情况下,杂草可造成花生减产达70%^[4]。

当前花生田化学防控以乙草胺、精异丙甲草胺单剂为主^[5-6],这2种药剂同属氯乙酰胺类除草剂,主要作用机理是抑制蛋白酶活性,破坏蛋白质的合成,从而抑制细胞分裂来控制杂草的生长^[7],可用于玉米、大豆、花生、棉花等多种作物田防除大部分禾本科杂草和部分阔叶杂草,但对部分阔叶杂草的防除效果不佳^[8-9]。噁草酮(Oxadiazon)属原卟啉原氧化酶抑制剂,是一种触杀型选择性水、旱田两用的芽前除草剂^[10],其尤对萌芽期杂草敏感^[11],用于防治多种一年生单子叶和双子叶杂草,尤其对田旋花(*Convolvulus arvensis*)、打碗花(*Calystegia hederacea*)等阔叶杂草防效优异^[12],在有光的条件下能发挥良好的杀草活性^[13],具有杀草谱广、高效、低毒、用量少、低残留,对后茬作物无影响、生态效益好、使用方便等优点,在国内外市场应用前景广阔^[14]。

有调查表明,20世纪80年代黄淮流域花生田危害最严重的为禾本科杂草,阔叶杂草虽然种类繁多,但种群数量偏小,危害相对较轻。随着时间的推移,花生田草相也发生演变,以致不少田块阔叶杂草的危害程度已远超过禾本科杂草^[15],而根本原因在于单一类型除草剂的长期使用。因此,本研究以乙草胺、精异丙甲草胺、乙氧氟草醚等花生田常用除草剂为对照,通过田间试验探究噁草酮在花生田的防效,为防除以阔叶杂草为优势群落的花生田杂草提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

250 g/L噁草酮EC,山东东泰农化有限公司;240 g/L乙氧氟草醚EC,科迪华农业科技有限责任公司;960 g/L精异丙甲草胺EC,瑞士先正达作物保护有限公司;900 g/L乙草胺EC,江苏省南通江山农药化工股份有限公司。

MATABI16型手压背负式喷雾器,衡阳市韶峰喷雾器有限公司。

花生品种为‘远杂9102’,黄冈市农业科学院。

1.2 试验田概况

试验在湖北省黄冈市农业科学院试验基地进行。试验土地地势平整,土壤为沙壤土,pH值为6.30,有机质含量高,肥力中等偏上。供试花生于2021年5月9日播种,播种前施足底肥。行、穴距为23 cm×20 cm,双粒穴播,水肥条件与一般大田相同,2021年9月20日收获。试验田主要杂草为香附子(*Cyperus rotundus*)、稗草(*Echinochloa crusgalli*)、铁苋菜(*Acalypha australis*)、鳢肠(*Eclipta prostrata*)等。

1.3 试验设计

试验共设9个药剂处理组,详细试验设计见表1,另设人工除草和清水对照处理,共11个处理,每处理4次重复,共44个处理小区,小区大小为5 m×4 m,采用随机区组排列。各小区在生育期内水肥管理及病虫害防治措施均相同。于2021年5月10日施药,土壤喷雾处理,喷液量为450 L/hm²。于药后15 d和30 d调查各小区杂草株防效和花生株高,药后30 d追加调查杂草鲜重防效。花生成熟期调查各小区花生产量,计算增产率^[16-17]。

表 1 花生田防效杂草试验药剂及用量

药剂	有效成分用量/(g·hm ⁻²)
250 g/L噁草酮EC	262.5
250 g/L噁草酮EC	450
240 g/L乙氧氟草醚EC	180
960 g/L精异丙甲草胺EC	720
250 g/L噁草酮EC+960 g/L精异丙甲草胺EC	262.5+720
250 g/L噁草酮EC+960 g/L精异丙甲草胺EC	450+720
240 g/L乙氧氟草醚EC+960 g/L精异丙甲草胺EC	180+720
250 g/L噁草酮EC+960 g/L精异丙甲草胺EC+240 g/L乙氧氟草醚EC	262.5+720+90
900 g/L乙草胺EC	810
人工除草	
清水对照	

1.4 数据处理

采用Excel软件进行数据处理,使用DPS软件Duncan氏新复极差法进行差异显著性分析。

按式(1)(2)和(3)分别计算株防效、鲜重防效和增产率。

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)

鲜重防效/%= $\frac{\text{对照区杂草鲜重}-\text{处理区杂草鲜重}}{\text{对照区杂草鲜重}} \times 100$ (2)

$$\text{增产率}/\%=\frac{\text{处理区产量}-\text{对照区产量}}{\text{对照区产量}}\times 100$$

(3)

2 结果与分析

2.1 施药后15 d对杂草的防除效果

药后15 d,各药剂处理对杂草的总草株防效均达到62.6%以上(表2);混配药剂均达到92.6%以上,与250 g/L噁草酮EC、240 g/L乙氧氟草醚EC、960 g/L精异丙甲草胺EC单剂总草株防效差异显著。250 g/L噁草酮EC 450 g/hm²+960 g/L精异丙甲草胺EC 720

g/hm²与250 g/L噁草酮EC+960 g/L精异丙甲草胺EC+240 g/L乙氧氟草醚EC对香附子的防效较好,均为92.6%。4种混剂对稗草有较好的防效,株防效均为100%,显著高于其他药剂防效,250 g/L噁草酮262.5 g/hm²、960 g/L精异丙甲草胺720 g/hm²和960 g/L乙草胺EC 810 g/hm²对铁苋菜的防效较差,其他药剂株防效均超过82.3%。250 g/L噁草酮EC 450 g/hm²+960 g/L精异丙甲草胺EC 720 g/hm²对鳢肠防效较好,为87.8%;250 g/L噁草酮EC 262.5 g/hm²对鳢肠防效最差。

表 2 药后 15 d 不同除草剂处理对花生田杂草的株防效

处理药剂	用量/(g·hm ⁻²)	株防效/%				总草株防效/%
		香附子	稗草	铁苋菜	鳢肠	
250 g/L噁草酮EC	262.5	44.4±4.1 bc	51.2±9.1 c	63.7±3.0 b	36.6±13.7 c	62.6±51.7 b
250 g/L噁草酮EC	450	77.8±1.7 abc	82.9±7.6 c	87.9±1.1 a	76.8±5.4 abc	81.4±12.7 b
240 g/L乙氧氟草醚EC	180	22.2±5.6 c	68.8±13.0 c	83.1±1.5 a	73.2±6.0 bc	73.6±51.2 b
960 g/L精异丙甲草胺EC	720	81.5±1.4 abc	95.5±2.7 b	74.2±3.4 ab	70.7±6.4 bc	80.6±13.9 b
250 g/L噁草酮EC+960 g/L精异丙甲草胺EC	262.5+720	88.9±1.1 a	100.0±0.0 a	87.1±0.7 a	82.9±4.0 abc	92.6±4.7 a
250 g/L噁草酮EC+960 g/L精异丙甲草胺EC	450+720	92.6±0.6 a	100.0±0.0 a	88.7±0.6 a	87.8±3.3 a	94.1±10.3 a
240 g/L乙氧氟草醚EC+960 g/L精异丙甲草胺EC	180+720	85.2±1.2 ab	100.0±0.0 a	86.3±1.3 a	84.2±3.6 ab	93.6±13.0 a
250 g/L噁草酮EC+960 g/L精异丙甲草胺EC+240 g/L乙氧氟草醚EC	262.5+720+90	92.6±0.6 a	100.0±0.0 a	82.3±0.7 a	82.9±3.9 abc	92.7±26.0 a
900 g/L乙草胺EC	810	77.8±1.8 abc	94.9±5.5 b	76.6±2.2 ab	78.1±5.4 abc	87.2±9.5 b

注:同列数据后不同小写字母表示在0.05水平上差异显著。下表同。

2.2 施药后30 d对杂草的防除效果

药后30 d,各药剂处理对杂草的总草株防效均达到55.3%以上。250 g/L噁草酮EC 262.5 g/hm²的总草株防效显著低于250 g/L噁草酮 450 g/hm²、900 g/L乙草胺810 g/hm²及混剂处理。混配药剂施用的总草株防效均达到77.3%及以上,其中250 g/L噁草酮450 g/hm²与960 g/L精异丙甲草胺720 g/hm²混用和240 g/L乙氧氟草醚180 g/hm²与960 g/L精异丙甲草胺

720 g/hm²混用的防效最好,分别达到83.3%和83.7%。与噁草酮相比,960 g/L精异丙甲草胺EC对香附子及稗草的株防效更高。250 g/L噁草酮EC 450 g/hm²对铁苋菜株防效最好,为86.2%,与250 g/L噁草酮EC 262.54 g/hm²差异显著,250 g/L噁草酮EC 450 g/hm²与960 g/L精异丙甲草胺EC 720 g/hm²混用对铁苋菜和鳢肠具有较好株防效,均不低于88.0%(表3)。

表 3 药后 30 d 不同除草剂处理对花生田杂草的株防效

处理药剂	用量 / (g·hm ⁻²)	株防效 /%				总草株防效/ %
		香附子	稗草	铁苋菜	鳢肠	
250 g/L噁草酮EC	262.5	30.3±2.8 b	50.0±48.7 b	68.0±5.0 b	39.8±7.1 b	55.3±59.0 d
250 g/L噁草酮EC	450	72.7±1.1 ab	78.6±18.7 b	86.2±2.2 a	77.3±5.7 a	79.7±51.1 abc
240 g/L乙氧氟草醚EC	180	21.2±2.0 b	63.8±41.1 b	80.4±2.7 ab	71.3±6.4 ab	64.8±28.4 cd
960 g/L精异丙甲草胺EC	720	84.9±0.5 a	93.5±8.7 b	74.7±3.3 ab	69.4±5.7 ab	71.3±25.4 bcd
250 g/L噁草酮EC+960 g/L精异丙甲草胺EC	262.5+720	87.9±0.7 a	99.6±2.9 a	87.1±1.6 a	75.5±5.9 ab	77.3±67.6 abc
250 g/L噁草酮EC+960 g/L精异丙甲草胺EC	450+720	90.9±0.5 a	99.6±2.3 a	88.4±0.8 a	88.0±3.0 a	83.3±36.6 a
240 g/L乙氧氟草醚EC+960 g/L精异丙甲草胺EC	180+720	87.9±0.7 a	99.6±2.0 a	86.7±2.5 a	85.7±4.4 a	83.7±48.4 a
250 g/L噁草酮EC+960 g/L精异丙甲草胺EC+240 g/L乙氧氟草醚EC	262.5+720+90	87.9±0.7 a	99.4±3.1 a	83.1±1.4 a	88.9±3.2 a	80.2±48.7 ab
900 g/L乙草胺EC	810	72.7±0.9 ab	92.7±10.5 b	76.9±2.1 ab	72.7±5.6 ab	78.2±48.6 abc

施药后30 d,250 g/L噁草酮EC 450 g/hm²与960 g/L精异丙甲草胺720 g/hm²混用处理和240 g/L乙氧氟草醚180 g/hm²与960 g/L精异丙甲草胺720 g/hm²混用处理的防效最好,达到86.6%以上。250 g/L噁草酮450 g/hm²单剂的鲜重防效达到83.2%,显著高于

其他单剂处理。各药剂处理对4种杂草鲜重防效与株防效的趋势基本一致,960 g/L精异丙甲草胺EC对香附子及稗草防效较好。250 g/L噁草酮EC 450 g/hm²与900 g/L乙草胺EC对香附子的鲜重防效相当(表4)。

表 4 药后 30 d 不同除草剂处理对花生田杂草的鲜重防效

处理药剂	用量/(g·hm ⁻²)	鲜重防效/%				总草鲜重防效/%
		香附子	稗草	铁苋菜	鳢肠	
250 g/L噁草酮EC	262.5	30.1±2.7 bc	54.0±138.3 c	58.2±2.7 b	38.1±5.4 b	62.3±154.3 f
250 g/L噁草酮EC	450	68.1±1.4 abc	78.0±102.9 c	83.5±2.0 a	64.4±4.2 ab	83.2±53.2 bc
240 g/L乙氧氟草醚EC	180	23.2±2.4 c	67.1±68.0 c	80.0±2.9 ab	62.8±3.2 ab	68.0±36.1 ef
960 g/L精异丙甲草胺EC	720	80.2±0.7 abc	92.8±43.3 b	71.4±2.7 ab	60.2±2.5 ab	74.5±57.1 def
250 g/L噁草酮EC+960 g/L精异丙甲草胺EC	262.5+720	82.2±0.9 ab	99.9±1.1 a	88.2±1.9 a	78.8±4.2 a	77.4±51.1 cde
250 g/L噁草酮EC+960 g/L精异丙甲草胺EC	450+720	86.9±1.1 a	99.9±1.0 a	92.9±0.7 a	82.7±3.0 a	87.1±70.9 a
240 g/L乙氧氟草醚EC+960 g/L精异丙甲草胺EC	180+720	83.5±1.0 a	99.9±1.1 a	93.0±0.7 a	82.1±2.1 a	86.6±39.3 ab
250 g/L噁草酮EC+960 g/L精异丙甲草胺EC+240 g/L乙氧氟草醚EC	262.5+720+90	82.8±1.0 ab	99.9±1.0 a	85.7±0.9 a	84.4±1.8 a	81.5±81.7 cd
900 g/L乙草胺EC	810	67.5±1.2 abc	91.1±47.8 b	78.7±1.8 ab	73.5±1.71 ab	81.0±22.4 cd

2.3 花生安全性及产量

试验结果显示,30 d后各药剂处理区花生株高在9.9~11.0 cm之间,与人工除草处理及清水对照处理无显著性差异。产量调查结果表明,各药剂处理均有降低杂草危害,挽回产量损失的作用,其中250 g/L噁草酮EC 450 g/hm²、960 g/L精异丙甲草胺EC 720 g/hm²、250 g/L噁草酮EC 262.5~450 g/hm²+960 g/L精异丙甲草胺EC 720 g/hm²、240 g/L乙氧氟草醚EC 180 g/hm²+960 g/L精异丙甲草胺EC 720

g/hm²、900 g/L乙草胺EC 810 g/hm²小区产量较高,较空白对照区的产量增加19.3%~27.3%。

观察药后花生地上部分生长情况发现,各药剂处理区中,花生的叶形、叶色、分枝和生长点等植株外部形态未见任何异常。药后15 d,除250 g/L噁草酮EC 262.5 g/hm²处理外,其他各药剂处理株高显著低于清水对照,药后30 d恢复。除此之外,未见黄化、畸形苗等药害现象发生。说明在正常条件下,供试药剂在供试剂量下对作物生长安全。

表 5 药剂对花生株高的抑制效果

处理药剂	用量/(g·hm ⁻²)	15 d株高/cm	30 d株高/cm	小区产量/kg	增产率/%
250 g/L噁草酮EC	262.5	5.1 ab	11.0 a	7.1 c	15.9
250 g/L噁草酮EC	450	5.0 b	10.2 a	7.4 bc	20.8
240 g/L乙氧氟草醚EC	180	5.0 b	10.5 a	7.1 c	16.1
960 g/L精异丙甲草胺EC	720	5.0 b	10.2 a	7.3 c	19.6
250 g/L噁草酮EC+960 g/L精异丙甲草胺EC	262.5+720	5.0 b	9.9 a	7.5 abc	23.3
250 g/L噁草酮EC+960 g/L精异丙甲草胺EC	450+720	4.9 b	10.1 a	7.8 ab	27.3
240 g/L乙氧氟草醚EC+960 g/L精异丙甲草胺EC	180+720	5.0 b	10.3 a	7.5 abc	23.3
250 g/L噁草酮EC+960 g/L精异丙甲草胺EC+240 g/L乙氧氟草醚EC	262.5+720+90	5.0 b	10.1 a	7.4 bc	20.8
900 g/L乙草胺EC	810	4.9 b	10.0 a	7.3 c	19.3
人工除草		5.1 ab	10.7 a	7.9 a	28.8
清水对照		5.4 a	11.1 a	6.1 d	0.0

3 讨论与结论

精异丙甲草胺、噁草酮和乙氧氟草醚是不同类型的除草剂,作用方式和施用技术均存在差异^[6]。土壤中的水分含量会显著影响噁草酮的药效,水分含量越高,噁草酮的药效越强^[17]。有研究表明,噁草酮在稻田施用,由于直播栽培稻对其耐受性差,容易产生药害,需要通过控制土壤水分和避免芽尖接触药层的方式来兼顾防效和安全性^[18]。在本试验中,正常栽培条件下,噁草酮对花生安全,并且除草效果较好。

250 g/L噁草酮EC、240 g/L乙氧氟草醚EC、960 g/L精异丙甲草胺EC 3种单用药剂中,250 g/L噁草酮EC 450 g/hm²对花生田总草防效最佳,含有有效成分精异丙甲草胺的混剂处理防效优于其他处理,其中250 g/L噁草酮EC 450 g/hm²与960 g/L精异丙甲草胺EC 720 g/hm²组合以及240 g/L乙氧氟草醚EC 180 g/hm²与960 g/L精异丙甲草胺EC 720 g/hm²组合对杂草防效更佳。通过花生产量分析发现,900 g/L乙草胺EC虽然具有良好的除草功能,但与清水对照相比,对花生的增产率不高,仅为19.3%。90%乙草胺乳油对大豆、玉米、棉花等旱地作物都有很好安全性,对一年生禾本科杂草有较好的防效,而对于阔叶类杂草的防除效果有所差异^[19-20]。本研究药剂处理对4种杂草的防效表明,900 g/L乙草胺EC对稗草防效均高于铁苋菜,这与前人研究结果一致。药剂处理对4种杂草的防效表明,250 g/L噁草酮EC和240 g/L乙氧氟草醚EC对禾本科和阔叶类杂草均有效果,对阔叶类杂草的防效明显优于禾本科杂草和莎草,而960 g/L精异丙甲草胺EC对铁苋菜效果较差,但对香附子及稗草防效较高。

化学除草是目前花生田杂草防除的主要措施,但生产使用过程中需注意保护环境,减少污染,保持生态平衡。噁草酮作为广谱、高效、安全、低残留的除草剂品种,可以和乙草胺等轮换使用,促进花生田杂草可持续治理,且可与乙氧氟草醚、精异丙甲草胺混用,扩大杀草谱、降低用量、提高对花生的安全性。

参考文献

[1] 周超,马冲,张勇,等. 9种茎叶处理除草剂对花生田杂草的防除效果及安全性评价[J]. 中国农学通报, 2019, 35(10): 128-132.

- [2] 张俊,刘娟,臧秀旺,等. 花生田常见杂草防治措施及展望[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(1): 141-145.
- [3] 李儒海,褚世海. 花生田杂草发生危害状况与防除技术研究进展[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(10): 2305-2308; 2313.
- [4] HARE A T, JORDAN D L, LEON R G, et al. Impact of weed management on peanut yield and weed populations the following year[J]. Peanut Science, 2019, 46: 182-190.
- [5] 王新早,江炜,刘玉惠. 花生田化学除草的现状对策[J]. 农业科技通讯, 2009(10): 67-68.
- [6] 胡尊纪,张思聪,庄占兴,等. 丙炔氟草胺与精异丙甲草胺复配对花生田杂草的防除效果[J]. 杂草学报, 2019, 37(3): 47-52.
- [7] 丁丽,付颖,叶非. 酰胺类除草剂的研究和应用进展[J]. 农药科学与管理, 2011, 32(9): 22-26.
- [8] 孔佳茜,邬腊梅,赵铭森,等. 精异丙甲草胺对大麻田一年生杂草的防除效果[J]. 山西农业科学, 2020, 48(9): 1517-1519.
- [9] 刘祥英,周小毛,邬腊梅,等. 42%噁草酮·乙草胺EC对花生田一年生杂草的防除效果[J]. 农学学报, 2011, 1(2): 15-18.
- [10] 李丽. 除草剂噁草酮的合成及工艺路线[J]. 化工管理, 2018(34): 192-194.
- [11] 杜红霞,方丽萍,陈子雷,等. 噁草酮在棉花和土壤中的残留和降解行为研究[J]. 山东农业科学, 2014, 46(6): 108-110; 115.
- [12] 范小振,袁园,刘博静,等. 40%丙草胺·噁草酮微乳剂高效液相色谱分析[J]. 农药, 2019, 58(10): 727-729.
- [13] 李兴中. 噁草酮的液相色谱分析方法研究[J]. 安徽化工, 2010, 36(1): 72-73.
- [14] 王兰兰,何普泉,王传品. 噁草酮的合成工艺[J]. 农药, 2019, 58(10): 714-715; 729.
- [15] 吴志凤. 黄淮流域花生田草相的变化与化除对策[J]. 杂草科学, 2005(1): 20-21.
- [16] BI B, WANG Q, COLEMAN J, et al. A novel mutation A212T in chloroplast protoporphyrinogen oxidase (PPO1) confers resistance to PPO inhibitor oxadiazon in *Eleusine indica*[J]. Pest Management Science, 2020, 76(5): 1786-1794.
- [17] MUDALAGIRIYAPPA, HANUMANTHAPPA D C, SUJITH G M, et al. Bio-efficacy of ready-mix sodium acifluorfen + clodinafop-propargyl for weed management in groundnut[J]. Indian Journal of Weed Science, 2021, 53(2): 153-157.
- [18] 杨林,沈浩宇,强胜. 噁草酮防除直播稻田杂草的施用技术[J]. 植物保护学报, 2016, 43(6): 1033-1040.
- [19] 方越,沈雪峰,陈勇. 90%乙草胺乳油防治花生田杂草药效试验初报[J]. 中国农学通报, 2012, 28(9): 200-204.
- [20] 郭建军,王凤池. 乙草胺与4种除草剂混用对覆膜棉田的除草效果[J]. 农药, 2009, 48(4): 294-295; 298.

(责任编辑:金兰)