

咪鲜胺、氟环唑及其混配对水稻纹枯病室内毒力及田间防效

段小莉, 马超, 张力卜, 王佰涛, 李佳浩,
徐梁, 王腾达, 徐军*, 陈昶*

(中国农业科学院植物保护研究所, 北京中保绿农业科技集团有限公司, 北京 100193)

摘要 为筛选出对水稻纹枯病高效的新配方药剂及剂量,以咪鲜胺和氟环唑混配进行室内抑菌活性、持效期和田间药效测定。采用孙云沛法进行室内联合毒力测定,结果表明,供试的5种混配组合对水稻纹枯病菌的联合毒力均表现为增效,综合联合毒力、成本和持效期等因素,选择30%咪鲜胺·氟环唑微乳剂(2:1)为最佳田间应用配比。田间药效试验亦表明,30%咪鲜胺·氟环唑微乳剂(20%+10%)158~180 g/hm²的用量对水稻纹枯病有较好的防治效果。

关键词 水稻纹枯病; 咪鲜胺; 氟环唑; 联合毒力; 田间药效

中图分类号: S435.111.42 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2017433

Indoor toxicity and field effects of mixtures of prochloraz and epoxiconazole on rice sheath blight

DUAN Xiaoli, MA Chao, ZHANG Libo, WANG Baitao, LI Jiahao,
XU Liang, WANG Tengda, XU Jun, CHEN Chang

(Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing Zhongbao Green Agricultural Technology Group Co., Ltd, Beijing 100193, China)

Abstract This study aims to explore control efficacy and dosage of prochloraz and epoxiconazole against rice sheath blight through indoor and field trails. The effect of co-toxicity was evaluated by the method of Sun-Johnson and the field trails were performed. The results showed that the mixtures of prochloraz and epoxiconazole had obvious synergism. Comprehensively considered the co-toxicity coefficient, cost and duration of the compounding agent, the ratio 2:1 of prochloraz and epoxiconazole was the best field application ratio. The field trials showed that rice sheath blight can be effectively controlled by spraying prochloraz and epoxiconazole (20%+10%) mixture 30% ME at 158–180 g/hm² in the early stage of morbidity.

Key words rice sheath blight; prochloraz; epoxiconazole; co-toxicity; field control effect

水稻纹枯病又称云纹病,是由立枯丝核菌 *Rhizoctonia solani* 引起,从水稻秧苗至穗期均可发生的一种常见病害,其中在抽穗期前后发生为盛。该病主要危害水稻叶鞘和叶片,亦可入侵茎秆并蔓延至稻穗部,造成50%左右的减产^[1-2],严重影响水稻的产量和品质^[3-5]。多年来,随着高产栽培技术的应用和推广,纹枯病的发生逐年加重,传统的防治措施和方法已经难以满足人们对纹枯病的防控要求。采用高效广谱型杀菌剂混配,不仅能为我国农业生产实

践提供更好的技术支撑和服务,而且也符合农业部减量使用农药的原则^[6]。

三唑类杀菌剂通过破坏和阻止病菌麦角甾醇生物合成影响菌体细胞膜功能从而使病菌死亡。三唑类杀菌剂如氟环唑等广泛应用于水稻纹枯病的防治中并取得了良好的效果^[6-7]。咪鲜胺是咪唑类杀菌剂,毒性低,杀菌谱广,通过抑制菌体麦角甾醇化合物的生物合成,从而对子囊菌和半知菌等引起的病害防效极佳。该药在植物体内能激活植物抗病基因

收稿日期: 2017-11-13 修订日期: 2018-01-08

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFD0200500)

* 通信作者 E-mail:junxu@ippcaas.cn; xsfz@zhongbaony.com

的表达,具有部分传导作用,速效性好,持效性长^[8-10]。为了延缓病原菌对化学药剂产生抗药性,采用结构类型不同的杀菌剂混配是提高药效、抑制抗病性发展的重要途径之一^[11]。咪鲜胺和氟环唑对水稻纹枯病的联合作用类型还未见报道,鉴于此,笔者测定了咪鲜胺与氟环唑及其5种混配制剂对该病菌的联合作用和田间药效,以期解决水稻纹枯病的防治问题,并为复配药剂的研制提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试药剂

98.3%氟环唑(epoxiconazole)原药,由江苏农博生物科技有限公司提供;97.2%咪鲜胺(prochloraz)原药,由南京红太阳股份有限公司提供。将两种原药用二甲基甲酰胺溶解并配制成5 000 mg/L的母液,4℃低温保存,用于离体抑菌试验。

1.1.2 供试菌种

水稻纹枯病菌 *Rhizoctonia solani*,由中国农业科学院植物保护研究所农药组闫晓静老师馈赠。

PDA培养基:马铃薯浸粉3.0 g,葡萄糖20.0 g,琼脂14.0 g,去离子水1 L,混合均匀后高温灭菌,备用。

1.2 试验方法

1.2.1 药液浓度设计和试验方法

采用菌丝生长抑制法^[12]。试验共设7个药剂处理,分别为咪鲜胺单剂、氟环唑单剂、咪鲜胺和氟环唑分别按4:1、2:1、1:1、1:2和1:4进行复配。每处理分别配制含6个不同浓度(0、0.1、0.5、1、5、10、50 μg/mL)的PDA含药培养基。每浓度处理重复3次,试验重复2次。

将预培养好的水稻纹枯病菌($d=5$ mm)接种于PDA含药培养基上,放置于25℃培养箱中培养4 d。计算各浓度处理下药剂对菌丝生长的抑制率,采用DPS 17.0专业版数据处理系统,计算各处理药剂对水稻纹枯病菌菌丝生长抑制的回归方程、有效中浓度 EC_{50} 及其95%置信区间。

根据孙云沛法^[13]计算咪鲜胺和氟环唑不同配比的共毒系数(CTC)。当 $CTC \geq 120$ 时,混剂为显著增效作用, $80 \leq CTC < 120$ 时,混剂为相加作用, $CTC < 80$ 时,混剂为拮抗作用,根据CTC值大小得出咪鲜胺与氟环唑混用的最适配比,以此作为大田

病害防治用药的依据。

1.2.2 复配化合物持效性的测定

用喷雾塔将800 μg/mL(由预试验结果确定)的30%咪鲜胺·氟环唑微乳剂5个不同混配比例的药液均匀喷施于分蘖末期的无病水稻(‘金刚30’)。分别在药后3 d、7 d和14 d将已培养好的立枯丝核菌菌碟内嵌于水稻倒数第三片叶鞘内。对照用清水喷雾。每处理3盆,每盆10株。25~30℃塑料袋保湿培养,9 d后测量接种部位病斑长度(cm),并计算病斑长度抑制率,评价5种混配比例的30%咪鲜胺·氟环唑微乳剂在水稻上的持效期^[14]。

病斑长度抑制率 $=100\% \times (\text{对照病斑直径} - \text{处理病斑直径}) / \text{对照病斑直径}$ 。

采用SPSS 17.0对数据进行统计,并采用邓肯氏新复极差法进行数据分析。

根据复配药剂的共毒系数、持效期和成本,综合考虑选择咪鲜胺、氟环唑合适配比进行田间药效测定。

1.2.3 咪鲜胺·氟环唑防治水稻纹枯病田间药效试验

试验地选择在江苏省徐州市三堡镇潘楼村,水稻种植方式为机插秧,肥水管理一致,施药时水稻长势均匀。将实验室配制的30%咪鲜胺·氟环唑微乳剂按有效剂量135、158和180 g/hm²在水稻分蘖期均匀喷雾,共施2次,间隔7 d。对照药剂为450 g/L咪鲜胺水乳剂(江苏剑牌农化股份有限公司)203 g/hm²、125 g/L氟环唑悬浮剂(巴斯夫欧洲公司)93.75 g/hm²、24%井冈霉素A水剂(武汉科诺生物科技股份有限公司)54 g/hm²、空白对照喷清水。每处理设3个重复小区,小区面积20 m²,随机区组排列。

试验调查按农药田间药效试验准则(一):杀菌剂防治水稻纹枯病(GB/T 17980.20-2000)进行。于施药后7 d调查水稻纹枯病发病情况。采用对角线5点取样,每点调查附近5丛,共25丛,记录总株数、病株数和各病级数,计算病情指数、防效,及施药对水稻和其他生物的影响,计算各个处理小区的病情指数与相对应的防治效果。

病情分级标准:0级为全株无病;1级为第四叶片及其以下各叶鞘、叶片发病(以剑叶为第一片叶);3级为第三叶片及其以下各叶鞘、叶片发病;5级为第二叶片及其以下各叶鞘、叶片发病;7级为剑叶及其以下各叶鞘、叶片发病;9级为全株发病,提早枯死。其中病株数、病情指数和防治效果公式如下:

病株率 $=\text{病株数} / \text{调查总株数} \times 100\%$;病情指

数=[$\sum$ (各级病株数×相对级数值)/(调查总株数×9)]×100;防治效果=[1-(空白组施药前病指×处理组施药后病指)/(空白组施药前病指×处理组施药前病指)]×100%。

采用 SPSS 17.0 对数据进行统计,并采用邓肯氏新复极差法进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 混配制剂对水稻纹枯病菌的室内联合毒力

由表 1 试验结果可以看出:咪鲜胺、氟环唑对水稻纹枯病菌 EC₅₀ 分别为 8.40、0.27 mg/L,水稻纹枯病对氟环唑较为敏感;咪鲜胺与氟环唑两种药剂以 4:1、2:1、1:1、1:2 和 1:4 配比混合后共毒系数均大于 120,对水稻纹枯病菌均表现为增效作用,且伴随氟环唑含量增加,整体增效越明显。

由表 2 试验结果可以看出:在相同剂量处理下,5 种不同混配比例的 30%咪鲜胺·氟环唑微乳剂对水稻纹枯病菌的抑制率会随着推迟接种天数的增加而减小;在药后 14 d 接种,5 种不同混配比例的复配

药剂对纹枯病的抑制率仍在 40%以上,说明 5 种混配比例的复配药剂对水稻纹枯病的持效期在 14 d 以上,其中咪鲜胺与氟环唑在 1:2 和 2:1 配比下,综合表现较优。药后 3 d 接菌,5 种不同混配比例的 30%咪鲜胺·氟环唑微乳剂对水稻纹枯病的抑制率在 55.01%~79.34%,其中咪鲜胺、氟环唑两种混配比例 1:2 和 1:4 时整体抑制率在 70%以上,显著优于其他 3 种比例混配药剂的抑制率($P<0.05$),说明其速效性较好。药后 7 d 接菌,5 种混配比例的药剂对病原菌的抑制率在 50.40%~67.51%,均有不同程度的降低,其中咪鲜胺:氟环唑两种混配比例在 1:2、2:1、1:1 时效果极显著高于复配比例 4:1 的抑菌率($P<0.01$)。药后 14 d 接菌,5 种混配比例的病害抑制率在 40.28%~56.51%,复配比例在 1:2 和 2:1(咪鲜胺:氟环唑)的整体防效显著高于其他配比($P<0.05$),两者持效性方面优于其他 3 种复配比例的药剂。

综合考虑共毒系数、制剂成本、持效期等因素,选择咪鲜胺与氟环唑以 2:1(20%+10%)配比开发成制剂进行田间药效试验。

表 1 咪鲜胺和氟环唑对水稻纹枯病菌菌丝生长的抑制作用¹⁾

Table 1 Synergistic effect of prochloraz and epoxiconazole at different ratio against the hyphal growth of <i>Rhizoctonia solani</i>							
药剂 Fungicide	配比 Ratio	毒力回归方程 Regression equation	抑制中浓度/ mg·L ⁻¹ EC ₅₀	相关系数 Correlation coefficient	共毒系数 Co-toxicity coefficient	增效评价 Synergism evaluation	成本/万元 Cost
咪鲜胺 prochloraz	—	Y=4.38+0.67X	8.40	0.97	—	—	8.30
氟环唑 epoxiconazole	—	Y=5.51+0.57X	0.27	0.95	—	—	51.50
咪鲜胺+氟环唑 prochloraz+epoxiconazole	1:4	Y=5.56+0.73X	0.17	0.91	196.94	增效	17.34
	1:2	Y=5.65+0.73X	0.13	0.99	305.16	增效	11.13
	1:1	Y=5.41+0.86X	0.33	0.97	158.54	增效	8.97
	2:1	Y=5.25+0.93X	0.54	0.98	142.23	增效	6.81
	4:1	Y=5.07+0.98X	0.94	0.96	127.26	增效	5.08

1) 药剂成本参考中农立华生物有限公司公布最新杀菌剂原药价格,复配药剂成本按有效总成分 30%进行折算得到。
The fungicide cost was referred to the latest price of fungicide technical material from Sino-Agri Leading BioSciences Co.,Ltd, The cost of compounding fungicide was reduced by 30% of the effective total components.

表 2 30%咪鲜胺·氟环唑微乳剂药后不同接菌间隔时期对水稻纹枯病菌抑制率测定¹⁾

Table 2 Inhibition of lesion with different time interval by inoculation after application of prochloraz·epoxiconazole 30% ME				
药剂 Fungicide	比例 Ratio	药后不同接菌间隔时期的病害抑制率±标准误/% Inhibition of lesion with different time interval by inoculation after application±SE		
		Inhibition of lesion with different time interval by inoculation after application±SE		
		3 d	7 d	14 d
30%咪鲜胺·氟环唑 ME	1:4	(73.01±0.95)bB	(60.33±1.68)bB	(52.77±0.72)bB
prochloraz·epoxiconazole 30% ME	1:2	(79.34±0.53)aA	(67.51±0.24)aA	(56.51±0.56)aA
	1:1	(66.48±0.96)cC	(63.25±0.84)bAB	(52.89±0.64)bB
	2:1	(65.08±0.10)cC	(63.13±1.02)bAB	(55.76±0.10)aA
	4:1	(55.01±0.97)dD	(50.40±1.53)cC	(40.28±0.16)cC

1) 同列数据后不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下同。
Different capital letters in the same column indicated extremely significant difference at $P<0.01$, different small letters in the same column indicate significant difference at $P<0.05$. The same below.

2.2 田间药效试验结果

不同处理防治水稻纹枯病 7 d 后的田间试验结果如表 3 所示,6 种处理对水稻纹枯病的整体防效为 66.99%~88.90%。喷施 30%咪鲜胺·氟环唑微乳剂 7 d 后,180、158、135 g/hm² 三个不同剂量处理对水稻纹枯病菌的整体防治效果存在明显差异,防效分别为 88.90%、79.82%和 66.99%。其中,高剂量处理对水稻纹枯病防治效果最好;高剂量对水稻纹枯病菌的防效极显著高于 24%井冈霉素水剂(54 g/hm²)和 450 g/L 咪鲜胺水乳剂(203 g/hm²),

与 125 g/L 氟环唑悬浮剂(93.75 g/hm²)防效无显著性差异($P<0.05$)。

第二次药后 14 d(表 4),6 种处理防效有进一步的提高,整体防效为 76.67%~91.50%。30%咪鲜胺·氟环唑微乳剂 180、158 g/hm² 和 125 g/L 氟环唑悬浮剂 93.75 g/hm² 表现最好,极显著高于 30%咪鲜胺·氟环唑微乳剂 135 g/hm²、24%井冈霉素水剂 54 g/hm²的处理防效($P<0.01$)。第一次药后 2、5、7 d 以及第二次药后 7、14 d,各剂量处理下水稻均未出现明显药害。

表 3 药后 7 d 各药剂对水稻纹枯病防效

Table 3 Effect of different fungicides on controlling rice sheath blight 7 days after application			
药剂 Fungicide	有效成分用量/g·(hm ²) ⁻¹ Effective dosage	病情指数 Disease index	防效±标准误/% Control efficacy±SE
30%咪鲜胺·氟环唑 ME prochloraz·epoxiconazole 30% ME	135	3.72	(66.99±1.26)cB
	158	1.93	(79.82±2.01)bB
	180	1.39	(88.90±0.07)aA
450 g/L 咪鲜胺 EW prochloraz 450 g/L EW	203	4.21	(68.24±3.22)cB
125 g/L 氟环唑 SC epoxiconazole 125 g/L SC	93.75	1.84	(84.78±3.64)abA
24%井冈霉素 A AS Jinggangmycin A 24% AS	54	4.09	(68.80±2.49)cB
清水对照 CK	—	14.67	—

表 4 第 2 次药后 14 d 各药剂对水稻纹枯病防效

Table 4 Effect of different fungicides on controlling rice sheath blight 14 days after application			
药剂 Fungicide	有效成分用量/g·(hm ²) ⁻¹ Effective dosage	病情指数 Disease index	防效±标准误/% Control efficacy±SE
30%咪鲜胺·氟环唑 ME prochloraz·epoxiconazole 30% ME	135	3.52	(76.67±2.17)cC
	158	2.17	(86.64±0.89)abAB
	180	1.83	(91.50±0.66)aA
450 g/L 咪鲜胺 EW prochloraz 450 g/L EW	203	3.14	(83.07±2.81)bcABC
125 g/L 氟环唑 SC epoxiconazole 125 g/L SC	93.75	1.95	(86.95±2.54)abAB
24%井冈霉素 A AS Jinggangmycin A 24% AS	54	2.95	(79.83±2.12)cC
清水对照 CK	—	19.39	—

3 结论与讨论

咪鲜胺和氟环唑不同复配比例对水稻纹枯病菌防效表现存在明显差异,根据毒力回归曲线、EC₅₀和增效系数可以得到咪鲜胺和氟环唑的 5 种混配比例下,CTC 值均大于 120,表现为增效作用,参考成本与持效期等因素,推荐咪鲜胺和氟环唑按质量比 2:1 进行复配。

调查复配药剂持效性时发现,与药后 3 d 接菌结果相比,咪鲜胺含量比重较大的复配药剂,药后 7 d 接菌处理后其病菌抑制率降低幅度(1.95%~4.61%)要低于氟环唑含量比重较大的复配化合物(11.83%~12.68%),而与药后 7 d 接菌结果相比,药后 14 d 5 种复配药剂对水稻纹枯病菌抑菌率降低

幅度则差异较小(7.37%~12.00%)。这种结果可能是咪鲜胺具有诱导植株抗性的特性造成的,且药后 7 d 左右抗性诱导效果较为显著,其结果与沙建采用 45%咪鲜胺水乳剂对柑橘溃疡病诱导抗病性中得到的结论相似^[15]。但需要进一步对植物组织内相关酶,如过氧化物酶、多酚氧化酶等进行测定^[16];或者对病组织进行冷冻切片,观察病斑内组织变化^[15]等方面进行综合评价。

选择合适药剂和施药方法是防治水稻纹枯病的重要措施。供试药剂 30%咪鲜胺·氟环唑微乳剂 180、158 g/hm² 和 125 g/L 氟环唑悬浮剂 93.75 g/hm² 对水稻纹枯病具有很好的防效,对水稻安全,是防治水稻纹枯病的理想药剂。但本着减少化学药剂使用

量、降低成本、延缓病原菌抗性和增强防效的原则,建议使用 30%咪鲜胺·氟环唑微乳剂 158、180 g/hm²,并针对水稻植株近水面处进行喷雾,防效更佳。

参考文献

[1] 于国辉. 水稻纹枯病抗性遗传分析[D]. 武汉:华中农业大学,2009.

[2] 李珊琳,陈加宾,杜晓英. 不同杀菌剂对水稻纹枯病菌的室内毒力测定[J]. 农业灾害研究,2013,3(9):16-17.

[3] 陈文强. 水稻纹枯病对稻米品质及产量的影响[J]. 贵州农业科学,2006,34(5):39-41.

[4] 陈浩梁. 小麦纹枯病的发生与危害探析[J]. 农业灾害研究,2011,1(2):7-12.

[5] 黄仁军,晏承兴,李承瑞. 三峡库区玉米纹枯病发生规律及影响因素研究[J]. 农业灾害研究,2011,1(1):37-40.

[6] 陈香华. 防治水稻纹枯病新型药剂的筛选及药效研究[D]. 南京:南京农业大学,2014.

[7] 李新,严秋旭,赵平,等. 氟环唑杀菌剂的市场概况[J]. 农药,

2010,49(11):790-791.

[8] 何荣状. 咪鲜胺对集中重要农作物病害的防治效果研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2007.

[9] 李鸿筠,刘浩强,戴建修,等. 咪鲜胺对不同品种柑桔的保鲜效果评价[J]. 中国南方果树,2017,46(4):21-23.

[10] 成卓敏. 新编植物医生手册[M]. 北京:化学工业出版社,2008:677-679.

[11] 吉沐祥,陈宏洲,姚克兵,等. 咪鲜胺与氟环唑及其混配对小麦赤霉病菌的抑制作用[J]. 江西农业学报,2013,25(10):68-70.

[12] 农业部农药药检所. NY/T11156. 2-2006 农药室内生物测定试验准则杀菌剂第二部分:抑制病原菌菌丝生长实验皿法[M]. 北京:中国农业出版社,2006:1-2.

[13] 沈晋良. 农药生物测定[M]. 北京:中国农业出版社,2013:26-27.

[14] 唐正合. 防治水稻稻瘟病的新型复配剂研制与实用技术研究[D]. 南京:南京农业大学,2011.

[15] 沙建. 柑橘溃疡病诱导抗性研究[D]. 南宁:广西大学,2006.

[16] 陈玉环,彭旋,陈楚英,等. 桂枝主要活性物质对新余蜜橘青霉病抗性和防御体系的诱导[J]. 植物保护学报,2016,43(3):467-474.

(责任编辑:杨明丽)

(上接 201 页)

[2] 吴降星,陈宇博,金彬,等. 宁波市加拿大一枝黄花综合防治及利用[J]. 植物检疫,2015,29(2):78-81.

[3] 周治明. 南京市江宁区加拿大一枝黄花发生现状及建议[J]. 现代农业科技,2014(11):139-143.

[4] 李明桃. 加拿大一枝黄花生物学特性及其防治措施[J]. 农业灾害研究,2013,3(4):29-30.

[5] 黄金海,徐绍清,娄厚岳. 加拿大一枝黄花的生长特性及药剂防治试验[J]. 宁波农业科技,2005,4(3):12-14.

[6] 沈夏斌. 江淮地区加拿大一枝黄花的整体药物防治效果观察[J]. 中国农业信息,2014(6):52.

[7] 沈火明,王荣洲,余若虹,等. 加拿大一枝黄花化学防除研究[J]. 安徽农业科学,2007,35(11):3301-3312.

[8] 黄文生. 加拿大一枝黄花化学防治研究[J]. 现代农业科技,2015(23):119-120.

[9] 蒋萍华,李元君,梅建冬,等. 阔剑对加拿大一枝黄花的防除效果研究[J]. 安徽农业科学,2013(27):11009-11017.

[10] 董旭,郭水良,陈秀芝. 入侵植物加拿大一枝黄花综合管理技术的研究进展[J]. 环境科学与管理,2012,37(9):86-91.

[11] 苏庆桂. 加拿大一枝黄花化学防除配方优化研究[J]. 福建林业科技,2012,39(2):106-108.

[12] 徐丽君,倪萌,王程亮. 加拿大一枝黄花药剂防除对比试验[J].

植物医生,2014,27(1):29-31.

[13] 李玮. 56%2 甲 4 氯钠水溶性粉剂除春小麦田一年生阔叶杂草效果及对春小麦安全性试验[J]. 青海农林科技,2014(2):5-7.

[14] 沈国辉,姚红梅,管丽琴,等. 上海郊区加拿大一枝黄花的发生危害与化学防除研究[J]. 上海农业学报,2005,21(2):1-4.

[15] 张特,赵强. 棉田阔叶除草剂与安全剂的复配药剂筛选[J]. 农药,2017,56(4):307-310.

[16] 张勇,王艳艳,周风艳,等. 2 甲 4 氯与苯噻酰草胺复配除草剂对杂草的防效[J]. 农药,2015,54(12):918-920.

[17] 张锦伟,刘亦学,于金萍,等. 5 种苗后除草剂对冷季型草坪杂草的防治效果[J]. 农药,2017,56(7):539-541.

[18] 翁华,魏有海,郭青云. 不同除草剂对野燕麦和旱雀麦的防除效果[J]. 农药,2017,56(3):225-227.

[19] 李广阔,高海峰,白微微,等. 新疆南部复播谷子田杂草防除药效评价[J]. 新疆农业科学,2017,54(5):826-832.

[20] 田志慧,沈国辉. 4 种芽前除草剂防除直播小白菜田杂草的效果及其安全性[J]. 植物保护,2016,42(6):197-201.

[21] 何付丽,代丽婷,曲春鹤,等. 防除大豆田铁苋菜的茎叶处理除草剂筛选[J]. 植物保护,2011,37(6):202-205.

(责任编辑:杨明丽)