

14 种除草剂对野稷的活性测定及田间防效

王义生[#], 贾 娇[#], 张 伟, 孟玲敏, 常 雪*, 苏前富*

(吉林省农业科学院植物保护研究所, 农业农村部东北作物有害生物综合治理重点实验室, 公主岭 136100)

摘要 参照除草剂室内生物测定和田间药效防治试验准则, 在温室中测定了 14 种除草剂对野稷的生物活性, 并进行了田间小区药效评价。生测结果表明, 土壤处理药剂中, 异噁唑草酮、氟噻草胺、乙草胺、精异丙甲草胺、异噁草松对野稷的活性较高, 其 ED_{90} 分别为 43.08、47.14、137.09、209.93、583.74 g/hm² (有效成分用量); 茎叶处理药剂中, 苯唑草酮、高效氟吡甲禾灵、烟嘧磺隆和苯唑氟草酮对野稷的活性较高, 其 ED_{90} 分别为 22.21、35.95、95.64、111.43 g/hm²。田间药效试验结果表明, 野稷出苗前, 土壤喷雾 40% 氟噻草胺 SC (810 g/hm²)、900 g/L 乙草胺 EC (1 620 g/hm²) 和 960 g/L 精异丙甲草胺 EC (2 160 g/hm²) 对野稷防效较高, 药后 40 d 对野稷的株防效均在 86.0% 以上, 鲜重防效在 88.4% 以上, 其次是 75% 异噁唑草酮 WG (90 g/hm²), 防效为 82.5%~84.8%, 480 g/L 异噁草松 EC (1 008 g/hm²) 防效 76.3%~81.6%, 而 38% 莠去津 SC (1 710 g/hm²) 对野稷基本无效; 茎叶处理剂中, 108 g/L 高效氟吡甲禾灵 EC (72.9 g/hm²) 对野稷的防效最高, 施药后 30 d 对野稷的防效为 94.8%~96.5%, 其次是 9% 苯唑氟草酮 OD (120 g/hm²)、30% 苯唑草酮 SC (27 g/hm²) 和 40 g/L 烟嘧磺隆 OD (60 g/hm²), 三者施药后 30 d 对野稷的防效为 72.2%~84.5%, 复配制剂 28% 硝磺·烟·莠去津 OD (630 g/hm²) 对野稷的防效较高。野稷发生危害重的田块, 苗前土壤喷雾可选择氟噻草胺、乙草胺、精异丙甲草胺, 苗后茎叶喷雾可选用高效氟吡甲禾灵或硝磺·烟·莠去津; 野稷发生危害轻的田块, 土壤喷雾还可以选择异噁唑草酮、异噁草松, 苗后可选择苯唑草酮、苯唑氟草酮、烟嘧磺隆, 在防控其他杂草的同时, 对野稷进行防控。不同作物田需根据药剂的登记范围进行选取。

关键词 野稷; 除草剂; 活性; 防治效果

中图分类号: S 482.4 文献标识码: B DOI: 10.16688/j.zwbh.2022072

Activity tests and field control effects of 14 herbicides to wild broomcorn millet

WANG Yisheng[#], JIA Jiao[#], ZHANG Wei, MENG Lingmin, CHANG Xue*, SU Qianfu*

(1. Institute of Plant Protection, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Integrated Management of Crop Pests in Northeast China, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Gongzhuling 136100, China)

Abstract According to the pesticide guidelines for laboratory bioactivity test and field trials of herbicides control effect, activities of 14 herbicides to wild broomcorn millet were investigated in greenhouse, and control efficacy was evaluated in field. The results showed that herbicides by soil treatment, including isoxaflutole, flufenacet, acetochlor, S-metolachlor, and clomazone, were more effective to wild broomcorn millet, with the ED_{90} values of 43.08, 47.14, 137.09, 209.93 and 583.74 g/hm² (active ingredient dose), respectively. Topramezone, haloxyfop-*P*-methyl, nicosulfuron, and fenpyrazone by stem-leaf spraying were also efficient, with the ED_{90} values of 22.21, 35.95, 95.64 and 111.43 g/hm², respectively. Field efficacy tests showed that before wild broomcorn millet seedling, flufenacet 40% SC (810 g/hm²), acetochlor 900 g/L EC (1 620 g/hm²) and S-metolachlor 960 g/L EC (2 160 g/hm²) were effective, the plant control efficacy were all above 86.0% and the fresh weight control efficacy were above 88.4% after 40 days. The control efficacy of isoxazalone 75% WG (90 g/hm²) ranged from 82.5% to 84.8%, clomazone 480 g/L EC (1 008 g/hm²) ranged from 76.3% to 81.6%, while atrazine 38% SC (1 710 g/hm²) had no effect. In the stem-leaf treatment, the control efficacy of

收稿日期: 2022-02-12 修订日期: 2022-04-26

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFD0201806); 国家现代农业产业技术体系(CARS-02); 农业农村部东北作物有害生物综合治理重点实验室开放基金(DB2018-13)

* 通信作者 E-mail: 常雪 cxuesnow@163.com; 苏前富 qianfusu@126.com

为并列第一作者

haloxyfop-*P*-methyl 108 g/L EC (72.9 g/hm²) was the highest, which ranged from 94.8% to 96.5% after 30 days. The control efficacy of fenpyrazone 9% OD (120 g/hm²), topramezone 30% SC (27 g/hm²) and nicosulfuron 40 g/L OD (60 g/hm²) were 72.2%—84.5% after applied 30 days. Mesotrione • nicosulfuron • atrazine 28% OD (630 g/hm²) was effective against wild broomcorn millet. In the fields where wild broomcorn millet occurred seriously, pre-emergence herbicides including amide herbicides such as flufenacet, acetochlor, *S*-metolachlor, and post-emergence herbicides including haloxyfop-*P*-methyl and mixed herbicides such as mesotrione • nicosulfuron • atrazine, could be used to control wild broomcorn millet. In the fields where wild broomcorn millet occurred slightly, the pre-emergence herbicides isoxazalone and clomazone, the post-emergence herbicides topramezone, fenpyrazone and nicosulfuron, could be used. The herbicides used in different crop fields should be selected according to the registration scope of chemicals.

Key words wild broomcorn millet; herbicide; activity; control efficacy

我国化学农药超量使用现象严重,单位面积使用量是世界平均水平的 2.5 倍^[1],由此引发了环境污染、农产品质量安全和农业生态失衡等严重问题层出不穷。在各类化学农药中,除草剂的超量使用首当其冲^[2]。而部分恶性杂草的防除难度大是除草剂增量使用甚至滥用的直接原因。随着国家化学农药使用量零增长行动的实施,以及农药合理使用的政策导向和农业领域科研项目的指标要求^[3-4],恶性杂草精准防控成为化学农药“减施增效”主要研发内容和途径。随着种植业结构的调整,耕作模式的改进,农田杂草群落组成发生明显的演化,难以防控的恶性杂草种类也发生了改变,其中,野稷 *Panicum miliaceum* L. var. *runderale* Kitag^[5-6] 已成为吉林省,乃至东北部分地域的主要优势杂草^[7-8]。野稷对水分、养分的竞争尤为激烈,对粮食作物、经济作物产量危害严重。与农田中另外几种发生普遍的恶性杂草稗 *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.、反枝苋 *Amaranthus retroflexus* L.,雨久花 *Monochoria korsakowii* Regel et Maack 等^[9-11] 比较,野稷的生物学特点、危害趋势、生理生化、防控技术等研究尚处空白,而有研究表明野稷对农田常用除草剂烟嘧磺隆已经显示出低等或中等抗性水平^[12]。因此深入探索和建立野稷的高效防控技术已刻不容缓。为筛选防控野稷的高活性药剂,本文选用防除禾本科杂草的常用药剂对野稷进行了活性测定和防治试验。

1 材料与方法

1.1 供试杂草、作物

野稷,2017 年采自吉林省农业科学院公主岭试验地,取饱满种子 4 ℃ 保存备用。

供试作物:玉米‘科泰 9’,大豆‘吉育 702’。

1.2 供试药剂

本试验所用 14 种除草剂,主要为当前农田常用的禾本科杂草除草剂,其中 7 种为土壤处理剂,7 种为茎叶处理剂,土壤处理药剂分别为:41% 氟噻草胺悬浮剂(SC),泸州东方农化有限公司;900 g/L 乙草胺乳油(EC)、960 g/L 精异丙甲草胺乳油(EC)、38% 莠去津悬浮剂(SC)、480 g/L 异噁草松乳油(EC)、480 g/L 氟乐灵乳油(EC),山东滨农科技有限公司;75% 异噁唑草酮水分散粒剂(WG),杭州颖泰生物科技有限公司。茎叶处理药剂分别为:40 g/L 烟嘧磺隆可分散油悬浮剂(OD)、15% 硝磺草酮悬浮剂(SC),吉林省八达农药有限公司;30% 苯唑草酮悬浮剂(SC),巴斯夫欧洲公司;9% 苯唑氟草酮可分散油悬浮剂(OD),青岛青原化合物有限公司;108 g/L 高效氟吡甲禾灵乳油(EC)、100 g/L 氰氟草酯乳油(EC),20% 五氟磺草胺可分散油悬浮剂(OD),山东滨农科技有限公司。对照药剂:28% 硝磺草酮 • 烟嘧磺隆 • 莠去津可分散油悬浮剂(OD),吉林省八达农药有限公司。药剂用量均为每公顷的有效成分用量,详情见表 1。

1.3 仪器及施药器械

电子天平(EB-280-12, SHIMADZU, Corporation KYOTO JAPAN),自动控制喷洒系统(ASS-4, 北京农业信息技术研究中心),背负式手动喷雾器(HD400, AGROLEX PRIVATE LIMITED)。

1.4 试验方法

1.4.1 室内活性测定试验

试验在吉林省农业科学院植物保护研究所可控日光温室内进行。参照《农药室内生物测定试验准则 除草剂 第三部分:活性测定试验 土壤喷雾法》和《农药室内生物测定试验准则 除草剂 第四部分:活性测定试验 茎叶喷雾法》,选取籽粒饱满的野稷种子,播种

于塑料钵(35 cm×25 cm×30 cm)中,每盆播 40 粒,覆土 1.0 cm,保持土壤充分湿润,置于温室内,在(23±2)℃下培养。按试验设计准确量取药剂,采用自动控制喷雾系统进行均匀喷雾处理,每处理设置 4 个重复。土壤处理于野稷播后苗前均匀喷雾土壤,用水量为 750 L/hm²,对比乙草胺对野稷与稗草活性,另设乙草胺对稗草的活性测定作为对照试验。茎叶处理于野稷 2 叶 1 心期进行,每盆定植长势一致的野稷 20 株,茎叶均匀喷雾处理,药液量为 375 L/hm²。

1.4.2 田间防治试验

以生测试验为基础,选择活性较高的除草剂进行田间防治试验,并根据试验药剂的使用方法、登记作物,在同一地块内分别种植玉米、大豆,进而进行播后苗前土壤喷雾或茎叶喷雾试验。第一年的试验地点为吉林省农业科学院公主岭试验地(124°49'E, 43°31'N),有机质含量 1.8%, pH 7.0,野稷的往年

发生量为 3~40 株/m²;第 2 年的试验地点为吉林省公主岭市杨大城子镇碱锅村(124°23'E, 43°58'N),有机质含量 1.5%,pH 7.0,野稷的往年发生量为 20~80 株/m²,发生量大。按试验设计及小区面积准确量取药剂,用喷雾器(具扇形喷头)进行施药。另设玉米田 28%硝磺·烟·莠去津 OD 630 g/hm²,作为防治野稷的对照。小区面积 20 m²,每个处理设置 4 次重复。土壤喷雾防治试验施药日期为 2018 年 5 月 24 日、2021 年 5 月 20 日;茎叶处理,玉米在 3~5 叶,大豆在 2~3 片复叶,野稷 2~6 叶期进行,具体施药时间为 2019 年 6 月 12 日、2021 年 6 月 1 日。

1.4.3 试验设计

室内活性测定试验,针对药剂的不同特点设置剂量梯度。田间防治药效试验的剂量,根据药剂登记的“东北地区推荐剂量”进行设定,药剂用量具体设置见表 1。

表 1 除草剂对野稷的室内活性测定及田间防治药剂用量

试验药剂 Herbicide	生测试验 Laboratory bioactivity test	田间试验 Field test	
	剂量/g·(hm ²) ⁻¹ Dose	剂量/g·(hm ²) ⁻¹ Dose	作物 Crop
土壤处理 Soil treatment			
40%氟噻草胺 SC flufenacet 40% SC	5,10,20,40,80,100	810	玉米
900 g/L 乙草胺 EC acetochlor 900 g/L EC	10,20,40,80,200	1 620	玉米
960 g/L 精异丙甲草胺 EC S-metolachlor 960 g/L EC	5,10,20,50,100	2 160	玉米
38%莠去津 SC atrazine 38% SC	100,200,400,800,1 500	1 710	玉米
480 g/L 异噁草松 EC clomazone 480 g/L EC	50,100,200,300,600	1 008	大豆
480 g/L 氟乐灵 EC trifluralin 480 g/L EC	10,20,50,100,200	—	—
75%异噁唑草酮 WG isoxaflutole 75% WG	5,10,20,50,100	90	玉米
茎叶处理 Stem-leaf treatment			
40 g/L 烟嘧磺隆 OD nicosulfuron 40 g/L OD	5,10,15,20,35	60	玉米
15%硝磺草酮 SC mesotrione 15% SC	20,40,60,80,120	150	玉米
30%苯唑草酮 SC topramezone 30% SC	5,10,15,20,25	27	玉米
9%苯唑氟草酮 OD fenpyrazone 9% OD	5,10,20,30,40,60	120	玉米
108 g/L 高效氟吡甲禾灵 EC haloxyfop-P-methyl 108 g/L EC	5,10,20,30,40	72.9	大豆
100 g/L 氰氟草酯 EC cyhalofop-butyl 100 g/L EC	5,10,20,30,40,60	—	—
20%五氟磺草胺 OD penoxsulam 20% OD	2,4,8,12,20	—	—
对照试验 Controlled trial			
900 g/L 乙草胺 EC acetochlor 900 g/L EC	20,40,80,160,320	靶标-稗草(生测对照试验) Target-barnyard grass (bioassay control test)	
28%硝磺·烟·莠去津 OD mesotrione · nicosulfuron · atrazine 28% OD	—	630	玉米
清水对照 CK			

1.5 调查与统计方法

室内活性测定试验,于施药后 21 d,调查、称量、记录存活野稷地上部鲜重,计算鲜重防效。以药剂量的对数为自变量,鲜重防效的几率值为因变量,用 SPSS 进行线性回归分析,计算 ED₅₀、ED₉₀ 值及 95%

置信限。

田间防治试验共调查 2 次,其中,土壤处理在施药后的 20、40 d 调查,茎叶喷雾处理在施药后 15、30 d 调查,每个小区取 3 点,每点为 0.5 m×0.5 m。调查野稷株数,第 2 次增加鲜重调查。土壤、茎叶处理分

别采用 Duncan 氏新复极差法进行差异显著性分析。

$$E=\frac{C-T}{C}\times 100\%$$

(1)

式中: E 为鲜重(或株数)防效; C 为对照杂草地上部鲜重(或株数); T 为处理杂草地上部鲜重(或株数)。

2 结果与分析

2.1 14 种除草剂对野稷的室内活性测定

播后苗前土壤处理试验结果表明,异噁唑草酮

的活性最高,ED₉₀ 为 43.08 g/hm²,氟噻草胺、乙草胺、精异丙甲草胺、异噁草松对野稷的活性较高,ED₉₀ 依次为 47.14、137.09、209.93、583.74 g/hm²,氟乐灵对野稷的活性较低,莠去津对野稷的活性最低。在茎叶处理除草剂中,苯唑草酮活性最高,ED₉₀ 为 22.21 g/hm²,高效氟吡甲禾灵、烟嘧磺隆、苯唑氟草酮、硝磺草酮的 ED₉₀ 依次为 35.95、95.64、111.43、179.35 g/hm²,水田除草剂氰氟草酯和五氟磺草胺的活性相对较低(表 2)。

表 2 14 种除草剂对野稷的室内活性测试结果

Table 2 Bioactivity of 14 herbicides against wild broomcorn millet

除草剂 Herbicide	ED ₅₀ /g·(hm ²) ⁻¹ 及 95%置信区间 95% confidence interval	ED ₉₀ /g·(hm ²) ⁻¹ 及 95%置信区间 95% confidence interval	χ^2	df	田间推荐剂量/ g·(hm ²) ⁻¹ Recommended field dose	田间推荐 剂量 ED ₉₀ Recommended field dose ED ₉₀
土壤处理 Soil treatment						
40%氟噻草胺 SC flufenacet 40% SC	7.99 1.95~16.71	47.14 25.05~74.60	3.63	3	810	17.18
900 g/L 乙草胺 EC acetochlor 900 g/L EC	32.00 16.63~55.40	137.09 72.96~851.35	13.42	3	1 620	11.82
960 g/L 精异丙甲草胺 EC S-metolachlor 960 g/L EC	23.26 18.96~28.65	209.93 138.76~380.68	0.60	3	2 160	10.29
38%莠去津 SC atrazine 38% SC	936.58 478.71~3 931.00	34 326.44 6 687.13~1 370 972.54	3.45	3	1 710	0.05
480 g/L 异噁草松 EC clomazone 480 g/L EC	129.37 108.85~159.71	583.74 410.15~964.03	3.78	3	1 008	1.73
480 g/L 氟乐灵 EC trifluralin 480 g/L EC	144.79 109.76~184.81	2 273.83 1 227.81~8 043.79	5.35	3	1 260	0.55
75%异噁唑草酮 WG isoxaflutole 75% WG	6.15 4.37~7.81	43.08 31.22~71.77	0.81	3	90	2.09
茎叶处理 Stem-leaf treatment						
40 g/L 烟嘧磺隆 OD nicosulfuron 40 g/L OD	12.52 10.26~15.01	95.64 60.68~211.02	0.13	3	60	0.62
15%硝磺草酮 SC mesotrione 15% SC	73.80 66.12~85.62	179.35 139.60~268.10	4.09	3	120	0.67
30%苯唑草酮 SC topramezone 30% SC	8.48 7.51~9.40	22.21 19.46~26.40	5.02	3	27	1.22
9%苯唑氟草酮 OD fenpyrazone 9% OD	34.13 21.25~280.05	111.43 50.07~140 771.38	17.40	3	120	1.08
108 g/L 高效氟吡甲禾灵 EC haloxyfop-P-methyl 108 g/L EC	14.47 6.35~25.93	35.95 21.32~340.90	28.67	3	72	2.00
100 g/L 氰氟草酯 EC cyhalofop-butyl 100 g/L EC	40.50 30.29~59.57	901.80 393.33~3 744.32	3.87	3	90	0.10
20%五氟磺草胺 OD penoxsulam 20% OD	9.58 6.54~17.64	472.64 118.09~17 290.64	0.41	3	30	0.06
对照试验:靶标-稗草 Controlled trial: Target-barnyard grass						
900 g/L 乙草胺 EC acetochlor 900 g/L EC	23.88 17.31~30.19	158.124 122.083~228.02	4.94	3	1 620	10.25

2.2 14 种除草剂对野稷的应用选择性

本试验中,将推荐剂量与其 ED₉₀ 的比值进行分析,来评价除草剂在野稷与作物之间的选择性,土壤处理药剂中,以酰胺类除草剂的比值较大,其中,氟噻草胺、乙草胺、精异丙甲草胺的推荐剂量与其 ED₉₀ 比值分别为 17.18、11.82、10.29,其次为异噁唑草酮和

异噁草松,比值分别为 2.09、1.73,莠去津的比值最低,仅为 0.05。茎叶处理药剂中,以高效氟吡甲禾灵的比值较大,为 2.00,随后依次为苯唑草酮、苯唑氟草酮、硝磺草酮、烟嘧磺隆,比值分别为 1.22、1.08、0.67、0.62,水田除草剂氰氟草酯、五氟磺草胺的比值仅为 0.10 和 0.06。而莠去津的田间防效数据,进一

步验证了莠去津对野稷的活性、选择性低。

2.3 除草剂对野稷的田间防效

田间防治野稷的 2 年重复试验中,第 1 年的试验结果表明:在土壤处理药剂中,酰胺类除草剂 40%氟噻草胺 SC、900 g/L 乙草胺 EC、960 g/L 精异丙甲草胺 EC 对野稷有较好防效。施药后 40 d,三者的株防效分别为 90.4%,91.2%,92.8%,鲜重防效都在 90%以上,三者间差异不显著;杂环类除草剂 75%异噁唑草酮 WG 和 480 g/L 异噁草松 EC 对野稷亦有较高防效,施药后 40 d,株防效分别为 84.8%,81.6%,鲜重防效为 85.3%和 81.6%。第 2 年的试验中,仍以 40%氟噻草胺 SC、900 g/L 乙草胺 EC、960 g/L 精异丙甲草胺 EC 防效最高,施药后 40 d,株防效分别为 87.4%,88.0%,86.5%,鲜重防效为 90.6%,91.5%,88.4%,3 者差异不显著,75%异噁唑草酮 WG 和 480 g/L 异噁草松 EC 的株防效分别为 82.5%、76.3%,鲜重防效为 82.1%和 75.8,与第 1 年比较,防效略低;2 年试验比较,整体趋势基本一致。

茎叶处理试验,第一年试验中,施药后 15 d 的防效都高于施药后 30 d。施药后 30 d,108 g/L 高

效氟吡甲禾灵 EC 72.9 g/hm² 处理防效最高,株防效 96.5%,鲜重防效 97.2%;30%苯唑草酮 SC、9%苯唑氟草酮 OD 对野稷的株防效分别为 84.5%和 83.2%,鲜重防效为 90.8%和 85.1%;40 g/L 烟嘧磺隆 OD 对野稷的株防效为 78.8%,鲜重防效 86.4%;15%硝磺草酮 SC 对野稷的株防效仅为 48.6%,鲜重防效 55.3%。第 2 年的试验中,施药后 30 d,仍以 108 g/L 高效氟吡甲禾灵 EC 的防效最高,其次依次为 40 g/L 烟嘧磺隆 OD、9%苯唑氟草酮 OD、30%苯唑草酮 SC 和 15%硝磺草酮 SC,其株防效分别为 94.8%、83.0%、80.7%、72.2% 和 50.9%,鲜重防效分别为 97.9%,91.3%,88.4%,75.5%,61.0%。2 年试验中,30%苯唑草酮 SC 的防效幅度变化较大,40 g/L 烟嘧磺隆 OD 与 9%苯唑氟草酮 OD 比较,二者防效差异不显著。对照药剂 28%硝磺·烟·莠去津 OD 630 g/hm² 对野稷的防效较高,2 年的试验中,其施药后 30 d 对野稷的株防效分别为 97.6%和 93.4%,鲜重防效为 96.2%和 96.7%。与 108 g/L 高效氟吡甲禾灵 EC 相当,二者差异不显著。试验调查详细数据见表 3。

表 3 不同除草剂对野稷的田间防治效果¹⁾

Table 3 Effect of different herbicides on wild broomcorn millet under different application methods in the field test								
		第 1 年试验 First year test			第 2 年试验 Second year test			
药剂 Herbicide	剂量/ g • (hm ²) ⁻¹ Dose	株防效/% (第 1 次)	株防效/% (第 2 次)	鲜重防 效/%	株防效/% (第 1 次)	株防效/% (第 2 次)	鲜重防 效/%	
		Plant control efficacy (first)	Plant control efficacy (second)	Fresh weight control efficacy	Plant control efficacy (first)	Plant control efficacy (second)	Fresh weight control efficacy	
土壤处理 Soil treatment								
40%氟噻草胺 SC flufenacet 40% SC	810	94.8a	90.4a	94.4a	89.8a	87.4a	90.6a	
900 g/L 乙草胺 EC acetochlor 900g/L EC	1 620	94.0a	91.2a	94.9a	90.2a	88.0a	91.5a	
960 g/L 精异丙甲草胺 EC S-metolachlor 960 g/L EC	2 160	93.1a	92.8a	94.7a	88.2ab	86.5a	88.4ab	
38%莠去津 SC atrazine 38% SC	1 710	—	—	—	13.0d	6.5c	7.2e	
75%异噁唑草酮 WG isoxaflutole 75% WG	90	85.3b	84.8b	85.3b	85.0ab	82.5a	82.1bc	
480 g/L 异噁草松 EC clomazone 480 g/L EC	1 008	84.5b	81.6b	81.6b	81.8bc	76.3b	75.8cd	
茎叶处理 Stem-leaf treatment								
40 g/L 烟嘧磺隆 OD nicosulfuron 40 g/L OD	60	87.2bc	78.8c	86.4bc	87.7bc	83.0b	91.3ab	
15%硝磺草酮 SC mesotrione 15% SC	150	63.8d	48.6d	55.3d	65.2e	50.9d	61.0d	
30%苯唑草酮 SC topramezone 30% SC	27	90.8b	84.5b	90.8abc	78.9d	72.2c	75.5c	
9%苯唑氟草酮 OD fenpyrazone 9% OD	120	86.5c	83.2bc	85.1c	84.3c	80.7b	88.4b	
108 g/L 高效氟吡甲禾灵 EC haloxyfop- <i>P</i> -methyl 108 g/L EC	72.9	97.2a	96.5a	97.2a	96.6a	94.8a	97.9a	
28%硝磺·烟·莠去津 OD mesotrione • nicosulfuron • atrazine 28% OD	630	98.6a	97.6a	96.2ab	90.7ab	93.4a	96.7ab	

1) “—”表示无效。
“—” indicates invalidity.

3 结论与讨论

在试验统计方法上,常用选择性系数来评价除草

剂在某一种杂草和作物之间的选择性。鉴于已登记的除草剂在对应的作物上登记的使用剂量范围是固定的,一般等于或小于此药剂在作物上的 ED₁₀,因此

本文以推荐剂量替换药剂对作物的 ED_{10} , 来评价除草剂在作物田防治某种杂草是可行的, 结合田间防效来具体评价, 具有一定的合理性。当然此方法的不足之处, 以及二者的具体差异, 还有待进一步试验研究。

基于试验结果, 对于野稷危害重的田块, 播后苗前土壤处理可选用氟噻草胺、乙草胺、精异丙甲草胺等除草剂, 苗后除草可选用高效氟吡甲禾灵或硝磺·烟·莠去津复配制剂。发生危害轻的田块, 土壤处理还可选择异噁唑草酮或异噁草松, 茎叶喷雾可选择苯唑氟草酮、苯唑草酮或烟嘧磺隆及其复配制剂, 这些药剂在防治其他杂草的同时, 能够对野稷有较好的防控效果。针对不同作物, 可选用登记范围内对应的除草剂种类。如本试验中的精异丙甲草胺, 对作物安全性较高, 在玉米、大豆、花生、大蒜、番茄、马铃薯、西瓜、烟草、向日葵、芝麻等作物上均有登记, 可作为这些作物田野稷防治的选择药剂。高效氟吡甲禾灵广泛登记在阔叶作物田, 使用范围广、防效高, 可以作为阔叶作物田防治野稷的优选药剂。

试验中, 莠去津对野稷的活性极低, 基本无效, 且莠去津是目前在糜子田登记的唯一除草剂品种, 说明莠去津在野稷与栽培糜子间无选择性, 不能用于糜子田防除野稷。糜子田杂草防除虽有各种探索^[13-14], 但未查到糜子田中野稷的相关化学防除技术。本试验中对野稷活性高的药剂对糜子的安全性低。因此, 糜子田野稷的防控难度高于其他作物田, 用于糜子田野稷防控除草剂的种类筛选、防控技术还有待于进一步探索。

室内生测活性试验中, 与对照试验比较, 乙草胺对野稷、稗草的活性相近, 但五氟磺草胺、氟氟草酯对野稷的活性较低, 有研究报道显示五氟磺草胺、氟氟草酯在水稻田是防除稗草的高效除草剂^[15], 说明野稷与稗草对其他除草剂的敏感性存在较大差异。因此野稷的防控不能完全借鉴稗草等恶性杂草的防控技术。在防控难度上, 稗草的难度在于其发生量大, 以及抗药性机理较为复杂^[16], 野稷的防控难度在于其生物学特点及自身的抗逆性强。农业生产中野稷的防控, 应避免长期单一用药, 随意提高用药剂量的防控模式, 这种模式常是抗药性产生的主要因素^[17]。科学用药, 不同作物的合理轮作, 药剂防治与农事操作相结合, 能避免或延缓抗性产生^[18]。野稷抗逆性强, 一旦产生抗药性, 其防控难度会高于稗草。

野稷在农田中属于杂草, 其他环境下, 则是优良的牧草和重要的育种资源。在收集、保护、利用好这

种野生资源的前提下, 再根据其在农田的发生特点, 针对野稷或以野稷为主的杂草群落选择高活性药剂和适宜的方法进行精准施药, 方能达到除草剂的减施增效, 利于生态建设。

参考文献

- [1] 陈晓明, 王程龙, 薄瑞. 中国农药使用现状及对策建议[J]. 农业科学与管理, 2016, 37(2): 4-8.
- [2] 常雪, 刘文哲, 王义生, 等. 东北中西部地区玉米田农药使用现状与分析[J]. 玉米科学, 2021, 29(4): 104-109.
- [3] 张凯, 陈彦宾, 张昭, 等. “十三五”化学农药减施增效综合技术研发成效与标志性成果[J]. 植物保护, 2021, 47(1): 1-7.
- [4] 李香菊, 崔海兰, 陈景超, 等. 东北玉米田除草剂减施增效技术途径探讨[J]. 玉米科学, 2021, 29(3): 92-99.
- [5] 梁帝允, 张治. 中国农区杂草识别图册[M]. 1版. 北京: 中国农业技术出版社, 2014, 540.
- [6] 孟繁霜. 糜子遗传多样性与栽培起源研究[D]. 长春: 吉林大学, 2018.
- [7] 王义生, 张伟, 付立范, 等. 吉林省野稷生物学性状及生长规律调查[J]. 杂草学报, 2020, 38(2): 16-20.
- [8] 关成宏, 董爱书, 李海燕. 黑龙江垦区杂草群落演变情况分析及防控要点[J]. 现代化农业, 2018(9): 2-5.
- [9] GODWIN J, NORSWORTHY J K, SCOTT R C. Evaluation of pethoxamid- containing weed control programs in drill-seeded rice (*Oryza sativa* L.) [J]. Weed Technology, 2018, 32(5): 544-549.
- [10] 张靖, 吕和平, 曹立冬, 等. 六种喷雾助剂提高硝磺草酮防除稗草及分枝苋效果的作用机理初探[J]. 农药学学报, 2015, 17(3): 348-356.
- [11] CHENG W G, OKAMOTO Y, TAKEI M, et al. Combined use of *Azolla* and loach suppressed weed *Monochoria vaginalis* and increased rice yield without agrochemicals [J]. Organic Agriculture, 2015, 5(1): 1-10.
- [12] 关依迪, 曹诗函, 邹益泽, 等. 野稷对烟嘧磺隆的抗性水平及抗性机制[J]. 农药, 2022, 61(1): 75-78.
- [13] 张盼盼, 王君杰, 陈凌, 等. 不同除草剂对糜子田杂草的防除效果[J]. 西北农业学报, 2013, 22(10): 208-212.
- [14] 赵秀梅, 左豫虎, 罗宝君, 等. 几种除草剂防除糜子田杂草药效和安全性[J]. 农药, 2017, 56(4): 303-306.
- [15] 马国兰, 刘都才, 刘雪源, 等. 6种除草剂对直播稻田高龄稗草的生物活性及田间控制效果[J]. 植物保护, 2014, 40(3): 204-208.
- [16] 杨德亮. 吉林省稻田禾本科杂草分布特征、抗药性特点及其防控措施的研究[D]. 延边: 延边大学, 2014.
- [17] NEVE P, VILA-AIUB M, ROUX F. Evolutionary-thinking in agricultural weed management [J]. The New Phytologist, 2009, 184(4): 783-793.
- [18] NEVE P, BARNEY J N, BUCKLEY Y, et al. Reviewing research priorities in weed ecology, evolution and management: a horizon scan [J]. Weed Research, 2018, 58(4): 250-255.

(责任编辑: 田 喆)