

嘧草醚对双季稻田杂草的防效及后茬作物的安全性影响

贾浩然¹, 张月¹, 李卫¹, 李保同^{1*}, 石绪根², 周雯雯³

(1. 江西农业大学国土资源与环境学院, 南昌 330045; 2. 江西农业大学农学院, 南昌 330045;
3. 江西农业大学食品科学与工程学院, 南昌 330045)

摘要 为明确嘧草醚及其相关除草剂混用对移栽田杂草的防效及其对水稻和后茬作物的安全性,于2018年在江西双季稻田进行了田间试验。结果表明:10%嘧草醚 WP 对稗 *Echinochloa crus-galli* 有优异的防除效果,有效剂量 45~120 g/hm² 处理药后 45 d 对早稻和晚稻田稗草的防效均在 90% 以上,且对水稻和后茬作物油菜、白菜、紫云英、小麦和马铃薯生长安全,但对阔叶类鸭舌草和莎草类异型莎草的防效较差;10%嘧草醚 WP 分别与 10%苄嘧磺隆 WP 和 25 g/L 五氟磺草胺 OD 混用,对早稻和晚稻田稗草、鸭舌草和异型莎草的防效均达 91% 以上,且对水稻生长安全;而与扑草净混用对杂草的防效略低,且对水稻会产生药害,严重影响产量。因此,对于以稗草为优势种群的水稻田,可选用 10%嘧草醚 WP 45~60 g/hm² 进行防治;对于禾本科杂草、阔叶杂草和莎草科杂草发生并重的水稻田,可选择 10%嘧草醚 WP 30~45 g/hm² 与 10%苄嘧磺隆 WP 或 25 g/L 五氟磺草胺 OD 20~30 g/hm² 混用进行治理。

关键词 嘧草醚; 水稻; 防效; 安全性; 后茬作物

中图分类号: S 451.21 **文献标识码:** B **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2019283

Effects of pyriminobac-methyl on weeds in double-cropping rice fields and safety to rice and following crops

JIA Haoran¹, ZHANG Yue¹, LI Wei¹, LI Baotong^{1*}, SHI Xugen², ZHOU Wenwen³

(1. College of Land Resources and Environment, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China;
2. College of Agriculture, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; 3. College of Food Science and Engineering, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract In order to clarify the efficacies of pyriminobac-methyl on weeds in double-cropping rice fields and its safety to rice and following crops, a field experiment was conducted in double-cropping rice fields in Jiangxi province in 2018. The results showed that pyriminobac-methyl 10% WP had good efficacy on *Echinochloa crus-galli*, which was over 90% in double-cropping rice fields at 45–120 g/hm² 45 d after treatment. It was safe to rice and following crop, including rape, Chinese cabbage, Chinese milk vetch, wheat and potato growth, but the efficacy on broad-leaved weeds and Cyperaceae weeds was poor. The efficacies of mixed use of pyriminobac-methyl 10% WP with bensulfuron-methyl 10% WP and penoxsulam 25 g/L OD on *Echinochloa crus-galli*, *Monochoria vaginalis* and *Cyperus difformis* in early rice and late rice fields were more than 91%, and it was safe to the growth of rice. However, the efficacy of the mixture of pyriminobac-methyl 10% WP with prometryn 50% WP on weeds was low, and it also caused damage to rice growth, which seriously affected the rice yield. Therefore, pyriminobac-methyl 10% WP at 45–60 g/hm² can be used for controlling weeds in the rice field with *Echinochloa crus-galli* as the dominant population. The mixtures of pyriminobac-methyl 10% WP at 30–45 g/hm² with bensulfuron-methyl 10% WP or penoxsulam 25 g/L OD at 20–30 g/hm² can be used in rice fields with simultaneous occurrence of gramineae weeds, broad-leaved weeds and Cyperaceae weeds.

Key words pyriminobac-methyl; rice; control efficacy; safety; following crop

杂草是危害水稻生产的重要因素之一,不仅影响水稻的产量和品质,也很大程度增加了管理成本,

收稿日期: 2019-06-09

修订日期: 2019-07-04

基金项目: “十三五”国家重点研发计划(2017YFD0301604);江西省科技支撑计划(20161BAB214173)

* 通信作者 E-mail: libt66@163.com

不利于增产增收^[1-2]。目前,化学除草仍是我国稻田杂草控制最有效的手段。据统计,我国每年使用的各种化学除草剂有效成分高达 8 万 t 以上^[3-5]。但是,除草剂滥用或乱用会造成作物药害或环境污染^[6],稻米中的除草剂残留更会对人、畜造成危害。近年来,随着稻田除草剂单一品种的长期使用和栽培方式的改变,杂草草相发生了明显改变^[7-9]。水稻田中的禾本科杂草,稗 *Echinochloa crus-galli*、马唐 *Digitaria sanguinalis* 和千金子 *Leptochloa chinensis* 等对市面上常用的除草剂敏感性降低,防效逐年下降^[7,10-13]。因此,筛选水稻田杂草防治新药剂及其使用方法势在必行。嘧草醚(pyriminobac-methyl)是由日本组合化学工业株式会社开发的一种选择性传导型水杨酸类除草剂,其机理是抑制植物体内乙酰乳酸合成酶活性,干扰支链氨基酸合成代谢而表现除草活性^[14],主要用于稻田稗草和小龄千金子的防治。程志明^[14]介绍了嘧草醚的合成、优化、构效关系及其除草特性、作用机理;沈国辉等和吴雄哲等^[15-16]试验了嘧草醚对稻田稗草的防治效果及对水稻的安全性,有关嘧草醚对双季水稻田杂草的防效及其与其他除草剂混用效果未见报道。本文试验了嘧草醚单剂及其与水稻田常用除草剂苄嘧磺隆、五氟磺草胺和扑草净混用对水稻田杂草的防除效果和对水稻的安全性,为嘧草醚在双季水稻田的推广应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2018 年在江西省宜春市上高县泗溪镇

曾家村稻田(115. 12°E, 28. 27°N)进行。试验田冬季闲田,土壤质地为红色壤土,pH 5. 42,有机质含量 1. 62%,地势平坦,栽培条件均匀一致。

稻田杂草主要有禾本科的稗草 *E. crus-galli*、阔叶类的鸭舌草 *Monochoria vaginalis* 及少量莎草科的异型莎草 *Cyperus difformis*。

1.2 供试材料

试验药剂:10%嘧草醚可湿性粉剂(WP),北京新禾丰有限公司;10%苄嘧磺隆可湿性粉剂(WP),江苏快达农化股份有限公司;25 g/L五氟磺草胺可分散油悬浮剂(OD),美国陶氏益农公司;50%扑草净可湿性粉剂(WP),山东德邦绿野化学有限公司;肥料:尿素,灵谷化工有限公司;氯化钾,广东天禾农资股份有限公司。

供试水稻:早稻品种为‘优 I 2058’,晚稻为‘黄花粘’,分别于 4 月 17 日和 7 月 22 日移栽,种植间距分别为 13. 3 cm×23. 3 cm 和 13. 3 cm×30. 0 cm,每穴 2~3 株。

后茬作物:油菜,品种为‘上海矮抗青’;白菜,品种为‘黄秧小白菜’;紫云英,品种为‘萍乡芦溪’;小麦,品种为‘小麦 9023’;马铃薯,品种为‘克新 3 号’。以上作物种子或种苗均为市售。

1.3 试验设计与方法

1.3.1 嘧草醚对移栽田杂草防除试验

试验设 14 个处理,每处理重复 3 次,小区面积 40 m²。小区间用覆有薄膜的田埂隔开,独立排灌,以防处理间相互影响。试验药剂有效剂量设计见表 1。

表 1 试验药剂剂量设计

Table 1 Dosage design for herbicides in experiment

编号 Serial number	处理 Treatment	有效剂量/g·(hm ²) ⁻¹ Effective dosage
1	10%嘧草醚 WP	45
2	pyriminobac-methyl 10% WP	60
3		90
4		120
5	10%嘧草醚 WP+10%苄嘧磺隆 WP	30+20
6	pyriminobac-methyl 10% WP+bensulfuron-methyl 10%WP	45+30
7	10%嘧草醚 WP+25 g/L ⁻¹ 五氟磺草胺 OD	30+20
8	pyriminobac-methyl 10% WP+penoxsulam 25 g/L OD	45+30
9	10%嘧草醚 WP+50%扑草净 WP	33+300
10	pyriminobac-methyl 10% WP+prometryn 50% WP	50+450
11	10%苄嘧磺隆 WP bensulfuron-methyl 10%WP	30
12	25 g/L 五氟磺草胺 OD penoxsulam 25 g/L OD	30
13	50%扑草净 WP prometryn 50% WP	450
14	空白 CK	0

1.3.2 施药方法及试验调查

施药方法:水稻移栽 7 d(早稻为 2018 年 4 月 24 日,晚稻为 2018 年 7 月 30 日)后,嘧草醚、苄嘧磺隆和扑草净按施用剂量拌尿素和氯化钾肥各 112.5 kg/hm^2 均匀撒施,五氟磺草胺先拌细土 15 kg/hm^2 ,再与尿素和氯化钾肥各 112.5 kg/hm^2 混匀撒施。施药时田间应保持 3~5 cm 水层 5~7 d,并只灌不排,任其自然落干,之后正常田间管理。

试验调查:采用 1 次施药多次采样调查的方法,药后 3~7 d 目测水稻生长情况,观察药害情况;之后分别在药后 20 d(早稻为 5 月 15 日,晚稻为 8 月 20 日)、45 d(早稻为 6 月 8 日,晚稻为 9 月 14 日)调查杂草发生情况和水稻生长情况,每小区四分法取样调查 4 个点,每个点 $0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$,调查株高、分蘖数、地上部分鲜重(剪取每株植株的地上部分称量鲜重)、杂草种类和株数等。水稻成熟收割时(早稻为 7 月 13 日,晚稻为 10 月 23 日),考查单位面积穗数及每穗实粒数、千粒重和理论产量。

1.3.3 嘧草醚对后茬作物安全性试验

试验设计:于 2018 年晚稻收割后种植后茬作物。试验设 5 个处理,分别为 10%嘧草醚 WP 有效剂量(下同)45、60、90 g/hm^2 和 120 g/hm^2 及空白对照。水稻收获后,将每个处理等分为 5 个小区,拢埂隔开,分别种植冬季油菜、白菜、紫云英、小麦和马铃薯。5 种作物播种时间均为 10 月 25 日,采用人工穴播,株距 15 cm,其中冬季油菜、白菜、小麦每穴 5 粒种子,紫云英每穴 3 粒种子,马铃薯每穴 1 个马铃薯芽(苗)。

试验调查:于播种后记录各种后茬作物的出苗时间;播种后 15~20 d,每个小区连续查 100 粒(块)种子(块茎),统计出苗率;作物生育前期(播种后 45 d),每种作物采用对角线 5 点取样,每点 3 株,测量各处理小区作物地上株高及株鲜重。

1.4 计算公式及数据分析

株防效=(对照区株数-施药区株数)/对照区株数 $\times 100\%$;

实粒率=样品实粒数/样品总粒数 $\times 100\%$;

理论产量= 667 m^2 有效穗数 $\times$ 平均实粒数 $\times$ 千粒重/(1-13.5%含水量)/ 10^6 ;

抑制率(或增产率)=(施药区产量-对照区产量)/对照区产量 $\times 100\%$ 。

数据用 Excel 2010 进行初步处理后,再用 SPSS

17.0 软件进行显著性差异分析,通过 Duncan 氏新复极差法测验各处理间的显著差异性。

2 结果与分析

2.1 对杂草的防效

10%嘧草醚 WP 对稗草有优异的防除效果,60、90 g/hm^2 和 120 g/hm^2 处理药后 20 d 和 45 d 对早稻和晚稻田稗草的防效均在 92%以上,45 g/hm^2 处理药后 45 d 对早稻和晚稻田稗草的防效均在 90%以上。其高剂量(90、120 g/hm^2)处理对稗草的防除效果显著高于对照药剂 10%苄嘧磺隆 WP 30 g/hm^2 、25 g/L 五氟磺草胺 OD 30 g/hm^2 和 50%扑草净 WP 450 g/hm^2 ;10%嘧草醚 WP 对早晚稻田鸭舌草和异形莎草防效较差,低浓度(45、60 g/hm^2)处理药后 20 d 和 45 d 对鸭舌草和异型莎草防效均在 61%以下,均低于 10%苄嘧磺隆 WP、50%扑草净 WP 和 25 g/L 五氟磺草胺 OD 3 个对照药剂处理,嘧草醚高浓度(90、120 g/hm^2)对鸭舌草和异形莎草的防效也只有 46%~93%。

嘧草醚与苄嘧磺隆、扑草净和五氟磺草胺混用对杂草具有良好的防除效果,其中以 10%嘧草醚 WP 与 25 g/L 五氟磺草胺 OD 混用的防除效果最好,(30+20)、(45+30) g/hm^2 处理药后 20 d 和 45 d 对早稻和晚稻田杂草的防效均在 97%以上;其次为 10%嘧草醚 WP 与 10%苄嘧磺隆 WP 混用处理,(30+20)、(45+30) g/hm^2 处理药后 20 d 和 45 d 对早稻和晚稻田杂草的防效均在 91%以上;10%嘧草醚 WP 与 50%扑草净 WP 混用的防除效果相对较差,但(33+300)、(50+450) g/hm^2 处理药后 20 d 和 45 d 对早稻和晚稻田杂草的防效也达 75%以上(表 2)。

2.2 对水稻生长的影响

据药后 7、14、20 d 田间目测观察,10%嘧草醚 WP 单剂及其与 10%苄嘧磺隆 WP 和 25 g/L 五氟磺草胺 OD 混用各处理水稻生长与空白对照无差异,而 50%扑草净 WP 450 g/hm^2 处理和 10%嘧草醚 WP +50%扑草净 WP(33+300)、(50+450) g/hm^2 处理稻苗普遍发生黄化现象,药后 20 d 稻苗逐渐返青,恢复正常生长。

取样测定结果表明,10%嘧草醚 WP 45、60、90 g/hm^2 和 120 g/hm^2 处理对水稻株高和鲜重有一定的促进作用,其中以 60 g/hm^2 处理效果最好,株高和鲜重极显著高于空白对照处理,但对水稻分蘖无明显影响;10%嘧草醚 WP 与 25 g/L 五氟磺草胺

OD 混用相对空白对照对水稻株高和鲜重有一定的促进作用,而对水稻分蘖无明显影响;与 10% 苄嘧磺隆 WP 混用对水稻生长没有显著影响;与 50% 扑草净 WP 混用对水稻生长有明显的抑制作用,水稻株高比对照有所降低或与之相当、分蘖减少和鲜重降低,与其他处理间差异极显著。

表 2 10%嘧草醚 WP 及其混剂对移栽稻田杂草的株防效¹⁾

Table 2 Plant control effect of pyriminobac-methyl 10% WP and its mixture on weeds in rice field

编号 Serial number	早稻 Early rice					
	药后 20 d 防效/%			药后 45 d 防效/%		
	Control effect 20 days after treatment			Control effect 45 days after treatment		
	稗草 <i>Echinochloa crus-galli</i>	鸭舌草 <i>Monochoria vaginalis</i>	异型莎草 <i>Cyperus difformis</i>	稗草 <i>Echinochloa crus-galli</i>	鸭舌草 <i>Monochoria vaginalis</i>	异型莎草 <i>Cyperus difformis</i>
1	89.0 dC	27.6 eF	30.6 iI	90.9 dB	48.8 eE	39.5 gG
2	92.9 cB	30.6 eF	40.8 hH	99.6 abA	58.7 dD	51.1 fF
3	100.0 aA	74.1 dE	46.5 gG	100.0 aA	84.9 cC	68.9 eE
4	100.0 aA	83.6 cCD	70.5 fF	100.0 aA	93.3 bB	76.8 dD
5	91.3 cBC	99.6 aA	98.2 abAB	97.5 bcA	98.8 aA	99.4 aA
6	98.4 abA	99.1 aA	99.6 aA	97.1 cA	98.8 aA	99.9 aA
7	100.0 aA	97.5 aA	97.8 bcABC	99.6 abA	99.6 aA	99.5 aA
8	100.0 aA	99.3 aA	99.9 aA	100.0 aA	100.0 aA	100.0 aA
9	97.8 bA	82.6 cCD	75.7 eE	98.0 abcA	97.9 aA	90.0 cC
10	100.0 aA	86.4 cBC	94.7 cBCD	99.6 abA	98.9 aA	99.4 aA
11	69.7 eD	78.1 dDE	93.9 cdCD	92.5 dB	84.2 cC	94.7 bB
12	90.0 dC	98.8 aA	96.5 bcABC	99.4 abA	99.6 aA	99.2 aA
13	96.9 bA	90.5 bB	76.2 eE	98.1 abcA	98.7 aA	95.7 bB
14	—	—	—	—	—	—

编号 Serial number	晚稻 Late rice					
	药后 20 d 防效/%			药后 45 d 防效/%		
	Control effect 20 days after treatment			Control effect 45 days after treatment		
	稗草 <i>Echinochloa crus-galli</i>	鸭舌草 <i>Monochoria vaginalis</i>	异型莎草 <i>Cyperus difformis</i>	稗草 <i>Echinochloa crus-galli</i>	鸭舌草 <i>Monochoria vaginalis</i>	异型莎草 <i>Cyperus difformis</i>
1	73.2 eC	36.7 fE	31.2 hH	90.3 bA	37.9 eE	44.2 gE
2	96.5 bcA	58.8 eD	41.4 gG	99.6 aA	61.3 dD	49.5 fE
3	99.4 abA	68.6 dC	51.0 fF	100.0 aA	78.4 cC	68.4 eD
4	100.0 aA	75.6 cB	66.1 eE	100.0 aA	84.9 bB	74.2 dC
5	96.7 bcA	99.3 aA	94.5 bcBC	99.2 aA	99.3 aA	97.6 abA
6	96.1 cA	99.4 aA	97.7 abAB	99.9 aA	100.0 aA	100.0 aA
7	100.0 aA	99.8 aA	97.0 abAB	100.0 aA	100.0 aA	99.6 aA
8	99.9 aA	100.0 aA	100.0 aA	100.0 aA	100.0 aA	100.0 aA
9	100.0 aA	98.5 aA	82.2 dD	99.8 aA	99.7 aA	91.9 cB
10	100.0 aA	100.0 aA	91.3 cC	99.7 aA	100.0 aA	100.0 aA
11	73.5 eC	95.1 bA	91.8 cC	82.9 bB	98.9 aA	94.2 bcAB
12	92.2 dB	99.8 aA	98.0 abAB	99.6 aA	100.0 aA	99.5 aA
13	97.3 abcA	99.0 aA	83.6 dD	99.3 aA	100.0 aA	94.1 bcAB
14	—	—	—	—	—	—

1) 同列不同字母表示同一时间不同处理间差异显著,大写字母表示 $P<0.01$,小写字母表示 $P<0.05$;表中编号对应的处理药剂和剂量如表 1 所示。下同。
Different letters indicate the significance of differences between different treatments at the same time, with uppercase letters indicating $P<0.01$ and lowercase letters indicating $P<0.05$. The treatment agents and doses corresponding to the serial numbers in the table are shown in table 1. The same applies below.

水稻成熟时取样考种表明,嘧草醚单剂及其与苄嘧磺隆和五氟磺草胺混用均表现增产作用,其中 10% 嘧草醚 WP 60 g/hm² 处理和嘧草醚与五氟磺草胺混用处理增产幅度最大,早稻和晚稻分别高达 12.10%~13.62% 和 8.72%~11.69%,而嘧草醚与扑草净混用对水稻产量有较大影响,早稻和晚稻产量分别减少 7.45%~8.25% 和 1.54%~2.97% (表 3)。

表 3 10%嘧草醚 WP 及其混剂对水稻生长的影响

Table 3 Effect of pyriminobac-methyl 10% WP and its mixture on the growth of rice

水稻类型 Rice type	编号 Serial number	株高/cm Plant height		茎蘖数/个 Number of tillers		鲜重/g Fresh weight	产量/ kg · (hm ²) ⁻¹ Yield	增产率/% Yield increase rate
		药后 20 d 20 days after treatment	药后 45 d 45 days after treatment	药后 20 d 20 days after treatment	药后 45 d 45 days after treatment			
早稻 Early rice	1	72.7 abAB	97.0 bB	13.7 bA	24.4 abAB	182.9 abAB	6 999 abA	5.33 cC
	2	74.7 aA	98.3 bA	16.6 aA	25.3 aA	193.4 aA	7 496 aA	12.81 aA
	3	69.5 bA	96.5 bB	14.2 abA	24.4 abAB	179.5 abAB	7 246 abAB	9.04 bB
	4	68.2 bB	95.2 bcB	13.1 bA	23.3 abA	170.2 bcBC	6 802 bcB	2.36 deDE
	5	68.4 bB	95.8 bcB	15.1 aA	22.1 bB	171.4 bB	6 892 bB	3.72 dD
	6	69.3 bA	94.5 bcB	15.7 aA	22.2 bB	171.7 bB	6 902 bB	3.87 dD
	7	71.3 abAB	100.3 abA	16.4 aA	23.5 abA	189.9 abAB	7 449 aA	12.10 aA
	8	73.8 aA	97.1 bB	16.1 aA	24.9 aA	194.5 aA	7 550 aA	13.62 aA
	9	67.7 bcB	92.7 dC	14.8 abA	20.2 cC	152.9 dD	6 150 dD	-7.45 eE
	10	64.1 dC	93.8 cC	14.7 abA	20.1 cC	152.4 dD	6 097 dD	-8.25 eE
	11	72.3 abAB	93.0 dC	14.5 abA	24.3 abAB	167.3 bcB	6 741 cC	1.45 deD
	12	74.6 aA	103.8 aA	14.9 abA	25.4 aA	182.2 abAB	7 000 abA	5.34 cC
	13	65.3 cC	95.0 bcB	13.9 bA	22.2 bB	154.6 cC	6 010 deDE	-9.56 eE
	14	67.0 bcB	93.4 dC	14.5 abA	23.9 abA	164.2 bcB	6 645 cdCD	—
晚稻 Late rice	1	75.9 abA	96.0 abA	16.7 abAB	23.7 bB	202.9 cC	7 301 bB	7.25 bcBC
	2	79.0 aA	98.7 aA	18.7 aA	26.2 aA	215.1 abA	7 401 abA	8.72 bB
	3	76.3 abA	93.0 bB	18.2 aA	24.2 bB	195.9 dD	7 202 bcBC	5.79 cC
	4	75.8 abA	91.7 bcB	17.0 abAB	23.2 bcB	184.7 fF	7 004 cC	2.88 deDE
	5	71.8 bB	92.3 bB	16.9 abAB	24.8 abAB	203.6 cC	6 951 cC	2.1 deDE
	6	70.1 bB	91.2 bcB	16.1 bB	24.1 bB	204.7 cC	7 002 cC	2.85 deDE
	7	73.2 bA	96.7 abA	17.2 abAB	25.1 abAB	211.1 abAB	7 501 abAB	10.26 abAB
	8	74.0 bA	96.7 abA	17.8 abAB	25.0 abAB	221.7 aA	7 603 aA	11.69 aA
	9	66.3 cC	88.2 cC	15.1 cC	22.1 cC	189.9 eE	6 698 eE	-1.54 eE
	10	63.9 dD	88.7 cC	14.9 cC	22.1 cC	189.3 eE	6 601 dD	-2.97 fF
	11	71.8 bB	92.5 bB	16.9 abAB	23.5 bcB	193.8 dD	6 903 cC	1.4 deD
	12	73.4 bA	95.3 bA	17.8 abAB	25.2 abAB	207.1 bB	7 407 abA	8.8 bB
	13	66.4 cC	87.2 cC	15.0 cC	23.5 bcB	177.1 gG	6 604 eE	-2.93 fF
	14	69.8 bB	91.0 bcB	16.8 abAB	23.8 bB	190.0 eE	6 803 cdCD	—

2.3 对后茬作物的安全性

2.3.1 对后茬作物出苗的影响

晚稻收获后,于 10 月 25 日在 10%嘧草醚 WP 45、60、90 g/hm² 和 120 g/hm² 及空白对照 5 个处理的小区同时播种冬季油菜、白菜、紫云英、小麦和马铃薯等 5 种作物,同一作物在不同处理的小区出

苗时间基本一致,其中白菜于 10 月 28 日出苗,冬季油菜、紫云英和小麦于 11 月 2 日出苗,马铃薯于 11 月 10 日出苗;统计分析表明,冬季油菜、白菜、紫云英、小麦和马铃薯等 5 种作物在 10%嘧草醚 WP 45、60、90 g/hm² 和 120 g/hm² 等 4 个处理中的出苗率与空白对照无显著差异(表 4)。

表 4 10%嘧草醚 WP 对不同后茬作物出苗率的影响

Table 4 Effect of pyriminobac-methyl 10% WP on seedling emergence rate of different crops

编号 Serial number	处理浓度/ g · (hm ²) ⁻¹ Effective dosage	冬季油菜 Winter rape		白菜 Chinese cabbage		紫云英 Chinese milk vetch		小麦 Wheat		马铃薯 Potato	
		出苗率/% Emergence rate	抑制率/% Control efficacy	出苗率/% Emergence rate	抑制率/% Control efficacy	出苗率/% Emergence rate	抑制率/% Control efficacy	出苗率/% Emergence rate	抑制率/% Control efficacy	出苗率/% Emergence rate	抑制率/% Control efficacy
1	45	99.6 aA	-1.57 aA	98.7 aA	-1.67 aA	97.9 aA	-1.90 aA	97.8 aA	-0.80 aA	91.3 aA	-2.58 aA
2	60	98.9 aA	-0.87 aA	97.1 aA	-0.07 aA	96.0 aA	0.00 aA	96.5 aA	0.53 aA	90.1 aA	-1.24 aA
3	90	97.7 aA	0.33 aA	95.4 aA	1.60 aA	95.2 aA	0.80 aA	95.2 aA	1.76 aA	89.1 aA	-0.11 aA
4	120	96.3 aA	1.73 aA	94.4 aA	2.63 aA	94.3 aA	1.73 aA	93.9 aA	3.33 aA	88.4 aA	0.67 aA
5	空白	98.0 aA	—	97.0 aA	—	96.0 aA	—	97.0 aA	—	89.0 aA	—

2.3.2 对后茬作物生长的影响

嘧草醚对后茬作物生长无显著影响,10%嘧草醚 WP 45 g/hm² 和 60 g/hm² 两个低浓度处理的

5 种作物株高和鲜重略大于空白对照,而 120 g/hm² 高浓度处理的株高和鲜重略低于空白对照,但均与空白对照差异不显著(表 5)。

表 5 10%嘧草醚 WP 对不同后茬作物苗期株高的影响

Table 5 Effect of pyriminobac-methyl 10% WP on seedling plant height of different crops

编号 Serial number	处理浓度/ g·(hm ²) ⁻¹ Effective dosage	冬季油菜 Winter rape		白菜 Chinese cabbage		紫云英 Chinese milk vetch		小麦 Wheat		马铃薯 Potato	
		株高/cm Plant height	鲜重/g Fresh weight	株高/cm Plant height	鲜重/g Fresh weight	株高/cm Plant height	鲜重/g Fresh weight	株高/cm Plant height	鲜重/g Fresh weight	株高/cm Plant height	鲜重/g Fresh weight
1	45	10.1 aA	15.7 aA	17.2 aA	14.4 aA	6.7 aA	3.5 aA	20.6 aA	10.9 aA	10.7 aA	12.2 aA
2	60	9.8 aA	15.4 aA	16.7 aA	14.2 aA	6.5 aA	3.0 aA	19.7 aA	10.6 aA	9.1 aA	10.8 aA
3	90	9.2 aA	13.1 aA	14.2 aA	13.7 aA	5.2 aA	2.9 aA	18.5 aA	9.9 aA	8.5 aA	10.6 aA
4	120	8.9 aA	12.7 aA	13.5 aA	13.4 aA	4.7 aA	2.5 aA	17.3 aA	9.2 aA	7.8 aA	9.2 aA
5	空白	9.3 aA	13.9 aA	15.9 aA	13.7 aA	5.4 aA	2.6 aA	18.6 aA	9.9 aA	8.8 aA	10.0 aA

3 结论与讨论

除草剂对稻田杂草的防除效果、对水稻产量的影响以及对水稻及后茬作物的安全性一直是除草剂生产和研究领域的重要课题。除草剂一般可分为选择性和非选择性两种,非选择性除草剂对作物也有一定伤害;选择性除草剂作用机理大多为造成植物某种内源激素紊乱,进而达到杀灭杂草的目的^[4]。但嘧草醚作为一种新型选择性除草剂,不同于以上两种,其机理是抑制植物体内乙酰乳酸合成酶(ALS)活性,干扰支链氨基酸合成代谢而表现除草活性^[14]。嘧草醚内吸传导性强,其在稗草体内传导并抑制 ALS 活性达到杀草目的,但该除草剂在水稻体内未出现,即嘧草醚在水稻和稗草之间的杀草选择性较高。本试验研究表明,嘧草醚在水稻移栽后使用对稗草具有优异的防除效果,45~120 g/hm² 药后 45 d 防效达 90%以上,且对水稻和后茬作物安全。水稻叶片未出现褪绿、黄化现象,后茬作物生长也未被抑制,这与前人研究结果一致^[14-16],说明嘧草醚在水稻移栽田具有广泛的应用前景。有关嘧草醚对直播稻田杂草的防效及对水稻和后茬作物的影响有待进一步研究。

随着稻田除草剂单一品种的长期使用和栽培方式的改变,杂草草相发生了明显改变^[17],各类除草剂因其化学结构不同,其作用靶标也不同,因此可防除的杂草种类也有差异^[18]。苄嘧磺隆是选择性内吸传导型磺酰脲类除草剂,经杂草根部和叶片吸收后转移到其他部位,阻碍支链氨基酸的生物合成,能有效防除水稻田一年生及多年生阔叶杂草和莎草^[19];五氟磺草胺是一种三唑并嘧啶磺酰胺除草

剂,通过抑制乙酰乳酸合成酶(ALS)而起作用,已广泛用于水稻田稗草、千金子以及一年生莎草科杂草和阔叶杂草的防除^[20];扑草净是三嗪类选择性除草剂,经根和叶吸收并传导到杂草的其他部位,通过抑制其光合作用而起作用,适用于阔叶类杂草的防除^[21]。本试验发现,嘧草醚对稗草有优异防效,但对阔叶类和莎草类杂草防除效果较差,但其与作用靶标、杀草谱不同的苄嘧磺隆和五氟磺草胺混用,药后 45 d 对双季稻田稗草、鸭舌草和异型莎草的防效均达 90%以上,且对水稻生长安全,增产效果明显,而与扑草净混用虽对杂草防效显著,但对水稻生长有一定的抑制作用,影响水稻产量。因此,对于以稗草为优势种群的水稻田,可选用嘧草醚进行防治;对于禾本科杂草、阔叶杂草和莎草科杂草发生并重的水稻田,可选择嘧草醚与五氟磺草胺或苄嘧磺隆混用进行治理。

参考文献

[1] 苏少泉,宋顺祖. 中国农田杂草化学防治[M]. 北京:中国农业出版社,1996:170-178.

[2] 于丹. 水稻田恶性杂草发生新特点及防除技术[J]. 杂草科学, 2012, 30(2):67-68.

[3] 张纪利,吴尚,石绪根,等. 稗草对双季稻生长的影响及其防除经济阈值研究[J]. 草业学报, 2015, 24(8): 44-52.

[4] 谢志坚,徐昌旭,刘光荣,等. 不同剂量苄·丁和二氯喹啉酸对紫云英生长环境及其养分吸收累积的影响[J]. 草业学报, 2014, 23(5):201-207.

[5] 赵桂琴,琚泽亮,柴继宽. 除草剂 2,4-D 丁酯对皮燕麦安全性和产量的影响及其残留动态分析[J]. 草业学报, 2018, 27(6):148-157.

药剂,收益将高于人工除草,应大力推广;除草剂施用方式上总体呈现土壤封闭除草效果、产量、利润高于茎叶处理,但 25%辛酰溴苯腈 EC 等茎叶处理剂型对阔叶草效果不错,减产幅度小,利润高于人工除草,可作为以阔叶杂草危害为主的地区化学除草的辅助措施推广应用;苯唑草酮+莠去津混配剂除对阔叶草产量有防效外,对禾本科杂草除草效果及总草综合防治效果较好,从除草广谱性及除草效果、产量、利润等方面综合考虑,可在生产上应用。从除草效果、产量、利润等方面综合来看,土壤封闭除草比较成熟的剂型为 42%丁·异·莠去津 SC 和 42%异丙草·莠 SC,在高粱生产中应广泛应用。

3.2 讨论

以机械作业为主的规模化经营,农业生产各环节的农艺措施都以利润最大化为目标^[7],生产环节简捷,人工费用少的农艺措施,即使产量和效益略有减少,也会受到经营者的欢迎。化学除草相对人工锄草,用工量小,效益高,为适应农业规模化生产的需求,应加快推广步伐。当前,我国粮食产量逐年持续稳定增加,粮食自给率及储备水平的平稳提升,粮食供求实现总量上的基本平衡^[8],增产已不是农业生产的第一目标,因此,使用任何农艺措施都要计成本,算收益账,除草剂筛选也要以其效益的高低来取舍。莠去津等除草剂除草效果好,对高粱药害轻,但缺陷是土壤残留时间长,污染重,针对这类药剂的缺

陷,建议生产上尽量避免该类药剂单独使用,而作为混配剂的成分应用。本试验除草剂对高粱的药害以产量高低来求证,产量高的说明药害轻,产量低的药害重,但产量受其他因素影响较大,不能完全证明药害,因此要继续进行出苗率和苗期药害观察记载。除草药剂有的对禾本科杂草防治效果好,有的对阔叶类杂草防效好,因此在药剂选择时要根据当地的主要杂草类群施用对路药剂,或者尽量施用广谱型的除草剂种类。

参考文献

- [1] 高明超,李继洪,陈冰嬌,等. 高粱的抗逆高产及用途优势探讨[J]. 现代农业科技, 2015(18):60-61.
- [2] 柳金良,郑琪,孙志强,等. 酿饲兼用型高粱和粮饲兼用型玉米饲用价值比较[J]. 草业科学, 2019, 36(1):168-175.
- [3] 段有厚,卢峰. 发挥高粱产业优势,促进辽宁农业发展[J]. 农业经济, 2017(6):17-18.
- [4] 夏国军. 杂草防治方法概述[J]. 杂草学报, 1996(4): 25-26.
- [5] 叶华夏,赵东,罗晓东,等. 五粮液建设酿酒专用粮基地的探讨[J]. 酿酒科技, 2018(8):135-137.
- [6] 曹瑛,许西梅,杨宇超,等. 西安地区麦田杂草来源及除草现状调查[J]. 陕西农业科学, 2016, 62(11):79-81.
- [7] 沈琼,苏丹. 劳动同酬、最大利润与中国粮食生产的适度规模[J]. 河南社会科学, 2018, 26(4):35-41.
- [8] 陆莎莎. 关于新时期中国粮食安全问题的思考[J]. 淮北职业技术学院学报, 2016, 15(2):119-121.

(责任编辑:杨明丽)

(上接 247 页)

- [6] 金焕贵,赵英会,石继岭,等. 烟嘧磺隆对春玉米下茬高粱等五种作物安全性田间试验研究[J]. 农药科学与管理, 2018, 39(5): 59-63.
- [7] 孙以文,李万梅,唐为爱,等. 5%嘧啶肟草醚乳油及与 10%氟氟草酯乳油混用对旱直播稻田杂草的防除效果[J]. 杂草学报, 2013, 31(1):40-43.
- [8] 张勇,王艳艳,王梅,等. 不同除草剂对水稻水直播田杂草的防除效果及安全性评价[J]. 植物保护, 2016, 42(4):230-235.
- [9] 周凤艳,张勇,周振荣,等. 不同除草剂对乱草的防除效果比较研究[J]. 杂草学报, 2018, 36(1):48-52.
- [10] 陈东. 5%嘧啶肟草醚乳油防除水稻移栽田一年生杂草田间药效研究[J]. 现代农业科技, 2017(23):92.
- [11] 余铮,邓莉立,谭显胜,等. 20%双草醚可湿性粉剂对水稻直播田杂草的防除效果及安全性评价[J]. 杂草学报, 2017, 35(3): 38-42.
- [12] 马国兰,刘都才,刘雪源,等. 双唑草腈的除草活性及对不同水稻品种和后茬作物的安全性[J]. 植物保护, 2017, 43(4):218-223.
- [13] 黄坤敏,高振兴,史文琦,等. 20%苄嘧磺隆·莎稗磷可湿性粉

剂防除水稻移栽田杂草效果[J]. 江西农业学报, 2013, 25(3): 54-57.

- [14] 程志明. 除草剂嘧草醚的开发[J]. 世界农药, 2003, 25(1): 1-6.
- [15] 沈国辉,杨烈. 嘧草醚(pyriminobac-methyl)防除稻田稗草试验[J]. 世界农药, 2001, 23(2): 51-53.
- [16] 吴雄哲,杨玉廷,金春兰. 嘧草醚对大叶龄稗草的室内防除效果及对水稻的安全性研究[J]. 现代农药, 2010, 9(4):46-47.
- [17] 邱芳心,杜桂萍,刘开林,等. 杂草抗药性及其治理策略研究进展[J]. 杂草科学, 2015, 33(2):1-6.
- [18] 苟智强,赵桂琴,刘欢,等. 混配除草剂对燕麦田杂草的防效及燕麦产量的影响[J]. 草业科学, 2019, 36(1): 101-110.
- [19] 王岩,张伟. 氰酸钠法合成磺酰脲类除草剂苄嘧磺隆[J]. 化学世界, 2008, 49(11): 685-687.
- [20] 顾林玲. 三唑并嘧啶磺酰胺类除草剂——五氟磺草胺[J]. 现代农药, 2015, 14(2): 46-51.
- [21] 辛世崇,薛连海,于海富,等. 合成扑草净的工艺研究(I)[J]. 吉林化工学院学报, 2006, 36(1): 1-3.

(责任编辑:杨明丽)