

双唑草腈对双季水稻田杂草的防效及后茬作物的影响

张 月, 贾浩然, 李 卫, 李保同*, 石绪根, 汤丽梅

(江西农业大学国土资源与环境学院, 南昌 330045)

摘要 通过大田试验测定了双唑草腈及其与苄嘧磺隆、五氟磺草胺和扑草净混用对双季水稻田杂草的防效,并评价了双唑草腈对水稻及后茬作物的安全性。结果表明:2%双唑草腈 GR 对双季水稻田杂草具有良好的防治效果,210、315 和 420 g/hm² 处理药后 30、45 d 对禾本科杂草和阔叶类杂草的防效均在 87% 以上,低剂量 140 g/hm² 处理药后 30、45 d 对双季水稻田禾本科杂草和阔叶类杂草防效均在 75% 以上。2%双唑草腈 GR 140、210、315 和 420 g/hm² 处理后对后茬作物小白菜、马铃薯、小麦、紫云英和冬季油菜生长安全。2%双唑草腈 GR 以 140、210 g/hm² 分别与苄嘧磺隆或五氟磺草胺混用,药后 30、45 d 对禾本科杂草和阔叶杂草的防效均在 93% 以上,显著优于 2%双唑草腈 GR 相应浓度的单剂处理,其中 2%双唑草腈 GR 210 g/hm² + 10%苄嘧磺隆 WP 30 g/hm² 混用可以达到 2%双唑草腈 GR 315 g/hm² 处理的防治效果,且对水稻生长安全;单独施用 50%扑草净 WP 450 g/hm² 对双季稻田禾本科杂草的防效较差,其与 2%双唑草腈 GR 混用后防效显著提高,但对水稻生长有较强的抑制作用。综上,双唑草腈及其与苄嘧磺隆、五氟磺草胺混用对双季水稻安全,可在双季水稻田推广应用。

关键词 双唑草腈; 苄嘧磺隆; 五氟磺草胺; 扑草净; 水稻; 防效; 后茬作物

中图分类号: S 451.21 **文献标识码:** B **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2019018

Efficacy of pyraclonil on weeds in double-season rice fields and the effects on following crops

ZHANG Yue, JIA Haoran, LI Wei, LI Baotong*, SHI Xugen, TANG Limei

(College of Land Resources and Environment, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract The efficacies of pyraclonil 2% GR and its mixture with bensulfuron-methyl, penoxsulam and prometryn on weeds in the fields of double-season rice were tested, and the safety of pyraclonil on rice and following crops were evaluated. The results showed that pyraclonil 2% GR has a good control effect on weeds in double-season rice fields, with the efficacies above 87% at the dosage of 210, 315, and 420 g/hm² 30 and 45 days post treatment. The treatment with low-dose of 140 g/hm² had more than 75% control effects on grass weeds and broad-leaved weeds 30 and 45 days later. The treatments with pyraclonil 2% GR 140, 210, 315 and 420 g/hm² were safe for the growth of following crops, including pakchoi, potato, wheat, milk vetch and winter rape. The mixtures of 140 g/hm² and 210 g/hm² pyraclonil 2% GR with bensulfuron-methyl or penoxsulam showed an efficacy of above 93% against grass weeds and broad-leaved weeds 30 and 45 days post treatment, which were significantly better than that of pyraclonil 2% GR treated alone at 140 g/hm², 210 g/hm². In addition, pyraclonil 2% GR 210 g/hm² + bensulfuron-methyl 10% WP 30 g/hm² can achieve the effect of pyraclonil 2% GR 315 g/hm², and it is safe for rice growth. The application of prometryn 50% WP 450 g/hm² alone had a poor control effect on the grass weeds in the double cropping paddy field. The control effect of prometryn 50% WP was significantly improved when mixed with pyraclonil 2% GR, but showed a strong inhibitory effect on rice growth. Therefore, pyraclonil and its mixture with both bensulfuron-methyl and penoxsulam have an excellent application prospect in the field of

收稿日期: 2019-01-09 修订日期: 2019-03-23

基金项目: “十三五”国家重点研发计划(2017YFD0301604); 江西省科技计划(20161BAB214173); 江西省科技支撑计划(20151BBF60070)

* 通信作者 E-mail: libt66@163.com

double-season rice.

Key words pyraclonil; bensulfuron-methyl; penoxsulam; prometryn; rice; efficacy; following crop

水稻是我国的主要粮食作物之一^[1],每年的种植面积达2 996.2万hm²,稻米产量近2.1亿t,约占全国粮食总产量的33.6%^[2]。杂草是危害水稻生长的重要有害生物之一,我国每年因杂草危害造成的水稻产量损失约1 000万t,平均损失率在15%左右,发生严重时甚至减产50%以上^[3-4]。长期以来,水稻田杂草主要选用二氯喹啉酸或酰胺类除草剂中的乙草胺、丁草胺与苄嘧磺隆等复配进行防治^[5-7],致使有的地区杂草已产生了抗药性^[8-10]。因此,筛选水稻田杂草防除的有效药剂并明确其使用技术对水稻高产、稳产具有重要意义。双唑草腈(pyraclonil)是由德国先令公司(现为拜耳公司)开发的双吡唑类触杀型除草剂,其通过使植物中原卟啉原氧化酶积聚而发挥药效^[11-13],对稗草、萤蔺*Scirpus juncoides* Roxb、牛毛毡*Eleocharis yokoscensis* (Franch. et Sav.) Tang et Wang和阔叶杂草雨久花*Monochoria korsakowii* Regel & Maack、陌上菜*Lindernia procumbens* (Krock.) Philcox、野慈姑*Sagittaria trifolia* L.、荸荠*Eleocharis dulcis* (Burm.) Trini. ex Hens.等具有很高的活性,适用于水稻田杂草的防除^[14]。马国兰等^[15]在室内测定了双唑草腈的除草活性,并在大田试验了其晚稻田杂草的防效及对后茬作物的安全性;徐蓬等^[16]和吴小美等^[17]研究了双唑草腈对中稻田杂草的防效及对水稻的安全性。有关双唑草腈对双季水稻田杂草的防效及后茬作物的影响未见报道。笔者在大田测定了双唑草腈单剂及其与苄嘧磺隆、五氟磺草胺和扑草净混用对双季稻稻田杂草的防效及其对后茬作物的影响,为双唑草腈在双季水稻田的科学使用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验田概况

试验田位于江西省宜春市上高县泗溪镇曾家村(115.12°E,28.28°N)。试验田冬季为空闲田,2017年、2018年种植早晚双季稻,秸秆全量还田,土壤类型为水稻土,pH 5.42。早晚双季稻品种分别为‘优12058’和‘黄花粘’,种植密度约为30万穴/hm²,每穴2~3株,基本秧苗约200万株/hm²。

田间杂草主要有稗*Echinochloa* spp.、千金子*Leptochloa chinensis* (L.) Nees等禾本科杂草,鸭舌草*Monochoria vaginalis*、四叶葶*Marsilea quadrifolia* L.、矮慈姑*Sagittaria pygmaea* Miq.,及少量的鳢肠*Eclipta prostrata* (L.) L.、耳叶水苋*Ammannia auriculata* Willd.、节节草*Equisetum ramosissimum* Desf.、陌上菜*Lindernia procumbens* Krock.、Philcox、眼子菜*Potamogeton distinctus* A. Benn.等阔叶类杂草。

1.2 供试药剂

试验药剂:2%双唑草腈(pyraclonil)颗粒剂(GR),湖北相和精密化学有限公司。对照药剂:10%苄嘧磺隆(bensulfuron-methyl)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(penoxsulam)可分散油悬浮剂(OD),美国陶氏益农公司;50%扑草净(prometryn)可湿性粉剂(WP),山东德邦绿野化学有限公司。肥料:6%≤氯化钾(红色大颗粒),广东天禾股份有限公司经销;46%尿素,江苏灵谷化工有限公司。

1.3 双唑草腈及与其他单剂混用对稻田杂草的防效

1.3.1 试验设计

试验设14个处理(表1),小区面积40 m²,重复3次,随机区组排列。小区间筑埂隔开,以防处理间串水相互干扰。

1.3.2 施药时间及方法

于移栽后6 d(早稻4月25日,晚稻7月27日),将供试药剂与细土按30 kg/hm²混匀,再与氯化钾150 kg/hm²和尿素225 kg/hm²混合后撒施。施药后缺水补水,只灌不排,任其自然落干,其他按正常田间管理进行。

1.3.3 田间调查

药后3、7、10、15 d目测各处理水稻生长情况。药后30 d和45 d,每小区选择3点,每点0.25 m²(0.5 m×0.5 m),调查各点内杂草的株数,计算株防效。每个点调查9穴水稻的株高和茎蘖数,药后45 d调查地上部分鲜重,水稻成熟时(早稻7月13日,晚稻10月24日)实测各处理产量。

株防效=(对照区杂草株数-施药区杂草株数)/对照区株数×100%;

表 1 试验处理设计

Table 1 Experimental dosage of herbicides

编号 Serial number	处理 Treatment	有效剂量/g·(hm ²) ⁻¹ Effective dosage
1	2%双唑草腈 GR pyraclonil 2% GR	140
2		210
3		315
4		420
5	2%双唑草腈 GR+10%苄嘧磺隆 WP pyraclonil 2% GR+bensulfuron-methyl 10% WP	140+20
6		210+30
7	2%双唑草腈 GR+25 g/L 五氟磺草胺 OD pyraclonil 2% GR+penoxsulam 25 g/L OD	140+20
8		210+30
9	2%双唑草腈 GR+50%扑草净 WP pyraclonil 2% GR+prometryn 50% WP	140+300
10		210+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	空白对照 CK	—

抑制率=[对照区株高(茎蘖数/鲜重)－施药区株高(茎蘖数/鲜重)]/对照区株高(茎蘖数/鲜重)×100%。

1.4 双唑草腈对后茬作物的安全性

水稻收获后,在 2%双唑草腈 GR(有效成分)140、210、315、420 g/hm² 处理及空白对照处理的小区,分别播种小白菜、马铃薯、小麦、紫云英和冬季油菜 5 种作物,每种作物 8 m²,于播种后 15 d 调查作物的出苗率,同时观察植株长势和叶色等,看有无药害症状。

1.5 数据分析

试验数据用 Excel 2010 进行初步处理后,用 SPSS 17.0 软件进行统计分析,通过 Duncan 氏方差分析法,测验各处理间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 对水稻田杂草的防效

2.1.1 双唑草腈单用防效

2%双唑草腈 GR 对双季水稻田杂草具有良好的防治效果,且随着剂量增加其防效增加。210、315 g/hm² 和 420 g/hm² 处理药后 30、45 d 对禾本科杂草和阔叶类杂草的防效均在 87%以上,其中,315 g/hm² 和 420 g/hm² 处理的防效显著优于 3 种对照药剂或与之相当。低剂量 140 g/hm² 处理,药后 30、45 d 对双季水稻田禾本科杂草和阔叶杂草防效均在 75%以上,除在早稻田药后 45 d 对阔叶类杂草的防效与对照药剂 25 g/L 五氟磺草胺 OD 30 g/hm² 处理相当外,其余均显著低于 25 g/L 五氟磺草胺 OD 30 g/hm² 处理(表 2)。

2.1.2 双唑草腈与苄嘧磺隆、五氟磺草胺和扑草净混用防效

2%双唑草腈 GR 140 g/hm² 或 210 g/hm² 分别与苄嘧磺隆、五氟磺草胺和扑草净混用对双季稻田杂草具有良好的防治效果,其中与苄嘧磺隆、五氟磺草胺混用药后 30、45 d 的防效均在 93%以上;与扑草净混用药后 30、45 d 的防效在 89%以上。混用的防效均显著优于 2%双唑草腈 GR 140 g/hm²、210 g/hm²,且 2%双唑草腈 GR 210 g/hm² + 10%苄嘧磺隆 WP 30 g/hm² 可以达到 2%双唑草腈 GR 315 g/hm² 处理的效果。单独施用 50%扑草净 WP 450 g/hm² 对双季稻田禾本科杂草的防效较差,其与 2%双唑草腈 GR 混用后防效显著提高。其他混用组合,除 2%双唑草腈 GR 140 g/hm² + 25 g/L 五氟磺草胺 OD 20 g/hm² 处理早稻药后 30 d 对禾本科的防效低于 25 g/L 五氟磺草胺 OD 30 g/hm² 外,防效均显著优于相应的单剂或与之相当(表 2)。

2.2 对水稻生长的影响

2.2.1 对水稻的安全性

据田间观察,药后 7 d,2%双唑草腈 GR 420 g/hm²、50%扑草净 WP 450 g/hm² 及 2%双唑草腈 GR 与 50%扑草净 WP 混用处理的水稻秧苗叶片发生不同程度的褪绿和黄化现象,药后 10 d,2%双唑草腈 GR 140、210 g/hm² 和 315 g/hm² 处理、2%双唑草腈 GR 分别与 10%苄嘧磺隆 WP 和 25 g/L 五氟磺草胺 OD 混用处理的水稻秧苗叶片也发生轻微的褪绿和黄化现象;药后 15 d,除 2%双唑草腈 GR 与 50%扑草净 WP 混用,以及 50%扑草净 WP 单独处理的水稻叶片仍保持黄化现象外,其他处理的叶片均已返青;药后 30 d 所有处理的叶片均返青,水稻长势正常。

表 2 2%双唑草腈 GR 对双季稻稻田间杂草的防效¹⁾

Table 2 Efficacies of pyraclonil 2% GR on the weeds in the field of double cropping rice

编号 Serial number	防效/% Control efficacy							
	早稻 Early rice				晚稻 Late rice			
	药后 30 d		药后 45 d		药后 30 d		药后 45 d	
	30 days after the treatment		45 days after the treatment		30 days after the treatment		45 days after the treatment	
	禾本科 Grassy weed	阔叶类 Broadleaf weed	禾本科 Grassy weed	阔叶类 Broadleaf weed	禾本科 Grassy weed	阔叶类 Broadleaf weed	禾本科 Grassy weed	阔叶类 Broadleaf weed
1	94.44 dC	92.05 eC	75.39 eE	98.20 abAB	78.09 dD	82.93 dD	79.66 gF	89.58 fDE
2	96.28 cBC	98.43 bA	93.02 cC	98.20 abAB	88.53 cC	87.67 cBC	94.92 bcdABCD	91.67 eCD
3	100.00 aA	100.00 aA	100.00 aA	100.00 aA	93.48 bB	92.16 bB	98.31 abAB	95.83 cB
4	100.00 aA	100.00 aA	100.00 aA	100.00 aA	97.92 aA	94.12 abAB	100.00 aA	100.00 aA
5	98.17 bAB	100.00 aA	95.32 bB	100.00 aA	93.45 bB	95.38 aA	96.61 abcABC	93.75 dBC
6	99.28 aA	100.00 aA	98.35 abAB	100.00 aA	97.86 aA	95.62 aA	98.44 abAB	95.42 cB
7	95.28 dC	100.00 aA	93.02 cC	100.00 aA	98.00 aA	93.14 abAB	93.22 cdeBCD	97.92 bA
8	98.17 bAB	100.00 aA	95.32 bB	100.00 aA	99.90 aA	94.12 abAB	98.31 abAB	100.00 aA
9	94.44 dC	98.43 bA	89.06 dD	100.00 aA	89.91 cC	92.43 bB	89.83 efDE	100.00 aA
10	98.17 bAB	100.00 aA	95.74 bB	100.00 aA	92.04 bB	94.65 abAB	96.61 abcABC	100.00 aA
11	68.50 eD	95.24 cB	53.45 fF	96.34 bB	88.07 cC	86.80 cCD	89.83 efDE	87.50 gEF
12	96.28 cBC	96.81 bB	93.02 cC	96.34 bB	88.08 cC	85.69 cCD	91.53 deCDE	91.67 eCD
13	16.67 fE	100.00 aA	25.54 gG	100.00 aA	17.61 eE	85.53 cCD	32.20 hG	100.00 aA
14	—	—	—	—	—	—	—	—

1) 表中编号对应的处理药剂和剂量如表 1 所示。同列数据后不同大、小写字母分别表示在 1%和 5%水平差异显著(Duncan 氏新复极差法)。下同。
The treatment agents and doses corresponding to the serial numbers in the table are shown in table 1. Data followed by different capital or small letters means the significant difference at 0.01 or 0.05 level. The same below.

2.2.2 对水稻生长的影响

田间调查结果表明,2%双唑草腈 GR 低使用剂量(140 g/hm² 和 210 g/hm²)、2%双唑草腈 GR 与苄嘧磺隆和五氟磺草胺混用对水稻生长有一定的促进作用,药后 45 d,晚稻茎蘖数,早、晚双季稻鲜重均显著高于空白对照;2%双唑草腈 GR 高使用剂量(420 g/hm²)对水稻生长有较强的抑制作用,药后 45 d 早稻的株高和晚稻的鲜重显著低于空白对照(表 3)。2%双唑草腈 GR 与扑草净混用处理对水稻生长有一定的抑制作用,药后 45 d 早稻的株高和鲜

重,晚稻的鲜重显著低于空白对照(表 3)。

测产结果表明,2%双唑草腈 GR 140、210 g/hm² 分别与 10%苄嘧磺隆 WP 混用或与 25 g/L 五氟磺草胺 OD 混用的产量与相应的单剂处理没有显著差异,均显著高于空白对照,其中,2%双唑草腈 GR 210 g/hm² + 10%苄嘧磺隆 WP 30 g/hm² 处理,2%双唑草腈 GR 与 25 g/L 五氟磺草胺 OD 的两个混用处理的产量相对较高。2%双唑草腈 GR 140、210 g/hm² 与 50%扑草净 WP 混用的产量与空白对照及 50%扑草净 WP 单独施用没有显著差异(表 3)。

表 3 2%双唑草腈 GR 对双季水稻生长及产量的影响

Table 3 Effect of pyraclonil 2% GR on the growth of double cropping rice and its yield

水稻类型 Rice style	编号 Serial number	株高/cm Plant height		茎蘖数/个·穴 ⁻¹ Number of tiller		鲜重/g Fresh weight	产量/ kg·(hm ²) ⁻¹ Yield	增产率/% Yield increase
		30 d	45 d	30 d	45 d	30 d		
		30 days later	45 days later	30 days later	45 days later	30 days later		
早稻 Early rice	1	78.56 aA	104.22 aA	26.56 aA	26.67 aA	205.83 aA	7 585 abAB	7.35
	2	77.56 aAB	103.22 aAB	26.78 aA	27.00 aA	207.50 aA	7 604 abAB	7.61
	3	73.89 abAB	94.66 cdD	24.00 abcABC	24.33 abA	161.17 efEF	7 290 bcdC	3.17
	4	70.78 bcBC	91.67 dD	22.89 bcdABC	23.44 abA	156.67 fgFG	7 131 dCD	0.92
	5	75.67 abAB	103.11 aAB	26.89 aA	27.11 aA	188.33 bB	7 639 abAB	8.11
	6	74.89 abAB	103.56 aAB	25.67 abAB	26.22 abA	184.17 bcBC	8 036 aA	13.73
	7	76.22 abAB	105.55 aA	27.11 aA	27.33 aA	179.17 cdCD	8 069 aA	14.19
	8	75.56 abAB	103.78 aAB	25.67 abAB	26.11 abA	178.33 dCD	8 121 aA	14.93
	9	74.33 abAB	97.78 bcBC	22.22 bcdABC	20.56 bA	154.66 ghFG	7 040 dCD	−0.37
	10	64.56 dC	81.89 eE	20.44 dC	23.00 abA	149.17 hG	6 958 dD	−1.53
	11	75.56 abAB	94.00 cdD	24.78 abABC	25.33 abA	174.17 dD	7 588 abAB	7.39
	12	75.67 abAB	95.78 cdCD	24.33 abABC	24.56 abA	175.00 dD	7 596 abAB	7.50
	13	67.00 cdC	93.44 cdD	20.78 cdBC	24.00 abA	153.33 ghG	6 980 dD	−1.22
	14	74.66 abAB	103.00 aAB	25.33 abAB	25.56 abA	165.33 efEF	7 066 dCD	—

续表 3 Table 3(Continued)

水稻类型 Rice style	编号 Serial number	株高/cm Plant height		茎蘖数/个·穴 ⁻¹ Number of tiller		鲜重/g Fresh weight	产量/ kg·(hm ²) ⁻¹ Yield	增产率/% Yield increase
		30 d	45 d	30 d	45 d	30 d		
		30 days later	45 days later	30 days later	45 days later	30 days later		
晚稻 Later rice	1	88.17 abA	108.67 aA	19.33 abcdABC	20.22 abcdeABC	141.67 bAB	7 897 abAB	6.47
	2	87.50 abcA	103.83 abcdABC	22.67 abAB	23.50 abAB	148.33 abA	8 077 abAB	8.90
	3	84.83 bcA	100.00 cdABC	18.33 abcdeABC	19.50 abcdeABC	106.67 eDE	7 794 cdBC	5.08
	4	84.17 cA	98.59 cdBC	15.00 cdeBC	15.92 cdeBC	103.33 eE	7 513 cdC	1.29
	5	86.67 abcA	104.00 abcdABC	20.33 abcABC	21.33 abcABC	131.67 cBC	7 948 bcAB	7.16
	6	86.33 abcA	104.67 abcdABC	19.67 abcdABC	20.62 abcdABC	150.00 abA	8 166 abAB	10.10
	7	86.00 abcA	107.17 abAB	23.67 aA	24.58 aA	153.33 aA	8 262 aA	11.39
	8	86.50 abcA	105.17 abcABC	22.33 abAB	23.67 abAB	151.67 abA	8 250 aA	11.23
	9	78.83 dB	99.67 cdBC	14.67 cdeABC	15.60 cdeABC	118.33 dCD	7 674 cdBC	3.47
	10	78.33 dB	98.00 dC	13.00 eC	13.83 eC	100.67 eE	7 449 cdC	4.31
	11	86.00 abcA	103.83 abcdABC	17.00 bcdeABC	18.08 bcdeABC	146.67 abA	7 835 bcBC	5.64
	12	89.00 aA	105.00 abcABC	18.33 abcdeABC	19.40 abcdeABC	130.00 cBC	8 009 abAB	7.98
	13	78.00 dB	98.83 cdBC	13.67 deC	14.82 deC	101.67 eE	7 447 dC	0.40
	14	85.00 abcA	101.67 abcdABC	15.00 cdeBC	16.17 cdeBC	128.33 cBC	7 417 dC	—

2.3 对后茬作物的影响

水稻收获后,在施用 2%双唑草腈 GR 140、210、315 g/hm² 和 420 g/hm² 处理的小区同时播种小白

菜、马铃薯、小麦、紫云英和冬季油菜等 5 种作物,植株出苗率与空白对照无显著差异(表 4),同种作物出苗期基本一致,叶色、长势均正常,且未观察到药害发生。

表 4 2%双唑草腈 GR 对后茬作物出苗率的影响

Table 4 Effect of of pyraclonil 2% GR on emergence rate of following crops

编号 Serial number	有效剂量/ g·(hm ²) ⁻¹ Effective dosage	小白菜 Pakchoi		马铃薯 Potato		小麦 Wheat		紫云英 Milk vetch		冬季油菜 Winter rape	
		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	120	64.60 aA	—0.75	61.25 aA	2.00	66.00 aA	—1.15	75.25 aA	0.88	68.75 aA	1.32
2	210	64.17 aA	2.18	61.08 aA	2.27	67.58 aA	—3.58	74.83 aA	1.43	68.58 aA	1.56
3	315	63.83 aA	4.15	59.67 aA	4.53	64.08 aA	1.79	74.17 aA	2.31	68.17 aA	2.15
4	420	63.33 aA	6.31	60.83 aA	2.67	66.42 aA	—1.79	73.08 aA	3.73	68.75 aA	1.32
5	0	65.08 aA	—	62.50 aA	—	65.25 aA	—	75.92 aA	—	69.67 aA	—

因此,双唑草腈对后茬作物小白菜、马铃薯、小麦、紫云英和冬季油菜安全,在水稻小白菜、水稻马铃薯、水稻小麦、水稻紫云英和水稻冬季油菜轮作区有很好的推广应用前景。

3 讨论

随着化学除草剂的大面积连续使用,稻田杂草对生产上常用的除草剂如激素类的二氯喹啉酸、酰胺类脂肪合成抑制剂的丁草胺和乙酰辅酶 A 羧化酶(ACCase)抑制剂的氰氟草酯等相继产生了抗药性^[9-10]。双唑草腈是原卟啉原氧化酶(PPO)抑制剂,通过植物中原卟啉原氧化酶积累而发挥药效,对水稻田稗草、鸭舌草等一年生杂草和多年生杂草有效,对磺酰脲类除草剂具抗性的杂草也有很好的效

果^[18]。徐蓬等^[16]报道在机插秧水稻移栽后 12 d,施用 2%双唑草腈 GR 600~1 200 g/667 m² 可起到良好的除草效果,药后 7、15 d 对水稻的株高和叶色无明显影响,药后 45 d 水稻的株高和茎蘖数与人工除草无显著差异;马国兰等^[15]报道1.8%双唑草腈 GR 162~324 g/hm² 处理在药后 20、40 d 对稗等杂草防效均在 98%以上,且对水稻以及后茬作物小麦、油菜和小白菜安全。本研究结果表明,2%双唑草腈 GR 对禾本科稗草和阔叶鸭舌草等具有良好的防效,但不同处理水稻叶片在药后 10 d 均发生了不同程度的褪绿、黄化等药害,低剂量处理在药后 15 d 可较快返青,恢复正常生长,而高剂量 420 g/hm² 处理在药后 30 d 叶片才完全返青,恢复正常生长,且对最终产量有一定影响,其机理有待进一步研究。

本试验还证实,2%双唑草腈 GR 不同处理对后茬作物小白菜、小麦和冬季油菜等安全,这与前人的研究结果一致。因此,双唑草腈在水稻田具有广阔的应用前景。

长期使用单个除草剂易导致杂草抗药性的产生和传播,不同作用机理除草剂的混合使用可以较大程度制约杂草抗药性发生频率,延长除草剂的使用寿命^[16,19]。苄嘧磺隆是选择性内吸传导型磺酰胺类除草剂,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^[20-22];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众多阔叶杂草的防治^[23-24];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,通过抑制杂草光合作用而起作用,适用于阔叶类杂草的防治^[25-27]。本试验发现,双唑草腈与苄嘧磺隆和五氟磺草胺混用对水稻田杂草防效显著,且对水稻生长安全,增产效果明显,而双唑草腈与扑草净混用虽然对水稻田杂草防效好,但对水稻生长药害明显,对水稻产量影响显著。因此,在以阔叶杂草和莎草科杂草为优势种群的水稻田,可选择双唑草腈与苄嘧磺隆混用进行防治,而对于禾本科杂草、阔叶杂草和莎草科杂草发生并重的水稻田,可选择双唑草腈与五氟磺草胺混用进行治理。

参考文献

- [1] 赵凌,赵春芳,周丽慧,等. 中国水稻生产现状与发展趋势[J]. 江苏农业科学,2015(10):105-107.
- [2] 中华人民共和国统计局. 中国统计年鉴 2017[DB/OL]. [2018-05-30]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2017/indexch.htm>.
- [3] 高彩霞. 水稻田杂草防除技术要点[J]. 农业与技术,2016,36(2):128-129.
- [4] 张为农. 我国水稻除草剂发展趋势[J]. 农药市场信息,2014(6):33-34.
- [5] 朱文达,刘权兴,王晶,等. 10%乙草胺·苄嘧磺隆 WP 防除水稻抛秧田杂草效果[J]. 湖北农业科技,2013,52(7):5116-5118.
- [6] 李海怡,高璐,左洪亮,等. 苄嘧磺隆与丁草胺复配药肥对水稻抛秧田杂草的防除作用[J]. 广东农业科技,2011(2):74-76.
- [7] 马国兰,柏连阳,刘都才,等. 抗二氯喹啉酸稗草对 6 种除草剂的多抗性分析及田间控制效果评价[J]. 草业学报,2014,23(6):259-265.
- [8] 常向前,张舒,余柳青,等. 湖北省稻田稗草对二氯喹啉酸的抗性及其生物学特性观察[J]. 湖北农业科技,2011,50(24):5116-5118.
- [9] 张纪利,吴尚,李保同,等. 江西省稻田稗草对丁草胺和二氯喹啉酸的抗药性测定[J]. 杂草科学,2015,33(3):29-33.
- [10] 董立尧,高原,房加鹏,等. 我国水稻田杂草抗药性研究进展[J]. 植物保护,2018,44(6):69-76.
- [11] DORFMEISTER G, FRANKE H, GEISLER J, et al. New Substituted Pyrazole Derivatives, Processes for Their Preparation and Their Use as Herbicides: WO, 9408999 [P]. 1994-04-28.
- [12] 周宇涵,苗蔚荣,程倡柏,等. 原卟啉原氧化酶抑制剂类除草剂研究进展[J]. 农药学报,2002(1):1-8.
- [13] 葛发祥. 双唑草腈的合成[J]. 安徽化工,2012,38(6):17-18.
- [14] 张一宾. 水稻田用除草剂双唑草腈(pyraclonil)的研发及其应用普及[J]. 世界农药,2014,36(6):1-3.
- [15] 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.
- [16] 徐蓬,王红春,吴佳文,等. 2%双唑草腈颗粒剂对机插秧稻田杂草的防效及水稻的安全性[J]. 杂草学报,2016,34(3):45-49.
- [17] 吴小美,曹书培,朱友理,等. 几种新型除草剂对机插稻田杂草的防效[J]. 浙江农业科学,2018,59(7):1186-1188.
- [18] 周宇涵,苗蔚荣,程倡柏,等. 原卟啉原氧化酶抑制剂类除草剂研究进展[J]. 农药学报,2002(1):1-8.
- [19] 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.
- [20] SABATER C, CUESTA A, CARRASCO R. Effects of bensulfuron-methyl and cinosulfuron on growth of four freshwater species of phytoplankton [J]. Chemosphere,2002,46(7):953-960.
- [21] 王岩,张伟. 氰酸钠法合成磺酰胺类除草剂苄嘧磺隆[J]. 化学世界,2008(11):685-687.
- [22] JAE K, LEE, KI C, et al. Development of an immunoassay for the residues of the herbicide bensulfuron-methyl [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry,2002,50(7):1791-1803.
- [23] 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.
- [24] JABUSCH T W, TJEERDEMA R S. Partitioning of penoxsulam, a new sulfonamide herbicide [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(18):7179-7183.
- [25] BORIO O, GAWLIK B M, BELLOBONO I R, et al. Photooxidation of prometryn and prometon in aqueous solution by hydrogen peroxide on photocatalytic membranes immobilising titanium dioxide [J]. Chemosphere, 1998, 37(5):975-989.
- [26] 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(1):1-3.
- [27] WALDROP M P, STERLING T M, KHAN R A, et al. Fate of prometryn in prometryn-tolerant and-susceptible cotton cultivars [J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 1996, 56(2):111-122.

(责任编辑:杨明丽)