

顾慧萍,袁国徽,高原,等.4%双唑草腈 SC 对直播水稻的安全性及除草活性研究[J].上海农业学报,2021,37(4):68-73.

4%双唑草腈 SC 对直播水稻的安全性及除草活性研究

顾慧萍¹,袁国徽²,高原²,田志慧^{2*}

(¹光明食品(集团)有限公司,上海200040;²上海市农业科学院生态环境保护研究所,上海201403)

摘要:双唑草腈(Pyraclonil)系原卟啉原氧化酶(PPO)抑制剂。为了明确其在直播水稻田的应用前景,采用室内生物测定和田间小区试验法,分别研究4%双唑草腈SC随播随用和水稻1—2叶期、2—3叶期茎叶喷雾对‘南梗46’(常规粳稻)、“申优26”(杂交粳稻)、“早优73”(籼稻)3种类型水稻品种不同芽长、稻谷出苗与生长的影响以及其除草活性。结果表明:在稻谷浸种不催芽、露白、芽长半粒谷等3种不同催芽状态下,4%双唑草腈SC 1500 mL/hm²随播随用处理对3个供试水稻品种的出苗数、株高、地上部鲜重均无不良影响,但当4%双唑草腈SC用量提高至3000 mL/hm²时,各水稻品种的安全性表现不一;水稻1—2叶期和2—3叶期茎叶喷雾,4%双唑草腈SC 1500—3000 mL/hm²处理对水稻茎蘖数、株高、根长、地上和地下部鲜重等生长指标均表现安全。药后28 d调查,4%双唑草腈SC 1500—3000 mL/hm²随播随用处理对直播稻田主要优势杂草千金子、异型莎草、耳叶水苋、丁香蓼的株数防效均为100%,对稗的株数防效为74.99%—93.36%,对水稻的出苗数、株高和地上部鲜重无不良影响。研究结果显示,4%双唑草腈SC 1500 mL/hm²随播随用处理不仅对供试水稻品种安全,而且对直播稻田主要优势杂草有优异的防除效果。该研究为双唑草腈在直播稻田应用上取得了一定的研究成果,也为直播稻田交替使用随播随用土壤封闭除草剂提供了更多选择。

关键词:直播水稻;4%双唑草腈SC;安全性;除草活性

中图分类号:S451.21 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3924(2021)04-068-06

Safety and herbicidal activity of 4% Pyraclonil in direct-seeding rice field

GU Huiping¹, YUAN Guohui², GAO Yuan², TIAN Zhihui^{2*}

(¹ Bright Food(Group) Co. Ltd., Shanghai 200040, China; ² Research Institute of Eco-Environmental Protection, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201403, China)

Abstract: Pyraclonil is a protoporphyrinogen oxidase (PPO) inhibiting herbicides. In order to explore the application prospect of Pyraclonil in direct-seeding rice field, the herbicidal activity and effects of 4% Pyraclonil SC simultaneously with sowing in different time spray on the emergence and growth of three rice varieties with different germination length were studied by potted experiment and field plot experiments. The three rice varieties were ‘Nangeng 46’ (conventional japonica rice), ‘Shenyong 26’ (hybrid japonica rice) and ‘Hanyou 73’ (indica type rice). The results showed that 4% Pyraclonil SC 1500 mL/hm² simultaneously with sowing had no adverse effects on seedling number, plant height and above ground fresh weight of the three rice varieties under three different germination promoting conditions: soaking without germination, exposing white and half grain with long bud. However, the safety performance of different rice varieties was different when the dosage of 4% Pyraclonil SC was increased to 3000 mL/hm². In the 1—2 leaf stage and 2—3 leaf stage of rice, 4% Pyraclonil SC was sprayed at a rate of 1500—3000 mL/hm², which showed safe for rice growth indexes such as tiller number, plant height, root length, aboveground fresh weight and underground fresh weight. After simultaneously with sowing for 28 days, the control effect of 4% Pyraclonil SC 1500—3000 mL/hm² on the plant number of dominant weeds in direct-seeding rice field were 100%, such as *Leptochloa chinensis*, *Cyperus difformis*,

收稿日期:2020-07-14

基金项目:上海市科技兴农项目(2020-02-08-00-12-F01490)

作者简介:顾慧萍(1970—),女,本科,高级农艺师,主要从事植物保护研究工作。E-mail:guhplady@163.com

*通信作者,E-mail:tianzhihui@saas.sh.cn

Ammannia arenaria and *Ludwigia prostrata*, but the control effects on the plant number of *Echinochloa crusgalli* was 74.99%—93.36%. The 4% Pyraclonil SC 1 500—3 000 mL/hm² had no adverse effect on plant number, plant height and aboveground fresh weight. The results showed that 4% Pyraclonil SC 1 500 mL/hm² simultaneously with sowing was not only safe to the tested rice varieties, but also had excellent control effect on the main dominant weeds in direct-seeding rice field. This study not only proved the application prospect of Pyraclonil in direct seeding rice field, but also provided more options for the alternate use of preemergence treatment herbicides simultaneously with sowing in direct-seeding rice field.

Key words: Direct-seeding rice; 4% Pyraclonil SC; Safety; Herbicidal activity

双唑草腈系德国拜耳公司研制、日本农用化学品公司 Kyoyu 农业开发的具有吡唑并吡啶环结构的原卞啉原氧化酶(PPO)抑制剂^[1],其对水稻和环境安全,残效期适中,对后茬作物无不良影响^[2]。该药剂于2007年在日本取得登记,随后其单剂及混剂在日本逐渐商品化,至2013年,双唑草腈在日本水稻田应用面积达61.3万hm²,占水稻总耕种面积的38.4%,位居除稗剂之首^[3]。2016年9月,双唑草腈原药及其2%颗粒剂由湖北相和精密化学有限公司取得移栽稻田独家登记。室内和田间试验结果表明,双唑草腈对稻田稗草(*Echinochloa* spp.)、千金子[*Leptochloa chinensis* (L.) Nees.]、鸭舌草[*Monochoria vaginalis* (Burm. f.) Presl ex Kunth]、节节菜[*Rotala indica* (Willd.) Koehne]、异型莎草(*Cyperus difformis* L.)、水苋菜属(*Ammannia* spp.)等杂草均具有很高的除草活性,且对水稻生长安全^[4-5],水稻移栽后6—12d和直播水稻2—3叶期使用2%双唑草腈颗粒剂均可有效防除田间一年生杂草^[6-9]。2019年,湖北相和精密化学有限公司研发了4%双唑草腈SC产品。为了进一步明确该新剂型产品在机直播稻田应用前景及应用技术,本研究于2019—2020年考察4%双唑草腈SC随播随用对3种不同类型水稻品种不同芽长稻谷出苗生长的安全性、以及水稻苗期茎叶处理对水稻生长的安全性和除草活性,以期为直播水稻安全生产提供新途径。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

供试药剂:4%双唑草腈悬浮剂(SC),由湖北相和精密化学有限公司提供,300g/L丙草胺(pretilachlor)EC,先正达作物保护有限公司产品,市售;30%苄嘧·丙草胺(bensulfuron-methyl·pretilachlor)OD,江苏丰山集团股份有限公司产品,市售。

供试水稻品种:‘南粳46’(常规粳稻)、“申优26”(杂交粳稻)、“早优73”(籼稻),由上海市农业科学院作物育种与栽培研究所提供。

杂草种类:稗[*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.]、千金子[*Leptochloa chinensis* (L.) Nees.]、异型莎草(*Cyperus difformis* L.)、耳叶水苋(*Ammannia arenaria* H. B. K.)、丁香蓼(*Ludwigia prostrata* Roxb.)。

1.2 试验方法

1.2.1 双唑草腈随播随用对水稻出苗与生长的影响

采用室内盆栽试验,各供试水稻品种均设3个芽长处理,分别为:(1)稻谷浸种后不催芽,(2)稻谷浸种后催芽至露白,(3)稻谷浸种后催芽至芽长为种子纵长的1/2。稻谷采用分期浸种催芽的方法,在25℃光照培养箱中浸种48h、催芽24—48h不等,然后于同一天分别挑选芽长达标的稻谷播种。取未使用过除草剂的表层土壤过筛后风干,装入上口直径为15cm、底部有孔的塑料钵中,播种前1d加水至土壤饱和湿润状态备用。挑选上述均匀一致的稻谷播入塑料钵中,每钵分别均匀播种供试水稻种子25粒,播种当天分别用4%双唑草腈SC 1 500 mL/hm²、3 000 mL/hm²进行土壤喷雾处理。喷雾器为西班牙产“没得比”5L喷雾器,兑水量450 mL/hm²。处理后把试验钵放入盛水的周转箱中,从底部吸水保持钵内土壤湿润,并连同周转箱一起置于温室内培养。试验期间温室内温度白天25—30℃,夜晚17—22℃。不同水稻品种处理分别设空白对照。试验重复4次。

1.2.2 水稻1—2叶期使用双唑草腈的安全性

采用室内盆栽试验,在钵中分别播种催芽露白的3种水稻种子,每钵播种稻谷25粒,待水稻生长至1—2叶期时分别用4%双唑草腈SC 1 500 mL/hm²、3 000 mL/hm²,兑水量300 mL/hm²,使用西班牙产“没

得比”5 L 喷雾器进行茎叶喷雾处理。施药后保持培养钵内土壤湿润状态,方法同上。

1.2.3 水稻2—3 叶期使用双唑草腈的安全性

采用田间小区试验,供试水稻品种为‘南粳46’,人工播种,播种量 75 kg/hm^2 。水稻生长至2—3 叶期时使用新加坡利农私人有限公司生产的HD400 背负式喷雾器进行双唑草腈茎叶喷雾。试验设4%双唑草腈 SC $1\ 500\text{ mL/hm}^2$ 、 $2\ 250\text{ mL/hm}^2$ 、 $3\ 000\text{ mL/hm}^2$ 和 $3\ 750\text{ mL/hm}^2$ 4 个剂量,兑水量 450 mL/hm^2 。小区面积 20 m^2 ,随机区组排列,小区用田埂分割,单灌单排。试验设4次重复。

1.2.4 双唑草腈的除草活性评价

评价采用田间小区试验,为确保田间有足够杂草基数,所有处理小区均人工接种稗、千金子、异型莎草、耳叶水苋、丁香蓼等杂草种子。水稻品种为‘南粳46’,稻谷浸种48 h、催芽24 h 后人工播种,播种量 75 kg/hm^2 。试验设4%双唑草腈 SC $1\ 125\text{ mL/hm}^2$ 、 $1\ 500\text{ mL/hm}^2$ 、 $1\ 875\text{ mL/hm}^2$ 、 $2\ 250\text{ mL/hm}^2$ 、 $3\ 000\text{ mL/hm}^2$ 、 $3\ 750\text{ mL/hm}^2$ 6 个单用剂量和4%双唑草腈 SC + 300 g/L 丙草胺 EC ($1\ 500 + 1\ 125$) mL/hm^2 、($1\ 500 + 1\ 500$) mL/hm^2 2 个复配剂量,以生产上常用的土壤封闭处理剂30%苄嘧·丙草胺 OD $1\ 500\text{ mL/hm}^2$ 为对照药剂。播种当天使用新加坡利农私人有限公司生产的HD400 背负式喷雾器进行土壤喷雾,兑水量 600 kg/hm^2 。小区面积 20 m^2 ,随机区组排列,单排单灌。各剂量处理设4次重复。

1.3 调查方法

施药后不定期观察水稻出苗和生长情况。室内盆栽试验于用药后14 d 取样,测定盆钵中全部成苗水稻的株数、株高、地上部鲜重;田间小区试验于用药后14 d 取样测定水稻的株数、株高和地上部鲜重,药后28 d 取样测定除草效果,每小区取3 个样方,每样方面积 0.25 m^2 ,按杂草种类计算株数防除效果。试验数据应用单因素方差分析(One-way ANOVA)中Duncan 氏新复极差测验法进行差异性分析。单因素方差分析在SPSS 25.0 软件上完成。

2 结果与分析

2.1 双唑草腈随播随用对水稻出苗与生长的影响

2.1.1 稻谷只浸种不催芽条件下用药的安全性

通过对施药后14 d 调查数据进行方差分析,结果表明(表1):在稻谷只浸种不催芽播种条件下,使用4%双唑草腈 SC $1\ 500\text{ mL/hm}^2$ 进行土壤封闭处理,对3 个供试水稻品种的出苗数、株高和地上部鲜重与对应品种空白对照相比均无显著差异;4%双唑草腈 SC $3\ 000\text{ mL/hm}^2$ 进行土壤封闭处理,对‘早优73’的各项指标没有影响,但对‘南粳46’和‘申优26’的株高和地上部鲜重均有不同程度的抑制作用。表明在稻谷只浸种不催芽播种条件下,使用4%双唑草腈 SC $1\ 500\text{ mL/hm}^2$ 进行土壤封闭处理对水稻出苗与生长安全,但当剂量提高到 $3\ 000\text{ mL/hm}^2$ 时对不同水稻品种的安全性下降。

2.1.2 稻谷催芽至露白条件下用药的安全性

试验结果表明(表1),稻谷浸种催芽至露白后播种,无论是4%双唑草腈 SC $1\ 500\text{ mL/hm}^2$,还是 $3\ 000\text{ mL/hm}^2$ 随播随用,对3 个供试水稻品种各项评价指标与对应品种空白对照相比均没有显著差异。表明4%双唑草腈 SC $1\ 500$ — $3\ 000\text{ mL/hm}^2$ 进行土壤封闭处理,在稻谷催芽至露白条件下随播随用对供试水稻品种安全。

2.1.3 稻谷芽长半粒谷条件下用药的安全性

调查数据分析表明(表1),当稻谷催芽至芽长为种子纵长的一半时随播随用4%双唑草腈 SC 处理,在 $1\ 500\text{ mL/hm}^2$ 剂量下,对3 个供试水稻品种‘早优73’、‘南粳46’、‘申优26’的出苗数、株高和地上部鲜重与对应品种空白对照相比均没有显著差异。当施药剂量提高至 $3\ 000\text{ mL/hm}^2$ 时,对‘申优26’的各项生长指标没有不良影响,但对‘早优73’和‘南粳46’的株高和鲜重有抑制作用。表明在芽长半粒谷播种条件下随播随用4%双唑草腈 SC $1\ 500\text{ mL/hm}^2$ 对供试水稻品种安全,但当剂量进一步提高至 $3\ 000\text{ mL/hm}^2$ 时其安全性下降。

2.2 水稻1—2 叶期使用双唑草腈的安全性

试验结果表明(表2),水稻生长至1—2 叶期时使用双唑草腈进行茎叶喷雾,4%双唑草腈 SC $1\ 500$ — $3\ 000\text{ mL/hm}^2$ 用量下各处理对3 个供试水稻品种的株数、株高、地上部鲜重与相应品种空白对照相比,均

无显著性差异。表明4%双唑草腈 SC 1 500—3 000 mL/hm² 在水稻1—2叶期使用对供试水稻品种是安全的。

表1 4%双唑草腈 SC 随播随用对不同水稻品种的安全性(药后14 d)

Table 1 Safety of 4% Pyraclonil SC simultaneously with sowing application on different rice varieties(14 days after application)

水稻品种	处理	剂量/(mL·hm ⁻²)	出苗数	株高/cm	每株地上部鲜重/g
'早优73'	浸种不催芽	1 500	18.67 ab	18.18 a	0.12 abc
		3 000	19.33 ab	17.32 a	0.11 abc
		CK	18.67 ab	18.12 a	0.13 ab
	露白	1 500	17.33 ab	16.49 a	0.10 abcd
		3 000	19.67 ab	16.88 a	0.10 abcd
		CK	21.00 a	18.64 a	0.13 a
	芽长半粒谷	1 500	16.33 ab	13.72 c	0.08 d
		3 000	12.67 b	8.78 d	0.05 e
		CK	16.00 ab	15.57 bc	0.10 bed
'南粳46'	浸种不催芽	1 500	13.67 abc	11.15 a	0.06 ab
		3 000	9.33 c	7.75 d	0.04 d
		CK	19.00 a	10.94 ab	0.06 a
	露白	1 500	20.33 a	10.34 abc	0.06 ab
		3 000	10.67 bc	9.27 c	0.04 cd
		CK	10.67 bc	9.45 bc	0.05 bed
	芽长半粒谷	1 500	17.00 ab	10.15 abc	0.06 ab
		3 000	17.33 ab	7.88 d	0.04 d
		CK	16.00 abc	9.58 bc	0.05 abc
'申优26'	浸种不催芽	1 500	14.67 abc	11.93 abc	0.06 bc
		3 000	15.67 abc	10.34 cd	0.05 c
		CK	17.00 ab	13.42 a	0.07 ab
	露白	1 500	20.00 a	11.74 abc	0.07 ab
		3 000	11.33 bc	12.59 ab	0.08 a
		CK	15.67 abc	13.16 ab	0.07 ab
	芽长半粒谷	1 500	20.00 ab	11.47 bc	0.07 ab
		3 000	9.67 d	9.77 c	0.05 bc
		CK	12.33 cd	10.90 bc	0.06 bc

注:表中同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$);下同。

表2 4%双唑草腈 SC 水稻1—2叶期用药对不同品种的安全性(药后14 d)

Table 2 Safety of 4% Pyraclonil SC application on different rice varieties under the 1—2 leaf stage(14 days after application)

水稻品种	剂量/(mL·hm ⁻²)	株数	株高/cm	每株地上部鲜重/g
'早优73'	1 500	21.83 a	24.66 a	0.33 a
	3 000	23.17 a	25.01 a	0.32 a
	CK	22.83 a	25.09 a	0.36 a
'南粳46'	1 500	23.33 a	16.14 a	0.18 a
	3 000	24.00 a	16.31 a	0.18 a
	CK	22.67 a	17.07 a	0.20 a
'申优26'	1 500	19.33 a	19.33 a	0.21 a
	3 000	18.83 a	18.83 a	0.20 a
	CK	21.00 a	21.00 a	0.23 a

2.3 水稻2—3叶期使用双唑草腈的安全性

取样测定结果表明(表3),水稻2—3叶期使用4%双唑草腈 SC 处理,除了3 750 mL/hm² 处理供试水稻品种'南粳46'的株高为31.86 cm,显著低于对照处理株高35.53 cm,其他各剂量处理对水稻的茎蘖

表3 4%双唑草腈 SC 水稻2—3叶期用药对水稻生长的影响(药后28 d)

Table 3 Effects of 4% Pyraclonil SC application on the growth of rice under the 2—3 leaf stage(28 days after application)

剂量/(mL·hm ⁻²)	茎蘖数	株高/cm	根长/cm	每株地上部鲜重/g	每株地下部鲜重/g
1 500	3.18 a	34.68 a	11.78 a	1.70 a	0.49 b
2 250	3.17 a	33.54 ab	11.71 a	1.65 a	0.48 b
3 000	3.68 a	33.91 ab	11.76 a	1.76 a	0.61 a
3 750	3.40 a	31.86 c	11.50 a	1.67 a	0.51 ab
CK	2.83 b	35.53 a	10.66 a	1.16 b	0.32 c

数、株高、根长、地上和地下部鲜重等指标均无不良影响。相反由于空白对照区杂草为害较双唑草腈处理区更严重,因而水稻幼苗生长势更弱。

2.4 双唑草腈的田间除草效果及对水稻安全性

田间试验结果表明(表4),播种后当天随播随用4%双唑草腈 SC 1 125—3 750 mL/hm²,施药后14 d目测对稻田杂草防除效果优异。药后28 d取样调查,各处理对千金子、异型莎草、耳叶水苋和丁香蓼的株数防效均为100%,与对照药剂30%苄嘧·丙草胺 OD 1 500 mL/hm²无显著差异;对稗的株数防效为60.15%—93.36%,除最低剂量4%双唑草腈 SC 1 125 mL/hm²外,其他5个剂量处理与4%双唑草腈 SC + 300 g/L 丙草胺 EC(1 500 + 1 125) mL/hm²、(1 500 + 1 500) mL/hm²复配剂和对照药剂30%苄嘧·丙草胺 OD 1 500 mL/hm²的防效均无显著差异。

表4 4%双唑草腈 SC 防除直播稻田杂草效果(药后28 d)
Table 4 Control efficacy of 4% Pyraclonil SC on weeds in direct-seeding rice field(28 days after application)

处理剂量/(mL·hm ⁻²)	稗		千金子		异型莎草		耳叶水苋		丁香蓼	
	株数/m ²	防效%	株数/m ²	防效%	株数/m ²	防效%	株数/m ²	防效%	株数/m ²	防效%
4%双唑草腈 SC 1 125	98.00	60.15 b	0	100 a	0	100 a	0	100 a	0	100 a
4%双唑草腈 SC 1 500	47.33	74.99 ab	0	100 a	0	100 a	0	100 a	0	100 a
4%双唑草腈 SC 1 875	27.00	86.65 a	0	100 a	0	100 a	0	100 a	0	100 a
4%双唑草腈 SC 2 250	32.67	82.26 a	0	100 a	0	100 a	0	100 a	0	100 a
4%双唑草腈 SC 3 000	13.00	93.36 a	0	100 a	0	100 a	0	100 a	0	100 a
4%双唑草腈 SC 3 750	15.33	91.79 a	0	100 a	0	100 a	0	100 a	0	100 a
4%双唑草腈 SC + 300 g/L 丙草胺 EC (1 500 + 1 125)	22.00	88.44 a	0	100 a	0	100 a	0	100 a	0	100 a
4%双唑草腈 SC + 300 g/L 丙草胺 EC (1 500 + 1 500)	14.00	93.37 a	0	100 a	0	100 a	0	100 a	0	100 a
30%苄嘧·丙草胺 OD 1 500	20.67	90.65 a	0	100 a	0	100 a	0	100 a	0	100 a
CK	224.67	-	88.33	-	39.67	-	133.67	-	138.67	-

药后14 d取样测定表明(表5),4%双唑草腈 SC 1 125—3 000 mL/hm²各剂量在水稻播种后当天随播随用处理后,各供试剂量下水稻的株数、株高和地上部鲜重与4%双唑草腈 SC + 300 g/L 丙草胺 EC (1 500 + 1 125) mL/hm²、(1 500 + 1 500) mL/hm²复配剂、对照药剂30%苄嘧·丙草胺 OD 1 500 mL/hm²及空白对照均无显著差异。

表5 4%双唑草腈 SC 对水稻生长的影响(药后14 d)
Table 5 Effect of 4% Pyraclonil SC on rice growth(14 days after treatment)

处理剂量/(mL·hm ⁻²)	株数	株高/cm	每株地上部鲜重/g
4%双唑草腈 SC 1 125	16.09 a	10.44 a	0.06 a
4%双唑草腈 SC 1 500	16.00 a	10.39 a	0.05 a
4%双唑草腈 SC 1 875	16.02 a	10.93 a	0.06 a
4%双唑草腈 SC 2 250	15.87 a	10.34 a	0.05 a
4%双唑草腈 SC 3 000	15.33 ab	9.58 ab	0.04 a
4%双唑草腈 SC 3 750	14.02 b	9.10 b	0.05 a
4%双唑草腈 SC + 300 g/L 丙草胺 EC (1 500 + 1 125)	16.10 a	10.52 a	0.06 a
4%双唑草腈 SC + 300 g/L 丙草胺 EC (1 500 + 1 500)	16.07 a	10.54 a	0.05 a
30%苄嘧·丙草胺 OD 1 500	15.97 a	10.11 a	0.06 a
CK	16.06 a	10.37 a	0.05 a

3 结论与讨论

本研究结果表明,在稻谷浸种不催芽、露白、芽长半粒谷等3种不同催芽状态下,4%双唑草腈 SC 1 500 mL/hm²处理对3个供试水稻品种‘早优73’、‘南粳46’、‘申优26’的出苗数、株高、地上部鲜重均无不良影响,说明4%双唑草腈 SC 在此剂量下在直播稻田随播随用是安全的。但当4%双唑草腈 SC 用量提高至3 000 mL/hm²时,不同水稻品种的安全性表现不一,存在一定安全隐患,因而此剂量不宜在播种时随播随用。当水稻生长至1—3叶期时用药,4%双唑草腈 SC 1 500 mL/hm²和3 000 mL/hm²处理对水稻生长均表现安全,说明随着水稻的出苗生长,其对双唑草腈的耐药性也在同步提高。田间除草活性评价试验结果还表明,4%双唑草腈 SC 1 500—3 750 mL/hm²随播随用处理对直播稻田主要优势杂草千金子、异

型莎草、耳叶水苋、丁香蓼的株数防效均为 100%，对稗的株数防效为 74.99%—93.36%，经方差分析，各剂量之间无显著差异，与 4% 双唑草腓 SC + 300 g/L 丙草胺 EC (1 500 + 1 125) mL/hm²、(1 500 + 1 500) mL/hm² 复配剂和对照药剂 30% 苄嘧·丙草胺 OD 1 500 mL/hm² 的防效也均无显著差异。这证明 4% 双唑草腓 SC 1 500 mL/hm² 随播随用处理不仅对供试水稻品种安全，而且可有效控制直播稻田主要优势杂草。

原卟啉原氧化酶抑制剂类除草剂的作用靶标为原卟啉原氧化酶(PPO)，通过植物中原卟啉原氧化酶积累而发挥药效^[10]，由于该类除草剂具有超高效、低毒的优点，近年来已成为新型除草剂开发的一个重要领域^[11]。乙酰乳酸合成酶(ALS)抑制剂和乙酰辅酶 A 羧化酶(ACCCase)抑制剂是稻田除草剂的主流品种，但近年来稻田杂草对这两大类药剂的抗药性发展迅速^[12-13]。当前，稗草对生产上广泛使用的除草剂如激素类的二氯喹啉酸(Quinclorac)、ALS 抑制剂的五氟磺草胺(Penoxsulam)以及 ACCCase 抑制剂的氰氟草酯(Cyhalofop-butyl)等相继产生了抗药性^[12-19]。已有研究表明，PPO 抑制剂类除草剂可有效防除抗 ALS 抑制剂类除草剂的多种杂草，因而在抗性杂草治理中具有广阔的应用前景^[20]。当前，直播稻田最常用的随播随用除草剂品种为苄嘧·丙草胺(Bensulfuron-methyl·Pretilachlor)，但由于该品种控草持效期较短，且因使用时间较长，对某些阔叶杂草的防效呈下降趋势。本试验研究了 4% 双唑草腓 SC 随播随用对不同芽长稻谷出苗和幼苗期使用对水稻生长的影响及其除草活性，结果表明，4% 双唑草腓 SC 1 500 mL/hm² 对不同芽长的水稻品种出苗和生长安全，3 000 mL/hm² 对 1—3 叶期水稻生长无不良影响，而且除草活性高，这一研究结果不仅为双唑草腓在直播稻田上的应用探明了前景，而且为直播稻田交替使用随播随用土壤封闭除草剂提供了更多的选择。

参 考 文 献

- [1] GABRIELE D, HELGAF, JENS G, et al. New substituted pyrazole derivatives, processes for their preparation and their use as herbicides: WO, 008999[P/OL]. (1994-04-28) [2021-02-20]. <http://europemc.org/patents/PAT/WO9408999>.
- [2] 谭成侠, 潘丽艳, 傅寅翼. 具有除草活性的吡唑类化合物的研究进展[J]. 现代农药, 2009, 8(2): 6-12.
- [3] 张一宾. 水稻田用除草剂双唑草腓(pyraclonil)的研发及其应用普及[J]. 世界农药, 2014, 36(6): 1-3.
- [4] 马国兰, 刘都才, 刘雪源, 等. 双唑草腓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.
- [5] 徐蓬, 吴佳文, 王红春, 等. 双唑草腓的除草活性及对水稻的安全性[J]. 植物保护, 2017, 43(5): 198-204.
- [6] 田志慧, 袁国徽, 沈国辉. 双唑草腓防除直播稻田杂草效果及其对水稻安全性研究[J]. 上海农业学报, 2021, 37(1): 76-81.
- [7] 田志慧, 袁国徽, 高萍. 10 种除草剂防除直播稻田杂草效果及对水稻的安全性评价[J]. 上海农业学报, 2020, 36(6): 79-84.
- [8] 徐蓬, 王红春, 吴佳文, 等. 2% 双唑草腓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.
- [9] 张月, 贾浩然, 李卫, 等. 双唑草腓对双季水稻田杂草的防效及后茬作物的影响[J]. 植物保护, 2020, 46(1): 247-252.
- [10] 周宇涵, 苗蔚荣, 程佰柏, 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, 4(1): 1-8.
- [11] 瞿晶菁, 刘春霞, 付少华, 等. 双唑草腓原药大鼠亚慢性毒性试验[J]. 毒理学杂志, 2015, 29(2): 158-160.
- [12] 夏向东, 马洪菊, 许孟涵, 等. 杂草对芳氧苯氧丙酸类(APPs)除草剂的抗性分子机理研究进展[J]. 农药学报, 2013, 15(6): 609-614.
- [13] 隋标峰, 张朝贤, 崔海兰, 等. 杂草对 AHAS 抑制剂的抗药性分子机理研究进展[J]. 农药学报, 2009, 11(4): 399-406.
- [14] 马国兰, 柏连阳, 刘都才, 等. 我国长江中下游稻区稗草对二氯喹啉酸的抗药性研究[J]. 中国水稻科学, 2013, 27(2): 184-190.
- [15] LOPEZ-MARTINEZ N, MARSHALL G, DE PRADO R. Resistance of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) to atrazine and quinclorac[J]. Pesticide Science, 1997, 51: 171-175.
- [16] TALBERT R E, BURGOS N R. History and management of herbicide-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in Arkansas rice[J]. Weed Technology, 2007, 21(2): 324-331.
- [17] 李拥兵, 黄华枝, 黄炳球, 等. 我国中部和南方稻区稗草对二氯喹啉酸的抗药性研究[J]. 华南农业大学学报, 2002, 23(2): 33-36.
- [18] 吴声敢, 王强, 赵学平, 等. 浙江省稻田稗草对二氯喹啉酸的抗药性[J]. 农药, 2006, 45(12): 859-861.
- [19] 陆保理, 张建新, 王玉香, 等. 直播稻田稗草对二氯喹啉酸抗性研究[J]. 杂草科学, 2008, 26(4): 31-32.
- [20] MCDUGALL-AGRISERVICE P. Product section 2012 market[M]. Phillips: McDougall-Agriservice, 2012.

(责任编辑:张睿)