

上海节水抗旱稻田杂草发生以及除草剂对‘沪旱 61’的安全性评价

李 涛^{1#}, 李 刚^{2#}, 杜兴彬³, 赵洪阳⁴,
毕俊国⁴, 范洁群^{1*}, 余新桥^{4*}

(1. 上海市农业科学院, 上海 201403; 2. 上海市农业技术推广服务中心, 上海 201103;
3. 上海市种子管理总站, 上海 201103; 4. 上海市农业生物基因中心, 上海 201106)

摘要 为了明确节水抗旱稻田杂草发生情况以及除草剂对‘沪旱 61’的安全性, 采用随机取样计数和唐氏五级目测相结合的方法, 调查了上海市节水抗旱稻田杂草种类、田间密度和危害等级, 并采用盆栽法在网室内开展了除草剂对‘沪旱 61’的安全性评价试验。杂草调查结果表明, 节水抗旱稻田杂草种类多, 数量大, 并呈现出旱、湿生杂草混生的特点。试验期间共调查到杂草 9 科 21 种, 其中马唐、香附子、狗尾草、牛筋草、小藜、凹头苋等水稻田少有发生的旱生杂草在节水抗旱稻田危害严重。除草剂安全性评价试验结果表明, 330 g/L 二甲戊灵 EC、90% 禾草丹 EC 及其与 10% 苄嘧磺隆 WP、10% 吡嘧磺隆 WP 的复配剂可用于节水抗旱稻播后苗前封闭除草, 10% 噻唑草胺 EC、50% 二氯喹啉酸 WP、75% 氯吡嘧磺隆 WG、75% 二氯吡啶酸 SG 和 480 g/L 灭草松 AS 可用于节水抗旱稻苗后除草。

关键词 节水抗旱稻; 杂草发生; 除草剂; 沪旱 61

中图分类号: S 451.2 **文献标识码:** B **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2019323

Weed occurrence in water-saving and drought-resistance rice (WDR) fields in Shanghai and safety test of herbicides on ‘Huhan 61’

LI Tao^{1#}, LI Gang^{2#}, DU Xingbin³, ZHAO Hongyang⁴, BI Junguo⁴, FAN Jiequn^{1*}, YU Xinqiao^{4*}

(1. Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201403, China; 2. Shanghai Agricultural Technology Extension Service Center, Shanghai 201103, China; 3. Shanghai Seeds Management Station, Shanghai 201103, China;
4. Shanghai Agrobiological Gene Center, Shanghai 201106, China)

Abstract In order to determine the weed occurrence in water-saving and drought-resistance rice (WDR) fields and the safety of herbicides to ‘Huhan 61’, weed survey and herbicides evaluation tests were conducted. The results showed that there were more species and quantities of weeds, and mixed occurrence of xerophytic weeds and aquatic weeds in WDR. A total of 21 species of weeds belonging to 9 families were recorded in WDR. The predominant weeds were xerophytic weeds, such as *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Cyperus rotundus* L., *Setaria viridis* (L.) Beauv., *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Chenopodium ficifolium* L., and *Amaranthus blitum*. Pendimethalin 330 g/L EC, thiobencarb 90% EC and their combinations with bensulfuron-methyl 10% WP or pyrazosulfuron-ethyl 10% WP can be used as pre-emergence (PRE) herbicides, and metamifop 10% EC, quinclorac 50% WP, halosulfuron-methyl 75% WG, clopyralid 75% SG, and bentazone 480 g/L AS can be used as post-emergence herbicides to control weeds in WDR.

Key words water-saving and drought-resistance rice; weed occurrence; herbicide; Huhan 61

干旱缺水是 21 世纪面临的最严重问题之一, 发展节水农业是农业可持续发展的关键^[1-3]。我国是

收稿日期: 2019-06-27 修订日期: 2019-07-08

基金项目: 上海市种业发展项目[沪农科种字(2017)第 1-1 号]; 国家科技重大专项(2017ZX07202004-004); 上海市种业发展项目[沪农科种字(2017)第 1-2 号]; 上海市科委国内合作计划(18295810500); 上海市科技兴农推广项目[沪农科推字(2017)第 1-5 号]; 上海市农业科学院卓越团队建设计划[农科创 2017(A-03)]; 上海市崇明区科委农业科技攻关(农业科技攻关 81)

* 通信作者 E-mail: 范洁群 18201791220@163.com; 余新桥 yxq@sagc.org.cn
为并列第一作者

贫水大国,人均水资源占有量仅 $2\,200\text{ m}^3$,是世界人均水平的 $1/4$,居世界第 109 位,被世界水资源与环境发展联合会列为 13 个贫水国之一^[4]。水稻是我国最重要的粮食作物,在历史上对于保障我国的粮食安全发挥了重大的作用。但水稻也是用水大户,我国农业用水 $3\,920\text{ 亿 m}^3$,占用水总量的 70.4% ,其中水稻生产用水占农业用水的 70% ^[5]。传统水稻生育期内需要保持长期淹水,不仅消耗大量的水资源,而且造成甲烷排放等环境污染问题^[6-8]。

我国稻田 65% 以上为中低产田,其中干旱是最主要的限制因子之一。我国西北地区长期缺水,华北地区旱灾频繁。由于雨量分布在季节上不平衡,旱灾在长江流域和华南稻区的发生也较为频繁。一旦发生干旱,水稻将大幅度减产。事实上,20 世纪 90 年代以来,我国每年平均受旱面积达 $2\,667\text{ 万 hm}^2$,造成粮食减产 $7\,000\text{ 万}\sim 8\,000\text{ 万 t}$ ^[9]。

节水抗旱稻是在水稻科技进步的基础上,引进旱稻的节水抗旱特性,培育成的具有节水抗旱、优质高产的栽培稻新类型^[10-11]。节水抗旱稻在栽培上简单易行,可像小麦、玉米一样在旱地种植,符合水稻轻简化栽培的发展方向^[12]。种植节水抗旱稻,全生育期不需要灌溉水层,仅靠自然降雨或者在播种、分蘖、拔节孕穗、扬花授粉和灌浆结实的几个关键时期保持土壤湿润即可,较普通水稻可省水 50% 以上^[11]。

节水抗旱稻已在我国沿淮河、长江流域和华南、西南等区域推广,推广面积逾 6.7 万 hm^2 。乌干达、肯尼亚、尼日利亚等非洲国家以及印度、印度尼西亚、缅甸、巴基斯坦等亚洲国家也在开展节水抗旱稻的试种示范^[13]。

水稻生产中,灌溉时间、水层持续时间和水层深度显著影响杂草的发生和生长。例如,在灌溉水稻中,播种后 5 d 灌水层,千金子几乎不发生,但如果播种后 20 d 灌水层,千金子的密度达到 72 株/m^2 ^[14-15]。这说明,水层对杂草有较好的抑制作用。在节水抗旱稻田中,整个生育期内不灌水层,杂草危害较重,是制约节水抗旱稻推广的重要原因之一。当前针对节水抗旱稻田杂草发生及防除的研究报道较少,仅李友星等开展了沿淮地区节水抗旱稻田苗后茎叶处理除草剂筛选研究^[16]。我国还没有正式登记的节水抗旱稻专用除草剂,生产上大都是借用水稻和其他作物田除草剂防除杂草,由于缺乏科学的试验数据,不但除草效果不理想而且容易产生药

害。开展节水抗旱稻田草害调查及除草剂安全性评价试验对推广节水抗旱稻具有积极意义。

1 材料和方法

1.1 节水抗旱稻田草害调查

2017 年—2018 年,对上海市金山区、奉贤区、崇明区节水抗旱稻种植田块开展杂草调查。调查采用随机取样计数和唐氏五级目测^[17]相结合的方法。以自然田块为单位,选择有代表性的田块,每个区各调查 20 块田,每块田面积 $3\,333.3\sim 6\,666.6\text{ m}^2$ 不等,每块田调查 20 个点,每个点面积 1 m^2 ,记录样方框内的杂草种类和各种杂草的株数,并利用唐氏五级目测法估算各种杂草的危害等级。种植的节水抗旱稻品种为‘沪旱 61’,种植方式为“旱种旱管”,即采用旱直播的方式播种,整个生育期内不灌水层,仅靠自然降雨,在播种、灌浆等关键生育期灌水 $3\sim 5$ 次,以保持土壤湿润。

田间密度(mean density, MD):某种杂草在各调查田块的平均密度之和与总调查田块数之比。

发生频率(frequency, F):某种杂草出现的田块数占总调查田块数的百分率。

危害等级(hazard level, A): A_5 = 最严重危害, A_4 = 严重危害, A_3 = 中度危害, A_2 = 轻度危害, A_1 = 有出现但不构成危害^[17]。

1.2 除草剂安全性评价

采用盆栽法在网室内开展试验。供试节水抗旱稻品种为‘沪旱 61’,粳稻,是上海市当前主推的节水抗旱稻品种,由上海市农业生物基因中心提供。喷药工具为北京农业信息技术研究中心生产的 ASS-4 型自动控制喷雾台,扇形喷头,流量为 800 mL/min ,喷雾压力 275 kPa ,喷液量 450 L/hm^2 ,按照供试药剂及剂量喷雾,每处理重复 4 次。

1.2.1 土壤封闭除草剂安全性评价

选用直径 9 cm ,高 8 cm 的黑色塑料盆钵开展试验,先在盆钵内装入 5 cm 深的消毒土,然后放入装有水的搪瓷盘中,让水逐渐渗入,每盆播种‘沪旱 61’干谷 10 粒,覆土 1 cm ,待稻谷吸足水分后,当天喷药。喷药后,盆钵置于网室内培养,网室温度 $25\sim 30^\circ\text{C}$,相对湿度 75% ,喷药后 15 d,调查稻苗株数、株高和地上部鲜重,并计算平均值。供试药剂信息及试验剂量见表 1。

表 1 供试土壤封闭除草剂信息及试验剂量

Table 1 Details of the pre-emergence herbicides used in safety evaluation test

供试药剂 Herbicide	商品名 Commercial name	有效剂量/g · (hm ²) ⁻¹ Dose	生产厂家 Manufacturer
330 g/L 二甲戊灵乳油 pendimethalin 330 g/L EC	施田补	495、742. 5、990	巴斯夫植物保护(江苏)有限公司
90% 禾草丹乳油 thiobencarb 90% EC	高效杀草丹	1 350、2 025、2 700	日本组合化学工业株式会社
300 g/L 丙草胺乳油 pretilachlor 300 g/L EC	扫氟特	450、675、900	先正达(苏州)作物保护有限公司
40% 苄嘧磺隆 · 丙草胺可湿性粉剂 bensulfuron-methyl · pretilachlor 40% WP	直播宁	360、480、600	江苏省太仓市长江化工厂
330 g/L 二甲戊灵乳油+10% 苄嘧磺隆可湿性粉剂 pendimethalin 330 g/L EC+bensulfuron-methyl 10% WP	—	742. 5+30	—
330 g/L 二甲戊灵乳油+10% 吡嘧磺隆可湿性粉剂 pendimethalin 330 g/L EC+pyrazosulfuron-ethyl 10% WP	—	742. 5+22. 5	—
90% 禾草丹乳油+10% 苄嘧磺隆可湿性粉剂 thiobencarb 90% EC+bensulfuron-methyl 10% WP	—	2 025+30	—
90% 禾草丹乳油+10% 吡嘧磺隆可湿性粉剂 thiobencarb 90% EC+pyrazosulfuron-ethyl 10% WP	—	2 025+22. 5	—
CK	—	—	—

1. 2. 2 茎叶处理除草剂安全性评价

根据杂草调查结果及其节水抗旱稻栽培特点选择药剂。具体的供试药剂信息及剂量见表 2。在黑色塑料盆钵内播种‘沪旱 61’干谷 10 粒,稻谷

出苗后,间去弱小苗,每盆定苗至5 株,待稻苗长至 2~3 叶期进行喷药处理。喷药后 15 d,调查水稻株高和地上部鲜重,计算平均值。其他试验条件同 1. 2. 1。

表 2 供试茎叶处理除草剂信息及剂量

Table 2 Details of the post-emergence herbicides used in safety evaluation test

供试药剂 Herbicide	商品名 Commercial name	有效剂量/ g · (hm ²) ⁻¹ Dose	生产厂家 Manufacturer
10% 噁唑草胺乳油 metamifop 10% EC	韩秋好	150、225、300	苏州富美实植物保护剂有限公司
50% 二氯喹啉酸可湿性粉剂 quinclorac 50% WP	杀稗丰	375、750、1 125	江苏快达农化股份有限公司
20% 氟吡吡氧乙酸乳油 fluroxypyr 20% EC	使它隆	150、240、300	江苏中旗作物保护股份有限公司
13% 2 甲 4 氯酸钠水剂 MCPA-Na 13% AS	草匠	292. 5、390、487. 5	安徽华星化工有限公司
480 g/L 灭草松水剂 bentazone 480 g/L AS	排草丹	720、1 080、1 440	巴斯夫植物保护(江苏)有限公司
460 g/L 2 甲 · 灭草松可溶液剂 MCPA-Na · bentazone 460 g/L SL	谷欢	690、1 035、1 380	巴斯夫植物保护(江苏)有限公司
75% 氯吡嘧磺隆水分散粒剂 halosulfuron-methyl 75% WG	巨禾	33. 75、56. 25、112. 5	江苏省农用激素工程技术研究中心有限公司
75% 二氯吡啶酸可溶粒剂 clopyralid 75% SG	龙拳	112. 5、168. 75、225	美国陶氏益农公司
CK	—	—	—

1. 2. 3 数据统计方法

试验所得数据用 IBM SPSS Statistics 22. 0(Statistics Package for Social Science)for Windows 统计软件,采用 Duncan 氏新复极差法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2. 1 上海市节水抗旱稻田杂草发生情况

2017 年—2018 年调查结果表明,与传统水稻田相比,节水抗旱稻田由于生境的改变,杂草呈现出种类多,数量大,发生周期长以及旱、湿生杂草混生的特点。试验期间共调查到杂草 9 科 21 种,其中禾本

科杂草 7 种,阔叶杂草 11 种,莎草科杂草 3 种。发生频率大于 80% 的杂草为马唐 *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.、狗尾草 *Setaria viridis* (L.) Beauv.、牛筋草 *Eleusine indica* (L.) Gaertn.、稗 *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.、千金子 *Leptochloa chinensis* (L.) Nees、香附子 *Cyperus rotundus* L.、碎米莎草 *Cyperus iria* L.、鳢肠 *Eclipta prostrata* (L.) L.、喜旱莲子草 *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.、凹头苋 *Amaranthus blitum* L. 和小藜 *Chenopodium fici-folium* L.,田间密度大于 20 株/m² 的杂草为马唐、狗尾草、千金子、香附子和小藜。优势杂草群落为马唐/

狗尾草—香附子/碎米莎草—小藜/凹头苋。杂草及 发生危害情况见表 3。

表 3 节水抗旱稻田杂草发生危害情况
Table 3 Weed occurrence in water-saving and drought-resistance rice fields

科 Family	杂草种类 Species	发生频率/% Frequency of occurrence	田间密度/株·m ⁻² Mean density (MD)	危害等级 Hazard level (A)
禾本科 Poaceae	马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	100	48.5	A ₃ ~A ₅
	狗尾草 <i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.	93	32.1	A ₃ ~A ₄
	牛筋草 <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	83	12.6	A ₃ ~A ₄
	稗 <i>Echinochloa cru-gallic</i> (L.) Beauv.	87	11.2	A ₃ ~A ₄
	千金子 <i>Leptochloa chinensis</i> (L.) Nees	90	26.5	A ₃ ~A ₄
	双穗雀稗 <i>Paspalum distichum</i> L.	30	4.2	A ₁ ~A ₂
	狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	20	2.6	A ₁ ~A ₂
莎草科 Cyperaceae	香附子 <i>Cyperus rotundus</i> L.	80	25.4	A ₃ ~A ₄
	碎米莎草 <i>Cyperus iria</i> L.	80	18.2	A ₃ ~A ₄
	异型莎草 <i>Cyperus difformis</i> L.	50	12.4	A ₂ ~A ₃
菊科 Asteraceae	鳢肠 <i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	80	15.6	A ₃ ~A ₄
	苍耳 <i>Xanthium strumarium</i> L.	3	2.2	A ₁ ~A ₂
茄科 Solanaceae	龙葵 <i>Solanum nigrum</i> L.	7	4.7	A ₁ ~A ₂
苋科 Amaranthaceae	喜旱莲子草 <i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	80	9.6	A ₃ ~A ₄
	凹头苋 <i>Amaranthus blitum</i> L.	80	14.5	A ₃ ~A ₄
	小藜 <i>Chenopodium fici-folium</i> Smith	90	30.2	A ₃ ~A ₄
	藜 <i>Chenopodium album</i> L.	40	6.2	A ₂
马齿苋科 Portulacaceae	马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i> L.	60	10.2	A ₂ ~A ₃
大戟科 Euphorbiaceae	铁苋菜 <i>Acalypha australis</i> L.	50	8.5	A ₂ ~A ₃
千屈菜科 Lythraceae	耳基水苋 <i>Ammammia auriculata</i> Willdenow	73	13.6	A ₂ ~A ₃
蓼科 Polygonaceae	酸模叶蓼 <i>Polygonum lapathi-folium</i> L.	30	4.2	A ₂

2.2 土壤封闭除草剂安全性评价

由表 4 可知,330 g/L 二甲戊灵 EC 有效剂量 495、742.5 g/hm² 于稻谷播后苗前使用,对‘沪旱 61’生长安全,出苗率、株高和地上部鲜重与空白对照相比均没有显著差异。330 g/L 二甲戊灵 EC 990 g/hm²对‘沪旱 61’出苗没有影响,但是对稻苗的株高和地上部鲜重有抑制,与空白对照相比差异达显著水平。90%禾草丹 EC 1 350、2 025、2 700 g/hm²对‘沪旱 61’生长安全,出苗率、株高和地上部鲜重与空白对照相比均没有显著差异。300 g/L 丙草胺 EC 450 g/hm² 对‘沪旱 61’生长安全,但是 675、900 g/hm²显著降低了‘沪旱 61’的出苗率、株高和地上部鲜重。40%苄嘧磺隆·丙草胺 WP 360、480、600 g/hm² 在本试验条件下对‘沪旱 61’生长影响较大,出苗率均显著下降。330 g/L 二甲戊灵 EC 742.5 g/hm²+10%苄嘧磺隆 WP 30 g/hm²、330 g/L 二甲戊灵 EC 742.5 g/hm²+10%吡嘧磺隆 WP 22.5 g/hm²、90%禾草丹 EC 2 025 g/hm²+10%苄嘧

磺隆 WP 30 g/hm² 以及 90%禾草丹 EC 2 025 g/hm²+10%吡嘧磺隆 WP 22.5 g/hm² 对‘沪旱 61’生长安全,出苗率、株高以及地上部鲜重与空白对照相比均没有显著差异(表 4)。

2.3 茎叶处理除草剂安全性评价

由表 5 可知,与空白对照相比,10%噁唑酰草胺 EC 150~300 g/hm²、50%二氯喹啉酸 WP 375~1 125 g/hm²、75%氯吡嘧磺隆 WG 33.75~112.5 g/hm²、75%二氯吡啶酸 SG 112.5~225 g/hm² 以及 480 g/L 灭草松 AS 720~1 080 g/hm² 对 2~3 叶期的‘沪旱 61’幼苗生长安全,株高、地上部鲜重与空白对照相比均没有显著差异。480 g/L 灭草松 AS 1 440 g/hm²显著降低了‘沪旱 61’的地上部鲜重。20%氯氟吡氧乙酸 EC 150~300 g/hm²、13%2 甲 4 氯AS 292.5~487.5 g/hm² 以及 460 g/L 2 甲·灭草松 SL 690~1 380 g/hm² 在本试验条件下对‘沪旱 61’幼苗影响较大,显著降低了稻苗的株高和地上部鲜重(表 5)。

表 4 土壤封闭除草剂对‘沪旱 61’生长的影响¹⁾

Table 4 Effects of pre-emergence herbicides on the growth of ‘Huhan 61’

供试药剂 Herbicide	有效剂量/ g·(hm ²) ⁻¹ Dose	出苗率/% Seedling emergence rate	株高/cm Plant height	地上部鲜重/ g·株 ⁻¹ Above ground biomass
330 g/L 二甲戊灵 EC pendimethalin 330 g/L EC	495	(85.0±2.9)a	(12.6±0.2)a	(0.180 0±0.004)ab
	742.5	(85.0±2.9)a	(12.6±0.6)a	(0.180 0±0.004)ab
	990	(77.5±2.5)ab	(10.1±0.3)c	(0.150 0±0.004)d
90% 禾草丹 EC thiobencarb 90% EC	1 350	(85.0±2.9)a	(12.4±0.2)a	(0.182 5±0.006)a
	2 025	(85.0±2.9)a	(12.5±0.1)a	(0.182 5±0.006)a
	2 700	(85.0±2.9)a	(12.6±0.2)a	(0.182 5±0.006)a
300 g/L 丙草胺 EC pretilachlor 300 g/L EC	450	(85.0±2.9)a	(12.5±0.1)a	(0.180 0±0.004)ab
	675	(65.0±2.9)d	(11.0±0.3)b	(0.150 0±0.004)d
	900	(25.0±2.9)e	(4.3±0.3)d	(0.045 0±0.003)e
40% 苄嘧磺隆·丙草胺 WP bensulfuron-methyl·pretilachlor 40% WP	360	(75.0±2.9)bc	(12.5±0.1)a	(0.180 0±0.004)ab
	480	(67.5±2.5)cd	(11.2±0.1)b	(0.157 5±0.005)d
	600	(60.0±4.1)d	(10.9±0.1)b	(0.160 0±0.004)cd
330 g/L 二甲戊灵 EC +10% 苄嘧磺隆 WP pendimethalin 330 g/L EC+bensulfuron-methyl 10% WP	742.5+30	(85.0±2.9)a	(12.8±0.1)a	(0.175 0±0.006)ab
330 g/L 二甲戊灵 EC +10% 吡嘧磺隆 WP pendimethalin 330 g/L EC+pyrazosulfuron-ethyl 10% WP	742.5+22.5	(85.0±2.9)a	(12.6±0.1)a	(0.172 5±0.003)abc
90% 禾草丹 EC +10% 苄嘧磺隆 WP thiobencarb 90% EC+bensulfuron-methyl 10% WP	2 025+30	(85.0±2.9)a	(12.8±0.1)a	(0.182 5±0.005)a
90% 禾草丹 EC +10% 吡嘧磺隆 WP thiobencarb 90% EC+pyrazosulfuron-ethyl 10% WP	2 025+22.5	(85.0±2.9)a	(12.5±0.1)a	(0.165 0±0.006)bcd
CK	—	(85.0±2.9)a	(12.8±0.3)a	(0.180 0±0.004)ab

1) 表中数值为平均值±标准误,同列数据中不同字母表示在 0.05 水平上差异显著。下同。
The values in the table are mean±SE. Different letters in the same column indicate significant difference at $P<0.05$ level. The same applies below.

表 5 茎叶处理除草剂对‘沪旱 61’生长的影响

Table 5 Effects of post-emergence herbicides on the growth of ‘Huhan 61’

供试药剂 Herbicide	有效剂量/g·(hm ²) ⁻¹ Dose	株高/cm Plant height	地上部鲜重/g·株 ⁻¹ Above ground biomass
10% 噁唑酰草胺 EC metamifop 10% EC	150	(22.2±0.3)a	(0.244 7±0.009)ab
	225	(21.5±0.7)a	(0.249 3±0.009)ab
	300	(21.6±0.5)a	(0.252 2±0.018)a
50% 二氯喹啉酸 WP quinclorac 50% WP	375	(22.4±0.5)a	(0.237 8±0.014)ab
	750	(21.5±0.4)a	(0.229 1±0.008)abc
	1 125	(21.3±0.3)a	(0.227 5±0.006)abc
20% 氯氟吡氧乙酸 EC fluroxypyr 20% EC	150	(18.8±0.8)b	(0.189 3±0.004)def
	240	(16.2±0.4)de	(0.122 9±0.006)h
	300	(15.8±0.5)e	(0.106 8±0.008)h
13% 2 甲 4 氯钠 AS MCPA-Na 13% AS	292.5	(17.9±0.7)bcd	(0.175 0±0.003)efg
	390	(17.0±0.5)cde	(0.167 5±0.005)fg
	487.5	(16.9±1.0)cde	(0.153 2±0.015)g
480 g/L 灭草松 AS bentazone 480 g/L AS	720	(22.4±0.4)a	(0.237 5±0.005)ab
	1 080	(22.2±0.5)a	(0.217 7±0.008)bcd
	1 440	(21.9±0.5)a	(0.202 5±0.005)cde
460 g/L 2 甲·灭草松 SL MCPA-Na·bentazone 460 g/L SL	690	(18.7±0.2)b	(0.180 0±0.004)efg
	1 035	(18.2±0.2)bc	(0.183 2±0.007)ef
	1 380	(17.5±0.4)bcd	(0.176 5±0.010)efg

续表 5 Table 5(Continued)

供试药剂 Herbicide		有效剂量/g·(hm ²) ⁻¹ Dose	株高/cm Plant height	地上部鲜重/g·株 ⁻¹ Above ground biomass
75%氯吡嘧磺隆 WG	halosulfuron-methyl 75% WG	33. 75	(22. 5±0. 7) a	(0. 250 7±0. 002) a
		56. 25	(22. 4±0. 7) a	(0. 254 5±0. 013) a
		112. 5	(22. 3±0. 4) a	(0. 240 2±0. 007) ab
75%二氯吡啶酸 SG	clopyralid 75% SG	112. 5	(22. 4±0. 4) a	(0. 236 4±0. 012) ab
		168. 75	(22. 4±0. 3) a	(0. 238 8±0. 004) ab
		225	(22. 2±0. 3) a	(0. 248 7±0. 009) ab
CK		—	(21. 5±0. 7) a	(0. 249 8±0. 009) ab

3 结论与讨论

节水抗旱稻是指既具有水稻的高产优质特性、又具有旱稻的节水抗旱特性的一种新的水稻品种类型,生产上常采用“旱种旱管”的轻简化种植模式,极大地减轻了水稻种植的劳动强度。与灌溉水稻不同,节水抗旱稻全生育期内不需要灌水层。种植生境的变化必然导致杂草群落结构发生变化^[18-19]。本调查结果表明,节水抗旱稻田杂草种类多,数量大,并呈现出旱湿生杂草混生的特点。马唐、狗尾草、牛筋草、香附子、小藜和凹头苋等水稻田少有发生的旱生杂草,在节水抗旱稻田危害严重。

针对人工撒播、人工插秧、机直播、机插秧等水稻主要种植模式,我国农业科技人员已经建立了较为科学、完整的杂草化学防除体系^[20-24]。这些化学防除体系是根据水稻田杂草发生特点和栽培生境特征建立的。在节水抗旱稻田中,杂草群落组成、种植方式和种植生境都发生了显著的变化,因此,水稻田杂草化学防除技术并不适合节水抗旱稻田,亟需建立符合节水抗旱稻种植特点的杂草化学防除体系。

播后苗前使用封闭除草剂是杂草化学防除的关键^[25]。土壤封闭除草剂安全性评价结果表明,330 g/L二甲戊灵 EC 495~742. 5 g/hm²、90%禾草丹 EC 1 350~2 700 g/hm² 及其与 10%苄嘧磺隆 WP 30 g/hm² 或 10%吡嘧磺隆 WP 22. 5 g/hm² 混配,于稻谷播后苗前使用,对‘沪旱 61’生长安全,可用于节水抗旱稻播后苗前封闭除草。而水直播稻田广泛使用的 300 g/L 丙草胺 EC 675~900 g/hm² 以及 40%苄嘧磺隆·丙草胺 WP 360~600 g/hm² 显著抑制了‘沪旱 61’的出苗、株高和地上部鲜重,不适合用于节水抗旱稻播后苗前封闭除草。

根据杂草发生情况选择合适的茎叶处理除草剂是杂草化学防除体系的重要组成部分^[26-28]。茎

叶处理除草剂安全性评价试验结果表明,10%噁唑酰草胺 EC 150~300 g/hm²、50%二氯喹啉酸 WP 375~1 125 g/hm²、75%氯吡嘧磺隆 WG 33. 75~112. 5 g/hm²、75%二氯吡啶酸 SG 112. 5~225 g/hm² 以及 480 g/L 灭草松 AS 720、1 080 g/hm² 于稻苗 2~3 叶期茎叶喷雾,对‘沪旱 61’生长安全,可用于 2~3 叶期的节水抗旱稻苗后除草。而 480 g/L 灭草松 AS 1 440 g/hm²、20%氯氟吡氧乙酸 EC 150~300 g/hm²、13%2 甲 4 氯 AS 292. 5~487. 5 g/hm² 以及 460 g/L 2 甲·灭草松 SL 690~1 380 g/hm² 对稻苗影响较大,不适合在稻苗 2~3 叶期使用。稻苗 2~3 叶期是节水抗旱稻生产中防除杂草的一个关键时期,因此在茎叶处理药剂安全性评价试验中,我们选择在稻苗 2~3 叶期喷雾。本研究结果对于生产实践具有较好的指导意义。

本试验没有测定供试除草剂对杂草的防效,但是大量已经发表的文献资料都报道了上述除草剂的杀草谱及除草效果。如二甲戊灵对一年生禾本科杂草及部分小粒种子阔叶杂草效果好^[29];噁唑酰草胺对马唐、千金子、牛筋草高效,但对阔叶杂草和莎草无效^[30];二氯喹啉酸对稗草、马唐、狗尾草高效,但对千金子无效^[31];氯吡嘧磺隆对莎草科杂草如香附子、碎米莎草活性极高^[32];二氯吡啶酸对刺儿菜等菊科宿根杂草效果佳^[33];灭草松对一年生阔叶杂草和莎草均具有较好的防效^[34]等等。节水抗旱稻田选择使用除草剂时,需要综合考虑田间杂草群落结构以及药剂的安全性,科学用药。

参考文献

[1] 康绍忠. 新的农业科技革命与 21 世纪我国节水农业的发展[J]. 干旱地区农业研究,1998(1):11-17.
[2] 金千瑜,欧阳由男. 我国发展节水型稻作的若干问题探讨[J]. 中国稻米,1999,5(1):9-12.

- [3] 余新桥,梅捍卫,李明寿,等. 节水抗旱杂交稻的选育和应用前景[J]. 分子植物育种, 2005, 3(5): 637-641.
- [4] 杨继富. 现代节水灌溉技术及发展方向[J]. 农业新技术, 2003(4): 1-3.
- [5] ZHANG Qifa. Strategies for developing green super rice [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2007, 104(42): 16402-16409.
- [6] LUO Lijun. Breeding for water-saving and drought-resistance rice (WDR) in China [J]. Journal of Experimental Botany, 2010, 61(13): 3509-3517.
- [7] 黄耀,张稳,郑旭华,等. 基于模型和 GIS 技术的中国稻田甲烷排放估计[J]. 生态学报, 2006, 26(4): 980-988.
- [8] 朱鲁生,王玉军,李光德,等. 中国农业甲烷排放的研究进展[J]. 环境工程学报, 1995, 3(5): 26-35.
- [9] 景蕊莲. 作物抗旱节水研究进展[J]. 中国农业科技导报, 2007, 9(1): 1-5.
- [10] 中华人民共和国农业部. NY/T 2862—2015 节水抗旱稻术语[S]. 北京: 中国农业出版社, 2016.
- [11] 罗利军,梅捍卫,余新桥,等. 节水抗旱稻及其发展策略[J]. 科学通报, 2011, 56(11): 804-811.
- [12] 柏秀芳,贾琳,胡超,等. 节水抗旱稻在湖南的发展前景与策略[J]. 湖南农业科学, 2016, 17(8): 25-27.
- [13] 杜兴彬,赵洪阳,张剑锋,等. 节水抗旱稻在上海的发展[J]. 中国种业, 2018(6): 35-37.
- [14] CHAUHAN B S, JOHNSON D E. The role of seed ecology in improving weed management strategies in the tropics [J]. Advances in Agronomy, 2010, 105(1): 221-262.
- [15] CHAUHAN B S. Weed ecology and weed management strategies for dry-seeded rice in Asia [J]. Weed Technology, 2012, 26(1): 1-13.
- [16] 李友星,杨学龙,丁广礼,等. 沿淮地区节水抗旱稻苗后除草剂的筛选研究[J]. 上海农业学报, 2013, 29(2): 52-55.
- [17] 唐洪元. 中国农田杂草[M]. 上海: 上海科技教育出版社, 1991.
- [18] 高赞,张建明,李明霞,等. 马铃薯覆膜种植对杂草群落的影响[J]. 植物保护, 2018, 44(2): 195-198.
- [19] 郭怡卿,张付斗. 土壤湿度对土壤处理除草剂药效的影响研究[J]. 西南农业学报, 2003, 16(4): 77-81.
- [20] 白和盛,张春梅,陆玉荣,等. 水稻直播田草害发生规律及安全防除技术[J]. 江西农业学报, 2009, 21(11): 151-152.
- [21] 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.
- [22] 李涛,沈国辉,钱振官,等. 上海地区机插秧稻田杂草化除方案评价[J]. 杂草科学, 2008(3): 40-42.
- [23] 高婷. 水稻机插秧田杂草发生及防除研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2014.
- [24] 张建萍,唐伟,于晓玥,等. 机直播水稻“播喷同步”机械化除草新技术[J]. 杂草学报, 2018, 36(1): 37-41.
- [25] 邓权权,潘志刚,段美洋,等. 除草剂对旱直播稻田杂草防效和水稻幼苗的影响[J]. 西南农业学报, 2015, 28(1): 131-135.
- [26] 单提波. 不同除草剂组合对旱直播稻田杂草化除效果及安全性评价[J]. 天津农业科学, 2018, 24(1): 79-82.
- [27] 秦玉金,焦骏森,鞠国钢,等. 旱直播水稻田出草规律及防除技术初探[J]. 杂草科学, 2006(2): 20-23.
- [28] 朱懿. 不同除草剂对机直播稻田杂草控制及水稻生长和产量的影响[D]. 雅安: 四川农业大学, 2015.
- [29] 郭文磊,王兆振,谭金妮,等. 氟咯草酮与二甲戊灵或乙草胺复配联合除草作用及其对棉花的安全性[J]. 农药学报, 2016, 18(5): 605-611.
- [30] 蔡宏芹,徐优良,包志军,等. 10%噁唑草胺 EC 等防除旱直播稻田禾本科杂草效果[J]. 杂草学报, 2012, 30(1): 59-60.
- [31] 张爱俊,陈俊. 几种除草剂防除麦套棉早寄播稻田杂草的效果[J]. 农药, 1997, 36(3): 41-42.
- [32] 谢娜,王金信,侯珍,等. 氯吡嘧磺隆除草活性及对不同玉米品种的安全性[J]. 植物保护学报, 2012, 39(5): 461-466.
- [33] 张炜,陆俊武,曹秀霞,等. 二氯吡啶酸防除胡麻田刺儿菜的药效及安全性评价[J]. 植物保护, 2018, 44(3): 220-224.
- [34] 朱文达,何燕红,李林. 48%灭草松水剂防治水稻移栽田杂草试验研究[J]. 江西农业学报, 2011, 23(2): 104-106.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 251 页)

参考文献

- [1] 李扬汉. 中国杂草志[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 720.
- [2] 王枝荣. 中国农田杂草原色图鉴[M]. 北京: 农业出版社, 1990: 187.
- [3] 任永发,童贤明. 杭州市郊直播稻田杂草种类及优势种调查[J]. 浙江农业科学, 2000(5): 241-243.
- [4] 谢加飞,张欣,牛浩鹏. 江苏高邮市水稻田丁香蓼防除试验[J]. 农业工程技术, 2018, 38(35): 20-21.
- [5] 袁树忠,吕贞龙,徐桂庆,等. 三个农区稻田杂草群落结构及影响群落的因素[J]. 江苏农学院学报, 1998, 19(4): 47-51.
- [6] 田志慧,袁国徽,王依明,等. 上海市水稻田杂草种类组成及群落特征[J]. 植物保护, 2018, 44(6): 152-157.
- [7] 陈爱武,朱顺. 不同施药剂量 10%吡嘧磺隆 WP 防除直播稻田杂草试验[J]. 安徽农学通报, 2012, 18(12): 115-116.
- [8] 何锦豪,周小军,孙裕建,等. 金华农区早稻直播田杂草的发生及防除[J]. 浙江农业学报, 2000, 12(6): 331-334.
- [9] 李建群,杨强,潘秋波. 灵斯科系列除草剂防除直播稻田杂草的效果[J]. 浙江农业科学, 2018, 59(10): 1871-1872.

(责任编辑: 杨明丽)