

引用格式:

张韞政, 贡常委, 张水容, 阮彦伟, 马钰, 叶娜, 刘雪梅, 朱新成, 王学贵. 成都平原直播稻田杂草群落构成及植保无人机防控效果[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2022, 48(5): 608–612.

ZHANG Y Z, GONG C W, ZHANG S R, RUAN Y W, MA Y, YE N, LIU X M, ZHU X C, WANG X G. Investigation on the composition of weed community in direct-seeded rice fields in Chengdu plain and research on plant protection unmanned aerial vehicle(UAV) control[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2022, 48(5): 608–612.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



成都平原直播稻田杂草群落构成及植保无人机防控效果

张韞政¹, 贡常委¹, 张水容¹, 阮彦伟¹, 马钰¹, 叶娜¹, 刘雪梅¹, 朱新成², 王学贵^{1*}

(1.四川农业大学农学院, 四川 成都 611130; 2.成都绿金生物科技有限责任公司, 四川 成都 610041)

摘 要: 于 2019—2021 年, 采用五点取样法调查成都平原崇州集贤乡、眉山东坡区及绵阳三台县等地直播稻田杂草的种类及数量; 针对优势杂草, 在崇州直播稻田开展了植保无人机防控试验(植保无人机 IDK-015 喷头加迈飞助剂处理和常规植保无人机喷雾处理), 采集喷雾雾滴在水稻上层、中层和下层的沉积情况。3 年调查结果表明, 成都平原直播稻田的主要杂草分属于 13 科 24 种, 其中稗草(*Echinochloa crusgalli*(L.) Beauv.)、异型莎草(*Cyperus difformis* L.)、鳢肠(*Eclipta prostrata*(L.) L.)和空心莲子草(*Alternanthera philoxeroides*(Mart.) Griseb.)相对多度均大于 20%, 是优势杂草。植保无人机防控杂草试验结果表明, 试验组单位面积的药液沉积量(平均 0.23 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$)和药液有效沉积率(50.23%)均显著高于对照组(0.14 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$, 42.75%); 试验组施药后 30 d, 对稗草、千金子、鳢肠的株防效和鲜重防效均达到 94%以上, 显著高于常规组处理。

关 键 词: 直播水稻; 杂草; 植保无人机; 化学除草; 成都平原

中图分类号: S451.21

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2022)05-0608-05

Investigation on the composition of weed community in direct-seeded rice fields in Chengdu plain and research on plant protection unmanned aerial vehicle(UAV) control

ZHANG Yunzheng¹, GONG Changwei¹, ZHANG Shuirong¹, RUAN Yanwei¹, MA Yu¹,
YE Na¹, LIU Xuemei¹, ZHU Xincheng², WANG Xuegui^{1*}

(1.College of Agriculture, Sichuan Agricultural University, Chengdu, Sichuan 611130, China; 2.Chengdu Green Gold Biological Science & Technology Co. Ltd, Chengdu, Sichuan 610041, China)

Abstract: From 2019 to 2021, the types and quantities of weeds in Chongzhou, Meishan and Mianyang in the Chengdu plain were investigated using the five-point sampling method. In response to dominant weeds, the plant protection unmanned aerial vehicle (UAV) control experiments were also performed in direct seeding rice fields of Chongzhou, including UAV with IDK-015 nozzle plus Maifei adjuvant treatment (the tested group) and conventional UAV spray treatment (the control group). The deposition of spray mist on the upper, middle and lower layers were collected by using Mylar sheets and photo paper. The results of the three-year survey showed that the main weeds in the direct seeded rice fields in Chengdu Plain belonged to 13 families and 24 populations. Among them, the relative probabilities were all greater than 20% for *Echinochloa crusgalli*, *Cyperus difformis*, *Leptochloa chinensis*, *Eclipta prostrata* and

收稿日期: 2021-08-23

修回日期: 2022-06-08

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFD0200300)

作者简介: 张韞政(1997—), 男, 重庆綦江人, 硕士研究生, 主要从事植物保护研究, 779141943@qq.com; *通信作者, 王学贵, 教授, 主要从事农药毒理学研究, wangxuegui@sicau.edu.cn

Alternanthera philoxeroides, which were dominant weeds. UAV spray test results showed that the pesticide liquid deposition per unit area ($0.23 \mu\text{L}/\text{cm}^2$) and the effective pesticide liquid deposition rate (50.30%) of the tested group were significantly higher than those of the control group ($0.14 \mu\text{L}/\text{cm}^2$, 42.53%). After spraying 30 days, the control effect and fresh weight control effect of the tested group on *Echinochloa crusgalli*, *Eclipta prostrata* and *C. difformis* were all above 94%, which were higher than those of the control group.

Keywords: direct-seeding rice; weed; plant protection unmanned aerial vehicle(UAV); chemical weeding; Chengdu plain

随着四川各地直播水稻面积的不断扩大,不仅节省了大量人力,缓解了季节性劳动力紧张的矛盾,而且提高了生产效益^[1-2]。由于直播水稻田块较平整、水层浅,杂草种子易于萌发,造成直播田杂草(主要有禾本科、莎草科和阔叶杂草三大类^[3-4])发生密度大、危害重。杂草的发生和为害已成为成都平原稻区大面积推广和应用直播技术的瓶颈^[5]。

目前,稻田杂草防除仍以化学防控为主。应用无人机施药可以提高农药利用率,减轻劳动强度,提高工作效率,已经推广应用于防治作物的病虫害^[6]。有研究表明,在水稻田中使用无人机喷施除草剂,效率和防效都显著高于传统人工施药方式,并且对周边作物和靶标作物无影响^[7-8]。无人机施药时,喷头及助剂对喷雾质量和施药效果有影响。王志坤等^[9]研究表明,不同型号的喷头对无人机喷雾过程中的喷雾漂移和地面沉积均有显著影响,当采用气吸型喷嘴 IDK 喷头时显著降低了雾滴漂移,因而减小了对周边作物的影响。刘迎等^[10]报道,无人机添加飞防助剂后,改善了药液雾滴性能,提高了药液在植物表面的滞留能力和药液的利用率,减少了药液流失,从而可达到减量施药、保护环境的目的。

笔者于2019—2021年对成都平原的崇州市、眉山市、绵阳市直播稻田杂草发生种类及数量进行调查,确定了成都平原直播稻区的优势杂草。在崇州地区直播水稻田,采用常规无人机喷雾施药和添加助剂迈飞搭载 IDK 喷头的无人机施药,对喷雾质量、防控效果进行了比较,以期在成都平原直播稻田的杂草防控提供参考。

1 材料与方法

1.1 直播稻田杂草发生的调查

2019—2021年,对成都市崇州集贤镇、隆兴镇,

眉山市东坡区悦兴镇、太和镇和绵阳市三台县乐加乡、中新镇等地直播稻田的杂草进行调查。调查时间为水稻播种后 40~70 d。

调查采用五点取样法。每个地点随机选取 10 个田块,调查 5 个样方,分别是田块 2 条对角线交点以及离交点等距的 4 个点,均离田边 2 m 以上。每样方 $0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$,记载样方内杂草种类、株数,依据文献^[11],计算田间杂草的田间频度、田间均度、田间密度、相对频度、相对均度、相对密度和相对多度。

1.2 无人机防除杂草试验

试验于 2020 年在成都市崇州集贤镇进行。水稻品种为粤禾丝苗。5 月 15 日播种,7 月 21 日傍晚(水稻处于分蘖期)施药,多云天气,平均气温 22.2°C ,平均风速 1.30 m/s 。无人机为大疆 MG-1P,飞行高度 1.5 m,飞行速度 2 m/s 。试验组面积为 6000 m^2 ,施用 10%吡嘧磺隆可湿性粉剂 $0.022 \text{ g}/\text{m}^2$ 和 20%氰氟草酯可分散油悬浮剂 $0.045 \text{ mL}/\text{m}^2$,添加 10 mL 迈飞助剂和指示剂诱惑红 85($0.03 \text{ g}/\text{m}^2$),施药喷嘴为 IDK-015;常规组面积为 2000 m^2 ,施用 10%吡嘧磺隆可湿性粉剂 $0.03 \text{ g}/\text{m}^2$ 和 20%氰氟草酯可分散油悬浮剂 $0.06 \text{ mL}/\text{m}^2$,添加指示剂诱惑红 85($0.03 \text{ g}/\text{m}^2$),无人机施药喷嘴为原装 XR120-015;空白对照喷施清水。

除草药剂 10%吡嘧磺隆可湿性粉剂为江苏富田农化有限公司产品;20%氰氟草酯可分散油悬浮剂为安徽众邦生物工程有限公司产品;迈飞助剂为中国化工集团有限公司产品;指示剂诱惑红 85 为上海源叶生物科技有限公司产品。

在处理田块中随机选择 15 个点,设置 20、70、120 cm 3 个高度的麦拉片和相片纸,分别采集水稻上、中、下 3 层喷雾雾滴数据,测定雾滴粒径体积

中径^[12], 计算分布跨度^[13]、沉积量^[14]和农药沉积利用率^[15]。喷药后 15、30 d 记录杂草种类和数量, 计算药后 30 d 株防效和鲜重防效^[16]。

运用 Microsoft Excel 2016 和 IBM SPSS Statistics 20 对数据进行处理和分析; 采用 Duncan 多重比较法进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 成都平原直播稻田杂草的种类

2019—2021 年, 成都平原直播稻田发生的杂草分属于 13 科 24 种(表 1)。其中, 禾本科杂草占总数的 37.50%; 莎草科杂草占 12.50%; 苋科杂草占 8.30%; 菊科、泽泻科、十字花科、柳叶菜科、木贼科、藜科、蓼科、玄参科、伞形科、浮萍科的杂草物种数各占 4.17%。

表 1 成都平原直播稻田杂草名录

Table 1 List of weeds in direct seeding rice fields of Chengdu Plain

科名	杂草	拉丁学名	科名	杂草	拉丁学名
菊科	鳢肠	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	莎草科	碎米莎草	<i>Cyperus iria</i> L.
泽泻科	矮慈姑	<i>Sagittaria pygmaea</i> Miq.		旋鳞莎草	<i>Cyperus michelianus</i> (Linn.) Link
十字花科	野油菜	<i>Brassica juncea</i> (L.) Czern. et Coss.		异型莎草	<i>Cyperus difformis</i> L.
柳叶菜科	丁香蓼	<i>Ludwigia prostrata</i> Roxb.	禾本科	稗草	<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.
木贼科	节节草	<i>Equisetum hyemale</i> L.		狗尾草	<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.
藜科	藜	<i>Chenopodium album</i> L.		棒头草	<i>Polypogon fugax</i> Nees ex Steud.
蓼科	水蓼	<i>Polygonum hydropiper</i> L.		日本看麦娘	<i>Alopecurus japonicus</i> Steud.
玄参科	泥花草	<i>Lindernia antipoda</i> (Linn.) Alston		马唐	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.
伞形科	水芹菜	<i>Oenanthe javanica</i> (Bl.) DC.		千金子	<i>Leptochloa chinensis</i> (L.) Nees
浮萍科	浮萍	<i>Lemna minor</i> L.		茵草	<i>Beckmannia syzigachne</i> (Steud.) Fern.
苋科	空心莲子草	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.		杂草稻	<i>Oryza sativa</i> f. <i>spontanea</i>
	莲子草	<i>Alternanthera sessilis</i> (Linn.) DC.			

调查结果(表 2)表明, 2019 年有 14 种杂草发生, 其中相对多度超 20% 的有 5 种, 分别是稗草、空心莲子草、马唐、异型莎草、鳢肠, 是当年的优势杂草; 稗草的发生量最大, 其田间相对密度为 25.09%; 稗草和空心莲子草相对频度相近, 是当年发生面积较大的杂草。2020 年有 24 种杂草发生, 其中相对多度超 20% 的有稗草、异型莎草、千金子、鳢肠、空心莲子草等 5 种, 为当年的优势杂草; 异型莎草

的发生量最大, 其田间相对密度为 19.99%, 其次是稗草, 为 19.94%; 稗草和异型莎草发生相对频度相近, 是当年发生面积最大的杂草。2021 年有 13 种杂草发生, 其中相对多度超 20% 的杂草有稗草、空心莲子草、异型莎草、千金子、鳢肠等 5 种, 为当年优势杂草; 稗草发生量最大, 其田间相对密度为 36.73%; 稗草和空心莲子草田间相对频度相近, 是当年发生面积最大的杂草。

表 2 成都平原直播稻田杂草的发生情况

Table 2 Occurrence of weeds in direct-seeded rice fields of Chengdu Plain

杂草	相对频度/%			相对均度/%			相对密度/%			相对多度/%		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
稗草	25.97	12.00	16.59	20.04	15.84	25.16	25.09	19.94	36.73	71.10	47.77	78.48
异型莎草	22.26	12.00	10.43	11.13	15.71	13.73	10.58	19.99	16.00	43.97	47.70	40.15
千金子	6.49	6.67	14.22	3.90	10.08	10.95	5.71	17.01	10.14	16.10	33.76	35.31
鳢肠	16.70	9.67	11.37	10.76	9.95	9.80	5.19	5.35	7.28	32.65	24.96	28.45
空心莲子草	25.05	9.00	16.11	15.03	8.64	17.16	14.10	5.00	17.05	54.18	22.64	50.32
杂草稻	—	3.33	—	—	5.50	—	—	9.79	—	—	18.62	—
水蓼	10.20	7.33	5.69	2.78	7.33	5.39	0.92	3.79	2.99	13.91	18.45	14.07
浮萍	—	7.33	—	—	3.53	—	—	7.30	—	—	18.17	—
碎米莎草	—	4.67	4.27	—	3.27	2.12	—	1.58	2.03	—	9.52	8.42
丁香蓼	—	3.33	—	—	3.40	—	—	1.57	—	—	8.31	—

表 2(续)

杂草	相对频度/%			相对均度/%			相对密度/%			相对多度/%		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
莲子草	8.35	1.67	—	6.12	2.49	—	5.28	2.97	—	19.75	7.12	—
棒头草	—	3.00	—	—	1.83	—	—	1.31	—	—	6.14	—
马唐	24.12	3.00	—	14.66	2.09	—	12.08	0.83	—	50.85	5.92	—
野油菜	1.86	3.00	—	0.74	2.09	—	0.58	0.67	—	3.18	5.76	—
旋鳞莎草	8.35	2.67	—	2.78	1.96	—	3.12	0.69	—	14.26	5.32	—
蔺草	—	2.33	5.69	—	1.31	4.08	—	0.68	1.94	—	4.32	11.71
水芹菜	2.78	2.33	2.37	0.56	0.92	1.47	0.34	0.17	0.72	3.68	3.42	4.56
藜	3.71	1.00	4.27	0.74	1.44	3.76	0.42	0.46	1.91	4.87	2.90	9.93
泥花草	—	1.67	—	—	0.65	—	—	0.29	—	—	2.62	—
日本看麦娘	—	1.33	—	—	0.65	—	—	0.38	—	—	2.37	—
狗尾草	4.64	1.33	1.42	2.78	0.79	0.82	1.20	0.11	0.16	8.63	2.23	2.40
节节草	—	0.67	1.90	—	0.26	1.14	—	0.07	0.68	—	0.99	3.72
矮慈姑	5.57	0.67	5.69	2.23	0.26	4.41	1.35	0.04	2.38	9.15	0.97	12.48

2.2 无人机喷雾防控杂草的效果

2.2.1 雾滴质量

结果(表 3)表明, 试验组与常规组的水稻上层、

中层和下层之间的农药雾滴粒径体积中径(D_{50})差异不显著($P > 0.05$); 2 组处理的上层、中层之间的雾滴粒径分布跨度差异不显著($P > 0.05$), 但下层雾滴粒径分布跨度差异显著($P < 0.05$)。

表 3 无人机施药的雾滴粒径体积中径和分布跨度

Table 3 Size volume median diameter and distribution span of the droplets for different UAV application methods						
处理	雾滴粒径体积中径 $D_{50}/\mu\text{m}$			分布跨度		
	上层	中层	下层	上层	中层	下层
试验组	363.60±21.19	398.75±51.19	302.22±38.67	1.12±0.33	1.05±0.24	0.83±0.24
常规组	356.16±44.57	271.67±48.80	246.57±25.47	1.33±0.45	1.09±0.30	1.05±0.32

2.2.2 农药的沉积量和沉积利用率

无人机喷雾的农药沉积量和沉积利用率测定结果如表 4, 处理间上层药液沉积量差异显著($P < 0.05$), 中层和下层的药液沉积量差异不显著($P > 0.05$); 试验组和常规组的农药沉积利用率分别达到了 50.23%和 42.75%, 两者之间差异极显著($P < 0.01$)。

表 4 无人机施药的农药沉积量和沉积利用率

Table 4 Pesticide liquid deposition amount and deposition utilization rate for different UAV application methods				
处理	沉积量/ $(\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2})$			沉积利用率/%
	上层	中层	下层	
试验组	0.39±0.28	0.21±0.33	0.09±0.15	50.23±1.75
常规组	0.23±0.16	0.12±0.11	0.07±0.07	42.75±1.83

2.2.3 对杂草的防效

无人机防控杂草防效调查结果(表 5)表明, 处理间对稗草 15 d 株防效、30 d 株防效和 30 d 鲜重防效及千金子的 15 d 株防效有显著差异($P < 0.05$); 试

验组对稗草的 15 d 和 30 d 的株防效以及 30 d 鲜重防效均达到 94%以上; 处理间对千金子和鳢肠的 30 d 的株防效以及 30 d 鲜重防效差异不显著($P > 0.05$)。根据调查结果并结合田间目测观察, 无人机防控杂草的水稻叶色、株高、长势基本一致, 周边作物也长势良好, 没有发生药害现象。

表 5 无人机不同施药方法对杂草的防效

Table 5 Prevention and control effects on weeds for different UAV application methods				
杂草	处理	株防效/%		药后 30 d 鲜重防效/%
		药后 15 d	药后 30 d	
稗草	试验组	(96.0±0.8)a	(95.4±1.3)a	(94.9±1.3)a
	常规组	(88.6±1.7)b	(89.2±1.8)b	(90.4±2.5)b
千金子	试验组	(98.6±0.9)a	97.5±1.3	97.6±1.2
	常规组	(92.0±1.6)b	93.0±2.1	93.2±2.0
鳢肠	试验组	98.5±1.0	97.2±1.3	97.2±1.4
	常规组	91.8±1.6	92.3±2.1	92.5±2.1

不同字母表示处理间同一时段同一杂草防效差异有统计学意义($P < 0.05$)。

3 结论与讨论

基于2019—2021年成都平原直播稻田杂草发生的调查结果,以稗草为主的禾本科杂草及以鳢肠、空心莲子草为主的阔叶杂草类和异型莎草是直播稻田的优势杂草,需重点防控。长期使用单一除草剂后,易导致除草剂效率持续下降和优势杂草种类单一^[17]。从3年调查数据来看,稗草每年的发生量都较大,可能与当地的用药习惯以及稗草的抗药性有关,使得稗草成为当地优势杂草之一。在成都平原稻区,主要耕作制度为水旱轮作,种植方式包括油菜-水稻、小麦-水稻、水稻-蔬菜等^[18],水旱轮作会对田间土壤种子库密度产生影响,其中麦套稻和旱直播模式中旱地杂草对作物会有显著危害^[19]。目前主要危害旱地作物的日本看麦娘、马唐、狗尾草和野油菜等杂草也开始入侵稻田生态系统。

使用无人机施药时,药液的理化性质以及无人机喷嘴类型对化学除草剂的沉积至关重要。何玲等^[20]报道,添加助剂后可以显著提高雾滴的沉积量和有效沉积率;贡常委等^[21]报道,IDK120-015喷嘴能扩大相对雾滴直径,减少无人机施药作业过程中的雾滴漂移。本研究中,试验组的 D_{50} 显著高于常规组的 D_{50} ,且试验组雾滴粒径分布跨度相较于常规组更小,雾滴粒径更加集中,喷雾更加均匀,药液沉积量更大。试验组单位沉积量较大,说明除草剂的飘移、蒸发对喷雾影响较小,因而对稻田周边作物也更加安全。试验组在减少除草剂用量的情况下,对稗草的防效显著优于常规组,对千金子和鳢肠的防效相当,说明在合理更换喷头、添加助剂的情况下,能够有效提升施药效果,达到农药减量增效的效果。

对成都平原直播稻田的优势杂草,可混施10%吡嘧磺隆可湿性粉剂和20%氰氟草酯可分散油悬浮剂防除。与传统施药方式相比,无人机施药更安全高效,但对不同喷头和不同助剂的搭配效果还需要进一步研究。

参考文献:

- [1] 马均,孙永健,杨志远.四川盆地杂交水稻机械化直播技术[J].中国稻米,2015,21(4):201-203.
- [2] 杨世民,郭翔,王明田.四川盆区直播与移栽水稻旱灾风险比较[J].应用生态学报,2019,30(1):198-208.
- [3] 鲁远源,王秋月,尹学伟,等.机械垄作旱直播水稻

栽培技术[J].杂交水稻,2020,35(5):49-52.

- [4] 王文霞,曾研华,曾勇军,等.不同直播方式对南方稻田杂草发生及早籼稻产量的影响[J].核农学报,2018,32(3):555-560.
- [5] 强胜.杂草学[M].北京:中国农业出版社,2001.
- [6] 袁会珠,薛新宇,闫晓静,等.植保无人机低空低容量喷雾技术应用与展望[J].植物保护,2018,44(5):152-158.
- [7] 柏超,许琴芳,宁国云,等.无人机施药在水直播稻田杂草防除中的应用效果研究[J].现代农业科技,2019(13):96-97.
- [8] 邵国民,骆琴,何信富,等.植保无人机防除水稻直播田杂草效果评价[J].中国稻米,2019,25(6):89-92.
- [9] 王志翀,ANDREAS H, JANE B,等.植保无人机低空低量施药雾滴沉积飘移分布立体测试方法[J].农业工程学报,2020,36(4):54-62.
- [10] 刘迎,潘波,姜蕾,等.添加飞防助剂对无人机防治水稻病害的影响[J].农药,2018,57(4):299-301.
- [11] 刘祥英,李洁,宗涛,等.湖南省棉田杂草调查[J].植物保护,2014,40(6):140-143.
- [12] ZHU H P, SALYANI M, FOX R D. A portable scanning system for evaluation of spray deposit distribution[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2011, 76(1): 38-43.
- [13] 陈鹏超.植保无人机机型和喷头对雾滴沉积效果的试验研究[D].广州:华南农业大学,2018.
- [14] 邱占奎,袁会珠,楼少巍,等.水溶性染色剂诱惑红和丽春红-G作为农药沉积分布的示踪剂研究[J].农药,2007,46(5):323-325.
- [15] 崔丽,王金凤,秦维彩,等.机动弥雾法施用70%吡虫啉水分散粒剂防治小麦蚜虫的雾滴沉积密度与防效的关系[J].农药学报,2010,12(3):313-318.
- [16] GB/T 17980.1—2000 农药田间药效试验准则(一)除草剂防治水稻田杂草[S].
- [17] 庄家文,张峥,强胜.浙江省水稻田杂草群落调查[J].植物保护学报,2019,46(2):479-488.
- [18] 卓福昌.四川省主要稻作区水旱轮作模式调查与综合评价[D].雅安:四川农业大学,2015.
- [19] 李淑顺,强胜,焦骏森.轻型栽培技术对稻田潜杂草群落多样性的影响[J].应用生态学报,2009,20(10):2437-2445.
- [20] 何玲,王国宾,胡韬,等.喷雾助剂及施液量对植保无人机喷雾雾滴在水稻冠层沉积分布的影响[J].植物保护学报,2017,44(6):1046-1052.
- [21] 贡常委,马钰,杨锐,等.喷嘴类型对植保无人机喷雾性能的影响[J].中国农业科学,2020,53(12):2385-2398.

责任编辑:罗慧敏
英文编辑:吴志立