

植保无人机喷施氯氟吡啶酯防除水稻田野慈姑田间药效试验

吴宪, 卢宗志*, 李洪鑫, 刘艳伟, 王晶

(吉林省农业科学院/农业部东北作物有害生物综合治理重点实验室, 吉林公主岭 136100)

摘要 [目的]明确植保无人机在水稻田防除杂草的应用前景和在除草剂用量、喷液量都减少的情况下对杂草的防治效果。[方法]以3%氯氟吡啶酯乳油为药剂,利用P20 2018款植保无人机对野慈姑进行防治试验和对水稻安全性的影响进行研究。[结果]在3%氯氟吡啶酯乳油减量50%,喷液量减少86.7%的情况下,药后15 d对野慈姑的株防效在96.7%以上,药后30 d对野慈姑的株防效在95.6%以上,鲜重防效在99.3%以上。[结论]植保无人机防除水稻田杂草高效、经济,对水稻的株高、有效穗数和产量无影响,对水稻安全。

关键词 植保无人机;水稻;氯氟吡啶酯;野慈姑

中图分类号 S482.4 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)19-0139-02

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2020.19.036



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

The Test of Spraying Florpyrauxifen in Paddy Field by Plant Protection UAV to Control *Sagittaria trifolia* L.

WU Xian, LU Zong-zhi, LI Hong-xin et al (Jilin Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Northeast, Ministry of Agriculture, Gongzhuling, Jilin 136100)

Abstract [Objective] To test the application prospect of plant protection UAV for weed control in paddy field, and control effect of weeds under the condition of reducing spraying dosage and volume. [Method] 3% florpyrauxifen EC and plant protection UAV (P20 2018) were used to control *Sagittaria trifolia* L. [Result] The control efficiency was over 96.7% for weed plant number after 15 days, and over 95.6% and 99.3% for weed plant number and fresh weight after 30 days respectively when dosage was reduced 50%, spraying volume was reduced 86.7%. [Conclusion] It was efficiency and economy for plant protection UAV to spray herbicide in paddy field, and without any adverse effect on rice plant height, effective panicle number and yield.

Key words Plant protection UAV; Rice; Florpyrauxifen; *Sagittaria trifolia* L.

野慈姑是东北水稻田内发生较为严重的一种阔叶杂草,它既可以通过地下球茎营养繁殖,也可以以种子的形式进行有性繁殖。在多年使用磺酰脲类除草剂后,这种杂草对苄嘧磺隆和吡嘧磺隆均产生了抗药性^[1-4],从而使野慈姑的防治越来越困难。目前对野慈姑的防治主要是通过后期喷施茎叶除草剂来防除该种杂草。我国植保无人机在2012年开始使用,最早应用在对农作物病虫害的防治上^[5-9]。经过短短几年的发展,2018年我国植保无人机市场保有量约3.1万架,全国年作业面积已达2 000万 $\text{hm}^2 \cdot \text{次}$ ^[9]。但目前登记的飞防专用药剂主要是杀虫剂和杀菌剂,除草剂还没有一个品种获得飞防登记^[9]。除草剂在植保无人机中使用较少的原因主要是在利用除草剂防除杂草时,容易对施药田块旁边作物、行道树、果蔬等其他非靶标植物产生漂移药害,因此,利用植保无人机防除农田杂草一直没有像防治病虫害那样应用广泛。

由于水稻田独特的生态环境和栽培模式,插秧后十分不利于人工或自行式机械在田间施药。随着农村土地的流转以及农村劳动力的减少,人工成本不断增加,利用植保无人机对水田杂草的防除逐渐成为一种趋势。已有一些地方利用植保无人机对小麦、玉米、直播水稻、大豆田等进行了除草^[10-13]。笔者研究了植保无人机在减少喷液量和施药量的同时对水稻田恶性杂草野慈姑等的防治效果和对水稻的安

全性,以期植保无人机大面积喷施除草剂的推广应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验药剂 3%氯氟吡啶酯(灵斯科·丹)乳油,美国陶氏益农公司;迈飞(飞防增效剂),北京广源益农化学有限责任公司。

1.2 施药器械 极飞农业P20 2018款植保无人机,广州极飞电子科技有限公司生产,喷头类型为转盘式离心喷头。新加坡利农HD400背负式喷雾器,扇形喷头,喷头型号457408-DEF-05。

1.3 试验地概况 试验地位于吉林省前郭灌区红光农场二分场,该地块总面积2 hm^2 ,整块地肥力均匀一致,地势平坦,土壤类型为黑壤土,pH 7.08,有机质含量为41.4 g/kg,水源为松花江水,机械插秧,行株距为30 cm $\times$ 20 cm。本季水稻采用插后封闭施药,在水稻充分缓苗后,全田钵溜法甩施50%丙草胺乳油2 600 mL/ hm^2 +10%吡嘧磺隆200 g/ hm^2 。

1.4 试验设计 试验设6个处理:①3%氯氟吡啶酯乳油300 mL/ hm^2 ;②3%氯氟吡啶酯乳油300 mL/ hm^2 +迈飞助剂(喷药量的1.5%);③3%氯氟吡啶酯乳油450 mL/ hm^2 ;④3%氯氟吡啶酯乳油600 mL/ hm^2 ;⑤30%氯氟吡啶酯乳油600 mL/ hm^2 ;⑥不施药处理。其中处理①~④为植保无人机施药,喷药量为30 L/ hm^2 ,处理⑤为人工背负喷雾器施药,喷液量为225 L/ hm^2 。无人机施药的每个处理施药面积为600 m^2 ,人工喷雾处理小区面积为200 m^2 ,不施药小区面积为100 m^2 ,不同小区间隔距离为3 m,小区随机排列,3次重复。

基金项目 国家重点研发计划项目(2018YFD0200200)。

作者简介 吴宪(1983—),男,吉林湖南人,助理研究员,硕士,从事农田杂草治理及杂草抗药性研究。*通信作者,研究员,博士,从事杂草综合治理研究。

收稿日期 2020-03-24

1.5 施药方法 无人机作业高度距水稻冠层 1.5 m, 喷幅 3.0 m, 施药时间为 2019 年 6 月 29 日, 天气多云, 温度为 17~24 ℃, 风速为 0~0.5 m/s, 适合植保无人机喷雾作业, 人工喷雾。

1.6 调查方法

1.6.1 杂草防效。 试验分 2 次调查, 第一次调查在施药后 15 d; 第二次调查在施药后 30 d, 调查方法采用 5 点取样, 每点 0.25 m²。第一次调查时调查杂草株数, 第二次调查时在调查杂草株数的同时调查杂草鲜重, 同时目测各施药区水稻的安全性。杂草防效计算参照 GB/T 17980.40—2000《农药田间药效试验准则(一)除草剂防治水稻田杂草》。

株数防效 = [(CK 区杂草株数 - PT 区杂草株数) / CK 区杂草株数] × 100%

鲜重防效 = [(CK 区杂草鲜重 - PT 区杂草鲜重) / CK 区杂草鲜重] × 100%

防效数据及安全性数据均采用 DPS 7.05 数据分析系统进行分析。

1.6.2 水稻安全性。

1.6.2.1 株高、有效穗数。 株高: 在水稻拔节末期测量水稻株高, 每小区选 5 点, 每点选 10 穴, 测量株高, 计算平均株高。有效穗: 在水稻扬花后调查记录每穴有效穗数, 每小区选 5 点, 每点 10 穴, 计算每穴平均有效穗数。

1.6.2.2 产量。 每小区对角线取 3 点, 每点选一行, 每行选 4 m 长, 收获水稻, 共计 1.2 m², 晾干后脱粒称重, 计算产量。

2 结果与分析

2.1 除草效果 施药后第 2 天, 田内野慈姑扭曲, 倒伏, 施药后 7 d, 所有着药的野慈姑根茎结合部腐烂。施药后 15 和 30 d, 对各处理进行防效调查, 结果见表 1。从表 1 可以看出, 与人工背负喷雾器施药相比, 利用无人机施药, 在施药剂量和喷液量均减少的情况下对野慈姑的防效没有任何降低, 与添加助剂的处理相比防效也基本相同, 5 个施药处理对野慈姑的防效都非常高, 差异不显著。

表 1 无人机喷施 3% 氯氟吡啶酯乳油对野慈姑的防效

Table 1 Control effect of spraying 3% florpiauxifen EC by plant protection UAV on *Sagittaria trifolia* %

处理 Treatment	药后 15 d 株防效 Plant control effect at 15 d after spraying	药后 30 d 30 d after spraying	
		株防效 Plant control effect	鲜重防效 Fresh weight control effect
①	98.7 aA	95.8 aA	99.3 aA
②	96.7 aA	95.6 aA	99.3 aA
③	97.4 aA	96.0 aA	99.7 aA
④	98.9 aA	98.6 aA	99.8 aA
⑤	97.7 aA	94.4 aA	99.3 aA

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著 ($P < 0.05$); 不同大写字母表示不同处理间差异极显著 ($P < 0.01$)
Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P < 0.05$); Different capital letters indicated very significant difference between different treatments ($P < 0.01$)

2.2 水稻安全性 施药 1、7、15、30 d 及扬花期对各施药处

理进行目测观察, 各施药处理的水稻均无明显变化, 说明该药剂对水稻安全。在水稻拔节末期和扬花后, 分别调查水稻株高和有效穗数, 秋收后脱粒测产, 结果见表 2。由表 2 可知, 通过无人机施药的处理与人工背负喷雾器施药相比, 无论是株高、每穴有效穗数还是水稻产量都基本相同, 差异不显著。在株高调查中, 不施药处理受杂草生长胁迫, 株高较其他施药处理略高, 但有效穗数和产量各施药处理比不施药处理明显高, 差异极显著。

表 2 无人机喷施 3% 氯氟吡啶酯乳油对水稻生长的影响

Table 2 Effect of spraying 3% florpiauxifen EC by plant protection UAV on rice growth

处理 Treatment	株高 Plant height cm	有效穗数 Effective panicles 穴	产量 Yield kg/hm ²
①	88.0 aA	21.1 aA	8 723.1 aA
②	87.7 aA	20.7 aA	8 674.2 aA
③	88.5 aA	21.5 aA	8 625.8 aA
④	89.7 aA	21.8 aA	8 542.5 aA
⑤	87.3 aA	20.7 aA	8 508.3 aA
⑥	92.1 aA	12.5 bB	6 397.2 bB

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著 ($P < 0.05$); 不同大写字母表示不同处理间差异极显著 ($P < 0.01$)
Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P < 0.05$); different capital letters indicated very significant difference between different treatments ($P < 0.01$)

3 结论与讨论

3% 氯氟吡啶酯乳油在水稻移栽田的登记剂量是 600~1 200 mL/hm², 因为该药剂对阔叶杂草极其高效, 所以在用于防治阔叶杂草时, 一般采用 600 mL/hm² 的剂量。该试验结果表明, 利用植保无人机防除水稻田野慈姑, 即使用药量减少 50%, 喷液量减少 86.7% 以上时, 仍对野慈姑有非常高的防治效果, 而且对水稻安全, 不影响产量。研究表明, 利用植保无人机防除小麦田杂草效率是一般机动喷雾器的 20 倍、手动喷雾器的 40 倍^[13]。因为水稻生长在湿地型的生态环境中, 利用植保无人机不仅喷洒效率更高, 而且还减少了劳动强度, 降低了人工成本, 实现了人与农药分离, 减少了农药给作业人员带来的潜在危害。考虑到除草剂的特殊性, 在应用无人机进行化学除草时, 首先要选择连片种植的田块, 其次要选择无风或微风天气, 避免使用除草剂对周边种植作物产生漂移药害。该试验在操作时, 因田间池埂种了少量绿豆, 在施药时不能避开, 后来全部受害死亡, 这说明在利用无人机作业时对周边其他非靶标作物药害是非常明显且严重的。

在该试验中, 只调查了植保无人机施药后对野慈姑的防治效果和对水稻的安全性, 但对无人机雾滴沉积分布及飘移情况和药液添加助剂后雾滴在植物叶表的沉降速度都没有进行测定, 因为在进行飞防时, 雾滴沉积分布及飘移情况对提高药剂的抗飘移和抗蒸发性影响较大, 通常情况下, 添加助剂后雾滴沉积效果改善明显, 对药剂的漂移药害会有所减轻, 为此这些工作还需今后进一步研究。

- [J]. *Agronomy journal*, 2012, 104(1): 165–168.
- [45] WANG S, YANG L S, SU M M, et al. Increasing the agricultural, environmental and economic benefits of farming based on suitable crop rotations and optimum fertilizer applications[J]. *Field crops research*, 2019, 240: 78–85.
- [46] HALVORSON A D, BARTOLO M E. Nitrogen source and rate effects on irrigated corn yields and nitrogen-use efficiency[J]. *Agronomy journal*, 2014, 106(2): 681–693.
- [47] FERNANDEZ J A, DEBRUIN J, MESSINA C D, et al. Late-season nitrogen fertilization on maize yield: A meta-analysis[J/OL]. *Field crops research*, 2020, 247[2020-01-05]. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.107583>.
- [48] RAUN W R, JOHNSON G V. Improving nitrogen use efficiency for cereal production[J]. *Agronomy journal*, 1999, 91(3): 357–363.
- [49] ANDREWS J S, SANDERS Z P, CABRERA M L, et al. Nitrogen dynamics in living mulch and annual cover crop corn production systems[J]. *Agronomy journal*, 2018, 110(4): 1309–1317.
- [50] GODARD C, ROGER-ESTRADE J, JAYET P A, et al. Use of available information at a European level to construct crop nitrogen response curves for the regions of the EU[J]. *Agricultural systems*, 2008, 97(1): 68–82.
- [51] ARCHONTOULIS S V, MIGUEZ F E. Nonlinear regression models and applications in agricultural research[J]. *Agronomy journal*, 2015, 107(2): 786–798.
- [52] CASSMAN K G, DOBERMANN A, WALTERS D T, et al. Meeting cereal demand while protecting natural resources and improving environmental quality[J]. *Annual review of environment and resources*, 2003, 28(1): 315–358.
- [53] 赵福成, 景立权, 闫发宝, 等. 施氮量对甜玉米产量、品质和蔗糖代谢酶活性的影响[J]. *植物营养与肥料学报*, 2013, 19(1): 45–54.
- [54] 黄巧义, 唐拴虎, 张发宝, 等. 控释尿素与常规尿素配施比例对甜玉米产量和氮肥利用的影响[J]. *植物营养与肥料学报*, 2017, 23(3): 622–631.
- [55] CASSMAN K G. Ecological intensification of cereal production systems: Yield potential, soil quality, and precision agriculture[J]. *Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America*, 1999, 96(11): 5952–5959.
- [56] CUI Z L, YUE S C, WANG G L, et al. Closing the yield gap could reduce projected greenhouse gas emissions: A case study of maize production in China[J]. *Global change biology*, 2013, 19(8): 2467–2477.
- [57] LOBELL D B, CASSMAN K G, FIELD C B. Crop yield gaps: Their importance, magnitudes, and causes[J]. *Annual review of environment and resources*, 2009, 34(1): 179–204.
- [58] XU X P, LIU X Y, HE P, et al. Yield gap, indigenous nutrient supply and nutrient use efficiency for maize in China[J]. *PLoS One*, 2015, 10: 1–12.
- [59] YAN P, PAN J X, ZHANG W J, et al. A high plant density reduces the ability of maize to use soil nitrogen[J]. *PLoS One*, 2017, 12(2): 1–12.
- [60] WANG M, WANG L C, CUI Z L, et al. Closing the yield gap and achieving high N use efficiency and low apparent N losses[J]. *Field crops research*, 2017, 209: 39–46.
- [61] HE P, LI S T, JIN J Y, et al. Performance of an optimized nutrient management system for double-cropped wheat-maize rotations in North-Central China[J]. *Agronomy journal*, 2009, 101(6): 1489–1496.
- [62] 吴爱梅, 黎杰强. 甜玉米新品种‘华旺甜7号’[J]. *园艺学报*, 2018, 45(4): 809–810.
- [63] 朱运峰, 胡俊华, 朱晋, 等. 甜玉米新品种‘博宝’[J]. *园艺学报*, 2019, 46(52): 2826–2827.
- [64] 闫建宾, 邵林生, 王俊花, 等. 甜玉米新品种华耐甜玉 782 的选育[J]. *中国蔬菜*, 2019(8): 82–85.
- [65] 杨琇枫, 冯空, 和凤美, 等. 控制超甜玉米穗数对产量及主要穗部性状的影响[J]. *安徽农业科学*, 2018, 46(1): 57–58.
- [66] 裴志超, 佟国香, 周继华, 等. 北京市甜玉米新品种形态产量和品质指标差异及其相关性分析[J]. *中国种业*, 2018(8): 46–51.
- [67] YAN P, YUE S C, MENG Q F, et al. An understanding of the accumulation of biomass and nitrogen is benefit for Chinese maize production[J]. *Agronomy journal*, 2016, 108: 895–904.
- [68] WILLIAMS M M, II. Reproductive sink of sweet corn in response to plant density and hybrid[J]. *HortScience*, 2018, 53(1): 28–32.
- [69] TOKATLIDIS I S, KOUTROUBAS S D. A review of maize hybrids' dependence on high plant populations and its implications for crop yield stability[J]. *Field crops research*, 2004, 88: 103–114.
- [70] 黄忠阳, 陈舜权, 胡俏强, 等. 种植密度对超甜玉米晶甜 18 主要农艺性状及产量的影响[J]. *江苏农业科学*, 2014, 42(12): 106–107.
- [71] 张广峰, 卢保红, 魏荣业, 等. 超甜玉米新品种“晋超甜 1 号”的高效栽培技术的研究[J]. *安徽农业科学*, 2015, 43(31): 67–69.
- [72] GUAN Y J, HU J, WANG Z F, et al. Time series regression analysis between changes in kernel size and seed vigor during developmental stage of *sh₂ sweet corn (Zea mays L.)* seeds[J]. *Scientia horticulturae*, 2013, 154: 25–30.
- [73] WILLIAMS M M. Agronomics and economics of plant population density on processing sweet corn[J]. *Field crops research*, 2012, 128: 55–61.
- [74] DHALIWAL D S, WILLIAMS M M, II. Optimum plant density for crowding stress tolerant processing sweet corn[J]. *PLoS One*, 2019, 14(9): 1–14.
- [75] CONGREVES K A, VAN EERD L L. Nitrogen cycling and management in intensive horticultural systems[J]. *Nutrient cycling in agroecosystems*, 2015, 102(3): 299–318.
- [76] HOU P, GAO Q, XIE R Z, et al. Grain yields in relation to N requirement: Optimizing nitrogen management for spring maize grown in China[J]. *Field crops research*, 2012, 129: 1–6.
- [77] WU L Q, CUI Z L, CHEN X P, et al. Change in phosphorus requirement with increasing grain yield for Chinese maize production[J]. *Field crops research*, 2015, 180: 216–220.

(上接第 140 页)

参考文献

- [1] 付丹妮, 赵铂锤, 陈彦, 等. 东北稻田野慈姑对吡啶磺隆抗性研究[J]. *中国植保导刊*, 2018(1): 17–23.
- [2] 陈丽丽, 何付丽, 范丹丹, 等. 黑龙江省野慈姑对吡啶磺隆的敏感性测定[J]. *植物保护*, 2013, 39(6): 120–123.
- [3] 吴明根, 吴松权, 朴仁哲, 等. 磺酰脲类除草剂对抗、感性慈姑 ALS 活性的影响[J]. *农药*, 2007, 46(10): 701–703.
- [4] 吕晓曦, 赵长山, 李庚, 等. 黑龙江省稻田野慈姑对丙嘧磺隆抗性相关研究[J]. *植物保护*, 2019, 45(2): 174–177.
- [5] 植保无人机山东“首飞”[J]. *蔬菜*, 2012(12): 67–68.
- [6] 田新湖, 陈益生, 肖灿荣, 等. 植保无人机施药对玉米草地贪夜蛾的防治效果[J]. *农药科学与管理*, 2020, 41(1): 48–53.
- [7] 刘慧强, 董雪娟, 费朝品, 等. 小型植保无人机施药防治稻飞虱的田间效果[J]. *中国植保导刊*, 2014, 34(S1): 45–56.
- [8] 荀栋, 张姚, 何可佳, 等. TH80-1 植保无人机施药对水稻主要病虫害的防治效果研究[J]. *湖南农业科学*, 2015(8): 39–42.
- [9] 顾伟, 薛新宇, 杨林. 植保无人机行业现状和发展建议[J]. *农业工程*, 2019, 9(10): 18–23.
- [10] 李运超. 无人机不同喷液量对大豆田杂草的防治效果[J]. *安徽农业科学*, 2017, 45(14): 137–138.
- [11] 张世强. 无人机防治高粱田杂草防效研究[J]. *农业科技通讯*, 2019(4): 176–177.
- [12] 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.
- [13] 朱德慧. 植保无人机在麦田化学除草上的应用效果试验[J]. *安徽农学通报*, 2016, 22(12): 74–75.