

袁毅,吴晨阳,张晓红,等.“插喷同步”控草技术对不同稻作田杂草防控效果及经济效益[J].江苏农业科学,2021,49(16):112-116.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.16.020

“插喷同步”控草技术对不同稻作田杂草 防控效果及经济效益

袁毅¹, 吴晨阳², 张晓红², 沈桂平¹, 程 驭², 夏慧婷², 吴小文², 潘志军², 周 兵², 孙俊铭³, 邱 光⁴

(1. 安徽省庐江县汤池镇农业技术推广服务站, 安徽合肥 231511; 2. 安徽省庐江县农业技术推广中心, 安徽合肥 231500;

3. 安徽省庐江县植保植检站, 安徽合肥 231500; 4. 江苏省农业科学院种质资源与生物技术研究所, 江苏南京 210014)

摘要:为了验证“插喷同步”控草技术对不同品种机插秧稻田杂草的防控效果。2019—2020年在安徽省合肥市庐江县以中粳杂交稻、单季晚粳稻和粳糯稻等类型为试验对象,采用插秧机加装同步喷雾设备,开展“插喷同步”控草技术试验与示范。无论是粳稻、糯稻还是中粳杂交稻,“插喷同步”控草技术的应用效果一致。其中每667 m²用30%苈嘧·丙草胺 OD 120 g和24%安全解毒剂30 mL控草效果最好,插秧后15 d总草株防效达98.4%,插秧后30 d总草株防效仍达94.5%,明显优于药剂其他剂量和常规“2封”技术;对水稻幼苗安全性好,在该地中粳稻田,节本省工1 240.5元/hm²,增产487.5 kg/hm²,增收1 317.0元/hm²。机插同步喷施30%苈嘧·丙草胺 OD 120 g和24%安全解毒剂30 mL效果佳,可解决机插秧稻田主要杂草,省工节本增产增收,可望作为庐江县机插秧稻田除草的主推技术模式。

关键词:“插喷同步”;控草技术;机插秧;应用效果;杂草

中图分类号: S482.4; S451.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)16-0112-05

稻田杂草是目前水稻高产稳产的关键障碍性因子,随着水稻规模化、轻简化种植的推广,稻田杂草发生频次不断增加、杂草危害产量面积不断扩大^[1-5]。化学除草是目前较为经济有效的防治办法,其中封闭除草被认为是生产中最为经济稳妥的除草手段^[6]。

经多年推广和发展,水稻机插秧已成为该地区推广面积较大的主推轻简化种植模式^[7],和传统手工插秧相比,机插秧具有秧苗小、行距大、封行迟等特点,对稻田杂草竞争力偏弱,且栽后稻田土表裸露多,特别是“脊背土”露出水面,极适宜杂草的萌发和生长,是机插秧稻田防治杂草的难点^[8]。通过机插秧栽培和传统除草方案,除草效果虽明显好于直播模式,但大田点、块分布和旺长杂草依然造成了较多损失和药剂多次使用^[9]。

近几年兴起的“插喷同步”封闭除草技术被认为是机插秧除草的技术首选^[9]。通过在水稻机械移栽秧苗的同时,采用高压雾化喷施装置,机械化均匀施用除草剂,封闭稻田杂草,达到轻简机械除草的效果。该技术喷雾均匀,雾滴精细,施药后在土壤表面形成一层均匀的药液封闭膜,能有效抑制杂草出芽和生长,解决机械插播带来的杂草防控难问题,初步实现了化学除草的机械化喷雾工作,省工省时省力^[10-11]。前人先后在插秧机选型配套、配套喷雾设备改良、适宜药剂和安全剂筛选等方面做了大量工作^[12-15],也在江苏省、浙江省、上海市、湖南省、湖北省等地区取得了大量的成功应用案例^[16-17]。

安徽省合肥市庐江县地处长江中下游流域,温光资源丰富,是我国典型的双季稻生产北缘区,适宜开展一季稻和双季稻种植,稻作类型丰富,品种类型和种植模式也多种多样。为了验证和展示“插喷同步”控草技术在庐江县的适应性,筛选适宜多品种类型机插秧除草方案,应用江苏省农业科学院自主研发的“插喷同步”的喷雾设备、安全解毒剂,开展药剂方案筛选和大规模示范应用,以期庐江县水稻机插秧栽培控草方案提供重要技术参考。

收稿日期:2021-03-19

基金项目:国家重点研发计划(编号:2016YFD0200800、2016YFD0200806、2018YFD0300904、2018YFD0300900、2017YFD0301304);农业农村部2020年绿色高质高效行动项目。

作者简介:袁毅(1965—),男,安徽庐江人,高级农艺师,主要从事农业技术推广工作。E-mail:wcynnn@163.com。

通信作者:邱光,硕士,研究员,主要从事稻田杂草防控应用技术研究。E-mail:774222763@qq.com。

1 材料与方法

1.1 供试地点

本研究在安徽省合肥市庐江县汤池镇双墩村骆此勇家庭农场承包田内进行,试验田块前茬为晚稻茬冬闲田,形状方正,试验面积为 4 000 m²,排灌方便,土壤为河流冲击物发育形成的沙泥土,耕层土壤质地为壤质黏土,肥力水平中等,肥力均匀。进行“插喷同步”控草技术示范总面积为 200 hm²。

1.2 试验药剂及“插喷同步”设备

30% 苄嘧·丙草胺油悬浮剂(OD)、24% 安全解毒剂乳油(EC,14% 苯基嘧啶+5% 异构醇醚+5% 聚氧乙烯醚)(江苏省苏科农化有限责任公司);40% 苄嘧·丙草胺可湿性粉剂(WP,江苏丰山集团股份有限公司);25% 五氟磺草胺 EC 和 10% 氰氟草酯 EC[陶氏益农农业科技(江苏)有限公司]。栽插机械选用井关 PZ80D-25 型插秧机,“插喷同步”喷雾设备由江苏省农业科学院自主研发提供。

1.3 试验示范设计

小区试验:2019 年开展梯度剂量试验,以中粳杂交稻隆两优 866 为供试品种,以 30% 苄嘧·丙草胺油悬浮剂和安全解毒剂为试验药剂,设置 5 个处理,即处理 1(每 667 m² 用 30% 苄嘧·丙草胺 OD 100 g+24% 安全解毒剂 30 mL)、处理 2(每 667 m² 用 30% 苄嘧·丙草胺 OD 120 g+24% 安全解毒剂 30 mL)、处理 3(每 667 m² 用 30% 苄嘧·丙草胺 OD 150 g+24% 安全解毒剂 30 mL)、处理 4(常规对照,该地常规 2 次封闭用药,即栽前 2~3 d 每 667 m² 用 50% 丁草胺 EC 130 g,插秧后 5~7 d 用 40% 苄嘧·丙草胺 WP 40 g 封闭)和处理 5(空白对照)。各处理面积为 800 m²,处理间进行土埂包膜防药剂串渗。试验水稻品种于 5 月 4 日播种,5 月 28 日栽插。

多品种大面积示范:2020 年选择 3 类品种进行“插喷同步”技术示范,水稻品种为中粳杂交稻隆两优 866、常规粳稻镇稻 18 和粳糯稻太湖糯。3 类品种于 5 月 4 日播种,5 月 29—31 日栽插,机插同步喷施除草剂(每 667 m² 用 30% 苄嘧·丙草胺 OD 120 g+24% 安全解毒剂 30 mL)进行封闭除草,根据后期草情酌情使用茎叶挑治除草;以农户 2 封 1 杀除草技术应用田块为对照(农户 2 封与小区试验的处理 4 内容一致,1 杀和示范田茎叶挑治均在水稻分蘖中期,每 667 m² 用 25% 五氟磺草胺 EC 100 g 和 10% 氰氟草酯 EC 100 g 茎叶喷雾)。试验示范田

块旋耕前均不进行其他封闭除草剂处理,其他管理措施同常规大田。栽前根据插秧机型号及插秧速度,用清水模拟测算用水量,各处理保持一致。

1.4 田间调查统计及安全性考察

控草效果调查:于第 2 次药后 15 d 和 30 d 调查杂草情况,每处理随机选 5 点,每点 0.5 m²,调查各种主要杂草的残留数量;于第 2 次药后 30 d 称取各处理杂草鲜质量,计算各处理杂草相对鲜质量防效,即在施药后处理区相对空白对照区杂草株数的减退率:

$$E = (CK_1 - Pt_1) / CK_1 \times 100\%$$

式中: E 指杂草株数减退率(株防效,%); CK_1 指空白对照区杂草鲜质量,g; Pt_1 指施药区杂草鲜质量,g。杂草以禾本科、阔叶草、莎草科等为主要对象。

安全性调查:试验和大面积示范均于第 1 次施药后 3~10 d 进行,采用目测法观察水稻生长情况,重点观察水稻叶色、株高的变化。利用药害分级方法计算除草剂对水稻的安全性。药害分级标准(分 5 级)^[18]:药害程度为 0,安全无药害;药害程度为 1%~10%,无明显药害;药害程度为 11%~30%,轻微药害;药害程度 31%~50%,中度药害;药害程度 >50%,严重药害。

田间管理措施:栽后各处理措施同该地正常大田生产,其他病虫害按常规用药方案进行。示范田块于收获期随机选择 3 块田块进行实收测产。

2 结果与分析

2.1 “插喷同步”小区试验结果

由表 1 可知,利用“插喷同步”技术对杂草的封闭效果明显。药后 15 d,“插喷同步”技术的 3 个剂量处理的总草株防效均达到 95.9% 以上,极显著高于处理 4($P < 0.01$),处理 2 和处理 3 在各类杂草和总草上均显著高于处理 4($P < 0.05$)。药后 30 d,随着烤田措施的实施,田间莎草和阔叶草数量出现明显上升,“插喷同步”技术 3 个剂量处理对禾本科杂草的防效维持在较高水平,株防效均在 96.6% 以上,但对莎草的防效出现较大幅度下降,在 63.3%~88.6% 区间,总草防效较高,均在 93.2% 以上。药后 30 d 鲜质量防效也呈现出类似的趋势。总体来看,处理 3 的整体控草效果好于其他处理。田间用药后安全性考察来看,处理 3 和处理 4 在处理 3~5 d,约有 20% 水稻秧苗出现发黄和蹲苗现象,说明该技术在早期对水稻还有一定的抑制作用;但药

表1 “插喷同步”技术对机插秧稻田杂草的防控效果

处理	药后 15 d 株防效(%)				药后 30 d 株防效(%)				药后 30 d 鲜质量防效(%)			
	禾本科 杂草	阔叶草	莎草	总草	禾本科 杂草	阔叶草	莎草	总草	禾本科 杂草	阔叶草	莎草	总草
处理 1	97.5aA	94.3bcA	95.6abAB	95.9bA	96.6bB	93.8bA	63.3dC	93.2bcAB	95.1Aa	88.2Abc	60.7Bb	89.90Bb
处理 2	100.0aA	97.4abA	100.0aA	98.4abA	100.0aA	96.4abA	85.5bB	94.5abcAB	100.0Aa	95.7Aa	82.9Aa	97.03Aa
处理 3	100.0aA	98.2aA	99.6aAB	99.3abA	100.0aA	96.7aA	88.6bAB	95.9abAB	100.0Aa	94.8Aac	88.0Aa	96.95Aa
处理 4	91.2bB	95.7cA	92.3bB	93.7cB	94.5bB	93.2abA	65.6cC	91.1cB	90.5Ab	93.9Ac	58.5Bb	90.01Bb
处理 5(CK)	(63.2)	(44.5)	(22.3)	(130.0)	(64.1)	(40.7)	(35.4)	(140.2)	(532.7)	(476.8)	(67.1)	(1076.6)

注:由于是随机取点,各调查点的数据具有一定的差异性,取平均值进行数据分析。同列不同大、小写字母分别表示在 0.01、0.05 水平上差异显著。CK 括号内数据为对照区内杂草的株数,下同。

后 10 d,随着返青肥的施用,秧苗发黄和蹲苗逐渐恢复。

2.2 不同稻作田“插喷同步”控草技术的示范结果

2020 年,在不同稻作类型品种上,开展了“插喷同步”中的主推剂量(每 667 m² 用 30% 苄嘧·丙草胺 OD 120 g + 24% 安全解毒剂 30 mL)的大面积示范,于药后 15、30 d 对田间杂草进行调查。由表 2 可知,药后 15 d,粳稻田“插喷同步”1 次封闭的控草效果为 98.8%,比对照(2 次封闭)的效果(95.2%)高 3.6 百分点;粳稻田“插喷同步”1 次封闭的控草效果为 99.0%,比对照的效果高 4.7 百分点;糯稻田“插喷同步”一次封闭的控草效果为 97.3%,比对照的效果高 4.8 百分点。从施药后 15 d 的综合情况来看,所有示范田块基本无草。药后 30 d,随着田间烤田措施实施,晚出苗的阔叶草和莎草逐步显现出来,“插喷同步”示范田块中,只有脊背土区域见

少量杂草,对杂草总体控制效果下降不大,3 类水稻田杂草株防效分别为 96.7%、96.5%、93.3%;而 2 次封闭示范田块由于人为行走破坏了药土层,田间杂草发生较普遍,控草效果下降较多,株防效分别为 87.6%、87.9%、79.3%。从药后 30 d 的综合情况来看,2 种施药技术之间的控草效果具有明显差异。

药后 3~10 d 内观察各示范田块苗情和叶色变化,“插喷同步”示范田中,仅粳稻出现返青推迟 2~3 d 的现象,粳稻和糯稻未发现秧苗发黄或蹲苗现象,总体安全性较好;对照药剂田也没有出现药害现象。中后期根据田间杂草情况进行补杀,“插喷同步”示范田只需要在脊背土区域进行简单的茎叶挑治即可;而 2 次封闭示范田则需要全田普治 1 次。总体来看,“插喷同步”控草技术一次性将封闭除草剂同步喷于土壤表层,对杂草封闭效果好,持效期长,且在粳稻、粳稻、糯稻品种类型上均可适用。

表2 “插喷同步”技术防控机插秧杂草示范效果

品种	田块	药后 15 d 总草株防效(%)			药后 30 d 总草株防效(%)		
		“插喷同步”	2 次封闭	CK	“插喷同步”	2 次封闭	CK
粳稻	1	100.0	95.6	(24.5)	100.0	82.0	(36.0)
	2	100.0	98.0	(18.5)	97.0	90.5	(27.5)
	3	96.5	92.0	(33.0)	93.2	90.2	(36.0)
	平均	98.8	95.2	(25.3)	96.7	87.6	(33.2)
粳稻	1	98.0	93.0	(22.5)	96.4	88.8	(35.4)
	2	100.0	95.5	(29.5)	96.6	87.0	(36.0)
	平均	99.0	94.3	(26.0)	96.5	87.9	(35.7)
糯稻	1	96.5	92.0	(34.5)	90.0	67.5	(45.0)
	2	98.0	93.0	(27.0)	96.5	91.0	(40.0)
	平均	97.3	92.5	(30.8)	93.3	79.3	(42.5)

2.3 “插喷同步”控草技术的经济效益分析

针对“插喷同步”控草技术,2020 年安徽省合肥市庐江县多次组织种植大户进行试验示范现场观

摩学习和技术培训,同步开展 50 多个种植大户水稻机插秧除草成本和稻谷收益的调查分析。在水稻收获期,邀请庐江县水稻栽培、植物保护、土壤肥料

等方面的专家对“插喷同步”控草示范和传统除草农户田块进行实地测产,每种处理方式按照田块大小全部收割脱粒,经水分测定仪测出水分含量,按照标准水分折算单位面积产量,并按照 2020 年稻谷实际收购价格测算经济效益,分析“插喷同步”控草技术的增收效益。

2.3.1 投入成本分析 根据 50 多个种植大户生产过程中,近 3 年除草剂投入量、药剂成本和人工成本与“插喷同步”技术进行统计比较分析,结果见表 3。利用“插喷同步”控草技术,相较于传统的 2 封 1 杀技术,每 667 m² 节省药剂成本 61.2 元,节省人工成本 21.5 元,共省工省本 82.7 元。

表 3 “插喷同步”与传统除草技术成本分析

处理	项目	药剂		人工费用 (元/667 m ²)
		药剂量(g/667 m ²)	费用(元/667 m ²)	
“插喷同步”	同步封闭	120	23.2	0.0
	茎叶挑治	12~18	2.1	2.5
	小计	132~138	25.3	2.5
2 封 1 杀	2 次封闭	200~220	50.1	16.0
	茎叶除草	200~300	36.4	8.0
	小计	400~450	86.5	24.0
2 类技术对比差值		268~312	61.2	21.5

2.3.2 增产效益分析 与传统的 2 封 1 杀技术相比,“插喷同步”控草技术在晚粳稻、粳糯稻、中粳杂交稻等类型田块都具有明显的增产增收作用(表 4)。其中以糯稻(太湖糯)增产增收作用最为明显,增产量为 34.5 kg/667 m²,增产率为 5.4%,增收 124.2 元/667 m²;籼稻(隆两优 866)次之,增产量为 32.5 kg/667 m²,增产率为 4.7%,增收 87.8 元/667 m²;粳稻(镇稻 18)增产量为 27.2 kg/667 m²,增产率为 4.3%,增收 76.2 元/667 m²。

续期长,比传统 2 封 1 杀减少 1 次用药,封闭除草剂量减少 80~100 g/667 m²;二是在茎叶除草方面,由于只有脊背土地方有杂草萌发,其他地方杂草很少,所有整块田只需要挑治,使用茎叶除草剂的量很少,可减少 95% 以上的茎叶除草剂使用。从全生育期除草剂的使用量来核算,每 667 m² 可减少 268~312 g 除草剂使用,从而大大减少除草剂对水体的污染,降低稻谷农药残留量。

2.3.3 环境效益分析 利用“插喷同步”控草技术在农药减量方面具有显著作用(表 3)。一是在土壤封闭方面,由于药土层比较稳定,不被人为破坏,持

庐江县籼稻使用“插喷同步”控草技术,每 667 m² 可节本增收达到 170.5 元。若 9.0×10⁴ hm² 的水稻均采用该技术,可为全县节本增收 2.3 亿元,经济效益非常可观。

表 4 “插喷同步”与传统除草技术产量与效益分析

品种	产量(kg/667 m ²)		增产量 (kg/667 m ²)	增产率 (%)	稻谷单价 (元/kg)	增收 (元/667 m ²)
	“插喷同步”	传统除草				
镇稻 18	655.3	628.1	27.2	4.3	2.8	76.2
太湖糯	677.7	643.2	34.5	5.4	3.6	124.2
隆两优 866	718.9	686.4	32.5	4.7	2.7	87.8

3 讨论与小结

水稻田杂草防治是目前水稻生产的主要瓶颈问题,与采取化学除草措施相比,未除草田块产量损失可达到 45% 以上,部分直播田产量损失达 75% 以上甚至绝收,严重影响粮食安全^[19-20]。由于稻田杂草难控、难除,农户除草用药量和成本逐年攀升,由以前的 1 杀或 1 封已发展到 2 封 1 杀,效果仍不

理想,给农田生态环境和农户增收带来巨大压力^[19,21]。

随着我国水稻机插秧技术和全程机械化的大面积应用,给“插喷同步”控草技术应用带来可能^[22]。2015 年,德国拜耳公司和日本久保田公司提出了水稻机插同步精准用药技术,随后中国水稻所和江苏省农业科学院等机构进一步对技术进行了深入研究和本地化应用,取得了大量实质性进

展^[11]。“插喷同步”控草技术重点在于控草,把杂草防除在萌芽和幼苗期,杀草谱广、控草效果好、药效时间长,可基本解决机插稻田主要杂草的防控问题。庐江县“插喷同步”控草技术示范表明,药后 15 d 总草株防效达 98.4%,药后 30 d 总草株防效仍达 95.5%,明显优于常规的 2 次封闭效果,提高了除草剂有效利用率,达到了农药减量目标。

“插喷同步”过程中,须配合使用专用的安全解毒剂,田间观察效果较好,可有效减轻机插秧苗小、苗弱、植伤重、对除草剂耐药性差等诸多缺点,可减轻用药不当造成的药害减产。安全解毒剂的正确使用,可促进药后秧苗返青,快速进入分蘖期。

实际应用中发现,“插喷同步”控草技术对禾本科杂草的持效性较好,对阔叶草和莎草的控制较弱,这可能与土壤、稻田管水能力等有关;同时,药后大田应尽量减少人为操作,避免破坏药液封闭膜,强化大田水层管理,适时上水护苗和防淹秧心等,才能最大地提高控草、除草效果。

参考文献:

- [1]郭文磊,冯 莉,吴丹丹,等. 稻田苗后茎叶处理剂混用的联合除草作用[J]. 杂草学报,2020,38(2):75-78.
- [2]罗锡文,王在满. 水稻生产全程机械化技术研究进展[J]. 现代农业装备,2014(1):23-29.
- [3]王 可,王红春,付朝晋,等. 滴施和喷施 5% K608SC 对稻田杂草防效及其安全性的比较[J]. 杂草学报,2020,38(4):63-68.
- [4]沈会生,周风明,张安存,等. 不同稻作方式的杂草发生规律及化除技术[J]. 杂草科学,2007(4):38-39.
- [5]王红春,徐 蓬,孙钰晨,等. 江苏省稻田杂草的发生现状与防控建议[J]. 杂草学报,2019,37(4):1-5.
- [6]孙国才,陆 彦,殷 茵,等. 水稻机械移栽与化学除草一体化技术初探[J]. 杂草科学,2014,32(2):64-66.
- [7]朱德峰,陈惠哲. 水稻机插秧发展与粮食安全[J]. 中国稻米,

2009(6):4-7.

- [8]谷东英,孙玉梅. 机插秧水稻田杂草发生种类与特点调查研究[J]. 现代农业科技,2012(13):123-123,131.
- [9]王在满,王宝龙,张明华,等. 同步喷施除草技术及除草剂消解动态规律[J]. 农业工程学报,2016,32(16):59-64.
- [10]马 惠,周学标,杨 军,等. 不同除草剂对水稻机插秧田杂草的防效及安全性评价[J]. 中国植保导刊,2018,38(11):58-62.
- [11]杨永杰,张建萍,唐 伟,等. 水稻“播喷同步”和“插喷同步”封闭除草技术[J]. 中国稻米,2020,26(5):48-52.
- [12]张建萍,唐 伟,于晓玥,等. 机直播稻“播喷同步”机械化除草技术中的种子处理方法[J]. 黑龙江农业科学,2020(1):74-77.
- [13]马国兰,刘都才,刘雪源,等. 不同除草剂对直播稻田杂草的防效及安全性评价[J]. 杂草科学,2014,32(1):91-95.
- [14]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.
- [15]张建萍,朱晓群,唐 伟,等. 33% 嘧啶嘧磺隆水分散粒剂在机直播稻“播喷同步”机械除草新技术中的应用[J]. 黑龙江农业科学,2018(7):54-57.
- [16]李建伟,邱 光,段云峰,等. 机插秧稻田“插喷同步”控草技术在江苏示范应用[J]. 农药,2020,59(8):607-611.
- [17]张建萍,马国兰,周治中,等. 机直播水稻“播喷同步”机械除草技术在湖南早稻生产中的应用[J]. 湖南农业科学,2018(4):56-59.
- [18]王险峰,范志伟,胡荣娟,等. 除草剂药害新进展与解决方法[J]. 农药,2009,48(5):384-388.
- [19]Tshewang S, Sindel B M, Ghimiray M, et al. Weed management challenges in rice (*Oryza sativa* L.) for food security in Bhutan: a review[J]. Crop Protection, 2016, 90:117-124.
- [20]Creech C F, Jesaen G M, Henry R S, et al. The impact of spray droplet size on the efficacy of 2, 4 - D, atrazine, chlorimuron - methyl, dicamba, glufosinate, and saflufenacil [J]. Weed Technology, 2016, 30(2):573-586.
- [21]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粳产量的影响[J]. 核农学报,2018,32(3):555-560.
- [22]周晚来,王朝云,易永健,等. 我国水稻机插育秧发展现状[J]. 中国稻米,2018,24(5):11-15.