

朱新伟,李建伟,刘宝平,等. 新型农药减施技术对水稻病虫害防控效果及效益分析[J]. 江苏农业科学,2020,48(13):129-133.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.13.026

新型农药减施技术对水稻病虫害防控效果及效益分析

朱新伟¹, 李建伟², 刘宝平¹, 周德咏¹, 潘爱东¹, 王建³, 邱光²

(1. 江苏省淮安市淮安区植保植检站, 江苏淮安 223200; 2. 江苏省农业科学院植物保护研究所, 江苏南京 210014;
3. 江苏省淮安市淮安区溪河镇农技服务中心, 江苏淮安 223200)

摘要:为减少大田使用农药带来的农业面源污染,采用种子处理技术、健康栽培技术和穗期病虫害集中防控技术,有效管控水稻主要病虫害,减少水稻全生育期农药和肥料的使用量。利用新型拌种剂处理,用以控制水稻苗期及移栽后早期的主要病虫害,破口抽穗期使用低毒高效药剂进行集中防控;在全程不使用任何农药的情况下,利用新型纯生物提取物(生化素)对水稻全生育期进行4次喷施;利用新型拌种、生化素处理结合破口抽穗期集中防控。结果表明:新型种子处理技术对水稻秧田期和大田早期的病虫控制效果最好,可以大大降低全生育期内农药使用量;生化素能够促进水稻的生长和干物质积累,对病虫害危害具有较强补偿作用;拌种+生化素+穗期集中防控,对整体防病虫和增产作用最为明显。因此,两者结合使用,既能防病治虫又能增产,还可以减少化学农药使用量达34.65%,有利于生态环境改善和稻米品质提升。

关键词:农药减量;环境污染;新型水稻拌种剂;生化素;综合效益

中图分类号: S435.11 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)13-0129-05

水稻是淮安市淮安区主要农作物之一,常年种植面积6万hm²以上,是江苏省优质稻米的主要生产基地。由于淮安特殊的气候特点以及水稻生育期较长,导致水稻生产中的病虫害发生尤为严重,其中以稻纵卷叶螟、稻飞虱、纹枯病和稻瘟病等危害最为显著^[1-2]。在病虫害暴发期间,农户为确保产量,大量使用化肥促生长,频繁使用化学农药控制病虫害,不仅造成稻米肥料和农药残留超标引起食品安全问题,而且造成农田生态环境污染,引发病虫害抗药性增加,越防治,病虫害越重^[3-5]。

在保证产量和品质的基础上,通过使用生物替代和精准施用农药技术,可以适当减少化学农药的使用,避免频繁单一使用农药,是我国目前药肥减量使用的重要手段。通过科学的药肥减量施用技术,不仅能降低化肥和农药使用量,还可以省工节本,提高农户的种田效益^[6]。

生化素是一种植物天然生化营养素,可以帮助植物抵抗病原的入侵,提高作物免疫力,促进作物生长和物质积累^[7]。

因此,笔者于2017—2018年在江苏省淮安市淮安区施河镇,以淮稻5号为试验对象,开展了生化素替代化学农药和精准化施药技术的应用探索,旨在通过精准化和生物替代技术,减少肥药流失,充分发挥药肥的利用率,从提高防效、保证稻米产量、提升品质、增加农户的综合经济效益等角度,设计了几个药肥减施方案,进行了2年的试验验证,取得了较好的结果,为药肥减量应用技术在淮安地区的应用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验基本概况

试验选择在淮安区施河镇江苏省现代农业(稻麦)综合示范基地内进行,土壤类型为黏壤土,土壤养分含量中等,前茬为小麦。试验田水稻品种为淮稻5号,机插秧,每年6月2日前后浸种,落谷,6月24日栽插,基本苗规格30cm×40cm,平均3.6株/穴,1.72万穴/667m²。每处理试验示范区的面积为3333m²。

旋田前施48%复合肥(氮含量20%、磷含量10%、钾含量18%)20kg/667m²,加尿素15kg/667m²

收稿日期:2019-08-27

基金项目:国家重点研发计划(编号:2016YFD0200805);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(16)1001];江苏(稻麦)产业体系示范基地项目[编号: SXGC(2017)115]。

作者简介:朱新伟(1972—),男,江苏淮安人,高级农艺师,主要从事农作物病虫害监测防控工作。E-mail: jsczzbz@sina.com

通信作者:李建伟,硕士,副研究员,主要从事农业技术推广工作。
E-mail: 34391852@qq.com。

作为基肥,分蘖肥为尿素 7.5 kg/667 m² 结合除草剂(60% 丁草胺)150 mL/667 m² 撒施,穗肥于 8 月 4 日用 45% 复合肥(氮含量 15%、磷含量 15%、钾含量 15%)22.5 kg/667 m²,加尿素 15 kg/667 m² 追施。肥水管理与本地生产条件基本一致。

1.2 试验药剂

25% 噻呋酰胺·嘧菌酯·咪鲜胺悬浮剂 + 20% 氯虫苯甲酰胺悬浮剂,购自江苏省绿盾植保农药实验有限公司;16% 咪鲜胺·杀螟丹粉剂,购自江苏省绿盾植保农药实验有限公司;20% 生化素水剂购自江苏贵田生物科技有限公司;36% 丙环唑·咪鲜胺悬浮剂购自扬州苏灵化工有限公司;75% 三环唑粉

剂购自江苏长青农化股份有限公司生产;25% 吡蚜·噻虫嗪购自江苏南京科维邦农药有限公司;2% 春雷霉素水剂购自浙江桐庐汇丰生物科技有限公司;24% 噻呋酰胺悬浮剂购自盐城利民农化有限公司;12.5% 氟环唑悬浮剂购自江苏辉丰农化股份有限公司;10% 甲维·茚虫威悬浮剂购自扬州苏灵农化有限公司;24% 甲氧虫酰肼悬浮剂购自浙江省上虞市银邦化工有限公司。

1.3 试验设计

1.3.1 试验处理时间和方式 水稻全生育期的用药方案及施用方法见表 1。

表 1 水稻全生育期的用药方案及施用方法

试验区域	处理时间及时方式		
	种子处理	拔节分蘖期处理	破口抽穗期处理
处理 1	25% 噻呋酰胺·嘧菌酯·咪鲜胺悬浮剂 + 20% 氯虫苯甲酰胺悬浮剂 16 g/kg		第 1 次:36% 丙环唑·咪鲜胺悬浮剂 60 mL/667 m ² + 75% 三环唑粉剂 30 g/667 m ² + 25% 吡蚜·噻虫嗪 9 g/667 m ² (9 月 1 日);第 2 次:2% 春雷霉素水剂 100 mL/667 m ² (9 月 11 日)
处理 2	未处理种子	第 1 次:20% 生化素 100 mL/667 m ² (8 月 5 日);第 2 次:20% 生化素 100 mL/667 m ² (8 月 18 日)	第 3 次:20% 生化素 100 mL/667 m ² (9 月 1 日);第 4 次:20% 生化素 100 mL/667 m ² (9 月 11 日)
处理 3	25% 噻呋酰胺·嘧菌酯·咪鲜胺悬浮剂 + 20% 氯虫苯甲酰胺悬浮剂 16 g/kg	第 1 次:20% 生化素 100 mL/667 m ² (8 月 5 日);第 2 次:20% 生化素 100 mL/667 m ² (8 月 18 日)	第 3 次:36% 丙环唑·咪鲜胺悬浮剂 60 mL/667 m ² + 75% 三环唑粉剂 30 g/667 m ² + 25% 吡蚜·噻虫嗪 9 g/667 m ² (9 月 1 日);第 4 次:2% 春雷霉素水剂 100 mL/667 m ² (9 月 11 日)
处理 4	16% 咪鲜胺·杀螟丹粉剂 2 g/kg	第 1 次:24% 噻呋酰胺悬浮剂 30 mL/667 m ² + 25% 吡蚜·噻虫嗪 9 g/667 m ² ;第 2 次:12.5% 氟环唑 40 mL/667 m ² + 10% 甲维·茚虫威悬浮剂 30 g/667 m ²	第 3 次:36% 丙环唑·咪鲜胺悬浮剂 60 mL/667 m ² + 75% 三环唑粉剂 30 g/667 m ² + 25% 吡蚜·噻虫嗪 9 g/667 m ² (9 月 1 日);第 4 次:24% 甲氧虫酰肼悬浮剂 30 mL/667 m ² + 2% 春雷霉素水剂 100 mL/667 m ² (9 月 11 日)
处理 5	空白对照(一直未用药)		

1.3.2 施药方式 全程采用传统电动喷雾器进行施药。

1.4 调查内容和方法

1.4.1 病虫害防效调查时间及方法 施药后系统观察主要病虫害的发生变化,选取纹枯病、稻飞虱、稻纵卷叶螟、稻曲病为考察对象。全生育期最终防效调查时间为 10 月 11 日左右,病虫害危害基本定型时进行,数据统计和计算、方法调查方法按《农药田间药效示范准则(一)》^[8] 进行。

1.4.1.1 水稻纹枯病调查方法 每处理调查 200 穴,分 3~4 点平行跳跃式取样,算出病穴率、病株率和病指,同对照比较计算 3 种防效。

1.4.1.2 稻飞虱调查方法 采用盆拍跳跃式取样,每处理取 14 盆,每盆 3 穴,计算混合飞虱量,得出防效。

1.4.1.3 稻纵卷叶螟调查方法 平行跳跃式取样,每处理调查 200 穴,取下全部束叶,调查束叶率得出防效。

1.4.1.4 稻瘟病调查方法 平行跳跃式取样,每处理调查 200 穴,取下全部病穗,调查病穗率得出防效。

1.4.1.5 稻曲病调查方法 平行跳跃式取样,每处理调查 100 穴,记下全部病穗数和病粒数,调查病穗率和病粒率得出防效。

1.4.2 水稻产量分析 水稻收获前,采用理论测产和实测相结合的方法。理论测产于每年 10 月 24 日进行,每大区选择对角线 3 点取样,每点取 21 行,测量行距;取 21 株,测定株距,计算每 667 m² 穴数。收获时顺序选取 20 穴,计算每 667 m² 有效穗数,取平均穗数相似的稻株 3~5 穴(不少于 50 穗)进行

考种,调查单穗质量、每穗总粒数、每穗实粒数、千粒质量等。每 667 m² 理论产量 = 每 667 m² 有效穗数 × 每穗粒数 × 结实率 × 千粒质量。

实际测产于每年 11 月 7 日进行,使用久保田收割机收割处理区 667 m² 左右的水稻,现场称质量,经过实测含水量,按 17% 的水分比例折合成干质量,再用 GPS 测量仪计算出所收割面积,从而得出实际产量。

1.4.3 综合经济效益分析 从播种开始到稻谷销售完成,记录每个处理的水、肥、药、种子、机械、人工等投入成本,并根据每处理的实测产量,结合稻谷的品质,现场进行市场议价,计算每 667 m² 稻谷的实际经济效益 = 产量 × 价格 - 投入成本。通过与常规用药和空白对照比较,计算增收节支数量,分析施用农药减量技术所带来的好处。

2 结果与分析

2.1 不同处理方式对水稻病虫害综合防控效果

2.1.1 不同处理方式对水稻纹枯病的最终防控效果 从水稻全生育期的纹枯病发生和最终的控制效果来看,不同处理区的纹枯病发生发展具有较大差异性(表 2)。从整个水稻生育进程来看,处理 1 和处理 3 的纹枯病发生较慢;处理 2 和处理 4 的纹枯病始见期较早。从最终的病穴和病株的防效来看,处理 2 与处理 1、3、4 具有极显著差异。处理 2 的防效最差,只有 40% 和 39.91%,其他的防效都较高,达到 80% ~ 90%、87.61% ~ 92.07%。但是从最终的病指防效来看,差异没有达到极显著水平。处理 2 的病指防效达到 79.08%,其他处理病指防效为 87.59% ~ 91.30%。说明试验区与常规防治区

表 2 不同处理对水稻纹枯病的最终防控效果

区域	处理方式	病穴率 (%)	病穴防效 (%)	病株率 (%)	病株防效 (%)	病指	病指防效 (%)
处理 1	拌种 + 破口药	2	80Aa	0.86	87.61Aa	1.27	87.59Ab
处理 2	未种子处理 + 生化素 4 次	6	40Bb	4.17	39.91Bb	2.14	79.08Ab
处理 3	拌种 + 生化素 + 破口药	2	80Aa	0.79	88.61Aa	0.89	91.30Aa
处理 4	常规浸种 + 常规防治	1	90Aa	0.55	92.07Aa	1.04	89.83Aa
处理 5	空白对照区	10		6.94		10.23	

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$);不同大写字母表示处理间差异极显著($P < 0.01$)。下表同。

的比较,农药减量使用方案能有效控制纹枯病的发生。

2.1.2 不同处理方式对稻飞虱的最终防控效果

稻飞虱属于两迁害虫之一,每年都会对水稻造成一定的危害。由表 3 可知,2018 年试验对照区内的稻飞虱百穴虫量达到 1 484 头,属于中等发生年。从秧田期和大田早期稻飞虱发生情况来看,处理 1 和处理 3 基本上查不到稻飞虱,孕穗灌浆期略有上升;处理 2 维持在中等发生水平。从最终的防治效果来看,各处理间具有极显著差异,处理 2 的防效只有 27.36%,由于百穴虫量不高,对水稻的危害相对较轻;而其他 3 个处理的防效达到 94.34% ~ 95.28%。说明新技术试验区一和三的农药减量用药方案可以有效控制稻飞虱的发生。插秧后,单用生化素还不能控制稻飞虱危害,不过,由于稻飞虱发生量较少,对水稻后期生长影响较小。

2.1.3 不同处理方式对稻纵卷叶螟的最终防控效果 稻纵卷叶螟是水稻上重要的迁飞性害虫,不同年份间发生危害的程度各不相同。2018 年,我区稻

表 3 不同处理对稻飞虱的最终防控效果

区域	处理方式	虫量 (头/百穴)	防效 (%)
处理 1	拌种 + 破口药	70	95.28Aa
处理 2	未种子处理 + 生化素 4 次	1 078	27.36Bb
处理 3	拌种 + 生化素 + 破口药	78	94.74Aa
处理 4	常规浸种 + 常规防治	84	94.34Aa
处理 5	空白对照区	1 484	

纵卷叶螟属于轻发生年,空白对照区的百穴虫量只有 215 头。但从最终的试验结果来看,处理 2 与处理 1、3、4 的束叶率和虫量的防效呈极显著差异。处理 2 的束叶防效和虫量的防效只有 20.05% 和 21.86%,其他处理的防效达到 93.53% ~ 99.87% 和 88.84% ~ 97.21%。其中,以拌种 + 生化素 + 破口药的减量方案对稻纵卷叶螟的防控效果最好,可以有效地控制卷叶螟的发生危害(表 4)。插秧后,单用生化素虽然不能控制稻纵卷叶螟的危害,但从水稻的叶片颜色来看,呈深绿色,其光合作用未受较大的影响。

表 4 不同处理对稻纵卷叶螟的最终防控效果

区域	处理方式	束叶率 (%)	束叶防效 (%)	虫量 (头/百穴)	虫量防效 (%)
处理 1	拌种 + 破口药	0.02	99.74A	7	96.74Aa
处理 2	未种子处理 + 生化素 4 次	6.18	20.05B	168	21.86Bb
处理 3	拌种 + 生化素 + 破口药	0.01	99.87A	6	97.21Aa
处理 4	常规浸种 + 常规防治	0.50	93.53A	24	88.84Aa
处理 5	空白对照区	7.73		215	

2.1.4 不同处理方式对稻曲病的最终防控效果
从病穗数和病粒数的防控效果来看(表 5),处理 2 与处理 1、3、4 具有极显著性差异,以处理 4 的常规防治效果为最好,达到 98.89% 和 99.66%,其他正常使用破口药(处理 1 和处理 3)的防控效果也较

高,达到 96% 以上,而仅在破口期施用生化素处理的稻曲病的病穗和病粒防效仅有 64.33% 和 55.70%,表明水稻破口抽穗期施用高效低毒药剂可以很好地控制稻曲病发生危害。

表 5 不同处理对稻曲病的最终防控效果

区域	处理方式	病穗率 (%)	病穗防效 (%)	病粒率 (%)	病粒防效 (%)
处理 1	拌种 + 破口药	0.32	96.44Aa	0.074	96.88Aa
处理 2	未种子处理 + 生化素 4 次	3.21	64.33Bb	1.050	55.70Bb
处理 3	拌种 + 生化素 + 破口药	0.21	97.67Aa	0.068	97.13Aa
处理 4	常规浸种 + 常规防治	0.10	98.89Aa	0.008	99.66Aa
处理 5	空白对照区	9.00		2.370	

2.2 水稻产量及效益分析

2.2.1 理论产量 从产量构成来看(表 6),处理 1 的穗数最高,达 44.40 万穗/667 m²,比常规防治区高出近 7 万穗/667 m²,比空白对照区及处理 2 高出 10 多万穗/667 m²,说明通过浸种拌种处理,可以有效地促进水稻分蘖,增加亩穗数,这就构成了产量最高的基础;但是从每穗粒数来看,处理 1 的每穗粒数最少,只有 82 粒,处理 2 的最多,每穗达 91.67 粒,与处理 3 比较接近,高于常规防治区的 85.33 粒和空白对照区的 84 粒。说明使用生化素有显著增加穗粒数的作用,而拌种区,由于田间密度过高,穗粒数同常规相比有所减少。

从结实率的调查结果来看,以处理 3 的结实率最高,达 98.15%,高于常规农药防治区的 97.66%,高于处理 1 的 96.34%,处理 2 排第 4 位,均高于对照的 91.22%;从千粒质量调查结果来看,以处理 3 和处理 2 的为最高,分别达 27.79 g 和 27.64 g,略高于常规农药防治区,以处理 1 为最低,仅为 24.1 g,与对照区差别不大,主要也是因为密度过大造成的,说明使用生化素有增加千粒质量的作用。

从理论产量的核算情况来看,处理 3 最高,达到 861.43 kg/667 m²;处理 1 和常规农药防治的处理 4 的理论产量比较接近,分别达到 845.56 kg/667 m²

和 839.75 kg/667 m²。处理 2 的理论产量达到 665.54 kg/667 m²,空白对照的只有 559.36 kg/667 m²。相互间具有显著性差异。

2.2.2 实测产量 从实际测产来看(表 6),以处理 3 最高,产量达 685.45 kg/667 m²,高于第 2 位的常规药剂处理 4,产量为 652.31 kg/667 m²;处理 2 的产量达到 644.68 kg/667 m²,而处理 1 的产量仅为 605.60 kg/667 m²,以空白对照区最低,为 546.06 kg/667 m²。用拌种 + 生化素 + 破口药的处理与常规农药防治区的实际产量差别不大,说明通过农药减量新技术可以大大减少农药使用量,并且不会造成水稻减产。

2.2.3 效益分析 由表 7 可知,由于不同处理区的水稻病虫害防控效果具有较大差异,对稻谷产量和外观品质具有较大影响,其市场议价有一定的差别,其中处理 2 和处理 5,由于稻谷中含有稻曲病病粒,议价比其他处理区低 0.15 ~ 0.30 元/kg,因此,每处理的亩产值具有较大差异,以处理 3 的产值最高,达到 1 987.81 元/667 m²,处理 4(常规施药)的产值也较高,达到 1 891.70 元/667 m²,处理 5(空白对照)的产值最低,为 1 419.76 元/667 m²。

在扣除生产成本的情况下,依然以处理 3 为最

表 6 不同处理对水稻产量的影响效应

区域	处理方式	穗数 (万穗/667 m ²)	每穗粒数 (粒)	结实率 (%)	千粒质量 (g)	理论产量 (kg/hm ²)	实际产量 (kg/hm ²)
处理 1	拌种 + 破口药	44.40Aa	82.00b	96.34a	24.10b	845.56Aa	605.60Aa
处理 2	未种子处理 + 生化素 4 次	27.67Bc	91.67a	94.94a	27.64a	665.54Bb	644.68Aa
处理 3	拌种 + 生化素 + 破口药	34.63Ab	90.00a	98.15a	27.79a	861.43Aa	685.45Aa
处理 4	常规浸种 + 常规防治	37.93Aa	85.33a	97.66a	26.57a	839.75Aa	652.31Aa
处理 5	空白对照区	29.52Bc	84.00b	91.22a	24.73b	559.36Bb	546.06Bb

表 7 不同处理对水稻经济效益分析

区域	产量 (kg/667m ²)	单价 (元/kg)	产值 (元/667 m ²)	投入成本(元/667 m ²)							效益 (元/667 m ²)	增收节支 (元/667 m ²)
				稻种	肥料	农药	灌溉	农机	用工	合计		
处理 1	605.60	2.90	1 756.24	28	130	33.0	34	165	262	652.0	1 104.24	281.48Bc
处理 2	644.68	2.75	1 772.87	28	130	40.0	34	165	272	669.0	1 103.87	281.11Bc
处理 3	685.45	2.90	1 987.81	28	130	53.0	34	165	282	692.0	1 295.81	473.05Aa
处理 4	652.31	2.90	1 891.70	28	130	50.5	34	165	272	679.5	1 212.20	389.44Ab
处理 5	546.06	2.60	1 419.76	28	130	0	34	165	240	597.0	822.76	

好,效益达 1 295.81 元/667 m² 和增收节支达 473.05 元/667 m²,虽然用药成本和用工成本均最高,但由于其产量远高于其他处理,稻谷外观品质好,综合效益表现最高;其次为常规药剂处理,效益为 1 212.20 元/667 m²,增收节支 389.44 元/667 m²。其他 2 个药剂处理的效益和增收节支比较接近。

从化学农药减量使用来分析,由于生化素为纯生物提取物,对环境没有污染,对水稻有促生作用,其减施化学农药的量最大,全程没有用化学农药。其次是处理 1 和处理 3(扣除生化素 20 元/667 m²),通过利用长效拌种剂,达到精准施药,化学农药减施量达到 34.65%。

3 小结和讨论

从水稻秧田期和移栽后早期的病虫害发生情况来看,利用新型拌种剂处理稻种,对早期的稻飞虱、稻纵卷叶螟及水稻纹枯病的控制效果优于或同常规防治差不多,说明新型拌种剂在防病控虫方面取得了成功,在大面积生产上可以进一步试用。该技术不仅可以减少 34.65% 的化学农药使用量,还可以减轻水稻种植过程中的劳动强度、降低种田成本,具有重要推广应用价值。

单用生化素处理虽然对病虫害的控制效果较差,但是水稻的最终产量同常规防治差不多,说明该产品有显著增加水稻产量的作用,表现在增加水稻的穗粒数和提高水稻千粒质量;但是由于其对稻曲病的防效很差,影响了稻谷的外观品质,稻谷的综合

产值有所下降。利用生化素来部分替代化学农药具有较好的研究和推广前景。

利用精准拌种施药 + 生化素技术可以保护水稻早中期免受病虫害的侵染,并能促进水稻生长,有利于水稻发棵健壮。再结合破口期精准施药技术,可以极大地减少水稻全程施用化学农药量,促进水稻产量和品质提高。

从田间水稻长势综合来看,5 种处理对水稻均无不良影响。生化素处理不仅能增加水稻产量还能促进水稻早熟,使水稻比常规防治田提前成熟 7~10 d,此外,从田间调查来看,使用生化素处理区茎秆粗壮,抗倒伏能力明显增强。

参考文献:

- [1] 欧高财,林党恩,王 勇. 农业绿色发展新形势下实现农药减量的途径[J]. 中国植保导刊,2018(12):83-85.
- [2] 王艳青. 近年来中国水稻病虫害发生及趋势分析[J]. 中国农学通报,2006,22(2):343-347.
- [3] 冯发运,王冬兰,郭 盼,等. 江苏省迟熟中梗稻生产上减量用药技术与示范[J]. 上海农业科技,2019(2):31-34.
- [4] 朱洪艳. 淮安区“药肥双减项目”情况调研报告[J]. 北方水稻,2018,47(6):54,58.
- [5] 黄 庭. 水稻农药减量控害增效集成技术要点与推广[J]. 农业工程技术,2016(20):23.
- [6] 李卫伟,张武云,王丽英,等. 山西省农药使用量主要影响因素分析及减量对策探讨[J]. 中国植保导刊,2018(10):81-84.
- [7] 薛 丹,余素芹,王正询,等. 特效植物营养素对水稻种子生理生化观遗传效应的影响[J]. 广东农业科学,2011(7):25-27.
- [8] 农业部农药检定所生测室. 农药田间药效实验准则(一)[M]. 北京:中国标准出版社,2004.