

张舒,赵华,吕亮,等.不同化肥农药减施组合对水稻主要病虫害发生及产量的影响[J].华中农业大学学报,2020,39(6):1-7.

DOI:10.13300/j.cnki.hnlkxb.2020.06.001

不同化肥农药减施组合对水稻主要病虫害发生及产量的影响

张舒¹,赵华²,吕亮¹,常向前¹,杨小林¹,杨利¹,卢殿友²,陈明学²

1.农业农村部华中作物有害生物综合治理重点实验室/农作物重大病虫害
可持续控制湖北省重点实验室/湖北省农业科学院植保土肥研究所,武汉 430064;
2.湖北省襄阳市南漳县农业技术推广中心,南漳 441500

摘要 为探索化肥农药减施融合使用技术,设计肥料和农药两因素三水平试验,研究不同化肥农药减施组合对水稻主要病虫害发生及产量的影响。结果发现:减肥有减轻病虫发生程度的趋势,减药有加重病虫发生程度的趋势;减肥可显著影响水稻纹枯病、第4代稻飞虱、稻纵卷叶螟发生程度,减药可显著影响水稻纹枯病、第3和4代稻飞虱、稻纵卷叶螟发生程度,但两者均对稻瘟病、稻曲病、二化螟发生程度无显著影响。减肥30%时实测减产10.29%,对产量影响显著;减肥低于20%时,绿色助剂替代处理和生物农药替代处理实测产量比对照处理增产0.38%和2.49%,生物农药替代和绿色助剂替代均可作为化学农药减量的技术措施。

关键词 水稻;减药减肥;绿色助剂;绿色发展;病虫害;防效;产量;减量控害

中图分类号 S 435.11 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2020)06-0001-07

化学肥料和农药是保障国家粮食安全和主要农产品有效供给不可替代的投入品^[1]。化肥农药过量施用所带来的生态环境污染、农产品质量安全、耕地质量下降、生物多样性破坏、农产品生产成本持续升高等问题越来越凸显^[2-4],因此,开展新的栽培模式下化学肥料农药减施的关键技术研发、集成与推广应用,是当前水稻安全生产与绿色发展的途径。有研究证明化学肥料的过量使用会影响水稻病虫害的发生程度^[5-6],生物农药替代^[7-10]与绿色助剂^[11-13]可以实现化学农药的减量,但是有关肥药融合对病虫害及产量影响的研究较少。本研究拟通过对化学肥料的不同减施幅度与不同农药减量措施组合下水稻重大病虫害发生及产量进行比较分析,探索符合绿色发展理念的化肥农药“双减”可行技术。

1 材料与方法

1.1 供试农药

22%苯·乙 WP,浙江天丰生物科学有限公司产品;20%氯虫苯甲酰胺 EC,美国杜邦公司产品;25%吡蚜酮 WP,安徽丰乐农化有限责任公司产品;8%井冈霉素 AS,武汉科诺生物科技股份有限公司产品;75%三环唑 WP,通州正大农药化工有限公司

产品;63%激健(减量降残增产助剂),四川蜀峰作物科学有限公司产品;180亿孢子/mL金龟子绿僵菌 CQMa421OD,重庆聚立信生物工程有限公司产品;20%井·烯·三环唑 WP,通州正大农药化工有限公司产品;25%井冈·枯芽菌 AS,江苏省苏科农化有限责任公司产品;80%敌敌畏 EC,湖北沙隆达股份有限公司产品。

1.2 供试肥料

45%复合肥(15-15-15),湖北新洋丰肥业股份有限公司产品;17.1%碳酸氢铵,湖北新生源生物工程有限公司产品;46.4%尿素,湖北三宁化工股份有限公司产品;60%氯化钾,黑龙江倍丰农业生产资料集团有限公司产品;锌肥(大粒锌),武汉高飞农业有限公司产品;硼肥(库亚硼),阿道夫(武汉)作物营养有限公司产品;水稻专用硅肥,阿道夫(武汉)作物营养有限公司产品。

1.3 供试作物

供试作物为C两优华占中稻,种子购自北京金色农华种业科技股份有限公司。667 m²用种量1.25 kg,人工移栽。

1.4 防治对象

纹枯病 *Rhizoctonia solani*、稻曲病 *Ustilagi-*

收稿日期:2020-06-08

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFD0200807;2018YFD0301305);湖北省技术创新专项重大项目(2017ABA146)

张舒,研究员.研究方向:水稻病虫害防控及农药应用技术. E-mail: ricezs6410@163.com

noidea virens、稻瘟病 *Phyricularia grisea*, 二化螟 *Chilo suppressalis*、稻飞虱 (*Nilaparvata lugens* 和 *Sogatella furcifera*) 和稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis*。

1.5 试验安排

试验田设在南漳县清河区黄连树村, 面积为 8 500 m², 前茬为空闲。土壤为轻壤土, pH 值 6.8, 有机质含量中等, 土壤肥力中等。

1.6 处理与设计

按肥料与农药减量 2 个因子, 肥料减量设减量 10% (F1)、减量 20% (F2)、减量 30% (F3) 共 3 个梯度方案, 农药减量因子设常规防治 (P1)、生物农药替代 (P2)、绿色助剂减量 (P3) 共 3 个方案, 组合成 9 个处理: F1P1、F1P2、F1P3、F2P1、F2P2、F2P3、F3P1、F3P2、F3P3, 另设 1 个常量肥料、不进行药剂防治方案作为对照 (CK), 共 10 个处理, 每个处理面积 825 m²。为方便施肥施药和水管理, 本试验按大区设计, 处理之间作埂铺农膜, 以防串水。调查时, 每处理调查 3 个点, 视为 3 次重复。

1.7 肥药施用方法

1) 肥料施用。每 667 m² 大量元素肥料正常用量 (kg) 为 N 12、P₂O₅ 6、K₂O 9, 补充微量元素肥料大粒锌 400 g、库亚硼 400 g、水稻专用硅肥 800 g; 氮肥运筹方式采取分次施用和氮肥后移, 氮肥采用 5-3-2 的方式 (底肥 50%, 分蘖肥 30% 于插秧后 7~11 d 施入, 穗肥 20% 于幼穗分化 5~6 期时施); 50% N、67% K、100% P、100% Zn、100% B 按不同处理的减量标准作底肥施用; 30% N、100% Si 按不同处理的减量标准配合除草剂作返青分蘖肥施用。20% N、33% K 按不同处理的减量标准作穗肥施用。

2) 农药施用。依据 2018 年病虫害情报, 结合试验田病虫害具体发生情况, 确定防治对象及防治时期, 以下方案中提及的农药剂量均为每 667 m² 制剂用量。① 杂草: 于 6 月 7 日用 22% 苣·乙 WP 25.5 g 拌尿素及硅肥撒施。② 病虫害: 第 1 次集中于 7 月 21 日喷药, 防治 2 代二化螟、稻飞虱、纹枯病、稻瘟病、稻曲病。常规防治方案 (P1): 7 月 21 日用 20% 氯虫苯甲酰胺 EC 10 mL+25% 吡蚜酮 WP 20 g+8% 井冈霉素 AS 100 g+75% 三环唑 WP 30 g 集中防治; 生物农药替代方案 (P2): 7 月 17 日用 180 亿孢子/mL 金龟子绿僵菌 CQMa421 OD 40 mL 提前防治稻飞虱和稻纵卷叶螟, 7 月 21 日用

20% 氯虫苯甲酰胺 EC 7 mL+25% 吡蚜酮 WP 14 g+8% 井冈霉素 AS 70 g+75% 三环唑 WP 21 g+25% 井冈·枯芽菌 AS 100 mL 集中再防治; 绿色助剂减量方案 (P3): 7 月 21 日用 20% 氯虫苯甲酰胺 EC 7 mL+25% 吡蚜酮 WP 14 g+8% 井冈霉素 AS 70 g+75% 三环唑 WP 21 g+63% 激健 (减量助剂) 15 mL 集中防治。第 2 次集中于 8 月 7 日喷药, 防治稻瘟病、稻曲病、稻飞虱、稻纵卷叶螟。常规防治方案 (P1): 8 月 7 日用 20% 井·烯·三环唑 WP 100 g+25% 吡蚜酮 WP 20 g 集中防治; 生物农药替代方案 (P2): 8 月 1 日用 180 亿孢子/mL 金龟子绿僵菌 CQMa421 OD 40 mL 提前防治稻飞虱和稻纵卷叶螟, 8 月 7 日用 20% 井·烯·三环唑 WP 70 g+25% 吡蚜酮 WP 14 g+25% 井冈·枯芽菌 AS 100 mL 集中再防治; 绿色助剂减量方案 (P3): 8 月 7 日用 20% 井·烯·三环唑 WP 70 g+25% 吡蚜酮 WP 14 g+63% 激健减量助剂 15 mL 集中防治。第 3 次集中于 8 月 21 日喷药, 防治 4 代稻飞虱。常规防治方案 (P1), 8 月 21 日用 80% 敌敌畏 EC 250 mL 防治; 生物农药替代方案 (P2), 8 月 15 日用 180 亿孢子/mL 金龟子绿僵菌 OFK 40 mL 提前防治稻飞虱, 8 月 21 日用 80% 敌敌畏 EC 175 mL 再防治; 绿色助剂减量方案 (P3), 8 月 21 日 80% 敌敌畏 EC 175 mL+63% 激健减量助剂 15 mL 防治。

1.8 田间管理

每 667 m² 用 45% 洋丰牌复合肥 (N、P、K 含量为 15-15-15) 40 kg 作底肥, 返青后每 667 m² 追施尿素 8 kg 作分蘖肥, 7 月中旬末每 667 m² 用氯化钾 5 kg、尿素 5 kg 作穗肥。全生育期施纯氮 12 kg、五氧化二磷 6 kg、氧化钾 9 kg, N、P、K 比为 1:0.5:0.75。5 月 13 日浸种催芽, 5 月 16 日播种, 播种时各处理间作 20 cm 高田埂以防串水。6 月 6 日移栽, 株行距 20.0 cm×13.3 cm, 全生育期除按方案施用杀菌剂, 不再施用任何其他杀菌剂, 草害及虫害防治和其他农事操作同常规。

1.9 施药时间及方法

共 3 次集中用药。第 1 次在水稻分蘖末期 (7 月 21 日), 第 2 次在孕穗破口前 (8 月 7 日), 第 3 次在齐穗期 (8 月 21 日), 生物农药提前 4~6 d 用药。施药时间均选择在下午 16:00 左右进行, 若施药后 12 h 内遇雨天, 翌日补施。施药时用塑料隔离, 以防止不同药剂间交叉污染。

1.10 调查记载

7月21日(药前)、7月31日(药后10 d,第3代稻飞虱)和8月29日(第3次药后8 d,第4代稻飞虱)调查稻飞虱危害;8月6日调查稻纵卷叶螟危害;8月29日调查二化螟危害;9月8日调查纹枯病、稻瘟病、稻曲病发生情况。9月9日和9月20日分别进行理论产量和实际产量测定。

二化螟、稻纵卷叶螟和稻飞虱的调查方法及计算公式参照 GB/T 17980.1—2000、GB/T 17980.2—2000 和 GB/T 17980.4—2000 执行;稻瘟病和纹枯病的调查方法、分级标准及危害率计算公式分别参照 GB/T 17980.19—2000 和 GB/T 17980.20—2000 执行。稻曲病调查方法、分级标准及危害率计算参照 NY/T 1464.54—2014 执行。

理论测产按通用方法进行。实际产量收获时测

定,每处理实收 1 m^2 ,单收单脱单晒,折合单位面积实际产量。

1.11 数据处理方法

利用 DPS、Excel 统计软件对试验结果进行 student t 测验和完全随机设计两因素有重复的试验模块进行统计分析,比较各处理间的差异性。

2 结果与分析

2.1 对水稻主要害虫发生的影响

将9个不同化肥农药减施组合处理水稻稻飞虱、稻纵卷叶螟和二化螟的危害率与CK进行 student t 检测,结果列于表1,结果显示:3代稻飞虱百莧虫量 F1P1、F2P1 与 CK 间差异显著,其他各处理 CK 间没有显著性差异;4代稻飞虱百莧虫量 F1P1和F3P1与CK间差异极显著,F2P1和F3P2

表1 不同化肥农药减施组合水稻主要虫害的发生情况

Table 1 Occurrence of major pests of rice in different fertilizer and pesticide reduction combinations

处理 Treatment	3代稻飞虱(07/31) Rice planthopper 3rd-generation	4代稻飞虱(08/29) Rice planthopper 4th-generation	稻纵卷叶螟(08/06) Rice leaf roller	二化螟(08/29) Rice stem borer	
	百莧虫量/头 Number of pests per 100 clusters	百莧虫量/头 Number of pests per 100 clusters	卷叶率/% Leaf folding rate	白穗率/% White ears rate	百株虫量/头 Number of pests per 100 strain
F1P1	63.3±16.1 *	288.3±28.9 * *	0.16±0.10	0.84±0.20	1.97±2.07
F1P2	105.0±17.3	530.0±115.3	0.11±0.09	1.11±0.32	2.57±1.40
F1P3	143.3±24.7	656.7±158.9	0.10±0.05	1.48±0.64	3.27±1.96
F2P1	46.7±25.2 *	281.7±104.2 *	0.09±0.05	0.73±0.26	1.60±1.08
F2P2	101.7±27.5	370.0±97.3	0.09±0.04	1.04±0.27	2.20±0.85
F2P3	135.0±32.8	556.7±32.1	0.07±0.05	1.30±0.79	2.93±2.39
F3P1	43.3±11.5	175.0±13.2 * *	0.06±0.02	0.67±0.23	1.50±0.72
F3P2	76.7±11.5	315.0±95.4 *	0.04±0.04	0.98±0.50	2.00±1.90
F3P3	126.7±15.3	543.3±137.7	0.02±0.03	1.07±0.46	2.50±0.95
CK	108.3±40.1	506.7±30.1	0.10±0.06	1.01±0.34	2.37±2.73

注:表中“*”表示与CK差异显著($P<0.05$),“* *”表示与CK差异极显著($P<0.01$),无标注的为与CK无显著性差异。Note:In the table, * means significant difference from CK ($P<0.05$), * * means very significant difference from CK ($P<0.01$), and if there is no marked difference, there is no significant difference from CK.

与CK间差异显著,其他各处理与CK间没有显著性差异;稻纵卷叶螟卷叶率、二化螟白穗率和百株虫量与CK比较均没有显著性差异。

将减肥和减药两因素对水稻稻飞虱、稻纵卷叶螟和二化螟的影响进行完全随机区组设计的统计分析,结果列于表2。结果显示,3代稻飞虱减肥(F)与减药(P)互作的各处理间无显著差异,减药处理(P)对3代稻飞虱的影响达显著差异($P<0.01$),而减肥处理(F)对3代稻飞虱的影响不明显;在减药因素中,P1、P2、P3相互之间达极显著差异。4代稻飞虱减肥(F)与减药(P)互作的各处理间无显著差

异,减药处理(P)对4代稻飞虱的影响达极显著差异,而减肥处理(F)对4代稻飞虱的影响达显著差异;在减肥因素中,F1与F2、F2与F3之间差异不显著,F1与F3之间差异极显著,在减药因素中,P1、P2、P3相互之间达极显著差异。稻纵卷叶螟减肥(F)与减药(P)互作的各处理间无显著差异,减肥处理(F)对稻纵卷叶螟的影响达显著差异,而减药处理(P)对稻纵卷叶螟的影响不明显;在减肥因素中,F1和F2之间没有显著差异,二者均与F3差异显著。二化螟(百莧虫量)F因素间、P因素间、F×P之间各处理均无显著差异。

表 2 肥药因素对水稻主要害虫的影响

Table 2 Effects of fertilizer and pesticide factors on main rice pests

处理 Treatment	3 代稻飞虱(07/31) Rice planthopper 3rd-generation	4 代稻飞虱(08/29) Rice planthopper 4th-generation	稻纵卷叶螟(08/06) Rice leaf roller	二化螟(08/29) Rice stem borer	
	百蔸虫量/头 Number of pests per 100 clusters	百蔸虫量/头 Number of pests per 100 clusters	卷叶率/% Leaf folding rate	白穗率/% White ears rate	百株虫量/头 Number of pests per 100 strain
F1	103.9a	491.7a	1.92a	6.04a	8.66a
F2	94.4a	402.8ab	1.59a	5.68a	8.21a
F3	82.2a	344.4b	0.90b	5.33a	7.77a
P1	51.1c	248.3c	1.73a	4.90b	6.91a
P2	94.4b	405.0b	1.47a	5.79ab	8.27a
P3	135.0a	585.6a	1.21a	6.36a	9.47a

2.2 对水稻主要病害的影响

将 9 个不同肥药减施组合处理水稻纹枯病、稻瘟病和稻曲病的病情指数与 CK 进行 student *t* 检测,结果列于表 3。结果显示,F1P3、F2P2、F2P3 和 F3P3 组合纹枯病病情指数与 CK 间差异显著,其他各处理 CK 间没有显著差异;稻瘟病和稻曲病各处理与 CK 比较均没有显著性差异。

将减肥和减药两因素对水稻纹枯病、稻瘟病和

稻曲病影响进行完全随机区组设计的统计分析,结果列于表 4。从表 4 可以看出,纹枯病随着肥料减幅增加及减药幅度变小,病情有减轻趋势。在减肥(F)因素中,F1 与 F2 间病情指数无显著性差异,二者均极显著高于 F3;在减药(P)因素中,P2 与 P3 间病情指数无显著性差异,二者均极显著高于 P1。稻瘟病和稻曲病 F 因素、P 因素之间各处理均无显著性差异。

表 3 不同化肥农药减施组合水稻主要病害的发生情况

Table 3 Occurrence of major diseases of rice in different fertilizer and pesticide reduction combinations

处理 Treatment	纹枯病病情指数 (09/08) Disease index of rice sheath blight	稻瘟病病情指数 (09/08) Disease index of rice blast	稻曲病病情指数 (09/08) Disease index of rice false smut
F1P1	9.06±1.41	0.29±0.06	0.10±0.09
F1P2	12.56±2.77	0.35±0.11	0.15±0.07
F1P3	13.85±2.37 *	0.44±0.24	0.20±0.11
F2P1	9.11±2.01	0.24±0.06	0.06±0.05
F2P2	12.69±1.68 *	0.21±0.07	0.13±0.05
F2P3	11.92±0.97 *	0.54±0.75	0.15±0.12
F3P1	8.29±1.03	0.13±0.03	0.08±0.04
F3P2	9.25±0.10	0.21±0.14	0.07±0.04
F3P3	11.10±0.70 *	0.24±0.08	0.13±0.10
CK	9.55±0.26	0.26±0.12	0.15±0.08

注:表中“*”表示与 CK 差异显著($P<0.05$),无标注的为与 CK 无显著性差异。Note:“*” means significant difference from CK ($P<0.05$),and those without labels mean no significant difference from CK.

表 4 肥药因素对水稻主要病害的影响

Table 4 The significant differences of fertilizer and pesticide factors on the main diseases of rice

处理 Treatment	纹枯病病情指数 (09/08) Disease index of rice sheath blight	稻瘟病病情指数 (09/08) Disease index of rice blast	稻曲病病情指数 (09/08) Disease index of rice false smut
F1	19.99a	3.37a	2.09a
F2	19.51a	2.97a	1.84a
F3	17.96b	2.47a	1.67a
P1	17.23b	2.64a	1.52a
P2	19.74a	2.83a	1.93a
P3	20.48a	3.33a	2.17a

2.3 对水稻产量的影响

将 9 个不同肥药减施组合处理的理论和实测产量与 CK 进行 student *t* 检测,结果列于表 5。由

表 5 可知,不同肥药组合处理的理论产量为 535.7~625.2 kg/667 m²,对照处理的理论产量为 620.6 kg/667 m²,不同肥药组合处理除 F3P1、

F3P3 处理产量显著低于 CK 外,其他组合处理与 CK 比较均没有显著性差异。不同肥药组合处理的实测产量介于 513.9~590.6 kg/667 m²,对照处理的实测产量为 575.5 kg/667 m²,不同肥药组

合处理除 F2P2、F3P1、F3P2 和 F3P3 处理产量显著低于 CK 外,其他组合处理与 CK 均没有显著性差异。总的来讲,减肥 30% 对水稻产量有显著影响。

表 5 不同化肥农药减施组合的产量测定

Table 5 Yield measurement of different fertilizer and pesticide combinations with reduced application

处理 Treatment	有效穗(万穗/667 m ²) Effective panicles	每穗实粒数 Full grains per panicle	千粒重 g 1 000-grain weight	理论产量/(kg/667 m ²) Theoretical yield	实测产量/(kg/667 m ²) Harvest yield
F1P1	18.3±2.3	156.9±7.4	24.6±0.3	600.8±93.9	566.4±1.9
F1P2	18.9±0.5	159.0±2.1	24.5±0.1	625.2±17.6	586.2±31.3
F1P3	18.5±0.8	160.9±0.7	24.5±0.4	618.4±26.1	590.6±7.7
F2P1	18.3±0.7	159.3±2.1	24.2±0.2	600.3±23.7	571.4±11.8
F2P2	18.3±1.0	156.8±0.2	24.2±0.2	591.7±34.9	540.6±14.0 *
F2P3	18.5±0.5	156.4±2.2	24.4±0.1	600.2±19.9	583.5±19.5
F3P1	17.8±0.5	146.2±5.3	24.2±0.1	535.7±30.9 *	513.9±20.7 *
F3P2	18.9±0.5	144.6±7.7	24.2±0.2	562.0±49.1	531.4±18.1 *
F3P3	18.8±0.7	140.8±8.6	24.1±0.2	542.6±31.2 *	518.7±25.1 *
CK	18.8±0.4	156.6±5.7	24.8±0.2	620.6±20.6	575.5±5.5

将减肥和减药两因素对水稻产量影响进行完全随机区组设计的统计分析,结果列于表 6。从表 6 可以看出,F1 与 F2 之间理论和产量均没有显著性差异,二者均极显著高于 F3 产量,且 F3 理论和实测产量均低于 CK,说明减肥幅度在 20% 以内较为合适。P2、P3 与 P1 理论产量分别相差 2.1、13.7 kg,实测产量分别相差 14.1、8.2 kg,方差分析结果显示 P1、P2 与 P3 之间理论产量和实测产量均没有显著性差异,说明 2 种减量的植保措施可以作为农药减量的技术措施。

表 6 肥药因素对产量的影响

Table 6 Influence of fertilizer and pesticide factors on yield

处理 Treatment	理论产量/(kg/667 m ²) Theoretical yield	实测产量/(kg/667 m ²) Harvest yield
F1	614.8±50.7a	581.0±19.6a
F2	597.4±27.5a	565.2±24.0a
F3	546.7±35.0b	521.3±20.2b
P1	578.9±60.3a	550.6±30.1a
P2	593.0±46.4a	552.7±37.4a
P3	587.1±41.1a	564.3±38.0a

3 讨 论

本试验研究了人工移栽模式下不同化肥农药减量组合对水稻主要病虫害发生及产量的影响,结果表明,减肥有减轻病虫发生程度的趋势,减药有加重病害发生程度的趋势。减肥 10%~30% 时纹枯病的病情指数由 19.99 降低至 17.96,生物农药替代化学农药(P2)和绿色助剂减量(P3)分别比常规化学防治(P1)的病情指数增加 2.51、3.25,方差分析结果

表明单独减肥或减药影响水稻纹枯病的发生。就稻瘟病和稻曲病而言,虽然不同减肥水平和不同植保方案下稻瘟病和稻曲病的病情指数有一定差异,但方差分析结果显示减肥减药不同处理间没有显著性差异,可见不同减肥减药处理对稻曲病和稻瘟病没有显著影响。从对水稻主要害虫的危害率分析可见,单独减肥或减药可显著影响稻飞虱、稻纵卷叶螟发生程度,但对二化螟发生程度无显著影响。减肥 10%~20% 时对水稻产量没有影响,减肥 30% 时对水稻产量有明显影响;3 个植保方案之间产量没有显著性差异。综上分析,减肥 20% 以内,采用生物农药替代化学农药和绿色助剂减药措施基本上能达到控制水稻主要病虫害发生而不减产的目的,在生产上是可行的。

肥料和农药是水稻生产必不可少的农用化学品,是水稻增产增收的主要贡献者,但是肥料和农药的过量使用,也会带来污染环境、土壤板结、影响生物多样性等问题。王会福等^[14]研究了肥药双减运筹对单季稻病虫害发生和产量的影响,通过控肥+生态调控措施,稻纵卷叶螟百丛虫苞比对照少 1.3~1.6 个,稻飞虱百丛虫量比对照少 3.7~5.4 头,纹枯病病指比对照低 0.18~0.26,稻曲病病指比对照低 0.08~0.13,理论和实割产量分别比对照增 538.5~967.5 kg/hm² 和 505.5~924.0 kg/hm²,增产率达 5.9%~10.8%。成晓松等^[15]研究水稻氮肥后移加保株控虫技术,在减少氮肥 28.71% 和农药 28.71% 的情况下,通过氮化肥后移和蜘蛛控虱,纹枯病穴发

病率控制在 5% 以下,蛛虱比一直控制在 1:3 以内,示范区比对照区增产 166.5 kg/hm²。探索水稻稳产情况下的减肥减药融合技术,是实现减量控害、粮食安全和绿色发展的根本出路。

本研究探索了化学肥料减施幅度和 2 种化学农药替代技术组合对水稻主要病虫害和产量的影响,但仅限人工移栽栽培模式下,其他耕作栽培模式下病虫害发生和肥水管理会有差异,其影响有待进一步研究。

参考文献 References

- [1] 张凯,冯推紫,熊超,等.我国化学肥料和农药减施增效综合技术研发顶层布局与实施进展[J].植物保护学报,2019,46(5): 943-953.ZHANG K,FENG T Z,XIONG C,et al.Top design and progress in research and development of synthesis technique for reduction and synergy of chemical fertilizers and pesticides in China[J]. Journal of plant protection,2019,46(5): 943-953(in Chinese with English abstract).
- [2] 剧成欣,季红娟,张春梅,等.中国水稻生产“双减”的目的意义与途径方法[J].中国农学通报,2018,34(23):12-18.JU C X,JI H J,ZHANG C M,et al. The meaning and approach of ‘double reduction’ of rice production in China[J]. Chinese agricultural science bulletin,2018,34(23):12-18(in Chinese with English abstract).
- [3] 金书秦,方菁.农药的环境影响和健康危害:科学证据和减量控害建议[J].环境保护,2016,44(24):34-38.JIN S Q,FANG J. Environmental impact and health hazards of pesticide-scientific evidence and reduction control suggestions[J].Environmental protection,2016,44(24):34-38(in Chinese).
- [4] 高玉秋,高丽丹,许一荣,等.农药与化肥使用现状及减量对策[J].现代农业科技,2020(7):135,138.GAO Y Q,GAO L D,XU Y R,et al.Current use situation and reduction strategy of pesticide and fertilizer[J]. Modern agricultural science and technology,2020(7):135,138(in Chinese).
- [5] 王国荣,韩尧平,沈蕾,等.施肥调节对水稻病虫害发生和产量的影响[J].中国稻米,2015,21(6):94-97.WANG G R,HAN Y P,SHEN Q,et al. Effects of fertilization regulation on the occurrence and yield of rice pests and diseases[J].China rice,2015,21(6):94-97(in Chinese with English abstract).
- [6] 王玲,黄世文,林贤青,等.两种氮肥用量对超级稻产量性状和病虫害发生的影响[J].植物保护,2007(3):76-79. WANG L,HUANG S W,LIN X Q,et al. Effects of two nitrogen applications on yield components and occurrence of major diseases and insect pests of super hybrid rices[J]. Plant protection,2007(3):76-79(in Chinese with English abstract).
- [7] 贾兴娜,舒时富,郑天翔,等.生物农药配施对香稻病虫害的防治效果[J].农药,2009,48(12):919-921,923.JIA X N,SHU S F,ZHENG T X,et al. Control effects of mixtures of biopesticide and chemical pesticide on diseases and pests in aromatic rice[J]. Agrochemicals,2009,48(12):919-921,923(in Chinese with English abstract).
- [8] 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,2018,38(12):83-85. OU G C,LIN D E,WANG Y.The way to reduce pesticide quantity under the new situation of agricultural green development[J].China plant protection,2018,38(12):83-85(in Chinese).
- [9] 彭昌家,丁攀,白体坤,等.生物农药和生化复配剂预防水稻穗颈瘟的效果[J].贵州农业科学,2015,43(8):95-98. PENG C J,DING P,BAI T K,et al. Prevention effects of biopesticides and biochemical compound pesticides on rice neck blast[J]. Guizhou agricultural sciences,2015,43(8):95-98(in Chinese with English abstract).
- [10] 陈尤嘉,黄福旦,李斌.生物农药 Bt 对水稻鳞翅目害虫的防效[J].安徽农业科学,2015,43(6):129-130,163.CHEN Y J,HUANG F D,LI B.Control effect of biochemical Bt against Lepidopterous pests in rice[J].Journal of Anhui agricultural sciences,2015,43(6):129-130,163(in Chinese with English abstract).
- [11] 冯春水,尹惠平,杨锐,等.激健在稻田农药减量控害中的应用效果[J].中国植保导刊,2016,36(4):61-64.FENG C S,YIN H P,YANG R,et al.Application effect of ‘Jijian’ in pesticide reduction and damage control in rice field[J].China plant protection,2016,36(4):61-64(in Chinese).
- [12] 狄蕊,吴水祥,邱海萍,等.农药增效剂激健在吡蚜酮防治褐飞虱上的应用效果[J].浙江农业科学,2017,58(4):686-687.DI R,WU S X,QU H P,et al.The effect of pesticide synergism on the control of brown planthopper with pyrraopone[J].Journal of Zhejiang agricultural sciences,2017,58(4):686-687(in Chinese).
- [13] 朱松涛,王嵘.“激健”配合三环唑减量使用防治水稻瘟病试验[J].安徽农学通报,2016,22(8):90.ZHU S T,WANG R. ‘Jijian’ combined with reduction tricyclazole control rice blast disease[J].Anhui agricultural science bulletin,2016,22(8):90(in Chinese).
- [14] 王会福,余山红,钟列权,等.肥药双减运筹对单季稻病虫害发生和产量的影响[J].中国农学通报,2018,34(12):136-141. WANG H F,YU S H,ZHONG L Q,et al.Reduction of fertilizer and pesticide;the effect on yield of single cropping rice and occurrence of pests or diseases[J].Chinese agricultural science bulletin,2018,34(12):136-141(in Chinese with English abstract).
- [15] 成晓松,程兆榜,陆凡,等.水稻氮肥后移加保蛛控虫技术模式在肥药减施增效中的实践[J].农业科技通讯,2018(9):221-222.CHENG X S,CHENG Z B,LU F,et al.The practice of the technique model of post-nitrogen fertilizer and spider control in reducing fertilizer application and increasing efficiency in rice[J].Bulletin of agricultural science and technology,2018(9):221-222(in Chinese).

Effects of reduction combinations of fertilizer and pesticide on incidence of main pests and diseases and yield in rice

ZHANG Shu¹, ZHAO Hua², LYU Liang¹, CHANG Xiangqian¹,
YANG Xiaolin¹, YANG Li¹, LU Dianyou², CHEN Mingxue²

1. *Ministry of Agriculture and Rural Affairs Key Laboratory of Integrated Pest Management Crops in Central China/Hubei Province Key Laboratory of Crop Disease, Insect Pests and Weeds Control/Institute for Plant Protection & Soil Fertilizer, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430064, China;*
2. *The Center of Agricultural Technology Extension of Nanzhang County, Xiangyang City, Hubei Province, Nanzhang 441500, China*

Abstract In order to explore the application of fertilizer and pesticide reduction, experiments with two factors and three levels were conducted to compare the effects of different fertilizer and pesticide reduction combinations on the incidence of main diseases and pests and yield in rice. The results showed that the reduction of fertilizer tended to reduce the incidence of disease and insects, whereas the reduction of pesticides had a tendency to increase the incidence of disease and insects. The incidence of rice sheath blight, fourth generation rice planthopper, and rice leaf borer was significantly affected by the reduction of fertilizer. By contrast, the incidence of rice sheath blight, third- and fourth-generation rice planthopper, and rice leaf borer was significantly affected by the reduction of pesticide. However, both reduction of fertilizer and pesticide had no significant effect on the incidence of rice blast, rice false smut, and rice borer. The reduction of fertilizer with approximately 30% significantly affected rice yield, leading to the harvest yield reduction of 10.29%. Compared with the control treatment, the reduction of fertilizer with less than 20% increased the harvest yield of green additive alternative treatment and biological pesticide alternative treatment 0.38% and 2.49%, respectively. It is indicated that biological pesticide and green additive alternative treatment can be used as technical measures for reducing the number of chemical pesticides.

Keywords rice; pesticide and fertilizer reduction; green additive; green development; pests and diseases; control effect; yield; pesticide reduction and damage control

(责任编辑:张志钰)