

罗刚,孙明亮,薛城洋,徐曙,陈开平,卢丽娟.测土配方施肥对水稻生长发育及产量形成的影响[J/OL].大麦与谷类科学,2020,37(1):34-38.https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2020.01.008.

测土配方施肥对水稻生长发育及产量形成的影响

罗刚,孙明亮,薛城洋,徐曙,陈开平,卢丽娟

(江苏省农垦农业发展股份有限公司新洋分公司,江苏射阳 224314)

摘要:以当地优质稻南粳 5718 和糯稻 99-25 为供试材料,根据试验地土壤养分状况,采取减氮增磷增钾的措施,即在基肥中减少氮肥,增加磷钾肥,并在追肥中降低氮肥投入,来研究测土配方施肥技术对当地水稻增产的途径和方法。结果表明,测土配方施肥技术能够通过促进水稻分蘖,提高成穗数,其中南粳 5718 高峰苗较常规施肥处理增加 8.02%,有效茎蘖数增加 5.26%,穗数增加 4.89%;糯稻 99-25 高峰苗较常规施肥处理增加 10.12%,有效茎蘖数增加 4.32%,穗数增加 2.34%。测土配方施肥可以提高抽穗期的叶面积指数(增幅 19.47%),强化水稻的光合能力。在不影响穗粒数和结实率的情况下,测土配方施肥可以增加水稻千粒质量,从而最终提高产量。

关键词:测土配方;减氮;分蘖;光合能力

中图分类号:S511;S146

文献标志码:A

文章编号:1673-6486-20190689

水稻是我国主要的粮食作物之一,也是单位面积产量最高的粮食作物。我国水稻以 27% 的种植面积贡献了 38% 的粮食作物总产^[1],全国有超过 60% 的人口以水稻为主食。我国以世界 18.5% 的水稻种植面积产出了世界近 28% 的稻谷总量^[2],稳居世界首位,不仅为我国农民增收,还为我国乃至世界的粮食安全和生态安全作出重大贡献。水稻栽培技术的创新和进步是水稻产量提高的重要推力之一,而肥料的施用也是水稻栽培技术体系内的重要环节之一。据联合国粮食及农业组织(Food and Agriculture Organization of the United Nations,简称 FAO)统计,肥料对世界粮食增产的贡献率超过 40%,对我国农作物的贡献率为 40.8%^[3]。自 20 世纪 80 年代以来,随着肥料投入的逐年增加,增产幅度却逐年降低,肥料的报酬率骤减^[4]。在此背景下,测土配方施肥技术应运而生,该技术通过现有检测手段,对耕地土壤进行全方位检测,包括土壤有机质、全氮、碱解氮、有效磷、速效钾、多种矿质元素含量及 pH 值等,再根据不同土质条件、相关作物的产量潜力和养分综合管理要求,优化氮、磷、钾等养分配比,有效促进大量元素与微量元素配合,调节和解决作物需肥

与土壤供肥之间的矛盾,最终实现增产增收^[5-6]。但在当前技术水平、服务质量、小户经营等条件的限制下,该技术推广速度缓慢。本试验在前人研究基础上,根据当地土壤养分状况,通过减氮增磷钾的方法,探明其对当地主栽水稻品种分蘖发生、叶面积指数、产量等性状的影响,为当地测土配方施肥技术的推广提供一定的数据支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验地设在江苏省农垦农业发展股份有限公司新洋分公司新星生产区 2 大队 N8 号田(120.28°E、33.68°N,16 008 m²)、新西生产区 27 大队 S4 号田(120.29°E、33.64°N,80 040 m²)。前茬作物为小麦,土壤类型为沙壤土,肥力中等,地势平坦,排灌方便。

1.2 试验材料

供试水稻品种南粳 5718,由江苏神农大丰种业科技有限公司提供。2019 年 6 月 19 日移栽,密度为 2.5 万穴/667 m²,基本苗 11.9 万株/667 m²。糯稻 99-25,由安徽天丰种业有限公司提供。2019 年 6 月 10 日移栽,密度为 2.1 万穴/667 m²,基本苗 9.7 万株/667 m²。

供试肥料:尿素(N 质量分数 ≥ 46.4%),购自

收稿日期:2019-12-12

作者简介:罗刚(1991-),男,硕士,主要从事作物高产栽培及农业推广研究。E-mail:897402391@qq.com。

山西兰花科技创业股份有限公司; 复合肥(N、P₂O₅、K₂O 质量分数均为 15%), 购自江苏中农化肥股份有限公司; 二铵(N 质量分数为 18%, P₂O₅ 为 46%), 购自瓮福(集团)有限责任公司。

1.3 试验方法

2 大队 N8 号田为南粳 5718 肥料试验, N8E 8 004 m² 为测土配方, N8W 8 004 m² 为常规施肥; 27 大队 S4 号田为糯稻 99-25 的肥料试验, S4E 40 020 m² 为测土配方, S4W 40 020 m² 为常规施肥。

表 1 测土配方施肥试验设计

kg/667 m²

品种	处理	田号	基肥			分蘖肥 1	分蘖肥 2	促花肥		保花肥	肥料总量		
			尿素	复合肥	二铵	尿素	尿素	尿素	复合肥	尿素	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
南粳 5718	测土配方	2N8E	8	25	7.5	10	10.0	10.0	10	6.0	27.0	8.7	5.3
	常规施肥	2N8W	10		10.0	10	12.5	12.5	10	7.5	27.7	6.1	1.5
糯稻 99-25	测土配方	27S4E	6	20	6.0	10	10.0	9.0	10	6.0	24.6	7.3	4.5
	常规施肥	27S4W	10		10.0	10	10.0	12.5	10	7.5	26.5	6.1	1.5

1.4 调查内容和方法

1.4.1 茎蘖动态定点调查。移栽后详细调查基本苗, 每隔 7 d 调查叶龄和茎蘖数(主茎和分蘖的总和)。

1.4.2 叶面积调查。抽穗期详细调查水稻植株各部位叶片的叶面积, 有效分蘖的叶片为有效叶, 其最上 3 张叶片为高效叶, 并计算叶面积指数。计算公式: 叶面积 = 待测叶叶长 × 待测叶叶宽 × 校正系数 0.75; 叶面积指数 = 地上部总叶面积 / 土地面积。

1.4.3 产量调查。成熟期详细调查穗粒结构, 并割方测产。单穴库容量 = 单穴总颖花量 × 饱粒千粒质量。

1.5 数据处理与分析

以 Excel 2010 进行数据处理及图表绘制, 用 t-检验进行组间比较。

2 结果与分析

2.1 测土配方施肥对水稻茎蘖动态的影响

由图 1 可知, 南粳 5718 测土配方施肥处理的茎蘖数从分蘖初期便高于常规处理, 并一直保持优势, 其中测土配方处理的高峰苗较常规处理增加 8.02%, 至 8 月 21 日, 测土配方处理的有效茎蘖数较常规处理增加 5.26%。

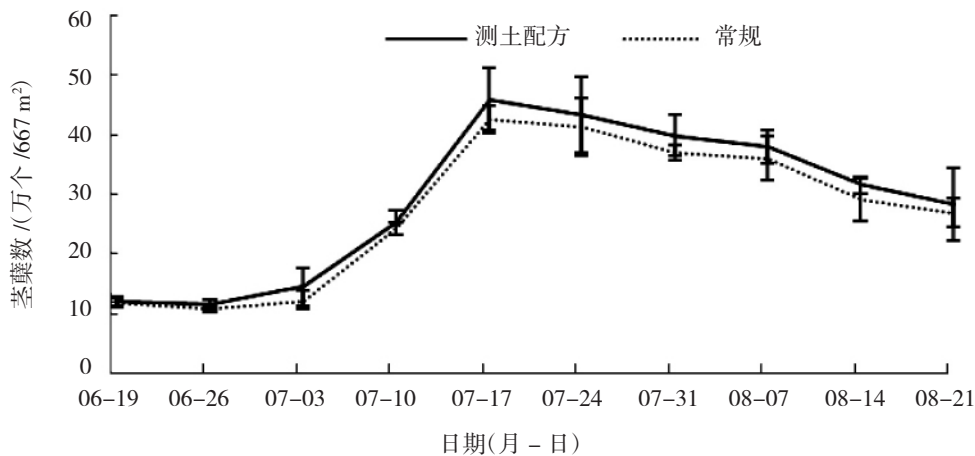


图 1 测土配方施肥对南粳 5718 茎蘖动态的影响

由图2可知,糯稻99-25测土配方施肥处理的茎蘖动态与南粳5718几乎保持一致,测土配方施肥处理的水稻茎蘖数均高于常规施肥处理,其中测

土配方施肥处理的高峰苗较常规施肥处理增加10.12%,至8月21日,测土配方施肥处理的水稻有效茎蘖数较常规处理增加4.32%。

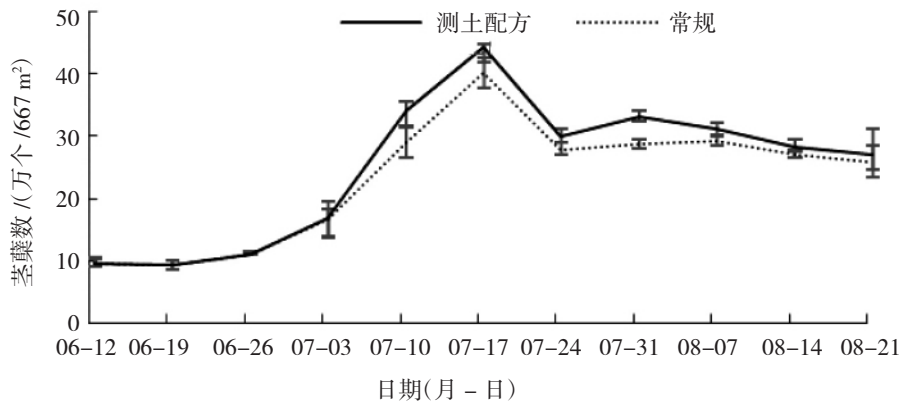


图2 测土配方施肥对糯稻99-25茎蘖动态的影响

2.2 测土配方施肥对糯稻99-25源库的影响

由表2可知,糯稻99-25测土配方施肥处理水稻在抽穗期的高效叶面积、有效叶面积、叶面积指数和库容量均高于常规施肥处理,增幅分别为

16.61%、19.51%、19.47%、10.78%。*t*-检验显示处理间库容量的差异达显著水平($P < 0.05$),高效叶面积、有效叶面积和叶面积指数的差异均未达显著水平。

表2 测土配方施肥对糯稻99-25源库的影响

处理	高效叶面积/(cm²/穴)	有效叶面积/(cm²/穴)	叶面积指数	库容量/(g/穴)
测土配方	1 138.43	1 852.96	5.83	42.34
常规施肥	976.25	1 550.52	4.88	38.22
<i>P</i>	0.064	0.107	0.106	0.014

注: $P < 0.05$ 表示不同处理间差异显著, $P < 0.01$ 表示差异极显著。表3、表4同。

2.3 测土配方施肥对水稻产量及其构成因素的影响

由表3可知,南粳5718测土配方施肥处理的理论产量和实际产量均高于常规施肥处理,增幅分别为10.44%、5.34%。在产量构成因素方面,测土配方施肥处理的穗数、穗粒数、千粒质量均高于常规

施肥处理,增幅分别为4.89%、0.09%、5.55%,测土配方处理的结实率低于常规施肥处理,降幅0.32%。*t*检验表明,测土配方处理和常规施肥处理间理论产量达极显著差异($P < 0.01$),实际产量达显著差异($P < 0.05$),千粒质量达显著差异($P < 0.05$),穗数、穗粒数、结实率的差异均未达显著水平。

表3 测土配方施肥对南粳5718产量及其构成因素的影响

处理	穗数/(万个/667 m²)	穗粒数/(粒/穗)	结实率/%	千粒质量/g	理论产量/(kg/667 m²)	实际产量/(kg/667 m²)
测土配方	21.67	134.12	87.20	30.60	775.42	732.33
常规施肥	20.66	134.00	87.48	28.99	702.09	695.20
<i>P</i>	0.099	0.984	0.842	0.034	0.008	0.016

由表4可知,糯稻99-25测土配方处理的理论产量和实际产量均高于常规施肥处理,增幅分别为8.21%、2.50%。在产量构成因素方面,测土配方处理的穗数、穗粒数、结实率、千粒质量均高于常规施肥处理,增幅分别为2.34%、1.63%、0.02%、3.97%。 t -

检验表明,测土配方处理和常规施肥处理间千粒质量达极显著差异($P < 0.01$),实际产量达显著差异($P < 0.05$),理论产量、穗数、穗粒数、结实率的差异均未达显著水平。

表4 测土配方施肥对糯稻99-25产量及构成因素的影响

处理	穗数 / (万个 /667 m ²)	穗粒数 / (粒 / 穗)	结实率 / %	千粒质量 / g	理论产量 / (kg/667 m ²)	实际产量 / (kg/667 m ²)
测土配方	24.04	123.06	96.07	29.36	834.70	746.30
常规施肥	23.49	121.09	96.05	28.24	771.37	728.07
P	0.122	0.728	0.951	0.002	0.087	0.025

2.4 测土配方施肥对水稻经济效益的影响

由表5可知,从产量来看,南粳5718和糯稻99-25的测土配方处理较常规施肥处理分别增加73.33、63.33 kg/667 m²,收入分别增加175.99、202.66元/667 m²。在肥料成本和额外农机成本上,南粳

5718和糯稻99-25的测土配方处理较常规处理分别增加33.33、16.64元/667 m²。扣除成本,南粳5718和糯稻99-25的测土配方处理较常规处理的净效益分别为142.66、186.02元/667 m²。

表5 测土配方施肥对2种水稻经济效益的影响

品种	处理	产量 / (kg/667 m ²)	粮价 / (元 /kg)	肥料成本 / (元 /667 m ²)			额外农机成本 / (元 /667 m ²)	净效益 / (元 /667 m ²)
				尿素	复合肥	二铵		
南粳5718	测土配方	775.42	2.40	97.68	78.40	21.90	3.50	142.66
	常规施肥	702.09		116.55	22.40	29.20	0	
糯稻99-25	测土配方	834.70	3.20	91.02	67.20	17.52	3.50	186.02
	常规施肥	771.37		111.00	22.40	29.20	0	

3 结论

在茎蘖动态方面,测土配方施肥处理对南粳5718和糯稻99-25的影响差异较小,其茎蘖数从分蘖初期至有效分蘖终止期均高于常规施肥处理,并最终提高穗数4.89%。

叶面积指数和单位面积库容量是衡量作物源库数量与质量的重要指标。测土配方施肥处理在抽穗期的叶面积指数、库容量分别较常规施肥处理增幅19.47%、10.78%,为高产打下了良好的基础。

在产量方面,测土配方施肥处理的理论产量和实际产量分别较常规施肥处理增幅8.21%、2.50%。从产量构成因素来看,测土配方施肥处理促进产量增加的主要途径是提高了穗数(2.34%)和千粒质量(3.97%),对穗粒数和结实率的影响不大。

4 讨论

测土配方施肥技术规范自2000年提出,2005年开始全面推广^[7-8],经过了20年的发展,已在全国各地处处开花^[9]。江苏省研制的“测土配方施肥专家系统”已覆盖全省行政区域,通过触按相应按钮,便可以实现对应的功能,还可以选择地点,放大或缩小地图,屏幕上便会显示该地区的卫星照片,点击某块条田后,便会自动弹出施肥方案推荐卡,从推荐卡中可以清楚地看出,土壤中相关养分含量、目标产量及对应的施肥方案,还可以通过调整目标产量来选用不同的施肥方案。当前,还可以通过短信、手机APP、微信公众号来获取这些信息。

本试验表明,前期减氮增施磷钾肥,能够促进水稻分蘖,保证其穗数优势,能够显著提高叶面积

指数,大大增强植株的光合作用能力,以此提高千粒质量,并在产量各因素的综合作用下,显著提高产量,最终实现增收。

致谢:

感谢江苏省农垦农业发展股份有限公司现代农业研究院专家于洪喜对本地区土壤进行统一检测并提供详细的土壤养分数据,特别感谢江苏省盐城农垦农业科学研究所专家王升指导配置本研究的测土配方方案,并感谢江苏省农垦农业发展股份有限公司东辛分公司在试验设计和过程中提供的帮助。

参考文献:

[1] 朱德峰,陈惠哲,徐一成,等. 我国双季稻生产机械化制约因子与发展对策[J]. 中国稻米,2013,19(4):1-4.

- [2] 朱德峰,张玉屏,陈惠哲,等. 中国水稻高产栽培技术创新与实践[J]. 中国农业科学,2015,48(17):3404-3414.
- [3] 石元亮,王玲莉,刘世彬,等. 中国化学肥料发展及其对农业的作用[J]. 土壤学报,2008,45(5):852-864.
- [4] 谷洁,高华. 提高化肥利用率技术创新展望[J]. 农业工程学报,2000,16(2):17-20.
- [5] 王伟妮,鲁剑巍,何予卿,等. 氮、磷、钾肥对水稻产量、品质及养分吸收利用的影响[J]. 中国水稻科学,2011,25(6):645-653.
- [6] 宋建军. 论测土配方施肥技术推广与应用[J]. 农业开发与装备,2019(8):130,118.
- [7] 高祥照. 我国测土配方施肥进展情况与发展方向[J]. 中国农业资源与区划,2008(1):7-10.
- [8] 自由路,杨俐苹. 我国农业中的测土配方施肥[J]. 土壤肥料,2006(2):3-7.
- [9] 张成玉,肖海峰. 我国测土配方施肥技术增收节支效果研究——基于江苏、吉林两省的实证分析[J]. 农业技术经济,2009(3):44-51.

Effects of Soil Testing and Formulated Fertilization on the Growth and Yield Formation of Rice

LUO Gang, SUN Ming-liang, XUE Cheng-yang, XU Shu, CHEN Kai-ping, LU Li-juan

(Xinyang Branch of Jiangsu Provincial Reclamation Agricultural Development Co., LTD., Sheyang 224314, China)

Abstract: Using the rice cultivar Nanjing 5718 and the glutinous rice cultivar 99-25 as experimental materials, this study investigated the effects of soil testing and formulated fertilization technology on rice yield in Sheyang area, Jiangsu Province. According to the soil nutrient status of the test site, we reduced the nitrogen application rate but increased application rates of phosphorus and potassium fertilizers, which was achieved mainly by reducing the nitrogen fertilizer application rate and increasing application rates of phosphorus and potassium fertilizers in base fertilizers, and also reducing the nitrogen fertilizer application rate in the top dressing. The results showed that application of the soil testing and formulated fertilization technology in this area produced beneficial effects on rice growth and yield as follows. First, it improved panicle number by increasing tiller number as compared with conventional fertilization treatment; for Nanjing 5718, the peak seedling number per 667 m² increased by 8.02%, the effective tiller number per 667 m² rose by 5.26%, and the panicle number per 667 m² rose by 4.89%; for the glutinous rice cultivar 99-25, the peak seedling number per 667 m² rose by 10.12%, the effective tiller number per 667 m² increased by 4.32%, and the panicle number per 667 m² increased by 2.34%. Second, the formulated fertilization technology enhanced the photosynthetic capacity of rice via improving the leaf area index by 19.47% at the heading stage. Third, for both cultivars, the formulated fertilization elevated the average weight of 1 000 grains without affecting grain number per ear and seed setting rate and thus finally increased the yields. This study provides a reference for promoting the technology of soil testing and formulated fertilization.

Key Words: Soil testing and formulated fertilization; Nitrogen reduction; Tiller; Photosynthetic capacity

本刊常用计量单位符号简介

为执行国务院发布的《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》的规定,根据中华人民共和国国家标准(GB3100~3102-93)《量和单位》,现将本刊常用的计量单位符号介绍如下,希广大作者遵照执行。

时间:日(天)-d;表格(月/日)应用(月-日),如2/30应用02-30;时-h;分-min;秒-s;质量:吨-t;公斤(千克)-kg;克-g;毫克-mg;微克-μg;纳克-ng;体积:升-L;毫升-mL;微升-μL;浓度:克分子浓度(M):废用,改为摩尔/升(mol/L);当量浓度(N):废用,换算成相应的mol/L;ppm换算为相应的mg/kg、μL/L、μmol/mol等;压强:帕(斯卡)-Pa;面积:亩-667 m²,万亩换算为万hm²。