

# 测土配方施肥对佛冈县水稻栽培的影响

周小武 (广东省佛冈县农业技术推广中心, 广东清远 511600)

**摘要** [目的]探讨配方施肥对佛冈县水稻生产的影响。[方法]以广东省佛冈县汤塘镇为试验地点,通过田间试验,研究了配方施肥和常规施肥对水稻产量、养分吸收、肥料利用率和经济效益的影响。[结果]配方施肥处理产量达 7 014.3 kg/hm<sup>2</sup>,较常规施肥增产 14.22%,较空白对照增产 46.82%;净收益较常规处理增加了 3 497.7 元/hm<sup>2</sup>,较空白对照增加了 7 267.2 元/hm<sup>2</sup>;肥料利用率较常规施肥提高了 19.36 个百分点。[结论]初步确定佛冈县合理的水稻施肥配方为 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=9.6:2.4:7.2。

**关键词** 配方施肥;水稻;生长发育;肥料利用率

中图分类号 S511;S147.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)14-159-03

## Effects of Soil Testing and Formula Fertilization on Rice Cultivation in Fogang County

ZHOU Xiao-wu (Fogang Agricultural Technology Extension Center, Qingyuan, Guangdong 511600)

**Abstract** [Objective] The aim was to discuss effects of formula fertilization on rice production in Fogang County. [Method] With Tangtang Town, Fogang County in Guangdong Province as test site, through field experiment, effects of formula fertilization and conventional fertilization on rice yield, nutrient absorption, fertilizer utilization rate and economic benefits were studied. [Result] The result showed that yield of formula fertilization was 7 014.3 kg/hm<sup>2</sup>, increasing 14.22% than conventional fertilization and 46.82% than blank control; net profit was increased 3 497.7 yuan/hm<sup>2</sup> compared with conventional fertilization and 7 267.2 yuan/hm<sup>2</sup> than blank control, the fertilizer use efficiency of formula fertilization was 19.36% higher than conventional fertilization. [Conclusion] The reasonable formula fertilization of rice was N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=9.6:2.4:7.2 in Fogang County.

**Key words** Formula fertilization; Rice; Growth and development; Fertilizer use efficiency

水稻传统施肥方式为人工撒施,不同时期养分供应与需求不平衡,难以满足水稻整个生长期对养分平衡的需求。此外,过度施用化肥,大量养分流失,易造成环境污染<sup>[1-6]</sup>。测土配方施肥可协调作物需肥与土壤供肥之间的矛盾,有针对性地补充作物所需营养元素,满足作物均衡吸收各种营养,维持土壤肥力水平,避免浪费肥料、破坏土壤环境以及污染大气、水环境,实现化肥在农业生产中的正面作用最大化与负面效应最小化<sup>[7-9]</sup>。佛冈县测土配方施肥是经过该县连续 5 年各镇田间试验以及土样化验结果总结得出,适合该县各镇大部分水稻田使用。因此,笔者研究了测土配方施肥对水稻产量、经济效益的影响,旨在为水稻科学种植提供科学依据。

## 1 材料与与方法

**1.1 试验地概况** 试验于 2014 年 3~7 月在广东省清远市佛冈县汤塘镇高岭村进行。试验地块位于高岭村委会南侧,海拔 25 m,无霜期 343 d,常年平均降雨量 2 186.7 mm,年有效积温 7 681.7 °C,属亚热带季风气候,高温多雨,雨量丰沛,沟渠配套,排灌条件良好。前茬作物为水稻。供试土壤为水稻土,土类为渗育型水稻土亚类洪积黄红泥田土种。土壤 pH 为 5.22,有机质含量 4.17 g/kg,碱解氮含量 73.06 mg/kg,速效磷含量 7.61 mg/kg,速效钾含量 61.15 mg/kg。

**1.2 试验材料** 供试作物为水稻,品种为美香占。供试肥料为配方肥(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=24-6-18)、尿素(含 N 46.4%)、磷肥(含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12.0%)、氯化钾(含 K<sub>2</sub>O 60.0%)。

**1.3 试验设计** 采用随机区组试验,每小区面积 667 m<sup>2</sup>,设配方施肥、常规施肥和空白对照 3 个处理(表 1)。配方施肥

处理根据当地“3414”肥效试验施肥方法、推荐施肥量及供试试验田块土壤养分状况确定施肥总量和施肥时期;常规施肥处理按当地农民施肥习惯确定施肥总量和施用时期;空白对照处理不施任何肥。每处理 3 次重复。配方施肥与常规施肥处理施肥总量一致,配方施肥处理氮、磷、钾由配方肥提供,常规施肥处理氮、磷、钾由尿素、磷肥和氯化钾提供。

表 1 各处理施肥量

Table 1 Fertilization amount in each treatment kg/hm<sup>2</sup>

处理 Treatment	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
配方施肥 Formula fertilization	144	36	108
常规施肥 Conventional fertilization	180	45	60
空白对照(CK) Blank control	0	0	0

**1.4 田间管理** 于 2014 年 3 月 9 日播种,4 月 1 日移栽,7 月 10 日收获。配方施肥处理于 4 月 1 日移栽时撒施基肥,施配方肥(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=24-6-18)240.0 kg/hm<sup>2</sup>;4 月 8 日施分蘖肥,施配方肥 240.0 kg/hm<sup>2</sup>;5 月 1 日施孕穗肥,施配方肥 120.0 kg/hm<sup>2</sup>。习惯施肥处理于 4 月 1 日移栽时撒施基肥,施尿素 150.0 kg/hm<sup>2</sup>,磷肥 375.0 kg/hm<sup>2</sup>,钾肥 97.5 kg/hm<sup>2</sup>;4 月 8 日施分蘖肥,施尿素 150.0 kg/hm<sup>2</sup>;5 月 16 日施孕穗肥,施尿素 90.0 kg/hm<sup>2</sup>。各小区栽插密度一致(270 000 穴/hm<sup>2</sup>),其他管理措施一致。

## 1.5 测定项目与方法

**1.5.1 土壤理化性状的测定。**采用电位法测定 pH;采用重铬酸钾容量法测定土壤有机质含量;采用碱解扩散法测定土壤碱解氮含量;采用钼锑抗比色法测定土壤速效磷含量;采用火焰光度法测定土壤速效钾含量。

**1.5.2 植株生长及养分指标的测定。**测定株高,测量 3 次取均值;在每小区中央随机选定 1 m<sup>2</sup> 测定有效穗数;每处理

作者简介 周小武(1967-),男,广东佛冈人,农艺师,从事土壤肥料研究。

收稿日期 2016-04-19

取9株水稻带回室内进行考种,烘干(14%的标准含水量),称重,考察穗粒数、结实率及千粒重等;样品收获后,将稻谷和秸秆分开,于105℃杀青30min后,70~80℃烘至恒重,称重得植株生物量;植株 $H_2SO_4-H_2O_2$ 联合消煮后,采用蒸馏法测定全氮含量,钼锑抗比色法测定全磷含量,火焰光度法测定全钾含量<sup>[10]</sup>。

**1.6 数据统计** 试验数据采用Microsoft Excel 2010(Microsoft Company)进行平均数和标准差计算,并且利用SAS 9.0软件统计差异显著性检验。

## 2 结果与分析

**2.1 不同处理对水稻生物学性状的影响** 由表2可知,配方施肥和常规施肥处理对水稻的生长均具有促进作用。其中,配方施肥处理的穗长显著长于CK。配方施肥和常规施肥处理的穗粒数分别较CK多40和26个,差异达显著水平,其中配方施肥处理显著高于常规施肥处理。配方施肥处理的实粒数与穗粒数显著高于常规施肥处理和CK。这说明配方施肥可显著促进水稻生长。

**2.2 不同处理对水稻经济效益的影响** 由表3可知,与常

表2 不同处理对水稻生物学性状的影响

Table 2 Effects of different treatments on biological characters of rice

处理 Treatment	株高 Plant height cm	穗长 Spike length cm	穗粒数 Grain number per spike //个	实粒数 Solid grain number //个	结实率 Seed-setting rate // %	千粒重 1 000-grain weight // g
配方施肥 Formula fertilization	90.7 ± 0.6a	21.3 ± 0.4a	138 ± 4a	109 ± 1a	79.3 ± 0.9b	25.5 ± 0.2a
常规施肥 Conventional fertilization	90.2 ± 0.4a	20.3 ± 0.6ab	124 ± 3b	100 ± 1b	80.6 ± 1.5b	25.7 ± 0.2a
空白对照(CK) Blank control	88.3 ± 1.1a	19.4 ± 0.3b	98 ± 4c	86 ± 3c	87.7 ± 0.9a	26.1 ± 0.3a

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著( $P < 0.05$ )。

Note: Different lowercases in the same column stand for significant difference ( $P < 0.05$ ).

规施肥处理相比,配方施肥处理的增产率达14.22%,净收益增加了3 497.7元/hm<sup>2</sup>;与CK相比,增产率达46.82%,净收

益增加了7 267.2元/hm<sup>2</sup>。这说明在佛冈县实行配方施肥可实现增产增收。

表3 不同处理对水稻经济效益的影响

Table 3 Effects of different treatments on rice economic benefits

处理 Treatment	产量 Yield // kg/hm <sup>2</sup>	总收益 Total income // 元/hm <sup>2</sup>	肥料成本 Fertilizer cost // 元/hm <sup>2</sup>	净收益 Net profit // 元/hm <sup>2</sup>
配方施肥 Formula fertilization	7 014.3 ± 305.1a	28 057.2	1 680.0	26 377.2
常规施肥 Conventional fertilization	6 141.0 ± 186.2b	24 564.0	1 684.5	22 879.5
空白对照(CK) Blank control	4 777.5 ± 191.5c	19 110.0	0	19 110.0

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著( $P < 0.05$ )。肥料价格分别为尿素2.4元/kg,过磷酸钙0.8元/kg,氯化钾4.6元/kg,配方肥2.8元/kg。稻谷收购价格为4元/kg。

Note: Different lowercases in the same column stand for significant difference ( $P < 0.05$ ). The price of urea, calcium superphosphate, potassium chloride, formula fertilizer and paddy rice purchase was 2.4, 0.8, 4.6, 2.8, 4 yuan/kg, respectively.

**2.3 不同处理对水稻养分状况的影响** 由表4可知,配方施肥处理稻谷和秸秆的全氮含量显著高于CK,分别高出1.5和4.7 g/kg。常规施肥处理稻谷和秸秆的全氮含量均高于CK。配方施肥和常规施肥处理稻谷的全磷含量高于CK。

各处理稻谷和秸秆的全钾含量从大到小依次为配方施肥处理、常规施肥处理、CK。结果表明,配方施肥可提高水稻植株养分含量。

表4 不同处理对水稻养分状况的影响

Table 4 Effects of different treatments on rice nutrient status

处理 Treatment	稻谷 Paddy			秸秆 Straw		
	全氮 TN	全磷 TP	全钾 TK	全氮 TN	全磷 TP	全钾 TK
配方施肥 Formula fertilization	11.3 ± 0.5a	5.6 ± 0.2a	5.8 ± 0.2a	9.6 ± 0.4a	2.9 ± 0.1c	15.3 ± 0.3a
常规施肥 Conventional fertilization	12.5 ± 0.6a	5.7 ± 0.3a	4.0 ± 0.1b	9.7 ± 0.3a	4.3 ± 0.1a	12.2 ± 0.2b
空白对照(CK) Blank control	9.8 ± 0.6b	4.3 ± 0.2b	3.1 ± 0.1c	4.9 ± 0.1b	3.3 ± 0.1b	10.6 ± 0.2c

**2.4 不同处理对肥料利用率的影响** 由表5可知,配方施肥处理氮、磷、钾肥利用率均高于常规施肥处理,分别高出16.27、8.91、19.78个百分点。肥料综合利用率也表现为配方施肥处理高于常规施肥处理。结果表明,配方施肥可以有效提高肥料养分离率。

麦、玉米和马铃薯等作物上有同样的增产效益<sup>[11-13]</sup>。配方施肥虽然投入成本比常规施肥稍高,但净效益增加了3 497.7元/hm<sup>2</sup>。由于配方施肥各养分平衡施用,肥料综合利用率提高了19.36个百分点。这进一步验证了配方施肥对水稻养分利用率的提高有促进作用,同时还可实现增收<sup>[14-15]</sup>。佛冈地区水稻施肥配方 $N: P_2O_5: K_2O = 9.6: 2.4: 7.2$ 比较合理,可在推广该配方的基础上研究更佳配方,进一步提高水稻产量和效益。

## 3 结论与讨论

(1) 该研究结果表明,配方施肥比常规施肥增产14.22%,较CK增产46.82%。配方施肥增产效果明显,在小

表 5 不同处理对肥料利用率的影响

Table 5 Effects of different treatments on fertilizer utilization rate

%

处理 Treatment	氮肥利用率 N fertilizer utilization rate	磷肥利用率 P fertilizer utilization rate	钾肥利用率 K fertilizer utilization rate	肥料综合利用率 Fertilizer comprehensive utilization rate
配方施肥 Formula fertilization	53.02	64.58	76.53	63.28
常规施肥 Conventional fertilization	36.75	55.67	56.75	43.92

(2)水稻的生长受气候、土壤、肥料种类、水肥管理措施等因素的影响<sup>[16-17]</sup>。当选择其他品种或不同区域种植时,配方施肥对水稻的影响则有待进一步研究。配方施肥对佛冈县其他作物的影响亦有待进一步研究。

### 参考文献

- [1] SINGH J, KAUR L, OGAWA Y. Importance of chemistry, nutrition and technology in rice processing[J]. Food Chem, 2016, 191: 1.
- [2] 王伟妮. 基于区域尺度的水稻氮磷钾肥料效应及推荐施肥量研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2014: 175.
- [3] 杨林章, 冯彦房, 施卫明, 等. 我国农业面源污染治理技术研究进展[J]. 中国生态农业学报, 2013, 21(1): 96-101.
- [4] GUAN G, TU S, YANG J, et al. A field study on effects of nitrogen fertilization modes on nutrient uptake, crop yield and soil biological properties in rice-wheat rotation system[J]. Agricultural sciences in China, 2011, 10(8): 1254-1261.
- [5] LI Y L, CHEN X, SHAMSI I H, et al. Effects of irrigation patterns and nitrogen fertilization on rice yield and microbial community structure in paddy soil[J]. Pedosphere, 2012, 22(5): 661-672.
- [6] LIANG X Q, CHEN Y X, LI H, et al. Modeling transport and fate of nitrogen from urea applied to a near-trench paddy field[J]. Environmental

pollution, 2007, 150(3): 313-320.

- [7] 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.
- [8] 李秋霞, 黄驰超, 潘根兴. 基于资源环境管理角度推进测土配方施肥的方法探讨[J]. 中国农学通报, 2014(8): 167-175.
- [9] 高祥照. 我国测土配方施肥进展情况及发展方向[J]. 中国农业资源与区划, 2008, 29(1): 7-10.
- [10] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [11] 蒋福祯. 马铃薯需肥特性及其测土配方施肥技术[J]. 农技服务, 2008, 25(3): 28-29.
- [12] 汤泽恩, 朱友峰, 吴昊. 小麦测土配方施肥“3414”田间肥料效应试验研究[J]. 安徽农学通报, 2010, 16(10): 51-53.
- [13] 侯云鹏, 谢佳贵, 尹彩侠, 等. 测土配方施肥对玉米产量及化肥利用率的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(18): 9452-9454.
- [14] 李伯欣, 冯道炼, 周柏权, 等. 珠海市水稻测土配方施肥田间肥效试验及应用效果[J]. 广东农业科学, 2011, 38(14): 66-68.
- [15] 文建平. 测土配方施肥对水稻经济性状、产量及经济效益的影响[J]. 江西农业学报, 2013, 25(1): 52-54, 59.
- [16] 钟育海, 郑小江, 秦光才, 等. 恩施州迟熟组水稻新品种试验鉴定与评价[J]. 湖北民族学院学报(自然科学版), 2015(4): 430-434.
- [17] 李静. 2种生态条件下水稻生育期和产量构成差异对比[J]. 西南农业学报, 2015(4): 1450-1454.

(上接第 154 页)

体系, 结合 BiFC 技术发现 ZmMAPK5 和 ZmbZIP72 在植物体内存在蛋白互作, 且相互作用发生在细胞核中。该研究结果为 MAPK 在玉米逆境胁迫响应途径中的机理研究提供了思路。

### 参考文献

- [1] LEWIS T S, SHAPIRO P S, AHN N G. Signal transduction through MAP kinase cascades[J]. Advances in cancer research, 1998, 74: 49-139.
- [2] 丁洋, 赵瑞瑞, 申琳, 等. MAPKs 在植物逆境信号转导中的作用[J]. 北京农学院学报, 2009, 24(3): 77-80.
- [3] HOLMBERG C, TRAN S E, ERIKSSON J E, et al. Multisite phosphorylation provides sophisticated regulation of transcription factors[J]. Trends in biochemical science, 2002, 27: 619-627.
- [4] ZHANG A Y, JIANG M Y, ZHANG J H, et al. Mitogen-activated protein kinase is involved in abscisic acid-induced antioxidant defense and acts downstream of reactive oxygen species production in leaves of maize plants[J]. Plant physiology, 2006, 141: 475-487.
- [5] MA F F, NI L, LIU L B, et al. ZmABA2, an interacting protein of ZmMPK5, is involved in abscisic acid biosynthesis and functions[J]. Plant

biotechnology journal, 2016, 14: 771-782.

- [6] YING S, ZHANG D F, FU J, et al. Cloning and characterization of a maize bZIP transcription factor, ZmbZIP72, confers drought and salt tolerance in transgenic *Arabidopsis*[J]. Planta, 2011, 235(2): 253-266.
- [7] HU C D, CHINENOV Y, KERPPOLA T K. Visualization of interactions among bZIP and Rel family proteins in living cells using bimolecular fluorescence complementation[J]. Mol Cell, 2002, 9: 789-798.
- [8] HU C D, KERPPOLA T K. Simultaneous visualization of multiple protein interactions in living cells using multicolor fluorescence complementation analysis[J]. Nature biotechnol, 2003, 21: 539-545.
- [9] WALTER M, CHABAN C, SCHUTZE K, et al. Visualization of protein interactions in living plant cells using bimolecular fluorescence complementation[J]. Plant J, 2004, 40: 428-438.
- [10] CHEN S B, TAO L Z, ZENG L R, et al. A highly efficient transient protoplast system for analyzing defence gene expression and protein-protein interactions in rice[J]. Mol Plant Pathology, 2006, 7(5): 417-427.
- [11] CITOVSKY V, LEE L Y, VYAS S, et al. Subcellular localization of interacting proteins by bimolecular fluorescence complementation in planta[J]. J Mol Biol, 2006, 362: 1120-1131.
- [12] XU J, LI H D, CHEN L Q, et al. A protein kinase, interacting with two calcineurin B-like proteins, regulates K<sup>+</sup> transporter AKT1 in *Arabidopsis*[J]. Cell, 2006, 125: 1347-1360.