

2008 年绩溪县水稻“3414”肥料效应田间试验报告^①

王华良, 何小卫

(绩溪县土肥站, 安徽绩溪 245300)

摘要: 通过“3414”回归最优设计原理设置的水稻肥效试验, 获得了肥料效应函数方程, 由此数学模型得出: 理论N、P、K最佳施肥量为纯N 144.38 kg/hm²、P₂O₅ 38.38 kg/hm²、K₂O 67.02 kg/hm², N:P₂O₅:K₂O为1:0.27:0.46时, 最佳经济产量为9146.63 kg/hm²。综合分析不同推荐施肥方法的推荐施肥量, 结合当地实际, 建议推荐施肥量分别为尿素(N, 460 g/kg)总量322.34 kg/hm²、过磷酸钙(P₂O₅, 120 g/kg)314.84 kg/hm²、氯化钾(K₂O, 600 g/kg)112.44 kg/hm²。

关键词: 水稻; “3414”肥效试验; 施肥模型; 推荐施肥量

中图分类号: S11+1

2005 年中央一号文件提出“搞好沃土工程建设, 推广测土配方施肥”后, 农业部在全国组织实施了大规模的测土配方施肥行动^[1]。各地有关水稻方面的测土配方研究报道陆续出现^[2-22]。

按照农业部“测土配方施肥项目的技术规范”和“安徽省‘3414’肥效田间试验总体方案”要求, 于2008年绩溪县瀛州乡瀛州村进行了水稻“3414”肥效试验, 本文为相关试验的研究结果。

1 材料和方法

1.1 供试材料

1.1.1 供试田块 试验地为农户章利生家约0.2 hm²稻旱轮作田(N30°03′38.9″, E118°:39′:13.3′, 海拔184.3 m), 该地区地势平坦, 属冲积平原, 灌溉能力较强, 排水能力中等。前茬油菜产量为油菜籽2248.88 kg/hm²。土壤质地为轻壤土。试验实施前耕层(0~20 cm)土壤属性为: pH 5.3, 有机质34.3 g/kg, 全N 1.84 g/kg, 有效P 6.30 mg/kg, 速效K 54 mg/kg, 属于中等肥力。

1.1.2 供试肥料与水稻品种 供试肥料为含N 460 g/kg的尿素(山东省东平湖产), 含P₂O₅ 120 g/kg的颗粒型过磷酸钙(铜陵铜官山产), 含K₂O 600 g/kg的氯化钾(红钾, 俄罗斯产)。供试品种为籼优9019号。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 以N肥、P肥和K肥为变量因子, 采用“3414”正交设计方案, 每种肥料因子设4

级用量水平3次重复, 全部试验共设42个, 肥料用量及组合处理见表1。试验处理随机排列, 试验小区规格为2.5 m×8 m, 各处理小区间打土埂并用塑料薄膜覆盖, 以防漫灌渗漏串肥。

1.2.2 肥料施用情况 依据作物栽培规程和需肥规律, 参试肥料因子中N肥总量的60%播种前基施, 40%用于追施, P肥和K肥全部基施; 不施农家肥。基肥施用时间为5月26号移栽前撒施, 追肥施用时间为6月4号。

1.2.3 田间管理情况 水稻播种时间为4月20日, 移栽时间为5月26日, 将不同处理肥料精确称量, 手撒基施均匀, 旱整平。采用旱育稀植规范化栽培技术措施, 移栽密度为28 cm×17 cm。灌水、防治病虫害同大田生产。水稻苗期调查水稻基本苗及分蘖情况; 记载各处理的生长发育时期, 调查群体动态变化; 成熟期2007年9月29号各处理组合取样20株考察统计产量构成因素, 每小区分3点, 每点选1 m²面积测产, 收获时去掉边行, 实脱计产。

2 结果与分析

2.1 模型的建立与检验

42个小区的产量结果见表2。

按照二次回归方程的一般模型:

$$\hat{y} = b_0 + \sum_{j=1}^p b_j x_j + \sum_{i < j} b_{ij} x_i x_j + \sum_{j=1}^p b_{jj} x_j^2 \quad (1)$$

^①基金项目: 农业部、农办财补贴资金项目“绩溪县测土配方施肥”资助。

作者简介: 王华良(1956—), 男, 安徽绩溪人, 高级农艺师, 主要从事农技推广工作。E-mail: hexiaowei456@163.com

表 1 试验处理

Table 1 Treatments of 3414 fertilizer response experiment

处理	编码				水平 (kg/hm ²)		
	x_0	x_1	x_2	x_3	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	1	0	0	0	0	0	0
2	1	0	2	2	0	44.98	67.47
3	1	1	2	2	74.96	44.98	67.47
4	1	2	0	2	149.93	0	67.47
5	1	2	1	2	149.93	22.49	67.47
6	1	2	2	2	149.93	44.98	67.47
7	1	2	3	2	149.93	67.47	67.47
8	1	2	2	0	149.93	44.98	0
9	1	2	2	1	149.93	44.98	33.73
10	1	2	2	3	149.93	44.98	101.20
11	1	3	2	2	224.89	44.98	67.47
12	1	1	1	2	74.96	22.49	67.47
13	1	1	2	1	74.96	44.98	33.73
14	1	2	1	1	149.93	22.49	33.73

将试验结果表 2 经计算得到回归方程为：

$$y = 429.34 + 13.02 x_1 + 55.16 x_2 + 12.69 x_3 - 0.02 x_1 x_2 + 2.37 x_1 x_3 - 2.88 x_2 x_3 - 1.10 x_1^2 - 7.75 x_2^2 - 2.93 x_3^2$$

(2)

做 3414 回归分析可得：回归系数检验量中BO、N、P、NN、PP、KK达到显著水平，相关系数 $r = 0.99$ ，

标准差为 15.68，F 值为 14.57 ($F_{0.01} = 14.66$ ； $F_{0.05} = 6$)。

说明回归理论值与实际值相符，回归方程式与实际吻合，建立的肥料效应回归模型具有真实性。

2.2 生物学性状分析

不同处理水稻产量性状见表 2。

表 2 不同处理水稻产量性状

Table 2 Rice yield parameters under different treatments

处理	株高 (cm)	有效分蘖数 (蘖/株)	穗长 (cm)	实粒数 (粒)	结实率 (%)	千粒重 (g)	理论产量 (kg/hm ²)	实际产量 (kg/hm ²)
1	111.3	12.6	24.6	117.0	96.6	31.42	6944	6436
2	113.9	14.0	25.7	133.6	97.3	31.43	8814	7241
3	119.0	14.7	25.1	128.0	96.4	31.65	8928	8654
4	120.8	16.9	25.7	135.3	97.6	31.43	10775	8408
5	121.9	15.3	25.9	136.5	95.3	31.01	9709	8687
6	120.9	16.7	25.8	140.9	97.2	31.62	11690	9471
7	120.2	16.2	26.0	135.0	96.6	31.03	10174	8691
8	119.1	15.7	25.0	132.6	95.1	31.55	9847	8190
9	119.5	16.2	25.1	146.2	95.5	31.73	11267	8816
10	119.5	15.9	25.6	135.5	96.7	31.86	10291	8957
11	119.9	15.9	25.9	140.4	95.5	31.27	104661	8880
12	118.9	14.9	25.2	133.2	96.9	31.20	92831	8457
13	117.7	14.9	24.9	135.1	97.4	31.70	9567	8751
14	120.6	15.9	25.6	141.0	96.6	31.56	10607	8580

将常规 5 个处理即处理 1、处理 2、处理 3、处理 6、处理 11 进行生物学性状差异分析及生育进程差异

比较。表明不同处理的株高和有效分蘖数由大到小的次序是处理 6>处理 11>处理 3>处理 2>处理 1；处

理 6 株高较处理 1 和 2 高出 9.6 cm 和 6.0 cm, 分别增加 7.9% 和 5.0%。可以看出 NPK 配施和 N 肥的施用可以使植株的株高和有效分蘖数显著增加。而处理 6 的株高、有效分蘖数、穗长、实粒数、千粒重与其他处理的性状比较群体结构较好。上述结果说明 NPK 配

合施用有利于促进水稻个体发育, 建立良好的群体结构, 从而提高水稻的产量。

2.3 肥料效应分析

由肥料效应回归方程 (2), 经计算得各施肥因子对目标产量的贡献量及肥料利用率见表 3。

表 3 各施肥因子对目标产量的贡献量及肥料利用率

Table 3 Contribution of different fertilization factors and efficiency of fertilizers

参数	N 肥				P 肥				K 肥			
	N1	N2	N3	N 均	P1	P2	P3	P 均	K1	K3	K3	K 均
单位养分增产效果 (kg/hm ²)	281.9	223.4	109.4	175.4	185.9	353.8	63.0	181.4	271.4	284.9	112.4	197.9
肥料利用率 (%)	43.3	34.2	16.7	27.0	10.2	19.4	3.5	9.9	50.3	52.6	20.8	36.6

由表 3 可以看出单位纯养分增产贡献最大的是 K 肥, 其次为 P 肥、N 肥, 这与农民常规施肥中重 N 轻 P 不施 K 相吻合。土壤化验测试结果: 全 N 为 1.84 g/kg (二级)、有效 P 为 6.30 mg/kg (四级)、速效 K 为 54 mg/kg (四级) 也说明了这一点。肥料利用率随施用量的增加有降低趋势, 符合“低水平下利用率高, 高水平下利用率低”和“总体水平当季 K 肥利用率高, N 肥次之, P 肥最低”的规律。

对肥料效应回归方程 (2) 直接求偏导得方程组:

$$2.20x_1 + 0.02x_2 - 2.37x_3 = 13.02$$

$$0.02x_1 + 15.5x_2 + 2.88x_3 = 55.16$$

$$2.37x_1 - 2.88x_2 - 5.86x_3 = -12.69$$

解之即得施纯 N 184.86 kg/hm², P₂O₅ 36.58 kg/hm², K₂O 89.36 kg/hm², 纯 N : P₂O₅ : K₂O 为 1 : 0.20 : 0.48 时, 最高产量为 9209.90 kg/hm²。

以每 1 kg 纯 N 4.35 元、P₂O₅ 4.5 元、K₂O 3.5 元,

水稻 1.8 元计, 由 (1) 可得经济效益方程为:

$$y = 429.34 + 10.6x_1 + 52.66x_2 + 10.75x_3 - 0.02x_1x_2 + 2.37x_1x_3 - 2.88x_2x_3 - 1.10x_1^2 - 7.75x_2^2 - 2.93x_3^2 \quad (3)$$

对经济效益方程 (3) 进行求偏导得方程组:

$$2.20x_1 + 0.02x_2 - 2.37x_3 = 10.6$$

$$0.02x_1 + 15.5x_2 + 2.88x_3 = 52.66$$

$$2.37x_1 - 2.88x_2 - 5.86x_3 = -10.75$$

解之即得施纯 N 144.38 kg/hm², P₂O₅ 38.38 kg/hm², K₂O 67.02 kg/hm², 纯 N : P₂O₅ : K₂O 为 1 : 0.27 : 0.46 时, 最佳经济产量为 9146.63 kg/hm²。由此可以得最佳经济产量要小于最高产量, 并非产量越高效益越好。

2.4 经济效益分析

各施肥因子对目标产量的经济效益统计见表 4。

表 4 各施肥因子对目标产量的经济效益分析

Table 4 Economic benefits under target yields of different fertilization factors

处理	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
增产率 (%)	-	12.5	34.5	30.6	35.0	47.1	35.0	27.3	37.0	39.2	38.0	31.4	36.0	33.3
增收 (元/hm ²)	-	1004	3223	2654	3058	4378	2864	2309	3313	3328	2984	2968	3523	2984
产投比	-	2.30	4.22	2.99	3.09	4.01	2.41	2.69	3.40	2.75	2.10	4.48	5.44	3.43

从表 4 可以看出, 处理 6 增产效果最明显增产率为 47.1%, 处理 2 增产效果最不明显增产率仅为 12.5%; 处理 13 产投比最大为 5.44, 处理 11 产投比最小为 2.10; 处理 6 收益最高为 4378 元/hm², 处理 2 收益最低为 1004 元/hm²。综合考虑处理 6 经济效益最好。

3 结论

(1) 处理 6 平均产量为 9471 kg/hm² 为最高, 处理 1 产量为 6436 kg/hm² 为最低。除处理 2 比处理 1 增产低于 15% 以外, 其他处理比处理 1 增产都高于 25%, 增产效果显著。

(2) N 肥利用率为 34.2%, P 肥利用率为 19.4%, K

肥利用率为 52.6%。

(3) 处理 13 产投比最大, 为 5.44, 处理 6 经济效益最好, 收益为 4378 元/hm²。

(4) N、P、K 最佳施肥量为纯 N 144.38 kg/hm², P₂O₅ 38.38 kg/hm², K₂O 67.02 kg/hm², 纯 N : P₂O₅ : K₂O 为 1 : 0.27 : 0.46 时, 最佳经济产量为 9146.63 kg/hm²。

(5) N、P、K 推荐用量分别纯 N 149.93 kg/hm², P₂O₅ 37.48 kg/hm², K₂O 67.47 kg/hm², 纯 N : P₂O₅ : K₂O 为 1 : 0.25 : 0.45, 转化实物量约为尿素 (N, 460 g/kg) 总量 322.34 kg/hm², 过磷酸钙 (P₂O₅, 120 g/kg) 314.84 kg/hm², 氯化钾 (K₂O, 600 g/kg) 112.44 kg/hm²。

参考文献:

- [1] 高祥照. 我国测土配方施肥进展情况与发展方向. 中国农业资源与区划, 2008, 29 (1): 7-10
- [2] 施秀燕, 王红梅, 杨宝仙, 王云, 杨卫华, 谢国香. 测土配方施肥在水稻生产上应用初探. 上海农业科技, 2008(2): 124
- [3] 程生龙. 测土配方施肥技术在早稻上的应用效果研究. 河北农业科学, 2008, 12 (4): 55, 57
- [4] 杨玉春, 孙万纯. 水稻测土配方施肥 3414 试验初报. 农技服务, 2008, 25 (3): 23
- [5] 张灶秀, 李名钦, 易克阳, 余春美. 水稻测土配方施肥 3414 试验初报. 江西农业学报, 2008, 20 (5): 126-127
- [6] 邵永叙, 史纪锁. 水稻测土配方精确施氮试验总结. 现代农业科技, 2008(1): 114-117
- [7] 黄明, 叶青, 吴德淮, 王燕辉, 刘冬梅. 2007 年兴国县早稻测土配方施肥试验初报. 江西农业学报, 2008, 20 (3): 64-66
- [8] 吴建民, 陈孝赏. 单季稻测土配方施肥 3414 小区试验初报. 现代农业科技, 2008(4): 123-124
- [9] 黎忠祥, 季寿堂, 俞江, 桂媛, 刘淑娣, 陈文周, 黄竹芬, 张宏. 陆良县水稻测土配方施肥氮磷钾肥效应试验. 云南农业, 2008(2): 23-25
- [10] 魏玉光, 赵丽琴. 水稻测土配方施肥效果探究. 黑龙江农业科学, 2007(2): 37-39
- [11] 李畅炎, 李锋, 温玉梅. 测土配方施肥技术在水稻上的应用效果试验初报. 广西农学报, 2007, 22(1): 6-8, 24
- [12] 唐宗仁, 潘绍东. 水稻测土配方施肥小区试验总结. 广西农学报, 2007, 22(2): 3-6
- [13] 王方胜. 测土配方施肥技术在双季早稻生产中的应用效果. 现代农业科技, 2007 (10): 109
- [14] 张叶玲, 衣明宇. 水稻测土配方施肥技术应用效果. 现代化农业, 2007 (6): 16
- [15] 余红梅, 郜文杰. 水稻测土配方施肥 3414 小区试验初报. 现代农业科技, 2007 (15): 103, 106
- [16] 邓孝祺. 灰泥田晚稻测土配方施肥肥料效应田间试验报告. 中国稻米, 2007(5): 60-61
- [17] 钱飞跃, 朱光, 朱春梅. 淮阴区测土配方施肥水稻 3414 试验总结. 现代农业科技, 2007 (21): 122
- [18] 肖焕祥, 李家贵. 低产田水稻测土配方肥效试验初报. 贵州农业科学, 2007, 35 (6): 80-82
- [19] 邹盛联, 沙海辉. 水稻测土配方施肥肥效试验初报. 广东农业科学, 2007(12): 46-48
- [20] 李若清, 奎秀. 宣州区水稻测土配方施肥应用效果调查与分析. 中国农业信息, 2007(12): 10-12
- [21] 林友根, 李大文, 赵守清. 不同前作水稻田测土配方施肥技术应用研究. 现代农业科技, 2006 (2): 41
- [22] 周生林, 庄玉坤, 杨金. 水稻测土配方施肥初探. 上海农业科技, 2006 (3): 41

“3414” Fertilizer Response Experiment on Rice in 2008 at Jixi County, Anhui Province

WANG Hua-liang, HE Xiao-wei

(Soil and Fertilizer Station of Jixi County, Jixi, Anhui 245300, China)

Abstract: This paper introduced the field experimental results of “3414” fertilizer response to rice in 2008 at Jixi County. The theoretical optimal fertilization amount of N, P and K were N 144.38 kg/hm², P₂O₅ 38.38 kg/hm² and K₂O 67.02 kg/hm² and the optimal yield was 9146.63 kg/hm² under the ratio of pure N : P₂O₅ : K₂O = 1 : 0.27 : 0.46. The recommendation fertilization amounts were: urea (N, 460 g/kg) 322.34 kg/hm², calcium superphosphate (P₂O₅, 120 g/kg) 314.84 kg/hm² and potassium chloride (K₂O, 600 g/kg) 112.44 kg/hm².

Key words: Rice, “3414” fertilizer response, Fertilization model, Recommendation fertilization amount