

# 三江平原水稻适宜施肥量的研究

龚振平 车奎植 张玉田 倪宗杰 崔成焕 张瑞忠

(东北农业大学)

刘多影 姜长德

(黑龙江省农业现代化研究所)

**摘要** 通过连续两年的研究得出三江平原水稻产量与施肥量的回归方程,并预测出东农 416 水稻品种在三江地区产量潜力为 600 公斤/亩,该地区以 550 公斤/亩为目标产量比较适宜;单位化肥增产量随施肥量的增加而降低;尿素、磷酸二铵、硫酸钾亩施用量分别不超过 17 公斤、7 公斤、6 公斤为宜;欲获得 500 公斤/亩以上产量,必须将氮、磷、钾肥配合施用。

**关键词** 水稻 施肥量 边际产量

**中图分类号** S511.1

三江平原低湿地区,由于内涝问题大面积改种水稻,提水井灌,机械插秧。随着栽培水平的提高和化肥投入量的增加,水稻产量不断提高,但产量的增加是有一定产量潜力允许范围的。水稻的产量潜力以及在其范围内化肥的适宜投入量和氮、磷、钾肥配比等问题在生产上亟待解决。

本文针对上述问题进行了研究与探讨。

## 1 材料与方 法

本试验于 1992~1993 年在富锦市长安乡高家水田试验区进行,采用“三因素二次饱和 D—最优设计”<sup>[1]</sup>。设计施肥水平,各区处理编码值及测产结果(见表 1、2)。

表 1 设计施肥水平 (kg/亩)

因 素	尿 素 ( $x_1$ )	磷酸二铵 ( $x_2$ )	硫 酸 钾 ( $x_3$ )	编 码 值 ( $r$ )
上 限	20	12.5	10	1.291
零 水 平	10	6.25	5	0
下 限	0	0	0	-1.291
间 距	7.746	4.841	3.873	

采用试验区(1 000 平方米)无重复,各处理中磷酸二铵、硫酸钾全部用作基肥,尿素半量用作基肥,半量用作追肥。

品种:东农 416。

机插日期:5 月 27 日。

规格:9×4 寸(3~5 苗)。

表 2 设计处理编码值及测产结果

因 区 号	尿 素 (x <sub>1</sub> )	磷 酸 二 铵 (x <sub>2</sub> )	硫 酸 钾 (x <sub>3</sub> )	测 产 结 果 (kg/亩)
1	0	0	1.291	490.1
2	0	0	-0.136	465.3
3	-1	-1	0.639	359.8
4	1	1	0.639	495.0
5	-1	1	0.639	425.1
6	1	1	0.639	564.7
7	1.174	0	-0.927	479.5
8	-1.174	0	-0.927	355.4
9	0	1.174	-0.927	475.2
10	0	-1.174	-0.927	400.1

2 结果与分析

测产结果输入计算机,计算得出施肥量对产量的回归方程(1):

$$y=97.845+29.425x_1+16.085x_2+11.056x_3+0.106x_1x_2+1.213x_1x_3+0.215x_2x_3-1.045x_1^2-0.421x_2^2-1.294x_3^2$$

注:y:亩产量 x<sub>1</sub>:亩施尿素量 x<sub>2</sub>:亩施磷酸二铵量 x<sub>3</sub>:亩施硫酸钾量

2.1 单因素效应

回归方程(1)中 x<sub>2</sub>、x<sub>3</sub> 分别确定在高、中、低水平时,得出了产量与尿素施用量的回归方程(见图 1)。

不论磷酸二铵、硫酸钾施用水平高低,产量都随尿素施量增加而提高,而且磷酸二铵和硫酸钾水平越高产量增长陡度越大,但当尿素用量增加到一定程度时,产量增加不明显或有降低。

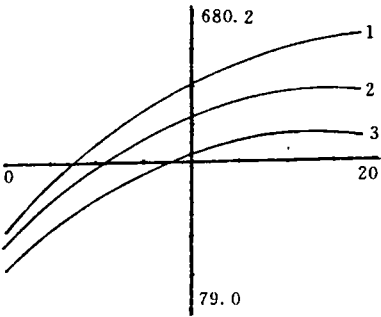


图 1 尿素用量与产量关系

图 1 中曲线 1 的 x<sub>2</sub>、x<sub>3</sub> 水平分别为 10 和 8 高水平下,从曲线趋势看,前段随着尿素用量增加产量一直增加,但尿素施量达到 16~17 公斤/亩时,产量增加不明显,此时产量已接近 600 公斤/亩;曲线 2 的 x<sub>2</sub>、x<sub>3</sub> 分别为 6.25 和 5 的中水平,当尿素的施入量达到 16~17 公斤/亩时,产量不再随尿素施量增加而增加;曲线 3 为 x<sub>2</sub>=3、x<sub>3</sub>=3 的低水平,随着尿素施入量的增加,产量很快达到极值点,以后开始下降,尿素施入量在 14~15 公斤/

亩时,产量已不再升高,此时产量在 420 公斤/亩左右。

由以上分析可知:若磷酸二铵、硫酸钾亩施量能达到 5 公斤以上,则尿素量不宜超过 17 公斤/亩;若磷酸二铵、硫酸钾施用量不足 3 公斤/亩,尿素施量不宜超过 15 公斤/亩。

图 2 中曲线 1'、2'、3'是尿素、硫酸钾施入量高、中、低水平下,产量与磷酸二铵施量的关系(见图 2)。

曲线 1' 是 x<sub>2</sub>=20、x<sub>3</sub>=10 高水平;曲线 2' 是 x<sub>1</sub>=10、x<sub>3</sub>=5 的中等水平;曲线 3' 是 x<sub>1</sub>=5、

$x_3=3$  的低水平;三条曲线近乎平行,可见在高氮、高钾或低氮、低钾水平下,磷酸二铵的增产作用接近,而且亩施量在 12.5 公斤以内一直呈增产势头。图 2 中曲线 1' 与纵轴相交处的产量是 600 公斤/亩,从实际测产结果看没有超过 564.7 公斤/亩,由此可见,在高氮、高钾水平下;磷酸二铵施用不宜超过 6~7 公斤/亩。

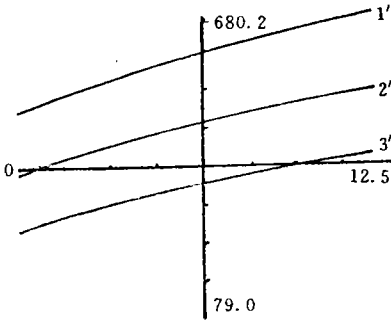


图 2 磷酸二铵与产量关系

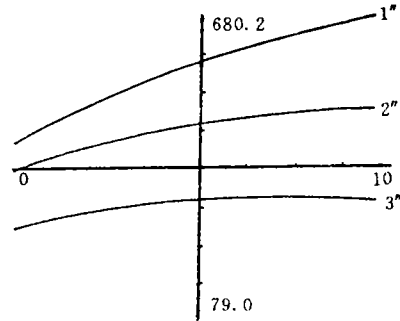


图 3 硫酸钾与产量关系

图 3 中曲线 1'', 2'', 3'' 是尿素、磷酸二铵高、中、低水平下,硫酸钾施量与产量的关系(见图 3)。

曲线 1'' 是尿素 20 公斤/亩、磷酸二铵 12.5 公斤/亩的高水平,产量随硫酸钾施入量增加而增加,增产幅度明显高于曲线 2'', 3'', 而曲线 2'', 3'' 尿素的施肥水平分别是 10 公斤和 5 公斤、磷酸二铵 6.25 公斤和 3 公斤,当亩硫酸钾 5~6 公斤时,产量已不再随硫酸钾施量增加而提高,由以上分析得知,硫酸钾在高氮、高磷条件下增产作用明显,在氮、磷处于中低水平时,施用量不宜超过 5~6 公斤/亩。又曲线 1'' 随硫酸钾施量增加一直呈增产趋势,但达到 6 公斤/亩时,产量已接近 600 公斤/亩。总之硫酸钾用量以不超过 6 公斤/亩为宜。

## 2.2 肥料的边际产量

对回归方程(1)分别求  $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$  的偏微分方程,然后把其中两因素固定在上限、零水平、下限,得出边际产量的回归方程(见图 4)。

在磷酸二铵与硫酸钾取下限、零水平、上限时,尿素用量在 0~20 公斤/亩区间内单位肥料增产量都非常高。因此,当地栽培水稻首先应考虑重施尿素<sup>[2]</sup>。

图 4 中,磷酸二铵的边际产量明显低于尿素,也明显低于当磷酸二铵和尿素取上限水平时硫酸钾的边际产量,但高于硫酸钾在磷酸二铵和尿素取下限水平时的边际产量。

在磷酸二铵和尿素取零水平时,硫酸钾施用量低于 5 公斤/亩时较磷酸二铵的边际产量高,超过 5 公斤/亩时则低于磷酸二铵的边际产量,分析说明,目前生产上随着尿素和磷酸二铵施用量的增加,应重视施钾肥。这与前人研究结论相一致。但是,硫酸钾的边际产量随施用量的增加迅速下降,较磷酸二铵明显。因此,生产上应首先考虑施尿素、磷酸二铵其次增施硫酸钾。

## 2.3 不同计划产量的施肥建议

根据田间长势和测产结果认为,在富锦地区东农 416 产量潜力为 600 公斤/亩,生产上以

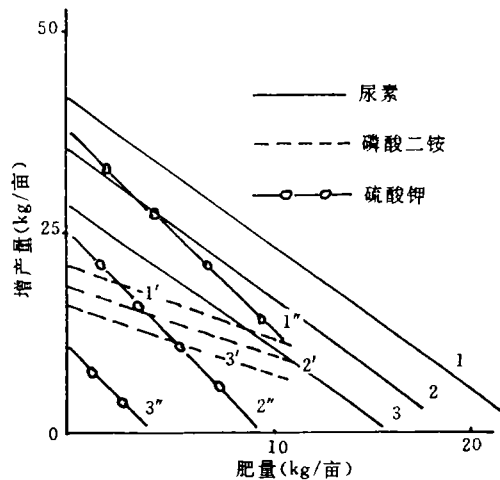


图 4 各肥料的边际产量

550 公斤/亩作为目标产量比较适宜。根据回归方程(1),计算设计出 400、450、500、550、公斤/亩产量的施肥建议列于表 3。

表 3 计划产量的施肥方案 (kg/亩)

计划产量	400		450		500		550
尿 素	12.5	12.7	8.5	13.5	8.9	12.5	14.5
磷酸二铵	7.0	0	5.0	0	6.3	6.3	9.0
硫 酸 钾	0	5.0	3.0	10	5.0	5.0	5.0
合 计	19.5	17.7	16.5	23.5	20.2	23.8	28.5

由表 3 得知,欲获得 500 公斤/亩以上的产量必须将尿素、磷酸二铵、硫酸钾配合施用。

3 结 语

通过 1992~1993 两年试验研究认为:

3.1 三江地区尿素( $x_1$ )、磷酸二铵( $x_2$ )、硫酸钾( $x_3$ )用量与产量的回归方程为:

$$y = 97.845 + 29.425x_1 + 16.085x_2 + 11.056x_3 + 0.106x_1x_2 + 1.213x_1x_3 + 0.215x_2x_3 - 1.045x_1^2 - 0.421x_2^2 - 1.294x_3^2$$

3.2 在井灌条件下,东农 416 的产量潜力接近 600 公斤/亩,生产上以 550 公斤/亩为目标产量比较适宜。

3.3 尿素、磷酸二铵和硫酸钾亩施用量分别不超过 17 公斤、7 公斤和 6 公斤为宜。

3.4 欲获得 500 公斤/亩以上产量,必须将氮磷钾肥配合施用。

参 考 文 献

1 徐中儒. 农业试验最优回归设计. 黑龙江科学技术出版社,1988,229~271  
2 韩晓增等. 寒地水稻尿素不同施法氮素去向与利用效率的研究. 黑龙江农业科学,1991(5):6~10  
3 方宏文. 高产稻田肥料定位试验初报. 土壤肥料,1986(3):48~49

Study on Fertilizer Application in Rice in San-Jiang Plain

Gong Zhenping et al.

(Northeast Agricultural University)

**Abstract** After two years research, the regression equation of rice yield related to fertilizer application in San-Jiang plain was obtained and the potential yield (600kg/mu) of Dongnong 416 rice was predicted in San-jiang plain, where the optimal yield should be 550kg/mu. The yield gain of unit fertilizer decreased as the amount of fertilizer applied increased. The proper application rates of urea, ammonium di-hydrogen phosphate and sulphate of patash are respectively 17kg/mu,7kg/mu and 6kg/mu. In order to get the yield as high as 500kg/mu, it is required to apply N, P and K combinatively.

**Key words** Rice, Amount of fertilizer applied, Marginal yield