

浅瘠水稻土上杂交稻施肥模型的初步研究及应用

S511.062

黄庆裕

(广西昭平县土肥站 昭平 546800)

徐龙铁

(广西贺州地区土肥站)

摘 要 应用“311-A”试验方案,通过田间试验建立了浅瘠水稻土上杂交水稻施肥模型。结果表明,施肥对水稻产量的影响是氮肥>钾肥>磷肥;肥料之间具有正交互效应,尤其是氮、钾交互效应。平衡施肥有利于产量的提高,其最佳用量为:N 11.0 kg/亩, P₂O₅ 4.5kg/亩, K₂O 5.6kg/亩, N:P₂O₅:K₂O=1:0.41:0.51。7年多实施最佳施肥方案可比习惯施肥增产9.3%,达极显著水平。

关键词 浅瘠水稻土; 氮磷钾肥; 施肥模型; 最佳施肥量 杂交稻, 配方施肥, 平衡施肥

昭平县地处桂东,浅瘠田是主要低产稻田,其低产原因主要是耕层浅薄,养分缺乏,尤其是钾。此外,施肥上又重氮肥轻磷钾肥和长期少施有机肥^①。随着20多年大面积种植高产耐肥的杂交水稻,肥料配比不合理的矛盾变得越来越突出。因此,如何合理施肥、提高浅瘠田水稻产量已成为生产上迫切需要解决的问题。本文根据田间试验材料建立的施肥效应模型及提出的最佳肥料配比,为这类土壤的科学施肥提供了依据。

1 材料与方方法

1.1 小区试验

试验于1991年在昭平镇大壮村具有典型代表性的双季稻田,耕层浅薄,仅14cm,砂壤质,河流冲积母质发育而成。基本农化性状为:有机质18.1g/kg,全氮(N)1.13g/kg,全磷(P₂O₅)0.61g/kg,全钾(K₂O)5.5g/kg;碱解氮(N)112mg/kg,速效磷(P₂O₅)17mg/kg,速效钾(K₂O)39mg/kg,pH 6.23。常年水稻平均产量750~800kg/亩,属中低产稻田。

采用“311-A”试验方案,以不施肥为对照(ck),共12个处理,见表1。小区面积26.6m²,顺序排列,1991年连续进行早晚稻定位试验。氮肥用尿素(含N 46%),按基肥:基肥:幼穗分化肥:孕穗肥为4:3:2:1分期施

表1 试验设计与水稻产量(kg/亩)

处 理	氮(X ₁)		磷(X ₂)		钾(X ₃)		水稻产量*
	编 码	N	编 码	P ₂ O ₅	编 码	K ₂ O (kg/亩)	
1	0	6.8	0	3.0	2	7.5	396.5
2	0	6.8	0	3.0	-2	0.0	332.5
3	-1.414	2.0	-1.414	0.9	1	5.6	300.0
4	1.414	11.5	-1.414	0.9	1	5.6	387.5
5	-1.414	2.0	1.414	5.1	1	5.6	326.3
6	1.414	11.5	1.414	5.1	1	5.6	429.4
7	2	13.5	0	3.0	-1	1.9	368.2
8	-2	0.0	0	3.0	-1	1.9	269.4
9	0	6.8	2	6.0	-1	1.9	352.5
10	0	6.8	-2	0.0	-1	1.9	345.0
11	0	6.8	0	3.0	0	3.8	349.4
ck		0.0		0.0		0.0	244.2

* 为早晚两季平均值。

① 昭平县土壤普查队.昭平土壤.1983,内部资料。

用;磷肥用过磷酸钙(含 P_2O_5 12%),全作基肥;钾肥用氯化钾(含 K_2O 60%)70%作基肥,30%作穗肥。为确保施肥量的准确性,不施任何有机肥料。早稻品种为汕优287,晚稻品种为汕优桂99。

1.2 大田对比试验与示范

为了进一步验证和应用最佳施肥方案,在浅瘠田上进行多点大田对比试验与示范。土壤农化性状平均为:有机质 16.8g/kg,碱解氮(N)105mg/kg,速效磷(P_2O_5)16mg/kg,速效钾(K_2O) 40mg/kg,属中低产双季稻田,供试品种均为杂交稻,大区对比选择在肥力均匀的同一片块进行,一半配方施肥(或复混肥),另一半作对照,处理面积 200m² 以上。示范点面积 50 亩以上。设最佳配方施肥(亩用 N 11.0kg, P_2O_5 4.5kg, K_2O 5.6kg)与习惯施肥(亩用 N 12~13kg, P_2O_5 6~7kg, K_2O 0~3kg)作对比。或采用专用复混肥 50~60kg/亩与总养分相等(但配比不同)有机肥相同的习惯施肥作大区对比。

2 结果与分析

2.1 数学模型的建立与检验

试验数据(表1)经运算后得浅瘠田上杂交水稻产量(Y, kg/亩)与各因素($X_i, i=1, 2, 3$)编码值回归数学模型^[2]:

$$y = 343.84 + 29.19X_1 + 6.96X_2 + 14.76X_3 - 12.15X_1^2 - 4.73X_2^2 + 4.50X_3^2 + 1.95X_1X_2 + 4.50X_1X_3 + 5.09X_2X_3 \quad (1)$$

对模型1进行卡平方检验, $X^2 < X_{0.05}^2$, 失拟不达显著水平,说明回归方程拟合良好,能反映实际情况,有较高的可靠性,可用作产量预测预报。

2.2 数学模型的讨论

2.2.1 偏回归系数与单因素效应分析: 由于经无量纲线性编码代换后,偏回归系数(b_i)已标准化,可以从它们的绝对值大小来分析变量 X_i 对产量的影响程度:

一次项次序: X_1 (氮肥) $> X_3$ (钾肥) $> X_2$ (磷肥)

二次项次序: $X_1^2 > X_2^2 > X_3^2$

互作项次序: $X_2X_3 > X_1X_3 > X_1X_2$

对试验产量的数学模型1进行降维分析,估算各决策变量(X_i)对产量的影响程度。由于它们的最大输出功率(即极值)存在一定差距(见表2),所以在生产上应有所侧重。

表2 单因子模型与极值分析

单因子模型	最高产量	施肥量	
	(极值)	编码值 kg/亩	
	(kg/亩)		
$y_1 = 343.84 + 29.19X_1 - 12.15X_1^2$	361.4	1.201	10.8
$y_2 = 343.84 + 6.96X_2 - 4.73X_2^2$	346.4	0.736	4.1
$y_3 = 343.84 + 14.76X_3 + 4.50X_3^2$	391.4	2	7.5

表3 各因素不同水平下的产量(kg/亩)

因素	-2	-1	0	1	2	平均	CV(%)
X_1	236.9	302.5	343.8	360.9	353.6	319.5	16.10
X_2	311.0	332.2	343.8	346.1	338.8	334.4	4.22
X_3	332.3	333.6	343.8	363.1	391.4	352.8	7.14

根据单因子模型(表3),可知当固定其它因素为0水平时,氮肥和磷肥对产量的影响为开口向下的抛物线型,在低施肥量时,产量随着施肥量的增加而提高,直到达到最高产量,此后若施肥量再增加,产量反而下降。氮肥对产量影响的变异系数最大(16.10%),可见氮肥对产量的影响最敏感,生产上应注意“控制”用量。磷肥对产量影响的变异系数最小(4.22%),对产量的影响不大,生产上可“节磷”。而钾肥对产量影响的变异系数虽较大

(7.14%),但在编码值范围内,表明用量增加,产量还能提高,因此增施钾肥十分重要。可见,在这类土壤上种植杂交稻应实施“控氮、节磷、增钾”施肥原则。

2.2.2 氮、钾交互效应 氮磷钾肥对水稻产量的影响并不是孤立的,而是综合起作用的。本模型中互作项 X_1X_2 , X_1X_3 和 X_2X_3 的偏回归系数都是正值,再次说明氮磷钾肥平衡配施对提高水稻产量是重要的。为了寻求它们的量化指标,同样采用降维法,任意固定1个因素为0水平,则有另外2个因素间的交互效应子模型。本文仅对产量影响较大的氮肥和钾肥作交互效应分析得出,施钾肥量低时,产量在较低水平下随施氮量的增加而提高;施钾量高时,产量则在较高的水平上随施氮量的增加而提高,但当施氮量超过一定水平后,产量则随施氮量的增加而降低。这说明钾肥和氮肥在比例协调时才能获得较好的增产效果。本试验条件下,钾肥在1~2水平(K_2O 5.6~7.5 kg/亩)与氮肥0~1水平配施产量较高。

3 氮磷钾肥适宜用量与效益

根据边际分析原理,直接从模型1求得所谓的氮磷钾肥“最佳施肥量”都超出设计范围,显然为不合理施肥点,弃之。

前面分析知道,本试验条件下,施钾量越大,产量越高。但是,编码值 $X_3 = 1 \sim 2$ 时的用量为经济合理用量^[3,4],将 $X_3 = 1$ 代入模型1得:

$$y_{1,2} = 363.10 + 33.69X_1 + 12.05X_2 - 12.15X_1^2 - 4.73X_2^2 + 1.95X_1X_2$$

对此方程求一阶偏导数,则有^[5]:

$$dy_{1,2}/dX_1 = 33.69 - 24.30X_1 + 1.95X_2 = (R+1) P_1/P$$

$$dy_{1,2}/dX_2 = 12.05 + 1.95X_1 - 9.46X_2 = (R+1) P_2/P$$

式中R为边际利润率, P_1 为氮肥(N)价格, P_2 为磷肥(P_2O_5)价格, P为稻谷价格。分别将其数值代入并解联立方程组得不同R值时的施肥量(见表4)。当R=-1时为最高产量施肥量,但肥料成本较高,施肥利润较低,仅为97.3元/亩。当R=0时边际产量等于边际成本,施肥利润最高,为102.0元/亩,此时为最佳施肥量,但是,通常为了避免收益风险过大,可选R=0.2时的施肥量作为经济合理施肥量^[5]。本试验条件下,该施

肥量为N 11.0kg/亩, P_2O_5 4.5kg/亩, K_2O 5.6kg/亩, N: P_2O_5 : K_2O =1:0.41:0.51,水稻产量可达416.1kg/亩,施肥利润达100.4元/亩,效益较高。

2.4 最佳施肥方案的应用

根据1991年试验获得的最佳施肥方案,在昭平县进行了大田对比试验。据1992~1998年17个乡镇材料统计,最佳配方施肥平均产量达415.8kg/亩,比习惯施肥增产35.5kg/亩,增幅达9.3%。经t测验, $n=19$, $t=13.22 > t_{0.01}=2.86$,达极显著水平(表5)。同时,还在五将、巩桥、昭平镇等11个乡镇57个配方施肥示范点(23860亩)得到验证,平均比对照增产9.2%。

表4 不同R值时的施肥量和利润($X_3 = 1$)

R值	施肥量(kg/亩)		估算产量(kg/亩)	增产值(元/亩)	肥料成本(元/亩)	施肥*利润(元/亩)
	N	P_2O_5				
-1	11.8	5.4	420.3	186.7	89.4	97.3
0.0	11.2	4.6	418.8	185.1	83.1	102.0
0.2	11.0	4.5	416.1	182.2	81.8	100.4
0.5	10.9	4.2	405.1	170.5	80.0	90.5
1.0	10.7	3.8	392.5	157.2	76.2	80.9

*施肥利润按N 4.13元/kg, P_2O_5 4.75元/kg, K_2O 2.67元/kg,稻谷1.06元/kg计算。

