

夏玉米制种氮、磷、钾施肥模型及最优施肥参数的初步研究

侯乐新 李圣华

潘奎思鑫

(河南省商丘县农科所, 商丘 476100)

(河南商丘农业学校)

摘要 该试验采用三因素二次通用旋转回归设计方法, 对夏玉米制种氮、磷、钾最优施肥问题进行了定量研究。建立了中等以上肥力夏玉米制种产量形成的施肥函数模型, 利用回归模型对最优施肥量、各种肥料要素的单独反应规律及其互作效应进行了探讨。

关键词 夏玉米 制种产量 施肥模型

玉米是一种需肥较多的作物, 对氮、磷、钾肥都有良好的反应。合理施用氮、磷、钾肥是增加玉米产量, 提高肥料利用率的主要措施, 故人们对氮、磷、钾肥配合施用在玉米中的增产效应曾做过大量研究⁽¹⁻³⁾。但氮、磷、钾肥配合施用对夏玉米制种产量的影响, 至今省内外报导甚少。为此, 我们于 1992~1993 年对夏玉米制种产量氮、磷、钾肥最优施肥量问题进行了研究, 旨在探讨夏玉米制种产量与氮、磷、钾三要素之间的关系, 确定高产、稳产、低耗的最优施肥参数, 为夏玉米制种定量化、规范化、模式化提供依据。

1 材料和方法

该试验在商丘县阎集科研站进行。黄潮土, 土质中壤, 前茬小麦 4410kg/hm²。耕层土

壤(0~20cm)主要养分含量分别为: 有机质 0.89%~0.94%、全氮 0.075%~0.085%、碱解氮 75~80mgkg⁻¹、速效磷(P₂O₅) 10.5~11.2mgkg⁻¹、速效钾(K₂O) 89.5~95.0mgkg⁻¹。试验采用三因素二次通用旋转组合回归设计⁽⁴⁾, 氮(x₁)、磷(x₂)、钾(x₃)为决策变量, 自变量设计水平及无量纲编码值列于表 1。选用豫玉 11 号(8112×丹 360-4)玉米杂交种的亲本自交系, 种植密度为每公顷母本 6.75 万株, 父本 2.25 万株, 父母本行比 1:5, 小区面积 8m×4m。供试肥料为尿素(含 N46%)、过磷酸钙(含 P₂O₅14%)和硫酸钾(含 K₂O50%)。磷、钾肥全部作基肥施用, 氮肥 40%作基肥, 60%在母本自交系叶龄指数 35%时追施, 其它田间管理方法同一般制种田。

表 1 氮、磷、钾三要素设计水平及编码

编 码 值 (r=1.682)	三 要 素 设 计 水 平			kg/hm ²
	x ₁ (N)	x ₂ (P ₂ O ₅)	x ₃ (K ₂ O)	
r	320.0	180.0	240.0	
1	255.1	143.5	191.3	
0	160.0	90.0	120.0	
-1	64.9	36.5	48.7	
-r	0	0	0	
变化间距	95.1	53.5	71.3	

注: 氮为纯 N 量、磷为 P₂O₅ 量、钾为 K₂O 量。

2 结果与分析

2.1 产量结果与模型的建立

表 2 试验结构矩阵与夏玉米制种产量

区号	x_1	x_2	x_3	制种产量 (kg/hm ²)	区号	x_1	x_2	x_3	制种产量 (kg/hm ²)
1.	1	1	1	4085.5	11	0	1.682	0	3876.0
2	1	1	-1	3750.0	12	0	-1.682	0	3415.5
3	1	-1	1	3638.5	13	0	0	1.682	3948.0
4	1	-1	-1	3337.0	14	0	0	-1.682	3596.0
5	-1	1	1	3409.0	15	0	0	0	4265.0
6	-1	1	-1	3289.0	16	0	0	0	4426.0
7	-1	-1	1	3276.5	17	0	0	0	4392.0
8	-1	-1	-1	3188.0	18	0	0	0	4276.5
9	1.682	0	0	3562.0	19	0	0	0	4405.0
10	-1.682	0	0	2866.5	20	0	0	0	4196.5

1992~1993 年两点次试验资料分析结果趋势基本一致,现仅以 1993 年试验结果进行分析,将试验结构矩阵和制种产量结果列于表 2。使用旋转设计试验数据处理程序对数据进行处理和统计分析。夏玉米制种产量的肥料反应模型如下:

$$y = 4323.18 + 206.38x_1 + 136.79x_2 + 105.27x_3 + 78.31x_1x_2 + 53.56x_1x_3 + 8.19x_2x_3 - 392.71x_1^2 - 240.18x_2^2 - 195.55x_3^2 \quad (1)$$

对模型(1)进行方差分析可知, $F_1=4.21 < F_{0.05}=5.05$,失拟项不显著,表明未知试验因素对试验结果干扰很小; $F_2=19.47^{**} > F_{0.01}=4.94$,达极显著水平,复相关系数 $R=0.9726^{**}$,说明氮、磷、钾三因素与夏玉米制种产量间存在着明显的函数关系,故本文对变量不作剔除,而直接利用模型(1)进行优化分析。

2.2 模型的解析与寻优

2.2.1 模型的最优解 本试验的产量函数为模型(1),且为非线性函数,是在 $-1.682 \leq x_i \leq 1.682$ 约束区间的非线性规划问题,故在微机上可求得最优解。即在该试验条件下,可获得夏玉米制种最高产量 $y_{\max} = 4393.9 \text{ kg/hm}^2$,最佳施肥方案是 $x_1 = 0.31$ (折 N 素 189.5 kg/hm^2); $x_2 = 0.34$ (折 P_2O_5 108.2 kg/hm^2); $x_3 = 0.21$ (折 K_2O 135 kg/hm^2)。

2.2.2 主因素效应分析 由于回归设计中各因素处理均经过无量纲性编码、偏回归系数(b_i)已经标准化,所以 b_i 值的大小直接反映了变量 x_i 时制种产量的影响作用顺序,该试验中一次项氮(x_1)>磷(x_2)>钾(x_3),二次项依次氮(x_1)>磷(x_2)>钾(x_3)。由此可见,氮肥对玉米制种产量影响最大,其次是磷、钾肥的作用。

2.2.3 氮、磷、钾三要素的单独产量反响 将模式(1)其中两个变量分别固定在 0 水平,可得到以下 3 个一元降维偏子回归模型:

$$\left. \begin{aligned} y_1 &= 4323.18 + 206.38x_1 - 392.7x_1^2 \\ y_2 &= 4323.18 + 136.79x_2 - 240.18x_2^2 \\ y_3 &= 4323.18 + 105.27x_3 - 195.55x_3^2 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

对模型(2)分别求导,可得其边际产量模型(3):

$$\left. \begin{aligned} dy_1/dx_1 &= 206.38 - 785.42x_1 \\ dy_2/dx_2 &= 136.79 - 480.36x_2 \\ dy_3/dx_3 &= 105.27 - 391.10x_3 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

令 $dy_i/dx_i = 0 (i=1,2,3)$ 可求出 y_i 极大值时各肥料要素单独施用的最适量 $x_i = 0.26$ (折 N 素 184.7 kg/hm^2); $x_2 = 0.29$ (折 P_2O_5 105.5 kg/hm^2); $x_3 = 0.27$ (折 K_2O 139.3 kg/hm^2)。上述单极点值和模型(1)的极点值有些差异,说明氮、磷、钾三要素的交互作用也对夏玉米制种产量产生影响。

利用模型(2)和模型(3)可绘出氮、磷、钾

的产量反应曲线和边际产量图(图1)。从图1的产量反应曲线看出,在氮、磷、钾三要素中,

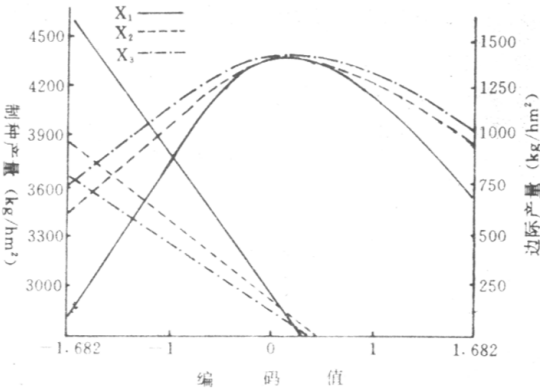


图1 氮、磷、钾肥的产量反应和边际产量曲线

氮素的增产效应远大于磷和钾的增产效应。又从边际产量曲线可知,在低氮水平时,边际产量很大,产量迅速上升,至中氮水平时,边际产量趋近于零,产量达到最大值。过此之后,边际产量转为负值,产量开始下降,出现施氮过量而减产的现象。磷和钾的产量反应曲线变化趋势与氮相似,但变化比较平缓。

2.2.4 氮、磷、钾的互作效应 本文所建立的数学模型(1)中,所有两因素间的交互效应均不显著,其中,氮、磷互作效应较大,现仅将其作以分析。用降维法将 x_3 固定在0水平,可得以下氮、磷两因素交互效应的子回归模型:

$$y_{1,2} = 4323.18 + 206.38x_1 + 136.79x_2 + 78.31x_1x_2 - 392.71x_1^2 - 240.18x_2^2 \quad (4)$$

由模型(4)可绘出氮、磷互作曲线(图2)。从图2可见,不同施磷水平下的氮素反应曲线在中等施氮水平处,距离逐渐加大。说明氮、磷均处于0水平时,互作效应最大。

2.2.5 最佳经济施肥量的确定 在种子生产中往往最高产量施肥量不一定是最佳经济施肥量。为了获得最大经济效益,实现低投入高产出,现将各因素的费用成本按玉米单交种4.2元/kg、N素1.7元/kg、 P_2O_5 2.25元/kg、 K_2O 1.04元/kg折价。由模型(1)可得出

肥料的纯收益函数(扣除肥料费用后的产值)。

$$P = 18159.96 + 705.13x_1 + 454.14x_2 + 367.98x_3 + 328.90x_1x_2 + 224.95x_1x_3 + 34.40x_2x_3 - 1649.38x_1^2 - 1008.76x_2^2 - 821.31x_3^2 \quad (5)$$

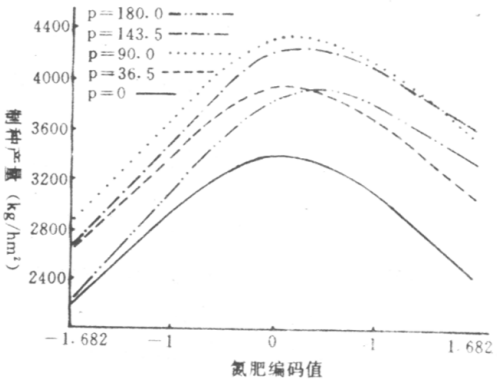


图2 氮磷互作曲线

求模型(5)的极大值解得纯收益最大时的最佳经济施肥方案为: $x_1=0.26$ (折N素184.7kg/hm²); $x_2=0.27$ (折 P_2O_5 104.4kg/hm²); $x_3=0.29$ (折 K_2O 140.7kg/hm²)。最佳经济施肥方案与最高产量施肥方案十分接近,说明改善夏玉米制种施肥条件无明显增产不增收现象。

3 结论

3.1 该研究采用二次回归通用旋转组合设计试验方法,应用电子计算机建立了豫东平原夏玉米制种产量与氮、磷、钾三要素的回归模型,复相关系数为0.9726**,达极显著水平,该回归模型经F检验达1%显著水平,模型有效。

3.2 在本试验条件下,夏玉米制种可达到的最高产量为4393.9kg/hm²。达到最高产量的施肥方案为:氮素189.5kg/hm²、磷素108.2kg/hm²、钾素135kg/hm²。最佳经济施肥方案与最高产量施肥方案基本相同,改善了施肥条件无明显不增收现象。

3.3 氮、磷、钾三要素对夏玉米制种产量的影响效应,从回归系数的大小和边际产量分析来看,氮肥的增产效应最大,其次为磷肥和钾肥。交互效应:氮磷>氮钾>磷钾效应。由于交互项回归系数均为正值,说明三种肥料配合施用可相互促进肥效。

参 考 文 献

1 山东省农业科学院主编.中国玉米栽培学.上海科学技术出版社,上海,1986

2 常鸿.高产玉米施肥模型的建立与分析.山东农业科学,1986,(4):5-9

3 王忠孝等.夏玉米高产规律的研究.山东农业科学,1991,(3):12-15

4 萧兵等.农业多因素试验设计与统计分析.湖南科学技术出版社,长沙,1985

1 山东省农业科学院主编.中国玉米栽培学.上海科学技术出版社,上海,1986

欢迎订阅 1997 年《大豆科学》

《大豆科学》是由黑龙江省农科院主办的学术性期刊。国内外公开发刊,季刊,16开本。每期12万字左右。国内每期订价:3.50元,全年14.00元。邮发代号:14-95。国外每期订价:10.00美元(包括邮资),全年40美元。国外总发行由中国国际图书贸易总公司,北京399信箱。国外代号:Q4162。

《大豆科学》刊登有关大豆的遗传育种,品种资源,生理生态,耕作栽培,病、虫、杂草防治,营养施肥及生物学等方面的科研报告,学术论文,国内、外研究进展评述,研究简报,学术活动简讯、新品种介绍等。

《大豆科学》主要面向从事大豆科学研究的科技工作者,农业院校师生、国营农场及各级农业技术推广部门的技术人员、干部。

订阅办法:全国各地邮局,如在邮局漏订,可到编辑部补订。通过邮局汇款至哈尔滨市学府路368号《大豆科学》编辑部。邮政编码:150086。