

秋大豆平湖青仁综合农艺措施产量  
函数模型研究初报<sup>\*</sup>

罗 英 许宗得 王爱兰

(福建省三明市农科所)

摘 要

根据农业系统工程原理,运用二次回归正交旋转设计,进行大豆多因子多水平试验,建立大豆综合农艺措施产量函数模型,通过计算机模拟选优,获得一组亩产 160kg 以上的优化组合,为平湖青仁秋大豆大面积规范化栽培提供依据。

关键词 秋大豆;平湖青仁;综合农艺措施;函数模型

平湖青仁系黑皮绿子叶秋大豆中熟型品种,食用价值高,是加工多种保健食品的理想原料,开发潜力很大。该品种具有耐瘠耐旱、适应性广等优点,适于红黄壤山地种植,多年来,在闽西北山区具有较大的种植面积。为寻求平湖青仁大豆在三明红黄壤条件下的最佳综合农艺措施组合方案,1994—1996 年我们应用了回归设计方法,对主要农艺措施与大豆产量的关系,进行试验研究,建立数学模型,通过微机进行模拟分析。

1 试验设计

采用二次回归正交旋转设计方法<sup>[1]</sup>,选用密度、氮肥、磷肥、钾肥四因素,因子水平及线性编码列于表 1。

表 1 因子水平及线性编码

Table 1 Level of factors and linear code

因素	零水平	变化间距	变量水平 $r=2$				
Factors	Level zero	Class interval	-2	-1	0	1	2
$X_1$ (密度) Density	30(株/m <sup>2</sup> )	10	10	20	30	40	50
$X_2$ (尿素) Urea	3.0(kg/亩)	1.5	0	1.5	3.0	4.5	6.0
$X_3$ (钙镁磷) Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	30(kg/亩)	10	10	20	30	40	50
$X_4$ (氯化钾) KCl	6.0(kg/亩)	3.0	0	3.0	6.0	9.0	12.0

试验共 30 个小区,  $m_c=16$ ,  $m_r=8$ ,  $m_o=6$ , 分 3 个区组, 区组内随机排列, 小区面积

<sup>\*</sup> 本文系国家各部委下达“南方红黄壤大豆优良品种及高产配套技术示范推广”课题的部分研究内容。

13. 3m<sup>2</sup>,长 10m,宽 1. 33m 试验地为红黄壤旱地,土壤肥力均匀,全氮 1. 41g /kg,全磷 1. 05g /kg,有机质 22. 0g /kg,速效磷 195mg /kg,速效钾 130mg /kg,碱解氮 163mg /kg, pH= 5. 10 试验于 8月 6日播种,9月 12日开花,11月 12日成熟。施肥方法: 钙镁磷作种肥,尿素、氯化钾分苗肥,花肥二次施用,其他栽培管理方法与大田一致

2 试验结果与统计

根据试验产量结果 (见表 2),使用旋转设计试验数据处理程序运算,得出大豆产量与各因素间的回归模型为:

$$Y= 156. 78+ 6. 77x_1+ 6. 82x_2+ 5. 73x_3+ 0. 21x_4+ 0. 63x_1x_2- 1. 22x_1x_3- 0. 08x_1x_4- 2. 22x_2x_3- 2. 22x_2x_4- 2. 24x_3x_4- 8. 52x_1^2- 0. 08x_2^2- 2. 86x_3^2- 0. 74x_4^2\cdots\cdots\cdots \quad \textcircled{1}$$

表 2 试验结构矩阵及产量结果

Tabale 2 Experiment structure matrix and yield results

区号	x1	x2	x3	x4	Y	区号	x1	x2	x3	x4	Y
1	1	1	1	1	154. 50	16	- 1	1	- 1	1	134. 00
2	1	1	1	- 1	167. 00	17	2	0	0	0	142. 50
3	1	1	- 1	1	159. 00	18	- 2	0	0	0	103. 00
4	1	1	- 1	- 1	144. 50	19	0	2	0	0	168. 25
5	1	- 1	1	- 1	148. 50	20	0	- 2	0	0	138. 00
6	1	- 1	1	1	142. 25	21	0	0	2	0	156. 50
7	- 1	1	1	1	144. 75	22	0	0	- 2	0	129. 75
8	1	- 1	- 1	1	139. 50	23	0	0	0	2	152. 50
9	- 1	- 1	- 1	- 1	111. 50	24	0	0	0	- 2	149. 00
10	- 1	- 1	- 1	1	131. 00	25	0	0	0	0	176. 00
11	- 1	- 1	1	- 1	143. 50	26	0	0	0	0	171. 25
12	- 1	- 1	1	1	144. 50	27	0	0	0	0	151. 75
13	- 1	1	- 1	- 1	152. 00	28	0	0	0	0	163. 75
14	1	- 1	- 1	- 1	137. 00	29	0	0	0	0	153. 75
15	- 1	1	1	- 1	147. 50	30	0	0	0	0	153. 50

为了确定回归方程的实际意义,对模型进行方差分析与显著性检验其结果为:

$F_1= 1. 0016 < F_{0. 05} ( 5, 10)= 3. 33$

$F_2= 3. 8168 > F_{0. 01} ( 14, 15)= 3. 56$

通过 F检验可知, F<sub>1</sub> 检验不显著,说明产量函数回归方程与实际情况拟合较好, R= 0. 8836, SD= 10. 2944; F<sub>2</sub> 检验极显著,说明回归方程有效。在本文进一步分析中,对变量不进行剔除,而直接用方程①进行优化分析。

3 模型的解析与寻优

3. 1 最佳产量的模拟寻优

目标函数为非线性函数,在  $- 2 \leq x \leq 2$ 约束区域内非线性规划,在微机上求得的最优解,即为该品种综合技术措施下的最大生产潜力:  $Y(\max) = 179\text{kg/亩}$ ,农艺措施决策变

量为  $x_1=0, x_2=2, x_3=1, x_4=-2$

上述最大值是在密度 2.0 万株/亩,施足氮磷肥时,平湖青仁可能达到的最高产量,但出现的频率低,对于大面积生产不一定有实际意义,而在一定区间的高频率最优组合才更具有实际指导意义。因此,采用步长分析法做进一步解析。

表 3 亩产 > 160 kg 的综合农艺措施频数

Table 3 Agricultural integrated measures of yield more than 160 kg per mu								
编码	$x_1$		$x_2$		$x_3$		$x_4$	
	次数	频率	次数	频率	次数	频率	次数	频率
- 2	0	0	0	0	0	0	18	34.6
- 1	2	3.9	0	0	9	17.3	16	30.8
0	28	53.8	4	7.7	15	28.8	11	21.2
1	22	42.3	17	32.7	16	30.8	6	11.5
2	0	0	31	59.6	12	23.1	1	1.9
次数合计	52	100	52	100	52	100	52	100
编码平均	0.3846		1.4615		0.5577		- 0.8462	
SX	0.0948		0.1136		0.1500		0.1500	
95% 置信区间	0.1986~ 0.5704		1.2388~ 1.6842		0.2637~ 0.8517		- 1.1402~ - 0.5522	
农艺措施	21324~ 23803		4.86~ 5.53		32.64~ 38.52		2.58~ 4.34	

其结果看出,在红黄壤旱作条件下,平湖青仁亩产达 160kg 以上(表 3),其决策变量的农艺措施为:每亩保苗数 21324~ 23803 株,尿素 4.86~ 5.63kg,钙镁磷肥 32.64~ 38.52kg,氯化钾 2.58~ 4.34kg

3.2 主因素效应

为了判定每个因素对产量形成影响大小,用微机进行主因素分析得到了标准方程。根据标准方程分析变量 ( $x_i$ )对产量的效应程度。其各因素对产量的贡献顺序依次为氮肥>密度>磷肥>钾肥,说明决定平湖青仁产量的主要因素是氮肥,密度为次。因此,平湖青仁欲获得高产,应特别重视氮肥用量和种植密度。在保证足够株数前提下,施足氮肥,对扩大苗架,促进分枝,提高大豆产量有较大的作用,其次是磷钾肥在红黄壤土地上要注意配合施用。

3.3 单因素对产量的效应

对模型①采用降维法固定其中 3 个因素于零水平,导出一组偏回归子模型和一组边际产量模型

将编码值代入这些模型,得到各项农艺因素与产量效应和边际产量线(图 1)。从图 1 看出:平湖青仁中熟品种在 4 个栽培因素中,氮肥用量和密度的增产效应大于磷钾肥用量。密度与产量呈抛物线关系,当密度低于 0 水平时,随着密度增加产量提高,密度在 0 水平时产量达到高峰,超此水平,产量明显降低;尿素与产量呈近似于直线上升关系,随着尿素增加产量上升,至+ 2 水平时达最高;磷肥在 - 2~ + 1 水平时,随着施用量增加产量上升,至+ 1 水平后产量开始下降;钾肥用量对产量反应不明显,增施钾肥产量上升缓慢。再从边际产量看,密度在 - 2 水平时边际产量最高,至 0 水平时,边际产量最小,产量达到最

大值,过此水平后,边际产量为负值,产量开始下降;磷肥用量-2水平时,边际产量最高,至+1水平时,边际产量趋于零,过此水平后,边际产量为负值;钾肥用量对产量反应曲线变化平缓,边际产量也较小;氮肥用量在-2水平时,边际产量最高,随着施氮量增加,边际产量降低,至+2水平时最低,产量达到最高,但边际产量仍为正值,产量呈上升之势,这可能是三明市红黄壤含氮量低,增施氮肥更具增产潜力。

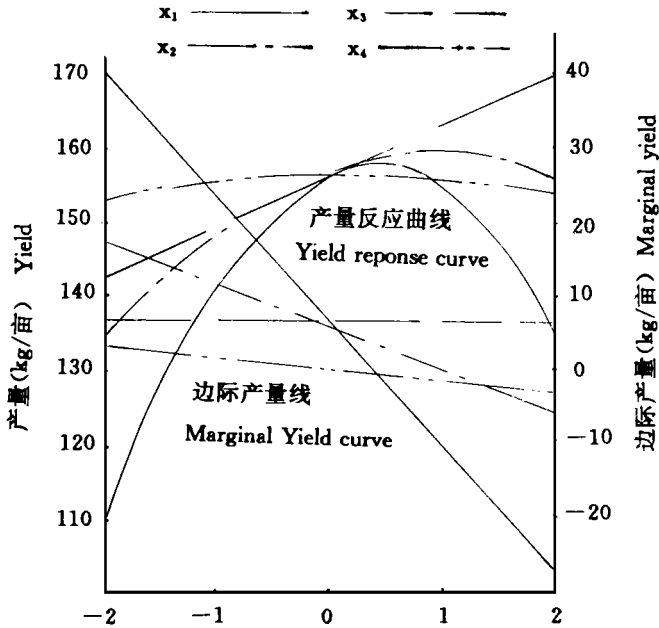


图 1 产量反应曲线和边际产量线

Fig. 1 Yield response curve and marginal yield curves of different agronomic practices

3.4 因素间互作与产量的效应

由模型①看出,各因子间有交互作用对显著项进行分析,固定其二因素于0水平求得双因子二维子模型,将编码值代入模型绘出效应曲线图2-5由图2可知,在不同氮肥用量下,随着磷肥用量增加,产量逐渐上升,当磷肥用量在0水平时,产量达到最大值。说明氮磷配合对增加大豆产量有明显效果,由图3可知,氮肥在-2-0水平时,随着施钾量的增加,产量上升,在+1-2水平时,随着钾肥用量增加产量逐渐下降,而在不同钾肥用量下,氮肥用量增加产量上升。说明红黄壤条件下钾肥也有作用,但不如氮肥效果更好,从图4看,在不同钾肥用量下,随着密度增加,产量逐渐上升,至0水平时,产量达最大值,再增加密度,产量开始下降。从图5看,在不同钾肥用量下,磷肥用量在-2-1水平时,产量逐渐增加,当磷肥用量在-2-0水平时,随着施钾量增加,产量上升,超过0水平,施钾量增加,产量逐渐下降。

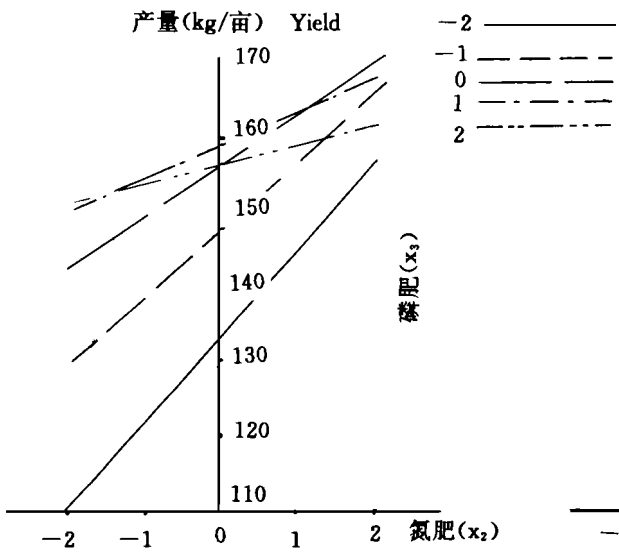


图 2 氮肥与磷肥交互

Fig. 2 Interaction of nitrogen and phosphorus fertilizer

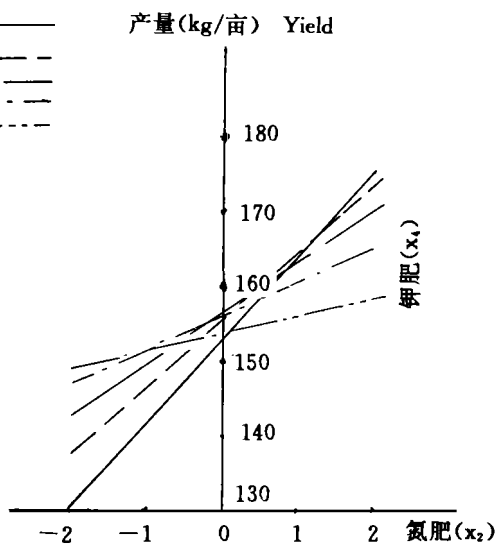


图 3 氮肥与钾肥交互

Fig. 3 Interaction of nitrogen and potassium fertilizer

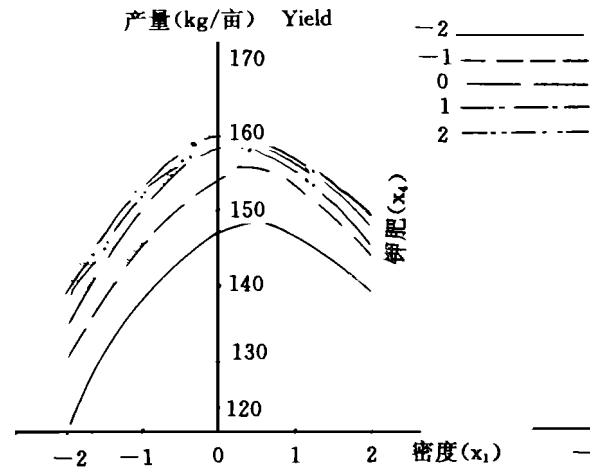


图 4 密度与钾肥交互

Fig. 4 Interaction of density and potassium fertilizer

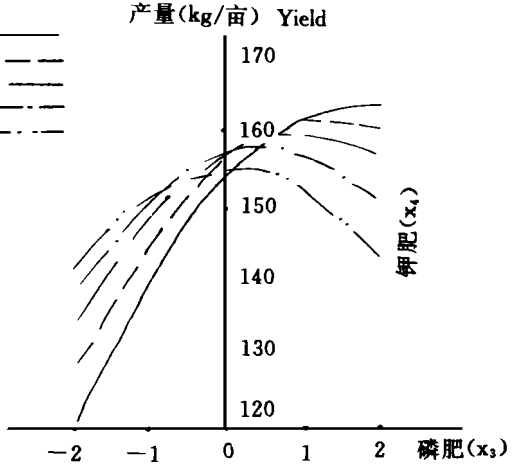


图 5 磷肥与钾肥交互

Fig. 5 Interaction of phosphorus and potassium fertilizer

4 信息反馈示范结果

在 1994年试验基础上,建立了每亩单产 160kg 以上的最佳栽培组合方案。根据此方案,1995年在本所及明溪县进行反馈试验,面积 50亩,平均亩产 165.36kg,1996年进行示范,3个示范点,面积 300亩,平均亩产 167.51kg

结 论

- 1 运用回归设计理论和分析方法进行大豆栽培模式研究,其综合性好,系统性强、试验规模小,信息量大
- 2 三明市红黄壤土质瘠瘦,有机质含量低,可供利用的速效氮磷钾少,种植平湖青仁大豆应在保证足够留苗株数的前提下,增施氮肥,对扩大苗架、促进分枝、提高产量作用较大。本试验结果表明各栽培因子对产量影响大小顺序是: 氮肥> 密度> 磷肥> 钾肥
- 3 要获得亩产 160kg 以上,除做好其它田间管理工作外,最佳农艺措施为: 亩保苗数 21324– 23803株,尿素 4. 86– 5. 53kg,钙镁磷 32. 64– 38. 52kg,氯化钾 2. 58– 4. 34kg
- 4 在栽培条件下,产量的形成不仅是单项农艺措施的作用,因子间还存在着互作效应

## 参 考 文 献

- [1] 茆诗松等, 1983, 回归分析及其试验设计, 华东师范大学出版社, 191– 219
- [2] 胡立成等, 1986, 旱作条件下“黑农 26”大豆高产综合技术数学模型研究, 大豆科学, 5(1): 31– 40
- [3] 陈质卿等, 1993, 黑河 9号大豆综合农艺措施数学模型分析, 大豆科学, 12(2): 175– 181
- [4] 胡立成等, 1996, 重茬条件下“黑河 37”大豆高产综合技术数学模型研究, 大豆科学, 15(2): 130– 135

## PRELIMINARY STUDY ON YIELD FUNCTION MODELS OF AGRONOMIC TECHNOLOGY PACKAGE OF AUTUMN SOYBEAN PINGHUQINGREN

Lou Ying Xu Zongde Wang Ailan

(Sanming Agricultural Science Research Insitute, Fujian Shaming 365509)

### Abstract

Based on the theory of agricultural system engineering, our multifactorial and multilevel test with the soybean variety Pinghuqingren was carried out using the quadratic second order regressoon rotation design to establish the soybean yield function models in agronomic technolog pakage. The optimization combination resulted in a soybean yield of 160 kg or more per mu. Scientific agronomic technology palcage was furnished for Pinghuqingren autumn soybean of cultivation in large areas.

**Key words** Autmn soybean; Pinghuqingren; Compiosite agronomic measures; Mathematical model