

试验,从生态表现看很有希望。

根据育种目标要求,试拟了食用豆类新品种选育性状选择的基本模式,以利于在育种工作中掌握材料数量和质量性状的选择标准。

**1. 生育期:**以中熟品种为主,生育日数100~115天,活动积温为2300℃~2700℃,适当搭配中晚熟品种。

**2. 植株高度:**小豆和绿豆一般为65~80厘米,茎秆直立或半蔓生,秆强不倒。

**3. 分枝:**有效分枝为2~3个,基部结荚为主,有效总状花序多的塔式结荚型。

**4. 单株荚数:**单株有效荚数,红小豆一般为22~30个,绿豆30个以上。

**5. 单株粒重:**小豆为12克以上,绿豆为10克以上。

**6. 每荚粒数:**小豆为5~7粒,绿豆为10粒以上。

**7. 百粒重:**小豆为11~15克,绿豆为5~6.5克。

**8. 籽粒性状:**要求红小豆色泽鲜艳、饱满、粒形柱状、白脐有光泽、皮薄、食性甜;绿豆粒形圆柱,色绿、整齐有光。

**9. 蛋白质:**小豆籽粒含蛋白质21%以上,绿豆籽粒含蛋白质22%以上。

**10. 抗病虫害:**要求食用豆类对细菌性病害,病毒以及蚜虫具有一定的抗性。

**11. 单位产量:**在中等土壤肥力,一般栽培条件下,小豆亩产250斤左右,绿豆亩产200斤左右。

### 参 考 资 料

〔1〕佟屏亚:1983,食用豆类的现状与前景,国外科技动态,1983(12)1~3。

〔2〕佟屏亚、李清华编著:食用豆类栽培,66,81页。

# 合丰25号大豆高产栽培 技术数学模型研究

李寅宗 连成才 张静澜 赵树泉 史占忠

(黑龙江省农业科学院合江农科所)

三江平原是我省大豆生产的重要产区,播种面积占耕地面积的30%左右。全区一般亩产140~200斤,中低产田占耕地面积的95%。为进一步提高大豆单产水平,使低产变中产,为生产提出“投资少,产量高”的农艺方案,采用二次正交回归旋转试验,通过微型电子计算机寻找最佳农艺措施组合方案,为大豆生产规范化栽培提出科学依据。

## 一、试验设计

试验根据系统工程学原理中“最佳模拟配合法”的要求,通过田间试验测定参数,建立数学模型。试验采用三元二次正交回归旋转组合设计。选取密度( $x_1$ )、氮素(尿素 $x_2$ )、磷素(三料 $x_3$ )三项农艺措施为决策变量。自变量设计水平及无量纲编码(表1)。

供试品种大豆合丰25号。垄上人工开

注:本文执笔人连成才。

表 1

因素水平编码表

因 素	零 水 平	间 距	r = 1.682				
			-r	-1	0	1	r
$x_1$ 密度	35 株/m <sup>2</sup>	10	18.18	25	35	45	51.82
$x_2$ 氮素	5 斤/亩	3	0	2	5	8	10
$x_3$ 磷素	12 斤/亩	7.14	0	4.86	12	19.14	24

注：化肥为纯量

沟施入二种肥料，垄上双行点播。每小区 5 行，行距 70 厘米，行长 6 米，小区面积 21 平方米。试验地土壤为冲积土，0~20 厘米

耕层含有机质 2.375%，全 N 0.12%，全 P 0.101%，全 K 2.438%，水浸 pH 7.05。

表 2

试验结构矩阵及指标结果

试 验 区 号	密 度 $x_1$	尿 素 $x_2$	三 料 $x_3$	亩 产 斤/亩 $y_1$	亩 成 本 元 $y_2$	结 荚 期 叶 面 系 数 $y_3$	鼓 粒 期 叶 面 系 数 $y_4$
1	1	1	1	505.34	20.3	2.79	5.71
2	1	1	-1	418.14	11.17	4.15	7.03
3	1	-1	1	429.48	16.58	3.29	6.12
4	1	-1	-1	414.94	7.45	3.09	5.35
5	-1	1	1	654.6	20.3	2.26	4.23
6	-1	1	-1	426.8	11.17	2.2	2.85
7	-1	-1	1	402.34	16.58	1.82	3.92
8	-1	-1	-1	500.68	7.45	2.58	4.16
9	1.682	0	0	363.58	13.91	3.91	6.99
10	-1.682	0	0	372.48	13.91	1.34	2.29
11	0	1.682	0	543.82	17.01	3.67	5.52
12	0	-1.682	0	534.07	10.81	3.43	4.28
13	0	0	1.682	442.06	21.57	3.35	5.44
14	0	0	-1.682	392.52	6.25	3.15	4.66
15	0	0	0	518.25	13.91	2.94	4.46
16	0	0	0	511.6	13.91	2.7	3.89
17	0	0	0		13.91	2.18	4.14
18	0	0	0	353.92	13.91	2.93	5.2
19	0	0	0	497.63	13.91	3.08	4.53
20	0	0	0	520.3	13.91	3.19	5.61
21	0	0	0	490.1	13.91	3.09	4.46
22	0	0	0	548.36	13.91	3.33	4.78
23	0	0	0	524.53	13.91	2.64	6.11

## 二、试验结果分析

### 1. 产量结果

大豆成熟后, 每小区去边行及两端, 每区实收 4 平方米。然后脱粒考种。23 个小区四项生态性状指标试验结果及试验结构矩阵列表 2。

### 2. 产量函数模型

根据试验所获得数据, 经黑龙江省农垦科学院电算中心用微型机 Z80-O 微机运算, 得到合丰 25 号大豆对综合农艺措施反应的三元二次多项式产量结果方程:

$$y = 496.027 - 16.9504x_1 + 20.0513x_2 + 23.0301x_3 - 12.415x_1x_2 - 3.465x_1x_3 + 49.85x_2x_3 - 39.1748x_1^2 + 21.6669x_2^2 - 21.6396x_3^2$$

为了确定函数模型是否有实际意义, 对方程进行方差检验:

$$s_{\text{总}} = 116040 \quad f_{\text{总}} = 22$$

$$s_{\text{回}} = 76480.9 \quad f_{\text{回}} = 9$$

$$s_{\text{剩}} = 39560.9 \quad f_{\text{剩}} = 13$$

$$s_{\text{误}} = 21565.0 \quad f_{\text{误}} = 8$$

$$s_{\text{拟}} = 17995.9 \quad f_{\text{拟}} = 5$$

$$F_1 = 1.335 < F_{0.25}(5, 8) = 1.66$$

$$F_2 = 2.792 > F_{0.05}(9, 13) = 2.71$$

通过统计量  $F$  检验表明、产量函数的二次回归模型与实际情况拟合的好、模型是有效的。可进一步对回归系数进行二次方差检验, 将不显著的回归系数从回归模型中剔出。经两次方差分析最后数学模型表达式为:

$$y = 496.027 - 16.9504x_1 + 20.0513x_2 + 23.0301x_3 + 49.85x_2x_3 - 39.1748x_1^2 + 21.6669x_2^2 - 21.6396x_3^2$$

## 三、模型优化与解析

### 1. 模型的最优解

产量指标的回归方程。  $y = f(x_1)$ , 目标函数为非线性函数。约束条件为  $-r < x_1 < r$ , 在微机上寻求极大值作为理论上的最优解, 每亩产量最大值作  $791.235 \pm 0.7927$ , 相应的

农艺组合措施的极值点为:  $x_1$  密度 = -1,  $x_2$  尿素 = 2,  $x_3$  三料 = 2, 即密度 1.7 万株/亩, 尿素 23.9 斤/亩, 三料 26.3 斤/亩。说明合丰 25 号品种的增产潜力很大, 但是这个最优解不一定是生产上的最优解, 要考虑其它因素的随机干扰, 而频率较低。

### 2. 主因子效应的解析

经过无量纲线性编码代码换的回归系数已经标准化, 直接从回归系数绝对值的大小, 来判明因子的重要程度, 三项农艺措施线性项对产量影响大小顺序是:

$$\text{三料}(x_3) > \text{尿素}(x_2) > \text{密度}(x_1)$$

当考虑二次项效应时, 采用降维法, 固定其中二个因素等于零水平, 可以导出另一个自变量的偏回归解析子模型, 就相当于在特定条件下, 得到的一组单因子试验, 通过解析, 不仅能了解自变量与目标函数的关系, 并可求得在特定条件下单一因子的最佳水平。子模型如下:

$$y_1 = 496.027 - 16.9504x_1 - 39.1748x_1^2$$

$$y_2 = 496.027 + 20.0513x_2 + 21.6669x_2^2$$

$$y_3 = 496.027 + 23.0301x_3 - 21.6396x_3^2$$

$$\text{令 } \frac{dy}{dx_1} = 0$$

求每个子模型的一阶偏导函数可求出每个单因素编码值的极值点:

$$x_1 = -0.21 \quad (\text{即每亩 } 2.1 \text{ 万株})$$

$$x_2 = -0.46 \quad (\text{即每亩施尿素 } 7.9 \text{ 斤})$$

$$x_3 = 0.53 \quad (\text{即每亩施三料 } 15.7 \text{ 斤})$$

上述表明当  $x_2$ 、 $x_3$  固定在零水平, 尿素每亩施用量 10.9 斤, 三料每亩用量为 26.1 斤时, 其生产条件与试验区条件相近, 则密度以每亩保苗 2.1 万株产量最高。以此类推可求出其它自变量水平变时对产量的影响。

### 3. 两因子连应分析

单项农艺措施的作用, 对产量目标函数的影响不是孤立存在的, 而是因素间的相互作用, 要揭示客观事物内部的联系, 必须对因子间的连应进行分析。

用降维方法, 固定一个因子在零水平,

可得出另外两个因素的解析子模型。并可算出两因子交互效应对大豆产量的影响。

的影响及子模型:

$$\hat{Y}_{2,3} = 496.027 + 20.0513x_2 + 23.0301x_3 + 49.85x_2x_3 + 21.6669x_2^2 - 21.6396x_3^2$$

尿素( $x_2$ )与三料磷( $x_3$ )交互效应对产量

**表 3 尿素与三料磷交互效应对大豆产量的影响**

$x_2 \backslash x_3$	-2	-1	0	1	2	$\bar{x}$	Sx	O、V%	
三料磷	-2	586.1	441.4	340.1	282.1	267.5	383.4	132.3	34.4
	-1	574.3	479.5	428.1	419.9	455.1	471.4	62.1	13.1
	0	519.3	474.3	472.7	514.5	599.5	516.1	51.4	9.9
	1	421.0	425.9	474.1	565.7	700.6	517.5	117.7	22.7
	2	279.4	334.2	432.2	573.7	758.4	475.6	193.6	40.7
$\bar{x}$	476.0	431.1	429.5	471.2	556.2				
Sx	127.8	58.6	54.4	122.1	198.2				
O、V%	26.8	13.5	12.6	25.9	35.6				

从表 3 看出, 氮素水平增加, 磷素用量减少, 产量下降。氮素增加, 磷素用量增加, 产量增加, 以磷促氮。

水平内各因素农艺措施配方, 取步长为 1, 共有 125 个农艺组合方案, 通过频数分析, 可求出相应产量水平的农艺措施, 达到可控的目的。

**4. 不同产量水平最佳农艺措施**

使用 Z80-O 微型机及“程序包”建立的生产函数模型进行模拟试验, 得出不同产量

根据频数分析, 亩产 300 斤的综合农艺措施是: 密度 2.3 万~2.1 万株/亩, 尿素亩

**表 4 亩产 300 斤农艺组合方案中  $x_i$  取值频率分布**

变 量		$x_1$		$x_2$		$x_3$	
		密 度	株/亩	尿 素	斤/亩	三 料	斤/亩
		次 数	频 率	次 数	频 率	次 数	频 率
自变量水平	-2	19	0.1900	19	0.1900	14	0.1400
	-1	22	0.2200	22	0.2200	22	0.2200
	0	24	0.2400	20	0.2000	25	0.2500
	1	22	0.2200	20	0.2000	21	0.2100
	2	13	0.1300	19	0.1900	18	0.1800
合 计		100	1	100	1		1
平均取值		-0.120		-0.02		0.07	
标准误 SX		0.132		0.141		0.132	
90%置信区间		0.099--0.339		0.213~-0.253		0.289~0.149	
农 艺 措 施		2.3 万~2.1 万株/亩		12.2~9.2 斤/亩		30.5~23.7 斤/亩	

施用量 12.2~9.2 斤/亩三料磷亩施用量 30.5~23.7 斤/亩 (表 4)。

万~2 万株/亩, 尿素 18.4~11.3 斤/亩, 三料磷 39.8~27.3 斤/亩 (表 5)。

亩产 500 斤的农艺组合措施是: 密度 2.4

表 5

亩产 500 斤农艺组合方案  $x_i$  取值频率分布

变 量		$x_1$		$x_2$		$x_3$	
		密 度	株/亩	尿 素	斤/亩	三 料	斤/亩
		次 数	频 率	次 数	频 率	次 数	频 率
自 变 量 水 平	-2	4		8		3	
	-1	8		1		4	
	0	10		0		8	
	1	8		9		7	
	2	1		13		9	
合 计		31		31		31	
平均取值		-0.194		0.581		0.484	
标准误 $S_x$		-0.197		0.305		0.240	
90%置信区间		0.138~-0.525		1.094~0.068		0.888~0.080	
农 艺 措 施		2.4 万~2 万株/亩		18.4~11.3 斤/亩		39.8 斤~27.3 斤/亩	

#### 四、结论

1. 试验取得的大豆合丰 25 号产量回归方程, 为制定大豆高产栽培技术方案及产量预报提供了数学模型。

2. 对构成大豆高产三因素其作用序列为三料磷( $x_3$ )>尿素( $x_2$ )>密度( $x_1$ )

3. 预测大豆低产变中产, 亩产 300 斤的措施, 除认真实施其它技术标准外, 大豆合丰

25 号栽培最佳因素所采用的数量: 2.3 万—2.1 万株/亩, 尿素 12.2—9.2 斤/亩, 三料磷 30.5—23.7 斤/亩。由中产变高产, 亩产 500 斤栽培最佳因素所采用的数量: 2.4—2 万株/亩, 尿素 18.4—11.3 斤/亩, 三料磷 39.8—27.3 斤/亩。

4. 磷肥与氮肥的交互作用很明显, 说明氮磷配合对大豆产量形成起重要作用。

## 油用向日葵微肥拌种技术及增产效果

禹庆奎 陈连江 姜贵轩 赵希智

(黑龙江省农业科学院经济作物研究所)

本试验研究在我省向日葵产区用硼、钼、锌、铜、锰五种主要微肥拌种对油葵生育和产量的影响。从中筛选出对油葵增产显著的微肥种类。

### 试验材料及方法

该试验在省内具有代表性的县份(见表 1、2) 设点, 采用多点联合试验的方法。土壤类

注: 先后参加该试验的还有: 赵令甲、孟祥和、王志才、冯 峰、于广武、王贵喜、邓少华、丁占鹤、李笑兰、张同立、白荣恒、贾正奎等同志。