

# 马铃薯合作 88 号肥料与密度丰产栽培试验

孔 令 郁

(云南省宣威市土肥站, 云南 宣威 655400)

**摘 要:** 利用二元二次回归组合设计, 研究宣威红壤马铃薯专用肥和密度措施对马铃薯产量的影响, 结果表明: 肥料与密度对马铃薯产量的效应曲线都为开口向下的抛物线; 产量  $>37500 \text{ kg/hm}^2$  的优化栽培措施为: 马铃薯专用肥  $1937.55 \text{ kg/hm}^2$ , 种植密度  $40620 \text{ 株/hm}^2$ 。

**关键词:** 马铃薯; 密度与肥料; 优化组合

中图分类号: S532

文献标识码: A

文章编号: 1001-0092 (2002) 04-217-02

## 1 前 言

合作 88 号薯皮光滑, 芽眼浅, 品质优良, 产量高, 是一种加工型优质马铃薯。2001 年我市推广面积为  $4670 \text{ hm}^2$ , 约占全市马铃薯播种面积的 14%, 但该品种植株高大, 需肥力强, 生产中存在种植密度不合理、肥料投入不足及不平衡。如何采用适宜的肥料与密度措施, 改善植株营养状况, 促使养分平衡, 是当前我市马铃薯生产进一步获得高产的关键之一。为此, 我们于 2001 年选择了有代表性的土壤进行试验, 以期为该品种的进一步推广提供理论依据。

## 2 材料与方 法

该试验设在榕城镇花椒村包崇朗户进行, 试验地土壤为发育在玄武岩母质上的红色粘壤土, 前茬玉米, 土壤有机质 5.79%, 有效氮  $247 \text{ mg/kg}$ , 速效磷  $4.2 \text{ mg/kg}$ , 速效钾  $181 \text{ mg/kg}$ , pH 值 6.80。供试马铃薯品种合作 88 号, 选用密度、肥料 (氮磷钾总养分  $\geq 25\%$ ) 为试验因素, 采用二元二次回归组合设计, 因素水平码值及处理列于表 1。试验设 10 个处理, 重复三次, 随机区组排列。小区面积  $20 \text{ m}^2$  (长 6.0 m, 宽 3.33 m), 双行聚垄式栽培。肥料全作底肥施用。小区全收计产, 其它栽培管理措施同大田生产。

表 1 因素水平码值及处理

处理编号	码值		$x_1$ 肥料 ( $\text{kg}/667\text{m}^2$ )	$x_2$ 密度 ( $\text{穴}/\text{hm}^2$ )
1	-1	-1	750	30000
2	1	-1	2250	30000
3	-1	1	750	45000
4	1	1	2250	45000
5	-2	0	0	37500
6	2	0	3000	37500
7	0	-2	1500	20000
8	0	2	1500	52500
9	0	0	1500	37500
10	0	0	1500	37500

## 3 结果与分析

### 3.1 产量函数模型的建立及检验

将各处理码值和产量运算得到码值方程:

$$Y = 43115.9250 + 2169.6255X_1 + 1948.6245X_2 + 215.6250X_1X_2 - 2340.5805X_1^2 - 332.6430X_2^2 \quad (1)$$

对回归方程 (1) 进行检验,  $F = 6.67^*$  ( $F_{0.05}(5, 4) = 6.26$ ,  $F_{0.01}(5, 4) = 15.52$ , 而  $F > F_{0.05}$ , 所以 (1) 回归关系显著, 回归方程是有效的, 与实际情况拟合较好, 具有实际意义。

对回归系数检验如下:

$$t_1 = 2.97^* \quad t_2 = 2.67 \quad t_{12} = 1.36 \quad t_{11} = 3.77^* \\ t_{22} = 0.54$$

因  $t_{0.05}(df = 4) = 2.776$ ,  $t_{0.01}(df = 4) = 4.604$ , 所以 (1)  $X_1$ ,  $X_1^2$  与  $Y$  的回归关系显著,

而  $X_2$ 、 $X_1X_2$  与  $Y$  之间的回归关系均不显著。把码值方程 (1) 变成用量纲表示的生产因素效应方程, 通过边际分析确定最优化生产因素组合, 才能用于生产优化管理决策, 因此, 将 (1) 和试验有关数据代入二元二次回归方程码值转换公式, 得到肥料与密度的效应方程:

$$Y = 28511.1795 + 59.0760X_1 + 3.6870X_2 + 0.0690X_1X_2 - 0.9360X_1^2 - 0.0015X_2^2 \quad (2)$$

### 3.2 因素效应分析

对码值方程 (1) 用“降维法”将其中一个变量固定在 0 水平上, 可得到另一变量以产量回归子模型:

$$Y_1 = 43115.9250 + 2169.6255X_1 - 2340.5805X_1^2$$

$$Y_2 = 43115.9250 + 1948.6245X_2 - 332.6430X_2^2 \quad (3)$$

由回归子模型 (3) 可知, 肥料和密度的二次项系数均为负值, 说明两种因素的效应曲线是一条开口向下的抛物线, 都存在一个适宜的幅度, 超过此幅度就会造成减产。进一步根据回归子模型 (3) 在  $[-2, 2]$  水平范围内作图 (见图 1), 并令  $X$  分别取值  $-2$ 、 $-1$ 、 $0$ 、 $1$ 、 $2$  求得产量估计值及平均数、标准差、变异系数 (见表 2), 由图 1 和表 2 可知各因素对产量的影响顺序是: 肥料 ( $X_1$ )  $>$  ( $X_2$ )。说明马铃薯丰产栽培要把握住肥料用量, 合理密植。

表 2  $X_1$  与  $Y_1$  的关系

项目	-2	-1	0	1	2	$Y_i$	S	C.V. (%)
肥料 ( $x_1$ )	29414.4	38605.7	43116.0	42945.0	38092.8	38434.8	5562.6	14.47
密度 ( $x_2$ )	37888.1	40834.7	43116.0	44732.0	45682.7	42450.6	3143.3	7.40

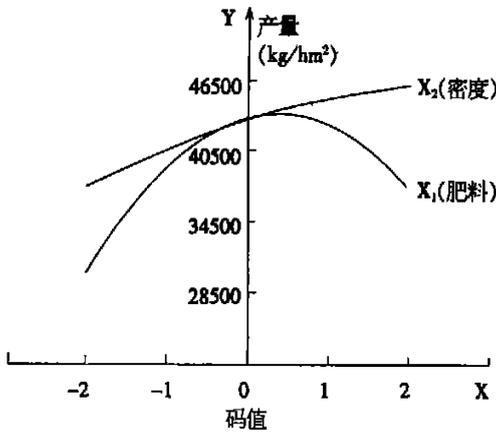


图 1 马铃薯产量与肥料 ( $X_1$ )、密度 ( $X_2$ ) 关系的降维分析

### 3.3 边际产量分析

对回归子模型 (3) 求一阶导数得到单因素边际产量:

$$\delta Y_1 / \delta X_1 = 2169.6255 - 4681.1616X_1$$

$$\delta Y_2 / \delta X_2 = 1948.6245 - 665.2860X_2 \quad (4)$$

将码值代入方程 (4), 得到各因素在不同水平下的边际产量 (见表 3)。由表 3 可知, 在低水平时各因素的边际产量较大, 随因素的增加, 边际产量降低, 即表现出报酬递减的趋势。肥料在 0.463 水平以上边际产量为负值, 密度达 2 水平时, 边际产量仍为正值, 但增产幅度已不大。

表 3 各因素边际效应值

因素	编码值				
	-2	-1	0	1	2
肥料 ( $x_1$ )	11531.95	6850.79	2169.63	-2511.54	-7192.70
密度 ( $x_2$ )	3279.20	2613.91	1948.62	1283.34	618.05

### 3.4 最优农艺措施的确定

对回归方程 (2) 进行频率寻优, 以提出试验范围内生产因素的优化组合。在该设计方案包括的  $5^2 = 25$  组农艺措施组合方案, 产量  $\geq 37500$   $\text{kg}/\text{hm}^2$  的组合方案有 12 组, 占 48.0%, 进一步进行产量频率分析得出丰产栽培肥料与密度措施为: 施马铃薯专用肥  $1937.55$   $\text{kg}/\text{hm}^2$ , 密度  $40620$  穴/ $\text{hm}^2$ 。此时马铃薯产量  $43645.2$   $\text{kg}/\text{hm}^2$ 。已知肥料  $N : P_2O_5 : K_2O = 9 : 7 : 9$ , 可求得需纯  $N$   $174.45$   $\text{kg}/\text{hm}^2$ ,  $P_2O_5$   $135.60$   $\text{kg}/\text{hm}^2$ ,  $K_2O$   $174.45$   $\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

## 4 结论

- 红壤马铃薯肥料与密度对产量的效应曲线均为开口向下的抛物线。
- 肥料与密度对马铃薯产量的影响顺序是: 肥料  $>$  密度。
- 本试验条件下, 肥料与密度丰产栽培措施为: 宣农牌马铃薯专用肥  $1937.55$   $\text{kg}/\text{hm}^2$ , 密度  $40620$  株/ $\text{hm}^2$ 。