

# 马铃薯品种——大西洋在萧山区栽培模式

茅国夫, 缪卫根, 李水凤

(浙江省杭州市萧山区农业科学技术研究所, 萧山 311202)

**摘要:**为探索“大西洋”马铃薯的高产栽培模式,采取二次通用旋转回归组合设计,研究其主要栽培措施与产量间的数量关系,并建立了各因素与产量指标的数学模型,明确了大西洋马铃薯获得每 $667\text{ m}^2$ 高于2300 kg的最佳农艺措施是:种植密度为4550~5050株,播种时期为2月9日~15日,基肥用量每 $667\text{ m}^2$ 为71.6~85.4 kg三元复合肥。影响产量的主要因子是基肥用量,其次是播种密度,第三是播种时期。

**关键词:**大西洋马铃薯; 高产; 栽培模式

大西洋马铃薯引进于美国,它优质高产且非常适合于加工。大西洋马铃薯块圆而均匀,表皮光滑,芽眼少而浅,还原糖含量低,淀粉含量高,炸成薯片色泽好,口感也好<sup>[1]</sup>。为了配合大西洋马铃薯大面积推广应用,我们对大西洋马铃薯的栽培技术进行试验,以寻求其最佳栽培模式,供同类地区参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试品种

大西洋。

### 1.2 试验设计

本试验采用二次回归正交旋转组合设计<sup>[2]</sup>,调查播种期、密度和基肥用量三个因素对马铃薯产量的

影响。试验共20个小区,每小区计产面积 $13.4\text{ m}^2$ ,分4畦,每畦种2行,因子水平编码见表1。

### 1.3 试验方法

试验设在萧山区农科所头蓬基地,土壤质地为沙土,肥力水平中下,有机质含量为2.85%,速效氮 $75.5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,速效磷 $56.5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,速效钾 $102\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , $\text{pH}=7.8$ 。马铃薯栽培中,只施基肥,不追肥,中耕除草2次,未防病治虫,田间考查生育期,收获时调查植株性状、商品率(合格商品薯占总薯的比率)和产量。

## 2 结果与分析

### 2.1 数学模型的建立

以产量为目标函数Y,建立数学模型。经运算,求得数学模型为:

$$\begin{aligned} Y = & 2456.696 + 162.727X_1 + 188.425X_2 + 101.323X_3 - \\ & 58.26X_1^2 - 76.821X_2^2 - 89.196X_3^2 + 48.625X_1X_2 + \\ & 111.125X_1X_3 - 8.625X_2X_3 \end{aligned}$$

对数学模型进行显著性检验,结果如表2。

表1 因素水平编码 ( $667\text{ m}^2$ )

变量水平 $r=1.682$	密度 $X_1$ (株)	基肥 $X_2$ (kg)	播种期 $X_3$ (日/月)
- r - 1.682	2318	0	18/1
- 1 - 1	3000	35.7	25/1
0 0	4000	60.0	5/2
1 1	5000	84.3	15/2
r 1.682	5682	120.0	22/2

收稿日期: 2007-03-22

作者简介: 茅国夫(1963-),男,农艺师,主要从事作物栽培技术研究。

表2 数学模型的显著性检验

差异来源	平方和	自由度	F值	显著性
总计	1707786.4500	19		
回归	1314370.4997	9	$F_2=3.712$	* *
剩余	393415.8119	10		
误差	73833.3333	5		
拟合	319582.4785	5	$F_1=4.328$	

检验结果表明,  $F_1$  不显著,  $F_2$  显著, 说明所建立的数学模型与实际情况拟合得较好, 回归方程是有效的。对回归系数进行显著性检验, 在  $\alpha = 0.01$  显著水平下, 剔除不显著项后, 简化后的回归方程为:

$$Y = 2456.696 + 162.727X_1 + 188.425X_2 + 101.323X_3 - 8.26X_1^2 - 76.821X_2^2 - 89.196X_3^2 + 111.125X_1X_3$$

## 2.2 主因素效应

由于回归设计中各因素处理均已经过无量线性编码, 偏回归系数( $b_i$ ) 已标准化, 其绝对值的大小可直接反映谋划变量( $X_i$ ) 对产量( $Y$ ) 效应的作用程度。根据所建数学模型,  $X_i$  和  $X_i^2$  决定系数之和的顺序依次为: 基肥 > 密度 > 播种期, 说明决定大西洋马铃薯产量的主要因子是基肥用量和密度。因此, 大西洋马铃薯要获得高产, 应特别重视肥料用量的影响和作用效果, 其次是保证足够的密度和适宜的播种时期。

## 2.3 回归方程的优化分析

### 2.3.1 频次分析

目标函数为非线性函数, 是在  $-1.682 \leq X_1 \leq 1.682$  约束区域内的非线性规划。计算求得最优解, 即该品种综合技术措施下的  $667 \text{ m}^2$  最大生产潜能:  $Y_{\max} = 2909.6 \text{ kg}$ 。农艺措施决策变量为  $X_1 = 1.682$ ,  $X_2 = 1$ ,  $X_3 = -1.682$ 。上述最大值  $667 \text{ m}^2$  的密度为 5682 株, 在施够基肥的情况下, 可能达到最高产量, 而对于大面积而言, 一组最优解并不能代表实际的最佳水平, 而以一定的区间最优组合更具有实际指导意义。按设计方案, 共应有  $125 \times 5^3 = 125$  个组合。在所有 125 个组合中, 取产量分类上界为  $2300 \text{ kg}$ , 则大于  $2300 \text{ kg}$  的组合有 37 个, 占组合总数的 29.7%。

由频次分析(表3)可知,  $667 \text{ m}^2$  产量大于  $2300 \text{ kg}$  的农艺措施为:  $667 \text{ m}^2$  播种密度为 4450~5050 株, 施用基肥  $71.64 \sim 85.37 \text{ kg}$  进口三元复合肥, 最适播种期为 2月 9 日到 2月 15 日。

表 3 每  $667 \text{ m}^2$  产量大于  $2300 \text{ kg}$  的综合农艺措施频数

编 码	$X_1$		$X_2$		$X_3$	
	次数	频率	次数	频率	次数	频率
-1.682	0	0.0000	0	0.0000	0	0.0000
-1	2	0.0541	4	0.1081	4	0.1081
0	11	0.2973	9	0.2432	11	0.2973
1	13	0.3514	12	0.3243	11	0.2973
1.682	11	0.2973	12	0.3243	11	0.2973
次数合计	37	1	37	1	37	1
编码平均 ( $X$ )	0.7970		0.7620		0.6890	
标准误 ( $S_x$ )	0.1280		0.1440		0.1440	
95%置信区间	0.545~1.049		0.479~1.044		0.406~0.972	
农艺措施	4450~5050		71.64~85.37		2/9~2/15	

### 2.3.2 降维分析

#### (1) 密度与产量的关系

在模型中将基肥用量和播种期固定在不同水平上, 可分别得到密度与产量的一元回归模型。

$$Y_{11}=2000.931+51.60X_1-58.26X_1^2 \quad (X_2=X_3=-1)$$

$$Y_{12}=2456.696+162.727X_1-58.26X_1^2 \quad (X_2=X_3=0)$$

$$Y_{13}=2580.427+273.852X_1-58.26X_1^2 \quad (X_2=X_3=1)$$

由上述三个方程画出密度与产量的关系。由图1可见, 在基肥和播种期适中的情况下,  $667 \text{ m}^2$  播种密度在 5400 株以下时, 产量随着密度的增加而

增加; 当基肥较低, 播种较早时, 在试验的有效范围内, 产量随着密度增加而增加; 在基肥较充分, 播种较晚时, 在  $667 \text{ m}^2$  播种密度 4450 株以下, 产量与密度正相关, 超过这个密度, 则产量与密度呈负相关。

#### (2) 基肥与产量的关系

把播种期和密度固定在不同的水平, 可以得到不同的基肥与产量的关系:

$$Y_{21}=2152.315+188.425X_2-76.821X_2^2 \quad (X_1=X_3=-1)$$

$$Y_{22}=2456.696+188.425X_2-76.821X_2^2 \quad (X_1=X_3=0)$$

$$Y_{23}=2687.215+188.425X_2-76.821X_2^2 \quad (X_1=X_3=1)$$

根据得到的模型, 画出基肥与产量的关系图, 如图2。

从图2我们可以看出, 不论播期迟早, 播种密度高低, 都存在着同样的趋势, 在每667 m<sup>2</sup>用90 kg三元复合肥以下时, 产量随着肥料用量的增加而增加, 当基肥667 m<sup>2</sup>用量超过90 kg时, 产量与基肥用量呈现负相关。

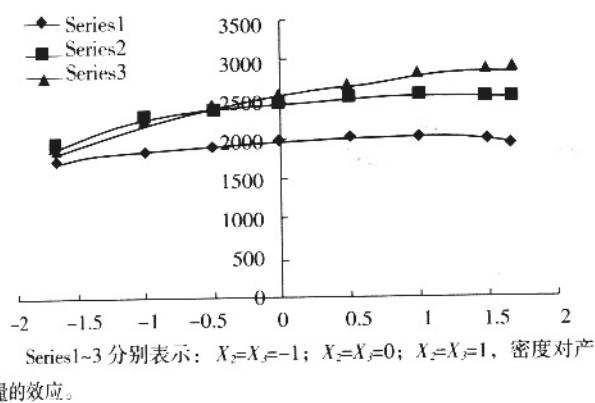


图1 密度对产量的关系

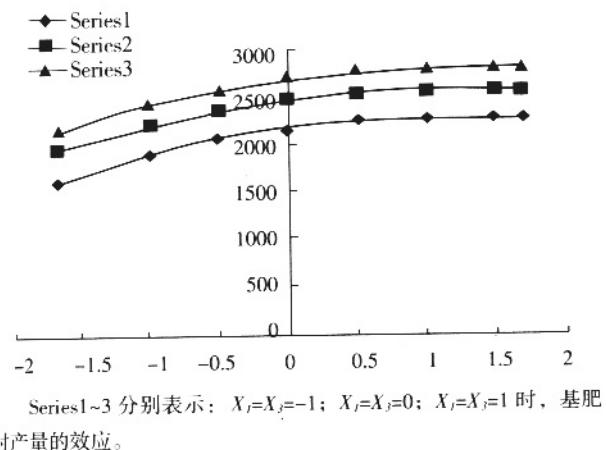


图2 基肥与产量的关系

### (3) 播种期与产量的关系

将密度和基肥固定在不同水平上, 可分别得到不同的播种期与产量关系的一元回归模型:

$$Y_{31}=1970.463-9.802X_3-89.196X_3^2 \quad (X_1=X_2=-1)$$

$$Y_{32}=2456.696+101.323X_3-89.196X_3^2 \quad (X_1=X_2=0)$$

$$Y_{33}=2672.767+212.448X_3-89.196X_3^2 \quad (X_1=X_2=1)$$

根据上述模型画出播种期与产量的关系如图3。由图3知, 在中等密度和中等用肥量的情况下, 2

月11日前播的, 产量随着播种期的推迟而增长, 2月11日后则产量渐减; 在低密度低肥情况下, 2月17日前播的, 产量随着播种期推迟而增长, 2月17日后则呈现减产趋势; 在较高密度又适当高肥的情况下, 则在2月5日左右播产量最高, 之前播随着播种期延迟而增产, 之后则越迟播产量越低。

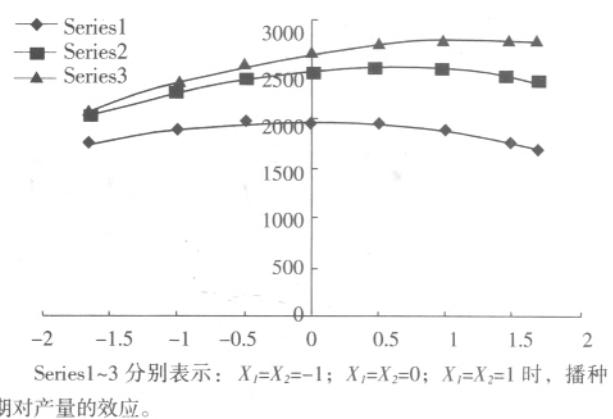


图3 播种期与产量的关系

### (4) 密度、播种期对产量的影响

将X<sub>2</sub>固定在0水平, 则得到密度、播种期对产量的子模型, 其方程为:

$$Y=2456.696+162.727X_1+101.323X_3-58.26X_1^2-89.196X_3^2+111.125X_1X_3$$

根据对方程的分析, 随着密度的加大, 最适播种期渐渐推迟, 在未施基肥的情况下, 1月31日左右播种, 产量最高, 在中等肥力(667 m<sup>2</sup>用肥量60 kg)下, 最佳播种期在2月10日左右; 在高肥(667 m<sup>2</sup>用肥量大于80 kg)下, 2月20日左右播种也能取得高产。同样, 随着播种期的推迟, 要取得高产的用肥量也须逐渐增多, 在1月中旬播种, 取得高产的667 m<sup>2</sup>用肥量在60 kg左右, 2月上旬播种, 取得高产的667 m<sup>2</sup>用肥量在85 kg左右, 2月中旬及之后播种, 建议667 m<sup>2</sup>施复合肥90 kg。

### 2.4 经济性状考查结果

出苗日期和成熟时期与播种期有一定的相关, 但相关不显著, 成熟期的迟早与肥料的施用有较大的关联, 低肥(缺肥)的情况下, 成熟期要早于高肥。播种期较早的株高要低于迟播的, 高肥的株高要高于低肥的。早播的结薯数要少于适期播种和晚播的, 高肥的结薯数要相应的高于低肥

的, 低密度的单株结薯数要多于高密度的。单株产量以 2 月 15 日左右播的最高, 单株产量与用肥量之间相关不明显, 低密度的单株产量高于高密

度的。合格商品率低密度的高于高密度的, 与肥料用量和播种期相关不明显。经济性状与产量结果见表 4。

表 4 经济性状及产量结果

序号	处理			出苗期 (日/月)	成熟期 (日/月)	株高 (cm)	单株 结薯数	单株产量 (g)	商品率 (%)	小区实产 (g)	667 m <sup>2</sup> 产量 (kg)
1	1	1	1	16/3	20/5	70.0	10.7	580	43.1	5 300	2 650
2	1	1	-1	9/3	20/5	63.2	11.8	590	52.5	4 950	2 475
3	1	-1	1	13/3	20/5	56.6	15.0	680	44.1	4 950	2 475
4	1	-1	-1	13/3	9/5	44.2	8.8	462	64.7	3 928	1 964
5	-1	1	1	15/3	11/5	67.0	12.0	755	79.5	4 576	2 288
6	-1	1	-1	9/3	20/5	58.4	12.2	710	59.2	4 510	2 255
7	-1	-1	1	16/3	11/5	50.4	10.6	674	69.7	4 010	2 005
8	-1	-1	-1	9/3	11/5	43.2	11.2	620	66.1	4 480	2 240
9	-r	0	0	13/3	20/5	62.2	11.4	1 150	73.0	3 550	1 775
10	r	0	0	13/3	15/5	58.4	11.0	550	65.5	5 270	2 635
11	0	-r	0	14/3	11/5	44.2	9.8	530	60.4	3 360	1 680
12	0	r	0	13/3	20/5	65.8	11.2	640	59.4	5 250	2 625
13	0	0	-r	9/3	15/5	48.6	10.2	570	66.7	3 770	1 885
14	0	0	r	18/3	20/5	64.0	13.2	534	58.8	4 770	2 385
15	0	0	0	13/3	15/5	52.8	13.8	590	45.8	4 900	2 450
16	0	0	0	15/3	15/5	57.4	10.6	500	56.0	4 960	2 480
17	0	0	0	13/3	15/5	59.8	11.8	700	58.6	4 850	2 425
18	0	0	0	13/3	15/5	50.2	11.2	540	66.7	5 060	2 530
19	0	0	0	13/3	15/5	53.2	10.2	580	65.5	5 250	2 625
20	0	0	0	16/3	20/5	47.8	9.8	470	61.7	4 520	2 260

### 3 结论

按照试验设计实施了本试验, 对试验结果进行运算后, 得出如下数学模型:

$$Y = 2456.696 + 162.727X_1 + 188.425X_2 + 101.323X_3 - 58.26X_1^2 - 76.821X_2^2 - 89.196X_3^2 + 111.125X_1X_2$$

对上述模型进行显著性检验后, 与生产实际有较好的拟合性。根据 95% 的置信域分析, 得出目标产量达到每 667 m<sup>2</sup> 产量 2 300 kg 的农艺措施为: 最佳播种密度每 667 m<sup>2</sup> 为 4 550 ~ 5 050 株, 最适播种时期为 2 月 9 日到 2 月 15 日, 适宜的基肥用量为每 667 m<sup>2</sup> 三元复合肥 71.6 ~ 85.4 kg。

以上结论仅适用于生产条件与本所基地相仿的区域。其它地区宜根据当地的土壤、气候、生产水平等条件, 而具体确定栽培方法。本试验限

于当时的条件, 设计上存在取值范围偏窄的不足, 特别是播种期的设置。但总的结果基本附合生产实际, 对现实生产具有一定的指导价值。

### [参考文献]

- [1] 徐连滨, 李战友. 马铃薯品种“大西洋”的引种与栽培技术[J]. 杂粮作物, 1999, 19(1): 43.
- [2] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其计算机处理平台[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 85~90.

