

# 闽东南沿海炸片用马铃薯品种“大西洋” 的栽培综合农艺措施研究

凌永胜, 沈清景, 叶贻勋, 林 涛, 钟向荣

(泉州市农业科学研究所, 福建 晋江 362200)

**摘 要:** 采用二次通用旋转回归设计方法, 研究了炸片用马铃薯品种“大西洋”的主要栽培措施(种植密度、农肥、N肥、P肥和K肥)与产量的关系, 结果表明, 各参试因子对产量影响的大小程度依次排序为: 农肥>K肥>密度>N肥>P肥。经计算机模拟寻优, 获得了高产数学模型和最佳农艺措施组合方案。667 m<sup>2</sup> 产量大于 1550kg 的农艺组合方案有 345 套, 其 95% 的置信区域是: 密度 3626~3800 穴, 农肥 2243.5~2379.5 kg, N 肥 6.164~6.820 kg, P 肥 3.851~4.149 kg, K 肥 11.122~11.611 kg。农艺措施的中心值是: 密度 3717 穴, 农肥 2311.5 kg, N 肥 6.492 kg, P 肥 4.0 kg, K 肥 11.39 kg。

**关键词:** 马铃薯; 加工; 数学模型; 农艺措施

**中图分类号:** S532

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-0092 (2001) 04-0206-04

## 1 前 言

马铃薯品种“大西洋”是美国于 1969 年从 B5141-6 (Lenape) × Wauseon 中选育的。是目前国内外主要的马铃薯炸片用加工品种, 具有薯形好、芽眼浅、还原糖含量低的特点, 深受马铃薯加工企业的欢迎。泉州市地处福建东南沿海, 近几年来, 马铃薯种植面积迅速扩大, 目前已达 1.33 万 hm<sup>2</sup>, 利用冬闲田扩种脱毒马铃薯是我市调整种植结构, 发展农业经济的新增长点。随着马铃薯种植

面积的不断扩大和加工企业的迅速发展, 扩种加工用马铃薯品种日益重要。

有关马铃薯综合农艺措施数学模型的研究, 国内曾多次报道过, 但在本地特定气候条件下, 探讨加工用品种栽培综合农艺措施的研究却甚少。为此, 我们于 2000~2001 年, 应用二次通用旋转回归设计方法, 研究炸片用马铃薯品种“大西洋”的产量与密度、农肥、N 肥、P 肥、K 肥之间的综合关系和数学模型, 试图从中找出最佳组合方案, 以期为大面积种植和高产栽培提供科学依据。

## 2 试验设计与方法

试验设在本所农地, 海拔 25 m。前茬为秋大豆, 供试土壤为红壤赤砂土, 其有机质含量为

收稿日期: 2001-03-09

作者简介: 凌永胜 (1972-), 男, 泉州市农科所研究实习员, 主要从事作物生物技术研究。

Agrobacterium tumefaciens to transform a tetraploid Solanum tuberosum strain “Gannong potato 1” and a dihaploid Solanum tuberosum strain “84-47”. The transformed plantlet of these two strains were all regenerated.

The result showed that the dihaploidy strain was easier to be transformed than the tetraploid strain. The opine assay was positive, which demonstrated that the KM resistance plantlets was integrated with PVY CP gene. The identification test showed that all the regenerated transformed plantlets were of the same ploidy as their parents.

1.03%, 速效氮 10.1 mg/L, 速效磷 52.3 mg/L, 速效钾 129.1 mg/L, pH 值 6.5。

采用 5 元 5 水平二次通用旋转回归设计, 选用密度 ( $x_1$ )、农肥 ( $x_2$ )、N 肥 ( $x_3$ )、P 肥 ( $x_4$ ) 和 K 肥 ( $x_5$ ) 五项因子作为决策变量, 以产量 ( $Y$ ) 为目标函数。试验因子设计与编码值见表 1。

表 1 因子设计与编码 (穴/667m<sup>2</sup>, kg/667m<sup>2</sup>)

变量水平	密度 ( $x_1$ )	农肥 ( $x_2$ )	N ( $x_3$ )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ( $x_4$ )	K <sub>2</sub> O ( $x_5$ )
2	5000	3000	10	6	14
1	4500	2500	8	5	12
0	4000	2000	6	4	10
-1	3500	1500	4	3	8
-2	3000	1000	2	2	6
变化间距	500	500	2	1	2

表 2 试验设计结构矩阵及产量结果

处理号	结构矩阵					小区产量 (kg)
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	
1	-1	-1	-1	-1	1	20.1
2	-1	-1	-1	1	-1	17.5
3	-1	-1	1	-1	-1	23.5
4	-1	-1	1	1	1	26.0
5	-1	1	-1	-1	-1	27.2
6	-1	1	-1	1	1	27.9
7	-1	1	1	-1	1	30.8
8	-1	1	1	1	-1	27.3
9	1	-1	-1	-1	-1	26.5
10	1	-1	-1	1	1	30.3
11	1	-1	1	-1	1	29.6
12	1	-1	1	1	-1	25.8
13	1	1	-1	-1	1	29.7
14	1	1	-1	1	-1	27.4
15	1	1	1	-1	-1	18.2
16	1	1	1	1	1	31.4
17	2	0	0	0	0	23.0
18	-2	0	0	0	0	25.0
19	0	2	0	0	0	26.2
20	0	-2	0	0	0	18.5
21	0	0	2	0	0	28.6
22	0	0	-2	0	0	26.6
23	0	0	0	2	0	30.4
24	0	0	0	-2	0	29.6
25	0	0	0	0	2	27.6
26	0	0	0	0	-2	29.7
27	0	0	0	0	0	28.7
28	0	0	0	0	0	27.9
29	0	0	0	0	0	26.8
30	0	0	0	0	0	23.9
31	0	0	0	0	0	24.1
32	0	0	0	0	0	29.4

对表 1 编码值列表实施, 共设 32 个试验处理, 小区面积为 13.33 m<sup>2</sup>, 行长 10.66 m, 行距 1.25 m。四周设保护行。

供试品种为“大西洋”原种, 播种期 11 月 13 日。控制密度以固定行距 (50 cm), 调整株距; 供试 N 肥为尿素 (含 N46%), P 肥为过磷酸钙 (含 P<sub>2</sub>O 12%), K 肥为硫酸钾 (含 K<sub>2</sub>O 51%), 农肥用腐熟人粪尿。施用方法是, 农肥、P 肥全部基施; N 肥、K 肥分基肥 (占 70%)、追肥 (占 30%) 两次施用。方式是基肥整畦深施播种行; 部分 N、K 肥于株高 18~30 cm 时结合培土追施。田间管理同当地大田。

### 3 产量结果及回归模型建立

根据表 2 的试验结果, 求得各因子与产量的回归方程:

$$Y = 26.845 + 0.608x_1 + 1.5x_2 + 0.417x_3 + 0.4x_4 + 1.175x_5 - 0.745x_1^2 - 1.160x_2^2 + 0.155x_3^2 + 0.755x_4^2 + 0.417x_5^2 - 1.975x_1x_2 - 1.488x_1x_3 + 0.863x_1x_4 + 0.863x_1x_5 - 0.938x_2x_3 + 0.513x_2x_4 + 0.438x_2x_5 + 0.550x_3x_4 + 0.85x_3x_5 + 0.175x_4x_5$$

复相关系数为 0.9014, 对该回归方程的检验结果, 失拟均方  $F_1 = 1.601 < F_{0.05} = 4.95$ ,  $F_2 = 2.927 > F_{0.05} = 2.65$ , 表明无失拟因素, 各参试因子对马铃薯产量的共同作用是显著的。因此, 建立的回归模型具有应用价值。

### 4 回归模型的解析

#### 4.1 主因子效应分析

采用降维法, 对产量模型方程, 令其余 4 项因子取零水平, 导出关于第 5 因子与产量关系的回归方程, 可得到 5 个一元二次子方程:

密度:  $Y_1 = 26.845 + 0.608x_1 - 0.745x_1^2$

农肥:  $Y_2 = 26.845 + 1.5x_2 - 1.158x_2^2$

N 肥:  $Y_3 = 26.845 + 0.417x_3 + 0.155x_3^2$

P 肥:  $Y_4 = 26.845 + 0.4x_4 + 0.755x_4^2$

K 肥:  $Y_5 = 26.845 + 1.175x_5 + 0.417x_5^2$

通过各因子偏回归系数 t 检验, 各因子一次项回归系数中,  $x_2$ 、 $x_5$  达显著水平。经无量纲线性编码代换后偏回归系数已标准化, 其 ( $b_i$ ) 大小可直接反映变量  $x_i$ ; 对产量影响的程度, 从一次项回归

值来看, 5 项措施对产量影响由大到小的排序为  $x_2$  ( $9.897^{**}$ )  $> x_5$  ( $6.073^*$ )  $> x_1$  ( $1.628$ )  $> x_3$  ( $0.764$ )  $> x_4$  ( $0.704$ ), 即农肥  $>$  K 肥  $>$  密度  $>$  N 肥  $>$  P 肥。因此可知, 在本试验限定条件下, 欲实现较高鲜薯产量, 农肥、K 肥和密度是生产上需要重点控制的因子。

各因子在不同水平上对群薯产量的增减速率列于表 3。由表 3 看出, 在 -2~1 水平时增施农肥, 在 -2~0 水平上增高密度, 均有增产效果, 而且水平越低增产效果越大。然而, 当  $x_2 > 0.65$ 、 $x_5 > 0.41$  水平时, 则开始减产, 并有水平越高减产越多的趋势。说明农肥和密度找到了使用极值, 即在 0 水平时, 农肥用量为  $2000 \text{ kg}/667\text{m}^2$ , 密度为  $4000 \text{ 株}/667\text{m}^2$  时增产效果最好, 超过该取值水平则是一种浪费。在 -2~2 水平时增施 N 肥及 K 肥, 产量均随之增加, 取值最大时产量最高, 呈直线上升趋势, 说明 N 肥和 K 肥用量还应加大比例, 才能找出极值点。此外, 因选用的试验地含 P 量较高, 所以, P 肥的效果不明显,  $x_4$  (P 肥) 在 -2 至 -0.27 范围内产量下降,  $x_4 \geq -0.27$  时产量上升。

表 3 各因子不同水平的边际产量

因子	-2	-1	0	1	2
Y <sub>1</sub>	22.649	25.492	26.845	26.708	25.081
Y <sub>2</sub>	19.213	24.187	26.845	27.187	25.213
Y <sub>3</sub>	26.631	26.583	26.845	27.417	28.299
Y <sub>4</sub>	29.065	27.200	26.845	28.000	30.665
Y <sub>5</sub>	26.165	26.087	26.845	28.437	30.863

#### 4.2 双因子交互效应

由产量模型交互项回归系数 t 检验得知,  $x_1$  (密度) 和  $x_2$  (农肥) 之间有极显著的负交互效应 ( $-11.439^{**}$ ),  $x_1$  与  $x_3$  (N 肥) 之间的负交互效应也表现显著 ( $-6.439^*$ )。为了便于分析, 按二维法分解, 其获得的方程如下:

$$Y_{12} = 26.845 + 0.608x_1 + 1.5x_2 - 0.745x_1^2 - 1.158x_2^2 - 1.975x_1x_2$$

$$Y_{13} = 26.845 + 0.608x_1 + 0.417x_3 - 0.745x_1^2 + 0.155x_3^2 - 1.488x_1x_3$$

对这两个方程分别带入不同取值水平进行分析, 其相应的产量结果见表 4、表 5。由表 4 可知, 当  $x_2$

固定在一 2、-1 水平时, 随着  $x_1$  的增高, 产量迅速提高;  $x_2$  取 1、2 水平时, 产量随  $x_1$  的增加而急剧下降, 说明在本试验条件下, 当农肥未达适宜施用量时, 密度是增产的主要限制因子; 当农肥施用量超过适宜水平值时, 密度对产量的影响作用减小。

表 4  $x_1$  (密度) 与  $x_2$  (农肥) 对 Y (产量) 的交互效应值

	-2	-1	0	1	2
-2	7.117	18.016	22.649	26.941	28.917
-1	13.910	20.859	25.492	27.809	27.810
0	19.213	24.187	26.845	27.187	25.213
1	23.026	26.025	26.708	25.075	21.126
2	25.349	26.373	25.081	21.473	15.549

由表 5 可知, 当把  $x_1$  固定在一 2、-1 水平时, 产量结果随  $x_3$  的增加而增加;  $x_1$  取 0 水平时, 随着  $x_3$  的增高, 产量先升后降, 说明在本试验条件下, 当密度达到合理值时, 增施 N 肥的增产效果小。

表 5  $x_1$  (密度) 与  $x_3$  (N 肥) 对 Y (产量) 的交互效应值

	-2	-1	0	1	2
-2	16.483	19.411	22.649	26.197	30.055
-1	22.302	23.742	25.492	27.552	29.922
0	26.631	26.583	26.845	27.417	28.299
1	29.470	27.934	26.708	25.792	25.186
2	30.819	27.795	25.081	22.677	20.583

#### 4.4 农艺措施的优选

采用计算机模拟寻优, 选择出小区产量在  $31.0 \text{ kg}$  以上 ( $667 \text{ m}^2$  产量为  $1550 \text{ kg}$ ) 的 345 套组合方案, 分布频率见表 6。

本试验的产量极值为  $2070.5 \text{ kg}/667\text{m}^2$ 。

寻优结果表明, 小区产量高于  $31.0 \text{ kg}/667\text{m}^2$  的最优组合为: 密度  $3626 \sim 3800$  穴, 农肥  $2243.5 \sim 2379.5 \text{ kg}$ , N 肥  $6.164 \sim 6.820 \text{ kg}$ , P 肥  $3.851 \sim 4.149 \text{ kg}$ , K 肥  $11.122 \sim 11.660 \text{ kg}$ ; 农艺措施中的中心值是: 密度  $3717$  穴, 农肥  $2311.5 \text{ kg}$ , N 肥  $6.492 \text{ kg}$ , P 肥  $4.0 \text{ kg}$ , K 肥  $11.391 \text{ kg}$ 。

表6 大于1500kg/667m<sup>2</sup>的组合频数分布

编 码	x <sub>1</sub>		x <sub>2</sub>		x <sub>3</sub>		x <sub>4</sub>		x <sub>5</sub>	
	次数	频率	次数	频率	次数	频率	次数	频率	次数	频率
-2	170	0.493	30	0.087	80	0.232	69	0.2	25	0.072
-1	65	0.188	45	0.130	40	0.116	69	0.2	45	0.130
0	0	0.000	60	0.174	45	0.130	69	0.2	65	0.188
1	10	0.029	100	0.290	75	0.217	69	0.2	85	0.246
2	199	0.290	110	0.319	105	0.304	69	0.2	125	0.362
总数	345	1	345	1	345	1	345	1	345	1
平均	-0.565		0.623		0.246		0.000		0.696	
标准差	0.094		0.069		0.084		0.076		0.069	
95%置信区域	-0.749~0.384		0.487~0.759		0.082~0.410		-0.149~0.149		0.561~0.830	
农艺措施	3636~3800		2243.5~2379.5		6.164~6.820		3.851~4.149		11.122~11.660	
中心值	3717		2311.5		6.492		4.000		11.391	

### 5 小 结

a. 通过试验建立了闽东南沿海炸片用马铃薯品种“大西洋”高产、低耗、高效的函数模型, 比较综合地反映密度、农肥、N、P、K肥与产量之间的函数关系, 运用计算机模拟寻优, 可使理论与实践相结合选择出最佳综合农艺措施, 为马铃薯定量化栽培提供科学依据。

b. 参试因子对马铃薯产量影响的大小程度依次排序为农肥>K肥>密度>N肥>P肥。在本试验条件下, 当农肥未达适宜施用量时, 密度是增产

的主要限制因子; 当密度未达合理值时, 施N量是增产的主要限制因子。由于N肥和K肥未找到使用极值, 还应加大比例进行试验。

### 参 考 文 献

[1] 杜守宇等. 马铃薯栽培综合农艺措施数学模型及优化方案的研究. 马铃薯杂志 [J], 1991, 5 (1): 25-30.  
 [2] 王一鸣. 渭源县北部旱地春小麦高产栽培优化方案研究. 甘肃农业科技 [J], 2001 (1).  
 [3] 刘德金. 农业试验常用统计分析. 福建农学院教务处, 1984, 第一版.

## STUDY OF CULTURAL PRACTICES FOR HIGH TUBER YIELD OF PROCESSING POTATO “ATLANTIC” IN SOUTH-EAST OF HUIJIAN

LING Yong-sheng, SHEN Qing-jing, YE Yi-xun, LIN Tao and ZHONG Xiang-rong  
 (Quanzh Agricultural Research Institute, Jinjiang Fujian 362200)

**ATBSTRACT:** Using the quadratic regression current rotation compose design Method, effects of planting density (x<sub>1</sub>), farm mannce (x<sub>2</sub>), Nitrogenous (x<sub>3</sub>), phosphate (x<sub>4</sub>) and potatsh (x<sub>5</sub>) on getting high yield of processing potato “Atlantic” were analysed. The results showed that importance of hte cultural practices for yield was x<sub>2</sub>>x<sub>5</sub>>x<sub>1</sub>>x<sub>3</sub>>x<sub>4</sub>. We obtained 345 optimization schemes of cultural practices used in high yield mathematical model and the best agronomy measure for potato production of 1550kg/667m<sub>2</sub> by computer simulation. The 95% believe region is 3626~3800 holes (x<sub>1</sub>) form wannll 2243.5~2379.5kg (x<sub>2</sub>), N 6.164~6.820kg (x<sub>3</sub>), 3.851~4.149kg, 11.122~11.600kg (x<sub>5</sub>). The agronomy measure center value is 3717 holes (x<sub>1</sub>), 231165 (x<sub>2</sub>), 6.492kg (x<sub>3</sub>), 4.0kg (x<sub>4</sub>), 11.391kg (x<sub>5</sub>).