

# 净作条件下毕节地区脱毒马铃薯高产栽培模式研究

郑元红<sup>1</sup>, 胡建风<sup>2</sup>, 潘国元<sup>3</sup>, 翟均平<sup>1</sup>, 阮友恒<sup>1</sup>

(1. 毕节地区土肥站 贵州 毕节 551700; 2. 毕节地区种子站 贵州 毕节 551700; 3. 毕节地区农业局, 贵州 毕节 551700)

**摘要:** 试验采用四元二次回归正交组合设计方法, 对影响净作条件下脱毒马铃薯高产的主要栽培技术措施进行研究。结果表明: 各试验因子对马铃薯产量的影响为: 密度>钾肥>氮肥>磷肥, 增加密度, 增施钾肥与氮肥, 酌施磷肥是实现净作条件下马铃薯高产的关键。通过计算机模拟寻优, 得出毕节地区脱毒马铃薯大于 37 500 kg·hm<sup>2</sup> 的高产技术模式为: 密度 75 960~81 180 穴·hm<sup>2</sup>, 平均 78 570 穴·hm<sup>2</sup>; N 肥 N 230.1~243.0 kg·hm<sup>2</sup>, 平均为 236.6 kg·hm<sup>2</sup>; P 肥 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 72.3~79.1 kg·hm<sup>2</sup>, 平均为 75.6 kg·hm<sup>2</sup> 和 K 肥 K<sub>2</sub>O 236.1~259.5 kg·hm<sup>2</sup>, 平均为 247.8 kg·hm<sup>2</sup>, N P K 施肥比例平均为 1.00 0.32 1.05。

**关键词:** 脱毒马铃薯; 净作; 高产栽培

马铃薯是毕节地区重要的粮食、蔬菜、饲料和食品工业原料作物, 常年播种面积约为 15.3 万 hm<sup>2</sup><sup>[1]</sup>, 产量 45 万 t 以上, 在毕节地区粮食总产构成中居于第二位。境内雨量适中, 气候冷凉, 适宜马铃薯的正常生长和优质高产。但是, 由于长期以来将其视为“粗粮”, 重视不够, 耕作栽培粗放, 单产水平低下, 极大地制约了我区马铃薯生产区域优势的发挥。因此根据毕节地区地处高寒山区的气候特点和结合实际马铃薯的生产实际, 对净作条件下马铃薯密度与施肥进行研究, 以期为本区及自然生态类似地区马铃薯生产提供必要的技术指导依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点

试验设置在海拔 2 240 m 的威宁县草海镇白岩村, 土种为小黄泥, 肥力中等。

### 1.2 试验材料

供试品种为会-2 原种; 肥料: 氮肥为尿素 N 46%, 磷肥为普钙 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 16%, 钾肥为硫酸钾 (K<sub>2</sub>O 5%)。

收稿日期: 2006-08-25

基金项目: 贵州省重大攻关后补项目 [黔科合 NZ 字 2005 3011]

作者简介: 郑元红 (1970-), 男, 高级农艺师, 研究方向为土壤肥料技术推广应用。

### 1.3 试验设计

试验设种植密度、氮、磷、钾 4 因素 5 水平<sup>[2]</sup>。试验采用四元二次回归旋转组合设计, 其因素编码见表 1, 田间排列分为三个非重复性区组, 每个区组 12 个小区, 共 36 个小区。小区面积 20 m<sup>2</sup>, 小区间预留走道, 各小区收获采用 3 行计产。

表 1 试验因子与水平编码  
(穴·hm<sup>2</sup>, kg·hm<sup>2</sup>)

试验因子	变化间距	水平				
		-2	-1	0	1	2
种植密度 X <sub>1</sub>	22 500	22 500	45 000	67 500	90 000	112 500
N X <sub>2</sub>	75.0	75	150.0	225	300.0	375
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> X <sub>3</sub>	37.5	0	37.5	75	112.5	150
K <sub>2</sub> O X <sub>4</sub>	112.5	0	112.5	225	337.5	450

### 1.4 田间管理

试验于 2005 年 3 月 13 日播种, 9 月 26 日收获, 其余中耕除草、培土上厢、病虫害防治等措施按常规进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 试验结果

将试验点的产量输入计算机进行模拟优化, 其数学模型为:

$$Y = 44152.8750 + 1425.1250X_1 + 82.5000X_2 + 977.5000X_3 + 1011.3750X_4 - 1496.9735X_1^2 - 2470.6250X_2^2$$

$$-2888.1875X_3^2 - 2029.2500X_4^2 - 124.1250X_1X_2 + 67.5000X_1X_3 + 4.5000X_1X_4 - 195.7500X_2X_3 - 420.7500X_2X_4 - 569.8125X_3X_4$$

$$F_1 = 1.691 < F_{0.05(10,11)} = 2.85, \quad F_2 = 8.547 > F_{0.01(14,21)} =$$

3.07, 建立的数学模型与实际拟合较好, 可用模型进行试验因素与产量的效应分析与模型寻优, 提出净作条件下马铃薯脱毒马铃薯高产栽培数学模型。

试验结果产量见表 2。

表 2 试验产量统计

处理号	因素编码				产量 ( kg·hm <sup>2</sup> )	处理号	因素编码				产量 ( kg·hm <sup>2</sup> )
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>			X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	
1	1	1	1	1	37 015.5	19	0	-2	0	0	34 776.0
2	1	1	1	-1	36 588.0	20	0	2	0	0	31 693.5
3	1	1	-1	1	37 824.0	21	0	0	-2	0	27 949.5
4	1	1	-1	-1	37 987.5	22	0	0	2	0	35 179.5
5	1	-1	1	1	39 066.0	23	0	0	0	-2	33 138.0
6	1	-1	1	-1	35 044.5	24	0	0	0	2	36 862.5
7	1	-1	-1	1	36 531.0	25	0	0	0	0	42 648.0
8	1	-1	-1	-1	31 864.5	26	0	0	0	0	45 849.0
9	-1	1	1	1	39 678.0	27	0	0	0	0	43 800.0
10	-1	1	1	-1	33 364.5	28	0	0	0	0	43 075.5
11	-1	1	-1	1	33 184.5	29	0	0	0	0	45 499.5
12	-1	1	-1	-1	34 716.0	30	0	0	0	0	42 949.5
13	-1	-1	1	1	36 118.5	31	0	0	0	0	43 225.5
14	-1	-1	1	-1	33 910.5	32	0	0	0	0	46 075.5
15	-1	-1	-1	1	35 280.0	33	0	0	0	0	39 975.0
16	-1	-1	-1	-1	34 398.0	34	0	0	0	0	44 299.5
17	-2	0	0	0	31 396.5	35	0	0	0	0	43 647.0
18	2	0	0	0	42 862.5	36	0	0	0	0	48 790.5

## 2.2 试验因子对产量的影响

利用降维分析法对数学模型进行分析, 可见:

$$Y = 44 152.8750 + 1 425.1250X_1 - 1 496.9375X_1^2$$

$$Y = 44 152.8750 + 82.5000X_2 - 2 470.6250X_2^2$$

$$Y = 44 152.8750 + 977.5000X_3 - 2 888.1875X_3^2$$

$$Y = 44 152.8750 + 1 011.3750X_4 - 2 029.2500X_4^2$$

种植密度、N 肥、P 肥和 K 肥与产量呈二次曲线相关, 密度、N 肥、P 肥和 K 肥与产量呈二次曲线相关, 在“0~2”水平间密度、K 肥、N 肥和 P 肥出现极大值。

试验因子对产量的影响见表 3。

表 3 单因子对脱毒马铃薯最大产量影响效应分析

试验因子	码 值	农艺措施	最高产量 kg·hm <sup>2</sup>
X <sub>1</sub> (种植密度)	0.4760	78 210 穴·hm <sup>2</sup>	44 491.5
X <sub>2</sub> (施氮 N)	0.1692	237.75 kg·hm <sup>2</sup>	44 235.0
X <sub>3</sub> (施磷 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.0167	75.60 kg·hm <sup>2</sup>	44 151.0
X <sub>4</sub> (施钾 K <sub>2</sub> O)	0.2492	253.05 kg·hm <sup>2</sup>	44 278.5

比较一次项系数绝对值大小, 可见各试验因子对产量影响程度的大小顺序为: X<sub>1</sub>>X<sub>4</sub>>X<sub>2</sub>>X<sub>3</sub>, 表明在净作条件下脱毒马铃薯生产中, 提高种植密度是获得高产的首要因素, 其次是钾肥与氮肥, 最后是磷肥。

在对试验因素间的交互效应的分析中可见: 对所得数学模型将其他因子固定为零水平, 进行两因子互作效应分析可见, 试验的两因子互作效应曲面呈凸面形, 只是交互效应呈负曲面顶部比较平坦。对数学模型进行最优农艺措施分析。

## 2.3 对模型进行最高产量栽培措施分析

对模型进行最多产量栽培措施分析见表 4。

从表 4 对数学模型进行最大产量栽培措施分析可见, 脱毒马铃薯最大产量为 23 702.4 kg·hm<sup>2</sup>, 栽培措施为: 种植密度 78 225 穴·hm<sup>2</sup>、N 肥 N 238.9 kg·hm<sup>2</sup>、P 肥 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75.8 kg·hm<sup>2</sup> 和 K 肥 K<sub>2</sub>O 256.7 kg·hm<sup>2</sup>, N P K 施肥比例平均为 1.00 0.32 1.07。

表 4 脱毒马铃薯最大产量栽培措施分析

试验因子	$X_1$ ( 种植密度)	$X_2$ ( 施氮 N)	$X_3$ ( 施磷 $P_2O_5$ )	$X_4$ ( 施钾 $K_2O$ )	最高产量 ( $kg \cdot hm^2$ )
码值	0.4770	0.0196	0.1861	0.2812	44727
农艺措施	78 225 穴· $hm^2$	238.95 $kg \cdot hm^2$	75.75 $kg \cdot hm^2$	256.65 $kg \cdot hm^2$	

#### 2.4 对模型进行最优栽培措施分析

对模型进行最优措施分析见表 5。

在对模型进行大于  $37 500 kg \cdot hm^2$  的高产栽培农艺措施的频数分析中, 得出净作条件下脱毒马铃薯的高产栽培措施为: 密度 75 960~81 180 穴· $hm^2$ ,

平均 78 570 穴· $hm^2$ 、N 肥 N 230.1~243.0  $kg \cdot hm^2$ , 平均为 236.6  $kg \cdot hm^2$ 、P 肥  $P_2O_5$  72.3~79.1  $kg \cdot hm^2$ , 平均为 75.6  $kg \cdot hm^2$  和 K 肥  $K_2O$  236.1~259.5  $kg \cdot hm^2$ , 平均为 247.8  $kg \cdot hm^2$ , N P K 施肥比例平均为 1.00 0.32 1.05。

表 5 净作条件下脱毒马铃薯的高产种植密度与施肥技术模式

因素水平	$X_1$		$X_2$		$X_3$		$X_4$	
	次数	频率	次数	频率	次数	频率	次数	频率
-2	0	0	0	0	0	0	0	0
-1	8	0.1356	9	0.1525	14	0.2373	12	0.2034
0	22	0.3729	32	0.5424	30	0.5085	25	0.4237
1	21	0.3559	18	0.3051	15	0.2542	20	0.3390
2	8	0.1356	0	0	0	0	2	0.0339
合计	59	1	59	1	59	1	59	1
平均值	1.027		0.192		-0.204		0.267	
置信区间	0.376~0.608		0.067~0.235		-0.074~0.108		0.099~0.307	
农艺措施	75 960~81 180		230.1~243.0		72.3~79.1		1 736.1~259.5	
	78 570		236.6		75.6		247.8	

### 3 结 论

通过试验建立了产量与密度、氮、磷、钾施用量间关系的优化数学模型, 净作条件下脱毒马铃薯产量的影响试验因子中, 提高种植密度是获得高产的首要因素, 其次是钾肥与氮肥, 最后是磷肥。试验的两因子互作效应曲面呈凸面形, 只是交互效应呈负曲面顶部比较平坦。

对数学模型进行优化分析, 脱毒马铃薯最大产量栽培措施为: 种植密度 78 225 穴· $hm^2$ 、N 肥 ( N ) 238.9  $kg \cdot hm^2$ 、P 肥  $P_2O_5$  75.8  $kg \cdot hm^2$  和 K 肥 (  $K_2O$  ) 256.7  $kg \cdot hm^2$ , N P K 施肥比例平均为 1.00 0.32 1.07, 产量为 23 702.4  $kg \cdot hm^2$ 。

对数学模型进行优化分析, 提出了在净作条件下, 毕节地区脱毒马铃薯大于  $37 500 kg \cdot hm^2$  的高产栽培技术模式为: 密度 75 960~81 180 穴· $hm^2$ , 平均 78 570 穴· $hm^2$ 、N 肥 N 230.1~243.0  $kg \cdot hm^2$ , 平均为 236.6  $kg \cdot hm^2$ 、P 肥  $P_2O_5$  72.3~79.1  $kg \cdot hm^2$ , 平均为 75.6  $kg \cdot hm^2$  和 K 肥  $K_2O$  236.1~259.5  $kg \cdot hm^2$ , 平均为 247.8  $kg \cdot hm^2$ , N P K 施肥比例平均为 1.00 0.32 1.05。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 张绍荣, 龙国. 毕节地区马铃薯产业发展设想 [J]. 中国马铃薯, 2001, 15 (1): 54~56.
- [2] 肖莉, 胡建风, 潘国元, 等. 净作条件下马铃薯不同密度群体产量初探 [J]. 贵州农业科学, 2003, 31 (3): 46~47.