

马铃薯微型薯一级原种高产繁殖 技术试验研究

苏存金 马淑珍 郜淑英 杨甲锁

(甘肃省庄浪县农技中心 744600)

1 前言

马铃薯微型种薯供种技术是融生物工程、无土栽培技术、马铃薯快繁技术和脱毒技术等为一体的先进技术。近年来,受到国内外的广泛重视。它解决了过去脱毒种薯生产中存在的大调大运、窖藏腐烂和开放种植时隔离区难找易受病害感染、不能保证种薯质量等问题,能够达到就地供种和提供高质量种薯的目的。我县从 1991 年开始,在甘肃农业大学的指导下开展了此项工作,收到了显著的社会经济效益。为进一步加快该技术的应用步伐,我们于 1994 年开展了马铃薯微型薯一级原种生产栽培措施的试验研究,旨在利用系统工程的原理和方法,掌握主要栽培因子密度、氮肥和磷肥对马铃薯微型薯一级原种产量和繁殖倍数的影响效应及其高产高繁的优化农艺措施栽培方案。

2 材料与方法

试验在庄浪县东北部高寒阴湿山区的永宁农科站试验田进行。当地海拔 2040m,本年度降雨量 600mm,年均气温 5.9℃,均接近正常年份。无霜期 110d。试验地土壤属耕种黑褐土,质地轻壤。前茬冬小麦,麦收后小型四轮机耕一次,耕深 20cm,深秋

畜耕耙耱收墒。0~20cm 土壤耕层养分含量平均为:有机质 2.01%,全氮 0.101%,水解氮 103.4ppm,速效磷 8.2ppm。供试品种为“甘农 6 号”微型薯脱毒原种。

试验采用 3 因子 5 水平 2 次通用回归旋转组合设计。以密度 (x_1)、N (x_2) 和 P_2O_5 (x_3) 三个栽培因子为决策变量,以一级原种产量(鲜薯)和繁殖倍数(块茎重 5g 以上的单株结薯数)为目标函数,设计水平见表 1。

表 1 变量设计水平及编码

变量名称	变化 间距	变 量 水 平				
		-1.682	-1	0	1	1.682
x_1 (密度,穴/亩)	1189	3500	4311	5500	6689	7500
x_2 (N,kg/亩)	5.35	0	3.65	9	14.35	18
x_3 (P_2O_5 ,kg/亩)	3.57	0	2.43	6	9.57	12

试验共设 20 个小区,随机排列,小区面积 4m×6.7m,每小区种植 4 垄,单垄双行整薯播种。宽行距 60cm,窄行距 40cm。供试氮肥为尿素(含 N46%),磷肥为普钙(含 P_2O_5 18%)。试验于 4 月 21 日播种,9 月 24 日收获。收获时每小区剔除边垄,收中间两垄计产。

3 结果与分析

3.1 产量数学模型的建立

产量及繁殖倍数结果见表 2。将其结果

分别输入 P_c-1500 微机进行运算与统计分析, 获得相应的回归模型。

微型薯一级原种产量的回归模型为:

$$\begin{aligned} \hat{y} = & 2143.3684 + 135.708x_1 \\ & + 128.9697x_2 + 83.4045x_3 \\ & + 25x_1x_2 - 175x_1x_3 + 75x_2x_3 \\ & - 73.7487x_1^2 - 162.5124x_2^2 \\ & - 8.6789x_3^2 \end{aligned}$$

$(F_1 = 1.875 < F_{0.05} = 5.05,$

$$F_2 = 3.865^* > F_{0.05} = 3.02)$$

F 检验结果表明, 农艺措施对马铃薯微型薯一级原种产量具有显著影响, 而其它因素的影响不显著, 建立的回归方程与实际拟合性良好, 可用其进行模拟寻优。

偏回归系数的显著性检验表明: 密度 (x_1) 和氮肥 (x_2) 对微型薯一级原种产量的影响及密度 (x_1) 和磷肥 (x_3) 之间交互作用均达显著水平。

表 2 试验结构矩阵及结果

处理号	密度 (x_1)	氮肥 (x_2)	P_2O_5 (x_3)	产量(kg/亩)		繁殖倍数(块/株)	
				实际值	理论值	实际值	理论值
1	-1	-1	-1	1700	1475.35	8.3	8.1
2	-1	-1	1	1900	1842.16	9.0	9.1
3	-1	1	-1	1500	1533.29	5.8	6.4
4	-1	1	1	2250	2200.09	8.0	7.8
5	1	-1	-1	2150	2046.76	5.5	5.6
6	1	-1	1	1900	1713.57	6.3	5.6
7	1	1	-1	2300	2204.70	5.5	5.3
8	1	1	1	2100	2171.51	5.5	5.7
9	-1.682	0	0	1602	1706.46	10	9.8
10	1.682	0	0	2050	2162.99	5.6	5.9
11	0	-1.682	0	1200	1466.67	6.3	6.7
12	0	1.682	0	1950	1900.53	5.6	5.3
13	0	0	-1.682	1820	1978.53	5.9	5.7
14	0	0	1.682	2200	2259.10	6.5	6.8
15	0	0	0	2000	2143.37	6.3	6.5
16	0	0	0	2300	2143.37	6.1	6.5
17	0	0	0	2050	2143.37	6.5	6.5
18	0	0	0	2400	2143.37	6.9	6.5
19	0	0	0	2100	2143.37	6.5	6.5
20	0	0	0	2050	2143.37	6.7	6.5

表 3 各因素不同水平下产量及繁殖倍数 (单位: kg/亩, 块/株)

变量因素	试验水平					变异系数	回归系数和
	-1.682	-1	0	1	1.682		
x_1 产 量	1706.46	1933.71	2143.37	2205.33	2162.99	10.31	309.46
	繁殖倍数	9.78	8.12	6.49	5.82	5.91	23.51
x_2 产 量	1466.67	1851.89	2143.37	2109.83	1900.53	14.29	341.48
	繁殖倍数	6.67	6.72	6.49	5.92	5.32	9.6
x_3 产 量	1978.53	2051.29	2143.37	2218.09	2259.1	5.44	217.08
	繁殖倍数	5.66	6.06	6.49	6.75	6.82	7.7

3.1.1 因子效应分析

根据产量的数学模型, 用降维法将其它二个因素固定在零水平, 得到各单因素的回归子模型, 再分别代入不同水平值, 求得各因素不同水平下的产量 (见表 3)。

从表 3 变异系数或回归系数和 (各因子一次项、二次项偏回归系数的绝对值相加, 再加上与该因子有关的交互项回归系数绝对值和的一半) 的大小看出, 氮肥对马铃薯微型薯一级原种产量的影响最大, 密度次之, 磷肥的影响最次。进一步分析表明, 在设计步长范围内, 微型薯一级原种产量随密度 (x_1) 的增加而提高, 当 $x_1=0.92$ 即亩密度达 6594 穴时产量达最大值, 之后随密度增加产量缓慢下降; 随氮肥 (x_2) 用量的增大, 产量迅速提高, 当 $x=0.397$ 即亩施纯氮 11.1kg 时达最大值, 之后随氮肥用量增加产量迅速下降; 随磷肥 (x_3) 用量的增加, 产量缓慢提高, 未出现峰值。主因子对

产量影响效应见图 1。

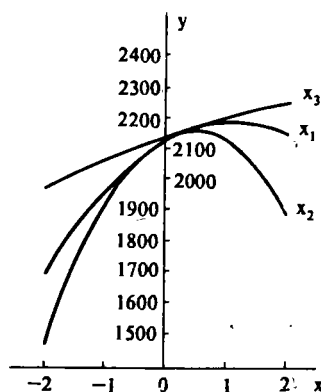


图 1 因子与产量关系

3.1.2 交互效应分析

偏回归系数的显著性检验结果表明, 密度 (x_1) 和 $P_2O_5(x_3)$ 之间交互作用显著。采用降维法将氮因素 (x_2) 固定在零水平, 得出 x_1 与 x_3 对产量的子模型, 并代入不同水平值求出 x_1 与 x_3 在不同水平下的微型薯一级原种产量, 结果见表 4。

表 4 密度与磷肥交互效应对马铃薯一级原种产量的影响(kg/亩)

P_2O_5 (x_3)	密 度(x_1)					$\bar{x}$	S	CV%
	-1.682	-1	0	1	1.682			
-1.682	1046.53	1474.72	1978.53	2334.84	2493.24	1865.57	602.19	32.28
-1	1320.03	1666.83	2051.29	2288.24	2365.25	1938.33	439.94	22.69
0	1706.46	1933.91	2143.37	2205.33	2162.99	2030.41	209.28	10.31
1	2075.54	2183.64	2218.09	2105.05	1943.36	2105.14	107.20	5.09
1.682	2317.29	2343.99	2259.10	2026.71	1783.62	2146.14	238.16	11.10
$\bar{x}$	1693.17	1920.62	2130.08	2192.03	2149.69			
S	522.80	357.71	115.92	127.2	292.08			
CV%	30.88	18.62	5.44	5.8	13.59			

由表 4 看出, 在低磷条件下 (3.65kg/亩以下), 随密度增加, 微型薯一级原种产量随之增加, 增量较大; 在高磷条件下 (6~12kg/亩), 微型薯一级原种产量随密度增加而增加, 当密度增加到 0~+1 水平时出现最大值, 同时与低磷条件下相比, 产量增加缓慢, 增量较小。因此, 生产上磷肥在低用量时增加密度利于增产, 在高用量时, 将密度控制在零水平左右利于增产。亩产

2000~2500kg 的优化农艺措施方案最多, 达 46 套, 实际值为: 密度 5607~6380 穴/亩、N 11.1~13.6kg/亩, P_2O_5 5.7~8.2kg/亩。

3.2 繁殖倍数数学模型

繁殖倍数的回归模型为:

$$\hat{y} = 6.4959 - 1.1495x_1 - 0.401x_2 + 0.3448x_3 + 0.3375x_1x_2 - 0.2625x_1x_3 + 0.0875x_2x_3$$

$$+ 0.477x_1 - 0.1772x_2 - 0.0888$$

对该回归模型进行检验得: $F_1 = 3.846 < F_{0.05} = 5.05$, $F_2 = 15.823^{**} > F_{0.01} = 494$, 说明无失控因素, 建立的回归方程与实际拟合性好。

回归系数检验结果表明: 密度 (x_1) 和氮肥 (x_2) 对繁殖倍数的影响达极显著水平, 磷肥 (x_3) 影响达显著水平, 交互作用均显著。

3.2.1 主因子效应分析

根据繁殖倍数的数学模型, 采用降维法求得各因素不同水平下的繁殖倍数 (见表 3)。由表 3 看出, 参试因素对微型薯繁殖倍数影响的大小顺序为: 密度 > 氮肥 > 磷肥。

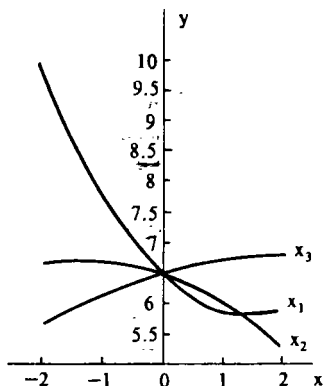


图 2 因子与繁殖倍数关系

在设计步长范围内, 对各参试因子的主效应进行计算机绘图 (见图 2)。由图 2 可见, 微型薯的繁殖倍数随亩密度的增加而呈直线下降, 当 $x_1 = 1.2$, 即亩密度为 6927 穴时达最小值, 每穴生产 5.9 个块茎 (参试品种主茎数 6~10 个), 之后随亩密度增加, 繁殖倍数趋于稳定; 随氮肥 (x_2) 用量增加繁殖倍数缓慢增加, 当 $x_2 = -0.11$ 即亩施纯氮达 8.4kg 时达最大值, 之后随用量增加缓慢下降; 随 P_2O_5 用量增加繁殖倍数缓慢增

加, 未出现峰值。

3.2.2 高繁殖倍数优化方案

微机对建立的数学模型模拟寻优结果表明, 繁殖倍数在 6~7 倍之间的优化农艺措施组合频数最高, 为 21 套, 具体措施为: 密度 4846~5429 穴/亩, N 4.9~10.5kg/亩, P_2O_5 3.97~7.71kg/亩。

3.3 高产高繁殖倍数的农艺措施

由于目标函数产量和繁殖倍数的决策变量相同, 所以要达到高繁的目的, 可取二者栽培因子的优化值域或交集值, 即: 亩密度 5430~5600 穴, 亩施纯氮 10.1~11.1kg, 亩施 P_2O_5 5.7~7.7kg。

4 讨 论

参试因子对马铃薯微型薯一级原种产量及繁殖倍数的影响效应研究表明: 氮肥对产量影响最大, 密度次之, 磷肥影响较小, 且在磷肥施用水平较低时, 适当增加密度或是在高磷水平下, 控制密度利于增产。对繁殖倍数的影响程度是密度 > 氮肥 > 磷肥。

在中等肥力的土壤上, 马铃薯微型薯一级原种高产高繁的优化农艺措施方案为: 亩密度 5430~5600 穴, 亩施纯氮 10.1~11.1kg, 亩施 P_2O_5 5.7~7.7kg。

目前分析因子主效应的方法较多, 大多数是利用偏回归系数的绝对值大小来判定该因子对目标函数的作用大小, 往往忽略了交互项的作用; 当交互项回归系数显著时, 则不能全面反映客观规律, 因此这种分析方法得出的结论缺乏可靠性。变异系数分析法比较合理, 但计算量大。

本文同时利用了杨怀信等^[1]提出的回归系数和法, 结果在能试因子不同水平下产量 (或繁殖倍数) 的变异系数大小顺序与回归系数和的变化趋势相一致。