

马铃薯丰产栽培数学模型的研究初报

刘和斌 马天恩

(甘肃省农科院农业综合研究所)

为了探讨马铃薯栽培因子的综合定量分析方法, 研究非参试栽培因子处于较优水平时, 亩施氮、五氧化二磷及种植株数与马铃薯产量间的数学模型, 1988年笔者在甘肃省临夏州康乐县进行了试验研究。

1 试验方法

1.1 试验地基本情况

试验设在康乐县八松乡岔路村川地。土壤为灰钙土, 较平整, 肥力均匀, 前茬小麦。播前土壤农化性状分析结果, 土壤有机质含

量为1.695%, 全氮0.111%, 全磷0.15%, 速效氮为87.5毫克/公斤, 速效磷1.0毫克/公斤, 速效钾为205毫克/公斤。

1.2 试验设计

试验采用2次通用旋转组合设计, 包括亩纯氮施用量(X_1)、五氧化二磷施亩量(X_2)、亩种植株数(X_3)3个试验(自变量)因子, 每个因子分5个处理水平, 其取值区间和各处理水平见表1。另外, 在原设计的20个小区的基础上, 增设4个附区。附区不施氮肥和磷肥, 仅施农肥, 种植密度为每亩4000株。

表1 自变量处理水平及其编码

变 量	区 间	设 计 水 平				
		-1.682	-1	0	1	1.682
X_1 (公斤/亩)	0~10	0	2.02	5	7.97	10
X_2 (公斤/亩)	2.5~12.5	2.5	4.52	7.5	10.47	12.50
X_3 (株/亩)	2000~6000	2000	2811	4000	5190	6000

1.3 实施简况

试验的小区面积(3.6米×8米)28.8米², 按表2的顺序在田间排列。排间走道宽50厘米, 小区间不设走道。采用单垄单行种植, 行距60厘米, 株距根据处理要求而定。试验于4月18日播种, 6月2日和7月6日锄草和起垄壅土。为了减少各处理小区因施肥量不同而产生的边行效应和试验误差, 收获时小区两边各去1行, 行两端各除2

株后计产。

2 结果及分析

2.1 建立参试因子与产量的数学模型

把试验小区的考种和产量结果, 按其处理号顺序列成表3。以产量为目标函数, 就产量结果进行计算, 获得了参试因子(代码值)与产量的回归方程:

表2 马铃薯丰产栽培数学模型研究的田间实施

田间 顺序号	处 理 代 码	亩施纯氮量 (X ₁)		亩施P ₂ O ₅ 量 (X ₂)		亩种植株数 (X ₃)	
		代 码	公斤/亩	代 码	公斤/亩	代 码	株/亩
1	9	0.682	10	0	7.5	0	4000
2	2	1	7.97	1	10.47	-1	2811
3	12	0	5	-1.682	2.5	0	4000
4	10	-1.682	0	0	7.5	0	4000
5	16	0	5	0	7.5	0	4000
6	附	—	0	—	0	—	4000
7	11	0	5	-1.682	12.5	0	4000
8	17	0	5	0	7.5	0	4000
9	附	—	0	—	0	—	4000
10	5	-1	2.02	1	10.47	1	5190
11	3	0	5	0	7.5	1.682	6000
12	20	0	5	0	7.5	0	4000
13	附	—	0	—	0	—	4000
14	4	1	7.97	-1	4.52	-1	2811
15	1	1	7.97	1	10.47	1	5190
16	7	-1	2.02	-1	4.52	1	5190
17	18	0	5	0	7.5	0	4000
18	附	—	0	—	0	—	4000
19	6	-1	2.02	1	10.47	-1	2811
20	3	1	7.97	-1	4.52	1	5190
21	14	0	5	0	7.5	-1.682	2000
22	19	0	5	0	7.5	0	4000
23	8	-1	2.02	1	4.52	-1	2811
24	15	0	5	0	7.5	0	4000

$$\hat{Y}=2474+120.21X_1-9.56X_2+43.18X_3-16.38X_1X_2+98.88X_1X_3-65.38X_2X_3-45.5X_1^2-14.3X_2^2-6.1X_3^2$$

对其进行失拟检验，F₁=1.98 不显著，明除参试因子外，其它未控因子对试验结果的影响较小。回归方程检验F₂=8.12，达到极显著，且标准差很小，表明回归方程拟合较好，可用于产量的预测预报。对回归方程的各回归系数进行检验，结果b₀，b₁，b₁₃达极显著，b₂，b₂₃，b₁₁显著，其余不显著。

2.2 参试因子与产量的效应分析

采用降维法，分别导出X₁，X₂，X₃与产量的单因子数学模型，用“函数变幅”法，求得各因子的函数变幅值（见表4）。结果表明各因子在不同水平下的产量效应可分为中低与高水平两种情况，中低水平时各因子变幅位次为 X₃ > X₁ > X₂，高水平时

表3 考种及产量结果

	代码及组合			单株考种				产 量 (公斤/亩)
	X_1	X_2	X_3	大薯(个)	中薯(个)	结薯数(个)	结薯量 (公斤/亩)	
1	1	1	1	2.2	1.0	4.4	0.68	2544
2	1	1	-1	1	2.2	7.0	0.70	2401
3	1	-1	1	2	0.6	4.2	0.51	2783
4	1	-1	-1	1.6	2.2	6.0	0.76	2371
5	-1	1	1	1.2	2.8	7.0	0.67	2191
6	-1	1	-1	2.6	0.6	5.2	0.66	2436
7	-1	-1	1	1.4	2.4	6.8	0.72	2357
8	-1	-1	-1	3	1.4	5.4	0.78	2348
9	1.682	0	0	1	4.2	7.6	0.88	2576
10	-1.682	0	0	0.8	2.6	5.0	0.60	2056
11	0	1.682	0	1.4	2.6	5.6	0.66	2451
12	0	-1.682	0	1.2	1.2	3.2	0.50	2358
13	0	0	1.682	2	2.8	7.6	0.77	2508
14	0	0	-1.682	3.2	1.2	6.4	0.78	2347
15	0	0	0	1.2	2	6.4	0.64	2547
16	0	0	0	2	2	6.0	0.59	2447
17	0	0	0	2.2	1.0	6.0	0.72	2426
18	0	0	0	2.6	1.8	6.2	0.73	2545
19	0	0	0	1.6	1.8	5.0	0.58	2414
20	0	0	0	1.2	2.4	4.4	0.68	2475
附	-	-	-	1.4	2	5.0	0.58	2052
附	-	-	-	1.6	1.2	3.6	0.48	1669
附	-	-	-	2	2.6	7.2	0.78	2052
附	-	-	-	1.2	2.2	5.8	0.51	1957

表4 回归方程因子函数变幅分析

水 平	X_1	X_2	X_3	因 子 位 次
-1.682	47.97	20.66	51.51	$X_3 > X_1 > X_2$
-1	26.18	16.90	40.27	$X_3 > X_1 > X_2$
0	20.79	12.33	25.90	$X_3 > X_1 > X_2$
1	51.72	10.17	18.31	$X_1 > X_3 > X_2$
1.682	78.15	10.85	21.12	$X_1 > X_3 > X_2$
中低水平平均变幅	31.65	16.63	39.23	$X_3 > X_1 > X_2$
高水平平均变幅	64.94	10.51	19.71	$X_1 > X_3 > X_2$

为 $X_1 > X_2 > X_3$ 。可见在施肥水平较低时, 密度对产量影响较大。在各因子均处在较高水平时, 氮的施用量与产量更密切一些。

就回归方程式中交互项的回归系数绝对值的大小进行比较, 可见, 表明施氮量与种植密度间的交互效应对产量有较大影响。

2.3 综合农艺措施的计算机寻优

在以产量为目标函数的回归方程的基础上, 就 X_1, X_2, X_3 的 $-1.682 \sim 1.682$ 5

个处理水平的完全组合(125套)寻优, 得到亩产 ≥ 2500 公斤的组合35套。对其进行频数分析, 结果(表5)获得 $\geq$ 公斤/亩的优化农艺措施区域为每亩施氮 6.93~8.53 公斤, 亩施 P_2O_5 5.77~8.15公斤, 亩种植 4594~5367株。按此方案种植马铃薯, 亩产可达2666公斤, 变动在2524~2808公斤范围内。

表5 亩产 ≥ 2500 公斤组合的频数分析

处 理	亩施纯氮(X_1)		亩施纯 P_2O_5 (X_2)		种植株数(X_3)	
	次 数	频 率	次 数	频 率	次 数	频 率
-1.682	1	0.029	8	0.229	3	0.086
-1	1	0.029	8	0.229	0	0.000
0	7	0.200	8	0.229	7	0.200
1	13	0.371	5	0.143	12	0.343
1.682	13	0.371	6	0.170	13	0.371
合 计	35	1	35		35	1
$\bar{X}$	0.92		-0.181		0.823	
$S_{\bar{x}}$	0.14		0.205		0.165	
95%置信域	0.65~1.19		-0.58~0.22		0.5~1.15	
优化方案	6.93~8.53		5.77~8.15		4594~5367	

2.4 试验地肥力状况和优化栽培方案的技术经济效益浅析

参试4个附区, 其平均单产 1932.5公斤, 可见试验地肥力状况较好。参照附区的产量, 对 1988年试验结果——马铃薯亩产 ≥ 2500 公斤的优化农艺措施组配方案的技术和经济效益进行计算, 结果采用该方案(正常年份), 每亩可净增马铃薯733.65公斤,

$$\hat{Y} = 2474 + 120.21X_1 - 9.56X_2 + 43.18X_3 - 16.38X_1X_2 + 98.88X_1X_3 - 65.38X_2X_3 - 45.5X_1^2 - 14.3X_2^2 - 6.1X_3^2$$

当各因子处在中低水平时, $X_3 > X_1 > X_2$; 高水平时, $X_1 > X_3 > X_2$ 。

亩产 ≥ 2500 公斤的优化农艺措施组配方

按现行价计算, 亩净增产值 80.02元, 亩净增纯收入64.16元。投资效益为1:5左右。

3 小结

经试验结果的计算, 建立了亩施氮, P_2O_5 及种植密度与产量的三因素2次多项式数学模型:

就各栽培因子对产量的影响程度而言,

案可在与试验地环境条件类似区的马铃薯栽培中应用和印证。在临夏地区目前的生产水平条件下, 以选其下限为宜。