

青海省马铃薯平衡施肥技术研究

张亚丽¹ 陈占全¹ 李月梅¹ 高玉亭¹ 刘永忠² 霍幸福²

(1. 青海省农林科学院土壤肥料研究所, 西宁 810016; 2. 互助县农业技术推广中心, 青海互助)

摘要: 在青海省互助县威远镇进行马铃薯 3414 肥料试验, 研究 N、P、K 不同配比对马铃薯产量等的影响。根据产量结果模拟出肥料的产量效应函数为 $y=31758.37+6.476N+208.06P-98.82K-2.658NP-2.78PK+0.77NK+0.085N^2+6.413P^2+0.82K^2$, $F=1.432$, 推荐出马铃薯经济最佳施肥量为 N7.59 公斤/亩, P₂O₅4.06 公斤/亩, K₂O6.02 公斤/亩; 同时发现, 不同 N、P、K 配比及用量能不同程度地降低马铃薯还原糖含量、提高淀粉含量。

关键词: 马铃薯; 平衡施肥



马铃薯是青海省主要作物之一, 近年来种植面积已达到 150 万亩, 总产量近 40 万吨, 仅次于春小麦, 位居全省粮油豆薯类农作物总产排名第二, 成为青海省支柱农产品之一。近年来全省种植业结构调整以经济效益高作物为主, 马铃薯、油菜、蔬菜以及地膜覆盖面积迅速扩大, 作物复种指数和产量较之过去有了大幅度的提

高。相应收获作物从土壤中携走的养分量也随之增加, 生产中习惯施肥大量或超量施入氮、磷肥, 有机肥投入明显下降, 极少施用钾肥等引起土壤养分结构失调。为此中加项目组在该区开展马铃薯平衡施肥技术研究, 以为当地马铃薯科学施肥提供依据, 促进当地农民增产增收。

1 材料与与方法

1.1 试验地基本情况 试验地位于互助县威远镇农业示范园区, 海拔高度 2600 米, 年平均温度 5.8℃, 年降雨量 400~500 毫米, 属于雨养农业区, 土壤类型为栗钙土。试验地前茬为春小麦, 2010 年播前取土样, 基础养分状况见表 1。该土壤养分属于中等偏高肥力水平, 代表当地农田养分状况和生产水平。

表 1 试验地基础养分状况

pH	OM(%)	速效养分含量 (毫克/升)					
		NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	P	K	Ca	Mg
8.17	1.27	17.7	22.5	33.2	112.6	3131.4	283.9

注: 结果由北京中加项目实验室测定提供。

1.2 试验方法试验设计采用3414试验设计，共14个处理，3次重复，小区面积3×5=15平方米。供试马铃薯品种为“下寨65”。株距23厘米，行距60厘米，亩保苗4667株。小区间距

60厘米，各小区株数密度要求一致。肥料混合均匀后一次性基施。其它栽培措施和管理条件与当地马铃薯生产管理一致。试验处理和田间布置图见表2。

表2 马铃薯试验处理及施肥量

代号	处理	施肥量 (公斤 / 亩)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0
2	N ₀ P ₂ K ₂	0	4	8
3	N ₁ P ₂ K ₂	6	4	8
4	N ₂ P ₀ K ₂	12	0	8
5	N ₂ P ₁ K ₂	12	2	8
6	N ₂ P ₂ K ₂	12	4	8
7	N ₂ P ₃ K ₂	12	6	8
8	N ₂ P ₂ K ₀	12	4	0
9	N ₂ P ₂ K ₁	12	4	4
10	N ₂ P ₂ K ₃	12	4	12
11	N ₃ P ₂ K ₂	18	4	8
12	N ₁ P ₁ K ₂	6	2	8
13	N ₁ P ₂ K ₁	6	4	4
14	N ₂ P ₁ K ₁	12	2	4

考察及测试内容：

- (1) 收获期各处理植株取样，测定养分含量，统计分析养分吸收量和利用率。
- (2) 收获期各处理分别取块茎样，测定还原糖、淀粉等品质指标。

2 结果分析

2.1 马铃薯产量与经济效益分析

马铃薯于9月20日收获，产量结果见表3。结果显示，各不同施肥处理均比对照有明显的增产，增产率7.4%~52.8%。其中N₂P₂K₂

处理产量最高，达到3324.9公斤/亩，比对照增产52.8%。其次为N₂P₁K₂处理，产量达到3133.8公斤/亩，增产44%；再次是N₂P₂K₃、N₂P₀K₂、N₁P₂K₂、N₂P₂K₁、N₁P₂K₁，分别增产38.7%、35.0%、32.5%、28.1%、27.1%，其余各处理产量均较低。经济效益分析显示，较

对照而言，各处理产值除去肥料投入，马铃薯纯收入达到 172.3~2274.7 元 / 亩，产投比为 1.0~16.4:1，变化趋势与产量结果有相同之处但存在一定变化，相同之处，N₂P₂K₂ 处理经济效益最高，纯收入达到 2274.7 元 / 亩，产投比达到 16.4:1，也是 N₂P₁K₂ 位居其次，产投

比为 14.9:1；不同的是，N₂P₀K₂、N₁P₂K₂ 处理纯收入高，但肥料投入较大导致产投比低于 N₁P₂K₁ 处理，N₁P₂K₁ 纯收入也较高，但产投比亦低于 N₁P₂K₁ 处理。根据以上分析，农户可根据自身经济条件选择合适的施肥量进行马铃薯施肥管理。

表 3 马铃薯平衡施肥技术试验产量及经济效益分析

处理	平均产量 (kg/ 亩)	增产率 (%)	肥料投入	产值 (元 / 亩)	纯收入	产投比
N ₀ P ₀ K ₀	2175.6c	--	0.0	4568.8	--	--
N ₀ P ₂ K ₂	2397.8bc	10.2	83.6	5035.4	383.0	4.6:1
N ₁ P ₂ K ₂	2883.6abc	32.5	111.2	6055.6	1375.6	12.4:1
N ₂ P ₀ K ₂	2936.4abc	35.0	113.6	6166.4	1484.1	13.1:1
N ₂ P ₁ K ₂	3133.8ab	44.0	126.2	6581.0	1886.0	14.9:1
N ₂ P ₂ K ₂	3324.9a	52.8	138.8	6982.3	2274.7	16.4:1
N ₂ P ₃ K ₂	2641.8abc	21.4	151.4	5547.8	827.6	5.5:1
N ₂ P ₂ K ₀	2447.6abc	12.5	80.4	5140.0	490.8	6.1:1
N ₂ P ₂ K ₁	2786.2abc	28.1	109.6	5851.0	1172.7	10.7:1
N ₂ P ₂ K ₃	3016.4abc	38.7	168.0	6334.4	1597.7	9.5:1
N ₃ P ₂ K ₂	2336.9bc	7.4	166.4	4907.5	172.3	1.0:1
N ₁ P ₁ K ₂	2605.3abc	19.8	98.6	5471.1	803.8	8.2:1
N ₁ P ₂ K ₁	2764.9abc	27.1	82.0	5806.3	1155.5	14.1:1
N ₂ P ₁ K ₁	2507.1abc	15.2	97.0	5264.9	599.2	6.2:1

注：肥料价格按 N 4.6 元 / 公斤，P₂O₅ 6.3 元 / 公斤，K₂O 7.3 元 / 公斤计，马铃薯当年市场价按 2.1 元 / 公斤计。

2.2 施肥对产量的关系函数模拟及经济最佳施肥量的推荐

按照表 2、表 3 模拟 N、P、K 肥料对马铃薯产量 y 的三元二次肥料效应方程为： $y=31758.37+6.476N+208.06P-98.82K-2.658NP-2.78PK+0.77NK+0.085N^2+6.413P^2+0.82K^2$ ，F=1.432，(F_{0.05}=6)。由处理 1、2、3、4、5、6、7、

11、12 建立以 K₂ 为基础的 N、P 肥料效应方程为： $y=31380+159.98N+149.96P-0.337NP-0.496N^2-1.401P^2$ ，F=1.87，(F_{0.05}=9.01)；由处理 2、3、6、8、9、10、11、13 建立以 P₂ 为基础的 N、K 效应方程为： $y=32171.2+128.83N+68.34K+0.274NK-0.58N^2-0.36K^2$ ，F=4.36，(F_{0.05}=9.01)；建立以 N₂ 为基础的 P、K 效

应方程为： $y=31550.7+192.2P+136.2K-0.49PK-1.86P^2-0.27K^2$ ， $F=2.56$ ，($F_{0.05}=9.01$)；以处理1、2、3、6、11建立以 P_2K_2 为基础的N肥效应方程为： $y=33810+202.26x-0.7186x^2$ ， $R^2=0.88$ 。但以上肥料效应函数F检验均不显著，故理论上不可用。但该试验结果对当地农业生产

实践具有一定参考价值。按照肥料价格和马铃薯销售价格，考虑投入与产出比，根据边际产量的原理，推荐出试验条件下大田马铃薯生产的经济最佳施肥量为 $N7.59$ 公斤/亩， $P_2O_54.06$ 公斤/亩， $K_2O6.02$ 公斤/亩，产量可达2942.6公斤/亩。

2.3 马铃薯品质分析

表4 马铃薯品质测定结果

处理	还原糖 (%)	比对照降低 (%)	粗淀粉 (%)	比对照增加 (%)
$N_0P_0K_0$	0.206	0.0	17.81	0.0
$N_0P_2K_2$	0.196	4.9	20.14	13.1
$N_1P_2K_2$	0.20	2.9	18.39	3.3
$N_2P_0K_2$	0.248	-20.4	18.39	3.3
$N_2P_1K_2$	0.197	4.4	19.67	10.4
$N_2P_2K_2$	0.198	3.9	18.00	1.1
$N_2P_3K_2$	0.191	7.3	17.62	-1.1
$N_2P_2K_0$	0.196	4.9	18.00	1.1
$N_2P_2K_1$	0.189	8.3	17.96	0.8
$N_2P_2K_3$	0.186	9.7	18.59	4.4
$N_3P_2K_2$	0.187	9.2	17.38	-2.4
$N_1P_1K_2$	0.344	-67.0	15.96	-10.4
$N1P_2K_1$	0.190	7.8	18.00	1.1
$N_2P_1K_1$	0.187	9.2	18.39	3.3

试验收获后对马铃薯块茎测定还原糖、淀粉含量(表4)。结果表明，试验各处理还原糖含量均在0.5%以下，符合农作物品质标准中优质马铃薯的标准，粗淀粉含量均达到15.96%及其以上，达到全粉型和高淀粉型马铃薯标准。N、P、K不同配比使还原糖、淀粉含量各不相同。

还原糖含量除处理 $N_2P_0K_2$ 、 $N_1P_1K_2$ 比对照高出20.4%、67%以外，其余处理均比对照有所降低，其中降低最多的是处理 $N_2P_2K_3$ ，其还原糖含量为0.186%，比对照降低9.7%，为品质最好的处理，其次为 $N_3P_2K_2$ 、 $N_2P_1K_1$ 、 $N_2P_2K_1$ ，还原糖降低率为9.2%、9.2%、8.3%。粗淀粉

含量最高的处理为 $N_0P_2K_2$ 、 $N_2P_1K_2$ ，分别为 20.14%、19.67%，分别比对照增加了 13.1%、10.4%。从该结果来看，中氮中磷高钾能降低马铃薯还原糖含量，而低氮中磷中钾能够提高马铃薯淀粉含量，当然，该结论还有待进一步验证。

3 结论

通过对马铃薯进行 3414 设计肥料试验，从

产量和经济效益两方面，推荐出试验区马铃薯生产的经济最佳施肥量为 7.59 公斤/亩， P_2O_5 4.06 公斤/亩， K_2O 6.02 公斤/亩。

不同的 N、P、K 配比和用量能够在一定程度上降低马铃薯还原糖含量、提高淀粉含量，中氮中磷高钾能降低马铃薯还原糖含量，而低氮中磷中钾能够提高马铃薯淀粉含量，但该结论尚需进一步验证。



马铃薯平衡施肥试验



青海马铃薯

参考文献

- [1] 戴树荣. 应用“3414”试验设计建立二次肥料效应函数寻求马铃薯氮磷钾适宜施肥量的研究[J]. 中国农学通报 2010,26(12):154-159.
- [2] 王辉, 殷振江, 李撑娟, 等. 长武县测土配方施肥对玉米产量及经济效益的影响[J]. 陕西农业科学, 2011, (6):18-19,56.
- [3] 王丽, 贾明英. 旱地覆膜马铃薯“3414”施肥试验[J]. 现代农业科技, 2009, (7):147-149.
- [4] 郭贤忠, 刘永忠. 互助县脑山地区马铃薯“3414”肥效试验[J]. 现代农业科技, 2010, (2):123-125.
- [5] 刘兴娥, 刘鑫, 彭代忠. 马铃薯“3414”肥料效应试验[J]. 陕西农业科学, 2011, (2):29-31.
- [6] 曾桂兰. 浅谈互助县半浅半脑地区马铃薯最佳施肥量[J]. 陕西农业科学, 2008, (2):15-17,20.