

中图分类号：S532；S147.5 文献标识码：B 文章编号：1672-3635(2013)05-0306-05

马铃薯测土配方 3414 肥效田间试验

钱彩霞¹，孔令郁^{2*}，陈建林¹，徐发海³，陈吉昆¹，徐春秀¹，卢德华¹，丰加文⁴

(1. 曲靖市农业科学院，云南 曲靖 655000；2. 宣威市土壤肥料工作站，云南 宣威 655400；
3. 宣威市农业技术推广中心，云南 宣威 655400；4. 马龙县农业技术推广中心，云南 马龙 655199)

摘要：通过马铃薯测土配方施肥肥效田间试验，以便提高马铃薯的单产，增加经济效益。试验采用“3414”完全试验设计。结果表明，在当地条件下，最佳经济施肥量 N 6.04 kg/667 m²、P₂O₅ 2.53 kg/667 m²、K₂O 9.26 kg/667 m²，最高产量为 1 929 kg/667 m²。三要素比例 1：0.420：1.533，肥料投入 81.61/667 m² 元，鲜薯产值 1 735 元/667 m²，施肥利润为 291 元/667 m²，投入产出比 1：4.57。采用测土配方施肥能增加马铃薯产量，降低施肥成本，提高肥料当季利用率。氮磷钾肥合理配施，有利于增加薯重和结薯个数，增施钾肥能增加大中薯比例，提高马铃薯商品薯率。

关键词：马铃薯；测土配方；肥效；产量

A Field Experiment of Fertilization Based on Soil Diagnosis in a 3414 Design

QIAN Caixia¹, KONG Lingyu^{2*}, CHEN Jianlin¹, XU Fahai³, CHEN Jikun¹, XU Chunxiu¹, LU Dehua¹, FENG Jiawen⁴

(1. Qujing Academy of Agricultural Sciences, Qujing, Yunnan 655000, China; 2. Xuanwei Soil and Fertilizer Station, Xuanwei, Yunnan 655400, China; 3. Xuanwei Agriculture Service Center, Xuanwei, Yunnan 655400, China; 4. Malong Agriculture Service Center, Malong, Yunnan 655199, China)

Abstract: A field trial of fertilization was conducted in a 3414 design based on soil diagnosis in order to increase potato yield and economic return. The most economic fertilization regime was N 6.04 kg/667 m², P₂O₅ 2.53 kg/667 m², and K₂O 9.26 kg/667 m², with a yield of 1 929 kg/667 m². At this rate of fertilization, N : P₂O₅ : K₂O was 1 : 0.420 : 1.533; fertilizer cost was 81.61 Yuan/667 m²; output was 1 735 Yuan/667 m²; benefit from fertilization was 291 Yuan/667 m²; and input and output ratio was 1 : 4.57. Fertilization based on soil diagnosis increased potato yield, reduced production cost, and increased the in-season fertilizer use efficiency of potato. Reasonable combination of NPK fertilizers favored the tuber weight and tuber set. More potassium fertilizer application increased the large- and medium-sized potato percentage, and therefore increased the marketable potato percentage.

Key Words: potato; soil diagnosis; fertilizer use efficiency; yield

曲靖市位于云南省中部，是云南省马铃薯主产区，马铃薯常年种植面积在 1 333 hm² 以上，占全省马铃薯种植面积的 1/3，随着种植业结构的调整和市场经济的发展，广大农户种植马铃薯的面积逐年增加，经济收入不断提高，市场需求扩大^[1]，马铃薯已成为优势作物，同时也是农民脱贫致富的重要途径^[2]。但是，在马铃薯栽培技术中，由于马铃薯施肥技术普及率落后，施肥方法不当，氮磷钾

比例不合理，导致农民常规种植马铃薯单产低，产量不高不稳，质量下降，品质不佳，效益不高。通过本试验，旨在探索先进实用的测土配方施肥技术，研究氮、磷、钾的施肥量和比例，通过肥料效应方程分析马铃薯对氮、磷、钾肥需求量的差异^[3]，提高马铃薯单产，优化品质，增加经济效益，全面提升曲靖市马铃薯产业，为曲靖市的农业农村经济发展提供有力支撑。

收稿日期：2013-06-01

基金项目：云南省现代农业马铃薯产业体系[云农科字[2009]53 号]。

作者简介：钱彩霞(1976-)，女，农艺师，主要从事马铃薯品种选育及栽培技术研究。

* 通信作者(Corresponding author)：孔令郁，高级农艺师，主要从事土壤肥料技术研究，E-mail: qxfgkly@126.com。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

试验于 2012 年在宣威市板桥镇板桥村进行, 海拔 1986 m, 土类红壤, 土属玄武岩红壤, 土种红土, 质地粘土, 肥力中等, 前作玉米。试验前 0~20 cm 耕层基础理化性状是: 有机质 33.4 g/kg、pH 7.38、碱解氮 108 mg/kg, 速效磷 149.9 mg/kg, 速效钾 75 mg/kg。马铃薯品种为‘宣薯 2 号’, 所用氮磷钾肥分别为尿素(含 N 46%); 普通过磷酸钙(P₂O₅ 16%); 硫酸钾

(含 K₂O 50%)。

1.2 试验设计

试验采用“3414”完全试验设计, 2 水平(当地最佳施肥量的近似值)每 667 m²N、P₂O₅、K₂O 的施用量分别为 7 kg、6 kg、14 kg, 试验各处理见表 1。各处理随机排列, 3 次重复, 小区面积 20 m², 垄宽 52 cm, 株距 35 cm, 每小区 8 垄, 每垄 14 株, 折每 667 m² 密度 3 733 株。

试验于 3 月 12 日施肥、播种。氮磷钾肥全部作基肥一次施用, 每 667 m² 用 800 kg 优质厩肥均匀施

表 1 马铃薯 3414 肥效田间试验设计

Table 1 Fertilization trial in a 3414 experimental design

处理号 Treatment	编 码 值 Encoding value			纯养分用量(kg/667 m ²) Fertilization rate		
	X1(N)	X2(P)	X3(K)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	0	0	0	0	0	0
2	0	2	2	0	6	14
3	1	2	2	3.5	6	14
4	2	0	2	7	0	14
5	2	1	2	7	3	14
6	2	2	2	7	6	14
7	2	3	2	7	9	14
8	2	2	0	7	6	0
9	2	2	1	7	6	7
10	2	2	3	7	6	21
11	3	2	2	10.5	6	14
12	1	1	2	3.5	3	14
13	1	2	1	3.5	6	7
14	2	1	1	7	3	7

到各处理区。5 月 15 日进行中耕锄草垒土一次。播种、锄草整个试验分别在同一天完成。8 月 15 日收获。

收获前 7 月 29 日至 7 月 30 日, 每小区随机采

样 10 株, 考查马铃薯单株结薯数、单株薯重及大中薯比例。植株、薯块并送宣威市土壤肥料测试中心分别测定全氮、全磷、全钾含量, 计算肥料利用率。小区全收计产。

$$\text{肥料利用率}(\%) = \frac{\text{施肥区作物吸收的氮(磷、钾)量} - \text{缺素区作物吸收的氮(磷、钾)量}}{\text{施用的氮(磷、钾)量}} \times 100$$

2 结果与分析

2.1 施肥模型的建立与分析

2.1.1 三元二次肥料效应方程的建立与检验

经计算机分析, 得到马铃薯鲜薯产量与氮、磷、钾肥的效应方程为:

$$Y = 1523.5720 + 129.8318N - 7.0961P - 4.9637K - 9.3581N^2 - 0.8799P^2 - 0.5509K^2 - 7.6532NP + 0.7405NK + 6.5858PK$$

(相关系数 $R = 0.9806$, F 值 = 11.1413, 标准误 $S_y = 64.0470$)

以分子自由度 $k = 9$ 、分母自由度 $n - k - 1 = 4$ (n 为处理数, k 为偏回归系数)查 F 表, 得 $F_{0.05}(9, 4) =$

5.9988, $F_{0.01}(9, 4)=14.6591$ 。今 $F_{0.05}<F$ 值 $=11.1413<F_{0.01}$, 说明回归方程达显著水平, 可用此模型提供推荐施肥量, 对该区域范围内进行马铃薯科学的定量施肥。

2.1.2 马铃薯氮磷钾最高产量施肥量和最佳经济施肥量的确定

通过对方程取偏导, 并令其等于零, 求得最高产量施肥量 N 6.67 kg/667 m²、P₂O₅ 1.55 kg/667 m²、K₂O 9.24 kg/667 m², 最高产量为 1 928 kg/667 m², 三要素比例为 1 : 0.232 : 1.386。以当年当地肥料价格 N 3.80 元/kg、P₂O₅ 2.88 元/kg、K₂O 5.40 元/kg、鲜薯价格 0.90 元/kg 计, 肥料投入 81.61 元, 鲜薯产值 1 735 元/667 m², 施肥利润为 292.57 元/667 m², 投入产出比 1 : 4.67。

最佳经济施肥量 N 6.04 kg/667 m²、P₂O₅ 2.53 kg/667 m²、K₂O 9.26 kg/667 m², 最高产量为 1 929 kg/667 m², 三要素比例 1 : 0.420 : 1.533, 肥料投入 81.61 元, 鲜薯产值 1 736 元/667 m², 施肥利润为 291.20 元/667 m², 投入产出比 1 : 4.57。

2.1.3 马铃薯肥料效应产量分析

由试验各处理马铃薯产量、经济性状及多重比较(表 2)可见, 处理 10 产量最高, 鲜薯产量为

2 202 kg/667 m², 其次是处理 7, 鲜薯产量为 2 090 kg/667 m², 再次是处理 3, 鲜薯产量为 2 014 kg/667 m², 处理 8 鲜薯产量为 1 554 kg/667 m², 仅比处理 1 增产鲜薯 40 kg/667 m², 增产率 2.63%, 说明钾是限制当地片区马铃薯产量的主导因子, 合理施用氮磷钾化肥能显著地提高马铃薯产量。与处理 6 比较, 处理 11 鲜薯产量降低 145 kg/667 m², 处理 3 产量增加 70 kg/667 m², 说明在磷钾适量情况下, 氮肥过量对产量影响最大。

处理 12 单结薯数 6.3 个, 单株薯重 641.6 g, 单薯重、大中薯比例却最高; 处理 10 虽然大中薯比例居第 4 位, 但单结薯数 7.3 个, 单株薯重 671.0 g 为最高, 每 667 m² 产量也最高; 处理 11 单株结薯数 5.6 个、单株薯重 492.0 g, 大中薯比例为 88.1%; 处理 4 单株薯重 5.4 个、单薯重 457.8 g, 大中薯比例为 90.6%; 处理 8 单株薯重和大中薯比例最低; 处理 1 虽然单株薯重、大中薯比例较高, 但单株结薯数最低, 说明氮磷钾肥合理配施, 有利于增加薯重, 结薯个数, 增施钾肥能增加大中薯比例, 进而提高马铃薯商品率。

经方差分析及多重比较结果, 处理 10 与处理 11、8、1 间, 处理 7、3 与处理 8、1 间, 处理 6、

表 2 不同处理马铃薯产量和经济性状比较

Table 2 Comparisons of treatments for potato yield and economic character

处理号 Treatment	鲜薯产量 (kg/667 m ²) Yield	单株结薯 数(个) Tuber number per plant	单株薯 重(g) Tuber weight per plant	大薯 (>100 g) Large tuber		中薯 (50~100 g) Medium tuber		小薯 (<50 g) Small tuber		单薯重(g) Tuber weight	大薯率(%) Large tuber percentag	中薯率(%) Medium tuber percentage	小薯率(%) Small tuber percentage	LSR 测验	
				个数 Num- ber	重量 Weight	个数 Num- ber	重量 Weight	个数 Num- ber	重量 Weight					5%	1%
				个数	重量	个数	重量	个数	重量						
1	1514	4.8	425.2	1.7	267.3	1.5	116.6	1.5	41.4	89.2	62.9	27.4	9.7	e	D
2	1818	6.0	507.8	2.1	322.9	1.7	125.9	2.3	59.0	84.2	63.6	24.8	11.6	bc	ABCD
3	2014	7.2	557.8	2.3	374.7	2.1	119.5	2.8	63.7	77.8	67.2	21.4	11.4	abc	AB
4	1868	5.4	457.8	1.9	316.5	1.7	98.3	1.9	43.0	84.3	69.1	21.5	9.4	bc	ABCD
5	1910	5.2	501.0	1.8	313.0	1.7	132.9	1.7	55.1	96.3	62.5	26.5	11.0	bc	ABC
6	1944	5.8	533.6	2.3	374.1	1.7	119.9	1.8	39.7	91.5	70.1	22.5	7.4	abc	ABC
7	2090	7.0	599.6	2.5	423.2	1.6	125.2	2.9	51.3	86.1	70.6	20.9	8.6	ab	AB
8	1554	5.8	400.9	1.7	226.7	1.6	115.5	2.5	58.6	68.7	56.5	28.8	14.6	de	CD
9	1855	6.1	526.3	2.1	343.9	2.1	141.0	1.9	41.3	86.7	65.3	26.8	7.8	bc	ABCD
10	2202	7.3	671.0	2.5	437.2	2.2	180.1	2.6	53.7	91.9	65.2	26.8	8.0	a	A
11	1799	5.6	492.0	1.5	291.5	1.9	141.8	2.2	58.7	87.9	59.3	28.8	11.9	cd	BCD
12	1925	6.3	641.6	2.9	514.2	1.2	85.5	2.2	41.9	101.8	80.1	13.3	6.5	abc	ABC
13	1898	5.2	489.4	1.7	338.2	1.6	115.8	1.9	35.5	94.1	69.1	23.7	7.3	bc	ABC
14	1933	6.1	519.6	1.8	325.5	1.9	138.3	2.4	55.8	85.2	62.6	26.6	10.7	abc	ABC

14、12、5、13 与处理 1 间产量差异达极显著水平, 处理 10 与处理 5、13、4、9、2 间, 处理 2 与处理 8、1 间, 处理 11 与处理 1 间产量差异达显著水平, 其余处理间产量差异均不显著。

2.2 马铃薯经济效益分析

从经济效益统分析(表 3)看出, 处理 10 每 667 m² 肥料投入成本 157.28 元, 施肥净增收 462.16 元, 投产比 1:3.94; 处理 7 每 667 m² 肥料投入成本 128.12

元, 施肥净增收 390.60 元, 投产比 1:4.05; 处理 11 每 667 m² 肥料投入成本 132.78 元, 施肥净增收 123.45 元, 投产比 1:1.93; 处理 8 每 667 m² 肥料投入成本 43.88 元, 施肥利润为-7.98 元, 投产比 1:0.82, 马铃薯单位面积产量较低, 为极不合理施肥处理; 不施磷处理 4 每 667 m² 肥料投入成本 102.2 元, 施肥净增收 216.78 元, 投产比 1:3.12, 马铃薯单位面积产量较低。

表 3 马铃薯经济效益分析

Table 3 Analysis of economic benefit for potato

处理号 Treatment	马铃薯产值(元/667 m ²) Potato output (Yuan/667 m ²)	比处理 1 增值(元/667 m ²) Compared with treatment 1 (Yuan/667 m ²)	肥料成本(元/667 m ²) Fertilizer cost (Yuan/667 m ²)	施肥利润(元/667 m ²) Fertilizer profit (Yuan/667 m ²)	产投比 Value cost ratio
1	1362.97	-	-	-	-
2	1636.55	273.58	92.88	180.70	2.95
3	1813.15	450.18	106.18	344.00	4.24
4	1681.95	318.98	102.2	216.78	3.12
5	1719.19	356.22	110.84	245.38	3.21
6	1749.29	386.32	119.48	266.84	3.23
7	1881.69	518.72	128.12	390.60	4.05
8	1398.87	35.90	43.88	-7.98	0.82
9	1669.58	306.61	81.68	224.93	3.75
10	1982.41	619.44	157.28	462.16	3.94
11	1619.20	256.23	132.78	123.45	1.93
12	1733.27	370.30	97.54	272.76	3.80
13	1708.23	345.26	68.38	276.88	5.05
14	1740.08	377.11	73.04	304.07	5.16

2.3 马铃薯肥料利用率分析

肥料利用率是指施用的肥料养分被作物吸收的百分数, 随作物种类、肥料品种、土壤类型、气候条件、栽培管理以及施肥技术等因素发生变化而不同, 是最常用的一个综合评价指标。肥料利用率包括当季

利用率和累计利用率, 这里是指当季利用率。试验鲜薯、植株、薯块样品田间采集后立即装入塑料袋, 封口, 送化验室先洗干净, 制成鲜样在 85℃ 烘箱中杀酶 10 min, 保持 65~70℃ 恒温烘干后测定植株、薯块全氮、全磷、全钾含量, 计算肥料当季利用率(表 4)。

表 4 马铃薯当季肥料利用率

Table 4 In-season fertilizer use efficiency of potato

处理号 Treatment	全氮(g/kg) Total N		全磷(g/kg) Total P ₂ O ₅		全钾(g/kg) Total K ₂ O		马铃薯养分吸收量(kg/667 m ²) Potato nutrition absorption			肥料利用率(%) Fertilizer use efficiency		
	植株 Plant	薯块 Tuber	植株 Plant	薯块 Tuber	植株 Plant	薯块 Tuber	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	氮肥 N fertilizer	磷肥 P fertilizer	钾肥 K fertilizer
	1	20.44	13.23	1.90	2.39	3.36	15.77	5.63	2.15	6.95	-	-
2	17.92	10.43	1.65	2.55	7.66	20.32	5.48	2.66	10.71	-	8.53	26.89
4	22.11	15.34	1.95	2.26	20.39	20.69	6.77	2.07	10.19	16.33	-	23.14
6	17.90	16.35	1.46	2.59	18.59	21.84	8.32	2.71	12.75	38.37	10.62	41.47
8	26.05	16.43	1.92	2.63	6.47	15.52	7.41	2.34	6.85	25.40	3.26	-

3 讨论

综合马铃薯实收产量、经济性状和经济效益分析, 本试验参试因素对马铃薯产量影响的大小程度依次为 K 肥-N 肥-P 肥^[4], 马铃薯的块茎产量随养分供应量的增加而增加, 达到一定水平后, 产量增加趋于平缓^[3], 氮磷钾化肥合理配施能显著提高马铃薯产量和经济效益^[5]。本试验最高产量施肥量 N 6.67 kg/667 m²、P₂O₅ 1.55 kg/667 m²、K₂O 9.24 kg/667 m², 最高产量为 1928 kg/667 m², 三要素比例为 1:0.232:1.386, 肥料投入 81.61 元, 鲜薯产值为 1735.25 元/667 m², 施肥利润为 292.57 元/667 m², 投入产出比为 1:4.67。最佳经济施肥量 N 6.04 kg/667 m²、P₂O₅ 2.53 kg/667 m²、K₂O 9.26 kg/667 m², 最高产量为 1929 kg/667 m², 三要素比例 1:0.420:1.533, 肥料投入 81.61 元, 鲜薯产值 1735 元/667 m², 施肥利润为 291 元/667 m², 投入产出比 1:4.57。

采用测土配方施肥能增加马铃薯产量, 降低施肥成本, 提高肥料当季利用率, 氮磷钾肥合理配施, 有利于增加薯重及结薯个数, 在今后的农业

生产中应因地制宜施用氮、磷肥料, 科学、合理施好钾肥^[6]。试验说明钾是限制当地片区马铃薯产量的主导因子, 增施钾肥能增加大中薯比例, 提高马铃薯商品率, 在磷钾适量情况下, 氮肥过量对产量影响最大。故应控制氮肥, 增施钾肥, 补施磷肥, 施用充分腐熟的优质有机肥, 发挥测土配方施肥技术优势, 有效提高马铃薯商品率及鲜薯产量, 获得较好的经济效益。

[参 考 文 献]

- [1] 崔详久, 高全保, 丁红, 等. 马铃薯“3414”肥料效应试验总结 [J]. 延边农业科技, 2010(1): 56-60.
- [2] 穆俊详, 曹兴明, 弓建国, 等. 氮磷钾和有机肥配合施用对马铃薯淀粉含量和产量的影响 [J]. 土壤, 2009, 41(5): 844-848.
- [3] 张春朝, 江荣风, 张福锁, 等. 马铃薯氮、磷、钾肥料效应的研究 [J]. 中国马铃薯, 2004, 18(6): 326-329.
- [4] 张翔宇, 李荫藩, 李霄峰, 等. 不同施肥量对马铃薯生育及产量的影响 [J]. 华北农学报, 2005, 20 (专辑): 142-143.
- [5] 范宏伟. 民乐县马铃薯氮、磷、钾最佳施肥量及配比试验 [J]. 中国马铃薯, 2011, 25(2): 105-107.
- [6] 王吉宁, 刘莉琴, 王伟. 彭阳县北部山区马铃薯“3414”肥料效应试验初探 [J]. 内蒙古农业科技, 2011(5): 67-68.



辰翔矿业有限公司

专业生产马铃薯育种——膨胀蛭石

河北灵寿县辰翔矿业有限公司位于河北省石家庄市灵寿县, 是一家专业生产蛭石片、膨胀蛭石、珍珠岩的企业, 已有 30 多年的发展历史。辰翔公司根据马铃薯育种特点, 研发了育种专用膨胀蛭石。本公司生产的马铃薯专用膨胀蛭石性价比高, 已在国内十几家马铃薯育种公司应用, 并得到一致好评。本公司蛭石产品型号齐全, 也可根据客户需求订制生产。

如果您对我们的产品感兴趣, 欢迎致电联系, 索要资料、样品。

联系人: 薛刚 15613123526、15833992815

地 址: 河北省石家庄市灵寿县燕川工业区

电 话: 0311-82616100 (传真)

网 址: www.yichencl.com www.chenxiangky.com