

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2008)04-0197-04

马铃薯施肥肥效及养分利用率的研究

段玉, 妥德宝, 赵沛义, 李焕春

(内蒙古农牧业科学院植物营养与分析研究所, 内蒙古 呼和浩特 010031)

摘要: 对6年14项次的马铃薯氮磷钾肥肥效试验, 研究了施用氮磷钾化肥对马铃薯的增产效果、肥料利用率和施肥对淀粉含量的影响。结果表明, 增施氮肥(N)平均增产21.3%, 每千克N增产马铃薯37.9 kg; 增施磷肥(P_2O_5)增产18.4%, 每千克 P_2O_5 增产马铃薯51.8 kg; 增施钾肥(K_2O)平均增产15.3%, 每千克 K_2O 增产马铃薯35.9 kg。总的增产效果: 氮肥>磷肥>钾肥。14项次试验中增施氮肥的肥料利用率(N)为24.3%~45.2%, 平均32.9%; 增施磷肥的肥料利用率(P_2O_5)为7.5%~20.9%, 平均14.8%。增施钾肥的肥料利用率(K_2O)为38.3%~92.6%, 平均49.8%。平均生产1 t马铃薯吸收N为6.15 kg, 吸收 P_2O_5 为1.36 kg, 吸收 K_2O 为6.17 kg, 马铃薯淀粉含量旱地明显大于水浇地。减N处理马铃薯淀粉含量最高, 其次是NPK配合处理。

关键词: 马铃薯; NPK化肥; 施肥肥效; 养分利用率

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)是世界上仅次于稻、麦、玉米的四大粮食作物之一。全球2006年的产量超过3.2亿t。我国2007年马铃薯的种植面积约为490.15万 hm^2 , 产量7 033.8万t, 是世界上最大的马铃薯生产国, 马铃薯总产量达到世界总产量的20%左右^[1]。内蒙古自治区是我国马铃薯主产区之一, 2006年全区马铃薯种植面积58.91万 hm^2 , 占粮食总播种面积的13.2%; 鲜薯总产量达到879.23万t, 占全国马铃薯鲜薯总产量的12.5%^[2]。播种面积、总产量均居全国之首, 已成为我区仅次于玉米、大豆的主栽作物。在内蒙古阴山北麓的一些旗县, 马铃薯的播种面积已经占总播种面积的一半以上, 马铃薯不但是当地的主要粮食作物和蔬菜作物, 而且也成为该地区的主要经济作物。

在马铃薯生长发育过程中矿质元素通过参与同化物的合成、转运和分配过程, 对马铃薯的生长发育及产量形成有着重要作用^[3-4]。关于马铃薯平衡施肥的研究比较多, 因各地自然条件、栽培管理等差异, 各地N、P、K肥施用量和施肥配比存在很大差异^[5-6]。本文整理分析了2002~2007年的水旱地试验结果, 研究了马铃薯的施肥肥效和养分利用

率, 为马铃薯科学合理施肥提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试品种为马铃薯脱毒紫花白。

1.2 试验基本情况

试验在内蒙古武川东土城乡进行。试验地土壤养分状况见表1。

表1 供试土壤养分分析结果

年份	质地	pH	OM (%)	N ($mg \cdot L^{-1}$)	P ($mg \cdot L^{-1}$)	K ($mg \cdot L^{-1}$)
2002年旱地	轻壤	7.80	0.75	13.00	15.20	65.50
2002年水地	重壤	8.30	0.66	8.70	14.70	76.50
2003年旱地	轻壤	8.60	1.20	13.15	13.10	77.00
2003年水地	重壤	8.35	1.10	10.30	18.50	83.45
2004年旱地	轻壤	8.40	1.00	75.00	14.50	70.40
2004年水地	重壤	8.40	1.20	7.90	10.25	54.75
2005年旱地	轻壤	8.20	1.30	31.75	12.50	54.75
2005年水地	重壤	8.35	1.45	30.10	9.65	66.45
2006年旱地	轻壤	7.80	1.05	8.25	16.55	144.70
2006年水地	重壤	7.90	0.40	7.90	20.90	58.65
2007年旱地	轻壤	8.25	0.92	34.60	13.90	67.50
2007年水地	重壤	8.42	1.45	41.40	24.90	108.80

注: 土壤分析结果由中加合作实验室进行, 采用AS1方法。

收稿日期: 2007-12-03

基金项目: IPNI中加合作项目资助。

作者简介: 段玉(1963-), 男, 副研究员, 主要从事旱作农业与施肥技术研究。

1.3 试验处理

试验均设置四个基本小区: 最佳施肥量 (OPT), OPT-N, OPT-P, OPT-K。

试验用氮肥为尿素, 含 N 46%, 磷肥为重过磷酸钙, 含 P₂O₅ 46%, 钾肥为氯化钾, 含 K₂O 60%, 肥料全部做基肥 1 次深施, 田间管理同一般

生产田。

2 结果与分析

2.1 水地马铃薯施肥的增产效果和肥料利用率

整理了 2002~2007 年水地进行的 6 个马铃薯试验, 结果见表 2。

表 2 水地马铃薯施肥的增产效果和肥料利用率

项 目	肥料	年份						平均
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	
施肥量 kg·hm ²	N	128.00	143.20	120.00	120.00	150.00	180.00	140.20
	P ₂ O ₅	90.00	92.00	90.00	90.00	90.00	60.00	85.30
	K ₂ O	90.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	1150
产量 t·hm ²	OPT	34.40	32.40	26.00	37.50	31.50	30.60	32.10
	OPT-N	30.89	27.90	20.40	31.30	25.60	23.80	26.70
	OPT-P	33.20	27.90	23.90	31.30	25.40	24.90	27.80
	OPT-K	33.63	29.60	23.80	34.00	25.30	25.90	28.70
增产率 (%)	N	11.40	16.10	27.50	19.80	23.00	28.30	21.00
	P ₂ O ₅	3.60	16.00	8.80	19.80	24.00	23.00	15.90
	K ₂ O	2.30	9.30	9.20	10.30	24.50	18.10	12.30
增产量 kg·kg ⁻¹	N	27.40	31.30	46.70	51.70	39.30	37.50	39.00
	P ₂ O ₅	13.30	48.50	23.30	68.90	67.80	95.40	52.90
	K ₂ O	8.60	23.00	18.30	29.20	51.70	39.10	28.40
肥料利用率 (%)	N	28.50	36.20	31.50	39.30	29.60	34.60	33.30
	P ₂ O ₅	12.60	12.60	11.00	19.80	17.00	10.60	14.00
	K ₂ O	41.10	38.30	43.50	56.10	42.90	47.60	44.90
生产 1t 马铃薯吸收养分量	N	5.89	5.71	4.70	4.40	6.91	7.58	5.86
	P ₂ O ₅	1.41	1.15	0.73	1.58	1.62	1.21	1.28
	K ₂ O	4.89	5.64	5.67	6.63	7.91	9.44	6.70

从表 2 看出, 水地马铃薯 OPT 的产量水平每公顷为 26.0~34.4 t, 平均为 32.1 t。OPT-N 的产量每公顷为 20.4~30.9 t, 平均 26.7 t。OPT-P 的产量每公顷为 23.9~33.2 t, 平均 27.8 t。OPT-K 的产量每公顷为 23.8~33.6 t, 平均 28.7 t。马铃薯施用氮肥增产 11.4%~28.3%, 平均为 21.0%, 每千克 N 增产马铃薯 27.4~51.7 kg, 平均为 39.0 kg; 施用磷肥增产 3.6%~24.0%, 平均为 15.9%, 每千克 P₂O₅ 增产马铃薯 13.3~68.9 kg, 平均为 52.9 kg; 施用钾肥增产 2.3%~24.5%, 平均为 12.3%, 每千克 K₂O 增产马铃薯 8.6~51.7 kg, 平均为 28.4 kg。

施肥增产效果: 氮肥>磷肥>钾肥。施用氮肥的肥料利用率 (N) 为 28.5%~39.3%, 平均 33.3%,

磷肥的肥料利用率 (P₂O₅) 为 11.0%~19.8%, 平均 14.0%; 钾肥的肥料利用率 (K₂O) 为 38.3%~56.1%, 平均 44.9%。

生产 1 t 马铃薯吸收 N 4.40~7.58 kg, 平均为 5.86 kg。吸收 P₂O₅ 0.73~1.62 kg, 平均为 1.28 kg。吸收 K₂O 4.89~9.44 kg, 平均为 6.70 kg。

2.2 旱地马铃薯施肥的增产效果和肥料利用率

整理了 2002~2007 年旱地进行的 8 项次马铃薯试验, 结果见表 3。

旱地马铃薯 OPT 的产量水平每公顷为 9.6~19.3 t, 平均为 13.6 t。OPT-N 的产量每公顷为 7.5~15.7 t, 平均 11.2 t。OPT-P 为 5.9~15.8 t, 平均 11.6 t。OPT-K 的产量每公顷为 8.2~18.5 t, 平均 11.8 t。

表 3 旱地马铃薯施肥的增产效果和肥料利用率

项 目	肥料	年份								平均
		2002	2003	2004	2004	2005	2006	2007	2007	
施肥量 (kg·hm ⁻²)	N	64.00	64.00	45.00	45.00	45.00	125.00	125.00	60.00	71.60
	P ₂ O ₅	45.00	45.00	30.00	30.00	30.00	45.00	45.00	45.00	39.40
	K ₂ O	45.00	45.00	30.00	30.00	30.00	60.00	60.00	30.00	41.30
产量 (t·hm ⁻²)	OPT	11.80	9.60	14.40	15.10	19.30	14.20	10.30	13.90	13.60
	OPT-N	9.60	7.50	12.60	13.90	15.70	10.10	9.10	11.40	11.20
	OPT-P	10.60	5.90	13.80	14.10	15.80	11.50	8.60	12.40	11.60
	OPT-K	10.60	8.20	12.90	14.00	18.50	10.50	7.30	12.40	11.80
增产率 (%)	N	22.80	28.00	14.30	8.50	22.90	40.60	12.70	21.60	21.50
	P ₂ O ₅	11.30	62.70	4.60	6.90	22.20	23.50	19.00	11.70	20.20
	K ₂ O	11.60	17.10	11.70	7.60	4.30	35.20	41.10	12.00	17.60
增产量 (kg·kg ⁻¹)	N	34.40	32.80	40.00	26.40	80.00	32.80	9.30	41.10	37.10
	P ₂ O ₅	26.70	82.20	21.00	32.50	116.70	60.00	36.60	32.40	51.00
	K ₂ O	27.30	31.10	50.30	35.60	26.70	61.70	50.00	49.60	41.50
肥料利用率 (%)	N	24.60	31.60	37.30	31.40	35.20	24.30	31.40	45.20	32.60
	P ₂ O ₅	13.10	20.90	18.40	18.10	18.30	18.5	7.50	11.10	15.70
	K ₂ O	39.40	54.80	41.10	52.10	41.60	50.9	43.90	92.60	52.10
生产 1t 马铃薯吸收养分量	N	7.36	4.23	6.87	6.62	4.79	5.84	8.04	7.18	6.37
	P ₂ O ₅	1.65	1.37	1.13	1.08	1.23	1.42	1.09	2.35	1.41
	K ₂ O	6.37	5.45	5.02	4.85	4.18	6.36	6.55	7.38	5.77

马铃薯施用氮肥增产 8.5%~40.6%，平均为 21.5%，每千克 N 增产马铃薯 9.3~80.0 kg，平均为 37.1 kg；施用磷肥增产 4.6%~62.7%，平均为 20.2%，每千克 P₂O₅ 增产马铃薯 21.0~116.7 kg，平均为 51.0 kg；施用钾肥增产 4.3%~35.2%，平均为 17.6%，每 kg K₂O 增产马铃薯 26.7~61.7 kg，平均为 41.5 kg。施肥增产效果：氮肥>磷肥>钾肥。

施用氮肥的肥料利用率 (N) 为 24.3%~45.2%，平均 32.6%，磷肥的肥料利用率 (P₂O₅) 为 7.5%~20.9%，平均 15.7%，钾肥的肥料利用率 (K₂O) 为

39.4%~92.6%，平均 52.1%。

生产 1 t 马铃薯吸收 N 4.23~8.04 kg，平均为 6.37 kg。吸收 P₂O₅ 1.08~2.455 kg，平均为 1.43 kg。吸收 K₂O 4.18~7.38 kg，平均为 5.77 kg。

2.3 施肥对马铃薯淀粉含量的影响

整理了水(旱)地 6 项次，试验结果见表 4。从表中可以看出，以 OPT-N 处理淀粉含量最高，其次是 OPT 处理，OPT-K 和 OPT-P 处理淀粉含量较低。说明 NPK 适宜配比和增施磷钾肥可以提高马铃薯淀粉含量，施用氮肥降低马铃薯淀粉含量。

表 4 施肥对水(旱)地马铃薯淀粉含量的影响

处理	淀粉含量 (%)							平均
	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
OPT	13.50(14.95)	10.46(14.25)	11.45(12.55)	12.06(14.25)	12.88(14.9)	10.34(13.70)	11.78(14.07)	
OPT-N	13.35(15.59)	10.36(14.46)	12.62(12.65)	14.44(14.77)	15.32(14.9)	10.68(12.96)	12.80(14.28)	
OPT-P	10.70(12.61)	10.42(13.27)	11.65(12.46)	12.72(13.28)	13.20(13.8)	10.56(13.38)	11.54(13.13)	
OPT-K	10.52(14.88)	11.68(14.60)	11.01(12.11)	11.31(14.46)	13.29(14.1)	10.40(13.21)	11.37(13.89)	

注：括号内为各年旱地马铃薯淀粉含量。

3 结论与讨论

氮、磷、钾肥配合施用增产效果明显, 表现在结薯个数多, 大中薯比例高, 单株产量明显提高等特性^[7]。研究表明, 马铃薯施肥均有增产效果, 以 OPT(氮、磷、钾肥配合) 产量最高, 在 NP 基础上马铃薯施用氮肥平均增产 21.3%, 每千克 N 平均增产马铃薯 37.9 kg; 在 NK 基础上施用磷肥平均增产 18.4%, 每千克 P₂O₅ 平均增产马铃薯 51.8 kg; 施用钾肥平均增产 15.3%, 每千克 K₂O 平均增产马铃薯 35.9 kg。阴山北麓是马铃薯主要种植区域, 该区域总的施肥量较少, 土壤贫瘠, 土壤养分含量较低, 施肥增产效果: 氮肥>磷肥>钾肥。说明该地区推荐施肥仍应当注意氮磷钾肥的配合施用。

内蒙古大部分地区土壤干旱缺水严重, 特别是春季, 因而氮素利用率不高, 在进行的 14 项次试验中增施氮肥的肥料利用率(N)为 24.3%~45.2%, 平均 32.9%; 由于大多土壤为栗钙土, 对磷素的固定较强, 增施磷肥的肥料利用率很低, 14 项次试验结果表明, 增施磷肥的肥料利用率(P₂O₅)为 7.5%~20.9%, 平均 14.8%。增施钾肥的肥料利用率(K₂O)为 38.3%~92.6%, 平均 49.8%。生产 1 t 马铃薯吸收 N 4.23~8.04 kg, 平均为 6.15 kg, 吸收 P₂O₅ 0.73~

2.35 kg, 平均为 1.36 kg, 吸收 K₂O 4.18~9.44 kg, 平均为 6.17 kg。

试验结果表明, 马铃薯淀粉含量旱地明显大于水浇地。施肥对马铃薯淀粉含量有较大的影响, 减少氮肥用量可以增加马铃薯淀粉含量, 减少磷钾肥用量降低马铃薯淀粉含量。说明充足的水分和氮肥供应促进营养器官的生长, 而增施磷钾肥促进淀粉的积累。

[参 考 文 献]

- [1] 中华人民共和国农业部. 中国农业年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [2] 国家统计局内蒙古调查总队. 内蒙古经济社会调查年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2007.
- [3] 高炳德. 马铃薯营养特性的研究 [J]. 马铃薯, 1984(4): 3- 13.
- [4] 门福义, 刘梦芸. 马铃薯栽培生理[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [5] 张国君, 高世铭, 张朝巍, 等. 陇中半干旱区旱地马铃薯平衡施肥效应研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(6): 1724- 1725.
- [6] 崔云玲, 郭天文, 王成宝. 马铃薯平衡施肥及钾肥效应研究 [J]. 中国马铃薯, 2006, 20(6): 332- 325.
- [7] 李功轶, 吴凌娟, 梁杰, 等. 大兴安岭地区马铃薯测土配方施肥研究[J]. 中国马铃薯, 2003, 17(2): 85- 87.

Effect of Fertilizer and Nutrient Use Efficiency on Potato in Inner Mongolia

Duan Yu, Tuo Debao, Zhao Peiyi, Li Huanchun

(Plant Nutrition and Analysis Institute, Inner Mongolia Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences Huhhot, Inner Mongolia 010031, China)

Abstract: Effects of N, P, and K fertilizer on potato yield, nutrient use efficiency(NUE) and starch content had been studied in 14 field experiments in the past six years (2002- 2007). N, P, and K fertilizer increased the potato yield significantly, 21.3% by N, 18.4% by P and 15.3% by K. 37.9 kg, 51.8 kg and 35.9 kg potato could be increased by per kg N, P₂O₅ and K₂O, respectively. So the effect of N fertilizer was the highest, the K was the lowest, and the P was inbetween. The results also showed that the N NUE was 24.3%- 45.2% (mean 32.9%), the P₂O₅ NUE was 7.5%- 20.9% (mean 14.8%) and the K₂O NUE was 38.3%- 92.6%(mean 49.8%). Uptake of N, P₂O₅ and K₂O were, respectively, 6.15 kg, 1.36 kg and 6.17 kg to produce 1 ton potato tuber. The starch content of potato was less in the irrigated and than in the rain fed land significantly and was the highest in the no N treatment and the second high in the optimum NPK treatment.

Key Words: potato; fertilizer; nutrient use efficiency; nutrient use efficiency