

# 滴施不同钾肥对马铃薯生长及产量的影响

邓兰生<sup>1</sup>, 林翠兰<sup>2</sup>, 龚林<sup>1</sup>, 李中华<sup>1</sup>, 涂攀峰<sup>1</sup>, 张承林<sup>1</sup>

(1 华南农业大学资源环境学院, 广东广州 510642; 2 广东省土壤肥料总站, 广东广州 510500)

**摘要:**在盆栽试验条件下,通过滴灌施肥系统滴施钾肥,探讨了不同钾源对马铃薯生长、产量及品质的影响.结果表明:在本试验条件下,与不施钾肥相比,滴施不同钾肥处理均能显著促进马铃薯的生长、增加产量;滴施不同钾肥对马铃薯植株生物量的积累差异不显著;滴施氯化钾和硝酸钾处理的马铃薯块茎产量差异不显著,但低于滴施硫酸钾处理;而滴施氯化钾和硫酸钾处理的马铃薯块茎中淀粉含量差异不显著.

**关键词:**滴灌施肥;钾源;马铃薯;产量;品质

中图分类号:S275.6;S143.3

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2010)02-0012-03

## Effect of Different Potassium Fertilizers on Growth and Production of Potato Under Fertigation

DENG Lan-sheng<sup>1</sup>, LIN Cui-lan<sup>2</sup>, GONG Lin<sup>1</sup>, LI Zhong-hua<sup>1</sup>, TU Pan-feng<sup>1</sup>, ZHANG Cheng-lin<sup>1</sup>

(1 College of Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;

2 Soil and Fertilizer Station of Guangdong Province, Guangzhou 510500, China)

**Abstract:** A pot experiment was carried out to evaluate the effects of supplying different types potassium fertilizers (KCl fertilizer, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> fertilizer and KNO<sub>3</sub> fertilizer) under fertigation on the growth, tubers yield and quality of potato by using no potassium fertilizer as control. The results showed as follows: Compared with the control treatment, fertigation of different types potassium fertilizers could significantly increase the plant dry matter and tuber yield of potato. Biomasses of potato were not different among three treatments of potassium fertilizers. Tuber yield of K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> fertilizer was the highest, and tuber yield had not significant difference between KCl and KNO<sub>3</sub> fertilizer. The content of starch had no significant difference between KCl fertilizer and K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> fertilizer.

**Key words:** fertigation; potassium source; potato; yield; quality

马铃薯是一种营养价值和药用价值都很高的茄科茄属草本植物,又是一种典型的嗜钾作物<sup>[1]</sup>,施钾可促进马铃薯生长,提高其经济产量和商品率<sup>[2,4]</sup>.充足的钾素有利于减免马铃薯病害的发生,提高植株的抗逆能力,但在施用不同钾源时的作用存在一定的差异性<sup>[5]</sup>.在马铃薯生产成本构成中,肥料支出是最主要成本之一.笔者对2008—2009年度广东惠东冬种马铃薯生产成本调查发现:肥料占总投入的36.6%,其次为人工成本占29.3%,而其中的肥料成本大部分是来自钾肥的投入.在施肥过程中主要存

在的问题有过量施肥、盲目施肥、不平衡施肥、施肥时期不当等.与此同时,在肥料品种的选择上也存在争议,传统观念认为,马铃薯是“喜钾忌氯”作物,在马铃薯施肥上,较普遍地存在一种观点,即施用硫酸钾比氯化钾更有利于马铃薯生长,但硫酸钾的大量施用势必会大幅增加钾肥的投入成本.因此,本研究将在滴灌施肥条件下,通过滴施不同钾肥以探讨其对马铃薯生长、产量及品质的影响,为马铃薯生产中合理施肥、降低成本、增加产值提供理论参考.

收稿日期:2009-05-26

作者简介:邓兰生(1971—),男,讲师,硕士;通信作者:张承林(1965—),男,副教授,博士,E-mail:clzhang@scau.edu.cn

基金项目:公益性行业(农业)科研专项经费项目(200803030);广东省科技计划项目(2008B021000041)

## 1 材料与方

### 1.1 材料

本试验于2008年11月—2009年2月在华南农业大学资源环境学院植物营养系温室进行. 供试土壤为水稻土, 取自华南农业大学试验基地. 该土壤理化性质为: pH6.15、EC 0.39 mS/cm、 $w$ (有机质) 2.8%、碱解氮 125.7 mg/kg、有效磷 24.1 mg/kg、速效钾 243.6 mg/kg、交换钙 395.3 mg/kg、交换镁 24.5 mg/kg. 供试马铃薯品种为费乌瑞它.

供试肥料: KCl、 $K_2SO_4$ 、 $KNO_3$  (各钾肥含  $K_2O$  的质量分数依次为 62.19%、53.52%、45.87%);  $NH_4NO_3$  的含氮质量分数为 34.65%;  $H_3PO_4$  ( $P_2O_5$  的质量分数为 61.56%).

装土容器: 黑色塑料定植袋(规格: 上沿直径 35 cm, 下沿直径 25 cm, 高 30 cm), 每袋装土 20.0 kg.

### 1.2 方法

试验设 4 个处理, 即不施钾肥(对照)、滴灌施 KCl( $T_1$ )、滴灌施  $K_2SO_4$ ( $T_2$ )、滴灌施  $KNO_3$ ( $T_3$ ). 每处理 4 次重复, 各施钾处理按等钾量原则施用不同品种钾肥. 根据每生产 1 000 kg 马铃薯需要带走 5 kg N、2 kg  $P_2O_5$ 、10 kg  $K_2O$  的养分需求比例<sup>[6]</sup> 计算各处理 N、P、K 肥的施用量. 按每 1 kg 土施氮量(N) 为 0.15 g 计算, 则每 1 kg 土壤中磷( $P_2O_5$ )、钾( $K_2O$ ) 的施用量分别为 0.06、0.30 g, 各处理实际滴灌施肥量见表 1. 所有 N、P、K 肥于种植后的第 10 d 开始, 每 7 d 施肥 1 次, 通过滴灌施肥系统分 10 次施入.

表 1 各处理氮、磷、钾施用量

Tab.1 The amount of N, P and K fertilizer in different treatments  $g \cdot \text{盆}^{-1}$

处理	钾肥		$NH_4NO_3$	$H_3PO_4$
	品种	用量		
对照	不施钾肥	0	8.66	1.95
$T_1$	KCl	9.65	8.66	1.95
$T_2$	$K_2SO_4$	11.21	8.66	1.95
$T_3$	$KNO_3$	13.08	3.49	1.95

土壤理化性质的测定: 采用常规方法进行. 在马铃薯

生长至 100 d 时收获. 收获时, 分别收集各处理叶片、匍匐茎、根系, 洗净、烘干, 称干质量. 对马铃薯块茎进行分级, 计算块茎的商品率. 同时, 采集马铃薯块茎样品, 测定其干物质、淀粉、还原糖、灰分含量以及氮、磷、钾、钙、镁的含量<sup>[7-8]</sup>.

试验数据处理采用 Microsoft Office Excel 2003 和 SAS 8.1 软件进行.

## 2 结果与分析

### 2.1 滴施不同品种钾肥对马铃薯生物量的影响

生物量的大小是作物生长发育的一个重要指标. 在本试验条件下, 与不施钾肥的对照相比, 滴施 3 种不同钾肥均能显著增加马铃薯生物量的积累, 而 3 种钾肥处理间马铃薯的生物量则表现为差异不显著. 滴施 KCl 和  $KNO_3$  马铃薯叶片的干物质量差异不显著, 但显著低于滴施  $K_2SO_4$  处理马铃薯叶片的干物质量. 与滴施  $K_2SO_4$  和  $KNO_3$  相比, 滴施 KCl 更有利于马铃薯匍匐茎生物量的积累.

表 2 各处理马铃薯的生物量<sup>1)</sup>

Tab.2 Dry biomass of potato in different treatments

钾肥	$m_{\text{叶片}}/g$	$m_{\text{茎}}/g$	总生物量/g
对照	15.61 ± 0.47c	6.56 ± 0.20c	23.04 ± 0.58b
KCl	19.27 ± 0.19b	9.46 ± 0.38a	29.83 ± 0.32a
$K_2SO_4$	21.45 ± 0.34a	7.34 ± 0.14c	30.25 ± 0.44a
$KNO_3$	19.78 ± 0.73b	8.38 ± 0.27b	29.28 ± 0.33a

1) 表中数据为 4 次重复的平均数 ± 标准误, 同列数据后凡是有一个相同字母的表示差异不显著(DMRT 法,  $P=0.05$ ).

### 2.2 滴施不同钾肥对马铃薯块茎养分含量的影响

从表 3 数据可以看出, 在滴灌施肥条件下施用不同钾肥, 马铃薯块茎中 N、P、Mg 的含量差异不显著, 而 K、Ca 的含量则存在显著差异, 其中以滴施 KCl 处理马铃薯块茎中 K 的含量最高, 4 个处理马铃薯块茎中 K 的质量分数由高到低顺序依次为: KCl >  $KNO_3$  >  $K_2SO_4$  > 对照; 而滴施 KCl 与不施钾肥处理的马铃薯块茎中 Ca 含量差异不显著, 但显著低于滴施  $KNO_3$  和  $K_2SO_4$  处理.

表 3 不同处理马铃薯块茎养分含量<sup>1)</sup>

Tab.3 Nutrient content of potato tubers in different treatments

钾肥	N	P	K	Ca	Mg
对照	21.14 ± 0.28a	3.36 ± 0.07a	20.47 ± 0.19d	0.51 ± 0.03c	1.00 ± 0.02b
KCl	21.33 ± 0.30a	3.44 ± 0.05a	27.01 ± 0.12a	0.54 ± 0.01c	1.09 ± 0.03ab
$K_2SO_4$	21.45 ± 0.28a	3.35 ± 0.08a	21.84 ± 0.26c	0.61 ± 0.01b	1.10 ± 0.03ab
$KNO_3$	21.29 ± 0.32a	3.34 ± 0.04a	24.95 ± 0.27b	0.73 ± 0.03a	1.14 ± 0.04a

1) 表中数据为 4 次重复的平均数 ± 标准误, 同列数据后凡是有一个相同字母的表示差异不显著(DMRT 法,  $P=0.05$ ).

### 2.3 滴施不同钾肥对马铃薯块茎产量的影响

由表4可见,在本试验中,滴施KCl和KNO<sub>3</sub>的处理对马铃薯块茎产量的影响二者差异不显著,但显著低于滴施K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>处理的块茎产量.另外,从各处理马铃薯块茎大小分级的统计数据看,与不施钾肥

相比,滴施K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>马铃薯的块茎增产26.3%,而商品薯(≥100 g)的产量增幅为42.1%.从不同处理马铃薯块茎组成看,滴施K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、KCl、KNO<sub>3</sub>处理的商品薯单薯质量依次为:185.0、179.6和166.7 g,而不施钾肥处理的商品薯单薯质量仅为143.2 g.

表4 各处理马铃薯收获时的薯块产量构成

Tab.4 Tuber yield consistent of potato in different treatments

钾肥	$m_{\text{块茎}}^{1)}$ /(g·盆 <sup>-1</sup> )	>150 g 块茎		100~150 g 块茎		<100 g 块茎		商品率 (≥100 g)/%
		数量/个	m/g	数量/个	m/g	数量/个	m/g	
对照	458.10 ± 11.72c	6	1021.8	4	410.4	7	400.2	78.16
KCl	516.00 ± 3.72b	8	1662.4	2	134.0	4	177.6	91.40
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	578.40 ± 9.36a	7	1486.4	4	548.8	7	278.4	87.97
KNO <sub>3</sub>	526.00 ± 11.44b	7	1326.4	3	340.8	6	436.8	79.24

1)表中数据为4次重复的平均数±标准误,同列数据后凡有一个相同字母的表示差异不显著(DMRT法,  $P=0.05$ ).

### 2.4 滴施不同钾肥对马铃薯块茎品质的影响

块茎品质不仅反映其经济产量的高低,也反映加工品质的好坏.由表5可见,在本试验条件下,滴施不同钾源对马铃薯块茎中干物质、淀粉、还原糖、灰分的含量存在显著差异.其中,滴施KNO<sub>3</sub>的马铃薯块茎中干物质含量显著高于滴施KCl和K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,而马铃薯块茎中淀粉含量则相反,以滴施KCl和K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>处理的最高;对于马铃薯块茎中的还原糖含量,则以滴施K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>处理最低,滴施KCl处理次之;滴施KCl和KNO<sub>3</sub>处理的马铃薯块茎灰分含量二者差异不显著,但显著高于滴施K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>处理和不施钾肥处理的.在马铃薯生产过程中,对于钾肥的选择,不仅要考虑土壤中速效钾的含量,还应考虑马铃薯收获后的加工指标.

表5 各处理马铃薯块茎品质指标<sup>1)</sup>

Tab.5 Potato tuber quality of different treatments

钾肥	w/%			
	干物质	淀粉	还原糖	灰分
对照	17.00 ± 0.23d	68.95 ± 0.27b	0.08 ± 0.00b	4.75 ± 0.11c
KCl	17.74 ± 0.05c	77.56 ± 0.67a	0.09 ± 0.00b	5.83 ± 0.13a
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	18.96 ± 0.20b	79.21 ± 0.64a	0.06 ± 0.00c	5.19 ± 0.09b
KNO <sub>3</sub>	20.10 ± 0.33a	69.23 ± 0.63b	0.12 ± 0.01a	5.90 ± 0.18a

1)表中数据为4次重复的平均数±标准误,同列数据后凡有一个相同字母的表示差异不显著(DMRT法,  $P=0.05$ ).

## 3 讨论与结论

钾是马铃薯生产中最重要营养元素之一.追施钾肥能明显提高马铃薯产量、块茎淀粉含量及生育后期叶片叶绿素含量和光合强度;而不同时期追施钾肥的效果则不尽相同,如追施KNO<sub>3</sub>以现蕾初期的追施效果最佳<sup>[9]</sup>.传统的灌溉施肥条件下,追肥往往受制于马铃薯的生长时期、气候条件等,一般在马

铃薯枝叶封行后便不再追肥,也就是说在马铃薯的一个生长周期内一般只追肥3次左右,这样就很容易造成前期过量施肥而后期供肥不足的问题;但在滴灌施肥条件下,通过管道系统不仅可以很好地解决马铃薯生长中追肥难的问题,还可充分发挥水肥耦合效应,最大限度地提高水、肥利用效率<sup>[10-11]</sup>.另外,增施钾肥对马铃薯的增产效果因土壤供K水平不同而存在差异,K肥对马铃薯的肥效与土壤速效K含量呈负相关<sup>[12]</sup>.在本试验条件下,与不施钾肥相比,滴施不同钾肥能显著增加马铃薯植株的生物量和块茎产量.

就不同钾肥的作用效果而言,因其自身组成的差异,以及不同作物对钾的需求特性存在差异,其施用效果可能存在差异.在KCl、K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>和KNO<sub>3</sub>之中,哪种钾源对于马铃薯的生长会好些,目前仍没有统一的认识.有报道称,施用硫酸钾的增产效果要比氯化钾好,而氯化钾更有利于碳水化合物的积累<sup>[13]</sup>.而近年的研究表明,不同钾肥在马铃薯上的施用效果受氮素形态<sup>[14]</sup>、钾肥陪伴Cl<sup>-</sup>浓度、土壤Cl<sup>-</sup>浓度、土壤水分含量等因素的影响,只要生长环境中Cl<sup>-</sup>浓度不超出临界值,就不会影响马铃薯的产量和品质,也不会影响马铃薯对氮、磷的吸收<sup>[15-18]</sup>.在滴灌施肥条件下,随着施肥频率的大幅度增加,将大大减少单次施肥的施肥量,从而减免由于Cl<sup>-</sup>浓度过高对作物的伤害.另外,本研究结果也表明,不同钾源在马铃薯块茎不同品质指标上的效果存在一定的差异性.

总之,对于不同钾源的选择,应结合土壤速效钾含量水平、施肥水平、施肥方法、肥料价格、加工品质指标等,进行综合考虑.只要施用合理,选用哪一种钾源都可以获得理想的施肥效果.

(下转第27页)

- 58-61.
- [28] 黎卓维,曾鑫年,罗诗,等. 植物精油对荔枝蒂蛀虫的产卵驱避效果[J]. 昆虫天敌,2007,29(3):97-103.
- [29] 杨长龙,江世宏,陈晓琴,等. 芸香科及樟科8种植物提取物对荔枝蒂蛀虫的产卵驱避作用[J]. 植物保护,2007,33(6):57-59.
- [30] FUHREMANN T W, LICHTENSTEIN E P. Insecticide toxicity and degradation in houseflies as affected by naturally occurring food plant components[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry,1979,27(1):87-91.
- [31] LICHTENSTEIN E P, LIANG T T, SCHULZ K R, et al. Insecticidal and synergistic components isolated from dill plants[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry,1974,22(4):658-664.
- [32] MARCUS C, LICHTENSTEIN E P. Biologically active components of anise: Toxicity and interactions with insecticides in insects [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry,1979,27(6):1217-1223.
- [33] 方才君,胡仕林. 植物精油对朱砂叶螨的毒性试验[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,1997,22(4):470-472.
- [34] KHAN Z R, CHILISWA P, AMPONG N K, et al. Utilisation of wild gramineous plants for management of cereal stem borers in Africa [J]. Insect Science and its Application,1997,17:143-150.
- [35] 杨群芳,周祖基,李庆. 植物精油对云南松纵坑切梢小蠹的驱避活性研究[J]. 西南农业大学学报,2003,25(4):357-359.

【责任编辑 周志红】

(上接第14页)

#### 参考文献:

- [1] 李玉影. 马铃薯需钾特性及钾肥效应[J]. 马铃薯杂志,1999,13(1):9-12.
- [2] 门福义,刘梦云. 马铃薯栽培生理[M]. 北京:中国农业出版社,1995.
- [3] 李军,刘淑艳. 追施钾肥对马铃薯产量的影响[J]. 中国蔬菜,1997(4):35-37.
- [4] 郭志平. 增施钾肥对高淀粉马铃薯产量贡献的研究[J]. 江西农业大学学报,2008,30(2):211-214.
- [5] PANIQUE E, KELLING K A, SCHULTE E E, et al. Potassium rate and source effects on potato yield quality, and disease interaction [J]. American Journal of Potato Research,1997,74(6):379-398.
- [6] 陈惠宗. 冬种马铃薯高产栽培技术[J]. 福建农业科技,2008(4):13-14.
- [7] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [8] 张永成,田丰. 马铃薯试验研究方法[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2007.
- [9] 焦德志. 马铃薯追施硝酸钾增产效果的研究[J]. 安徽农业科学,2005,33(9):1642.
- [10] MUSSADDAK J. Efficiency of nitrogen fertilizer for potato under fertigation utilizing a nitrogen tracer technique [J]. Communications in Soil Science and Plant Analysis,2007,38:2401-2422.
- [11] 陈修斌,秦嘉海,陈广泉,等. 河西走廊盐化潮土钾肥对马铃薯增产效应的研究[J]. 土壤,2005,37(4):451-454.
- [12] WESTERMANN D T, TINDALL T A, JAMES D W, et al. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: Yield and specific gravity [J]. American Potato Journal,1994,71:417-431.
- [13] AWAD E A M, ATIAT E M N, MOUSA I A I, et al. Effect of potassium fertilization and gypsum application on potato (*Solanum Tuberosum* L.) in newly cultivated sand soil [J]. Zagazig Journal of Agricultural Research,2006,33(1):83-98.
- [14] PANIQUE E, KELLING C A, SCHULTE E E, et al. Potassium rate and source effects on potato yield, quality and disease interaction [J]. American Potato Journal,1997,74:379-398.
- [15] 刘汝亮,李友宏,王芳,等. 两种钾源对马铃薯养分累积和产量的影响[J]. 西北农业学报,2009,18(1):143-146.
- [16] 朱红. 氯化钾不同施用量对马铃薯产量的影响[J]. 中国马铃薯,2004,18(1):28-29.
- [17] ITTERSUM VAN M K, SCHOLTE K. Shortening dormancy of seed potatoes by a haulm application of gibberellic acid and storage temperature regimes [J]. American Potato Journal,1993,70:7-19.
- [18] 郭熙盛,吴礼树,朱宏斌,等. 不同钾肥品种和用量对花椰菜产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2007,13(3):464-470.

【责任编辑 周志红】