

不同钾肥品种对甘肃中部地区马铃薯 产量及品质的影响

龚成文¹, 冯守疆^{1*}, 赵欣楠¹, 马忠明¹, 范爱平², 杨君林¹

(1. 甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070;

2. 漳县农业技术推广中心, 甘肃 漳县 748300)

摘 要: 为了确定甘肃中部马铃薯主产区马铃薯生产过程合理施用钾肥品种及其用量, 于 2009 年在甘肃省漳县进行了硫酸钾和氯化钾两种钾肥的不同用量试验, 测定了马铃薯植株地上部分株高、分枝数以及经济性状和薯块产量, 分析了不同用量下马铃薯品质 and 经济效益。结果表明, 施用钾肥能有效提高马铃薯地上部分株高、分枝以及薯块产量和品质; 同一钾肥下 K_2O 施用量 $105\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时单株薯块、大中薯率、产量以及干物质、粗淀粉、Vc 最高, 而烂薯率和薯块还原糖含量最低, K_2O $60\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时马铃薯粗蛋白含量最高; 同一钾水平下施用硫酸钾马铃薯植株分枝数以及烂薯率明显低于施用氯化钾, 单株结薯个数、大中薯鲜重、大中薯率及产量明显高于氯化钾, 同时薯块干物质、粗淀粉、Vc、粗蛋白含量高于氯化钾, 还原糖含量低于氯化钾, 而株高差异不明显。研究得知, 甘肃中部马铃薯主产区马铃薯生产过程中施用硫酸钾优于氯化钾, 在施纯 $N120\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 $P_2O_5\ 60\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 条件下, K_2O 施用量 $105\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时可有效提高马铃薯产量和品质, 且纯收益最高。

关键词: 硫酸钾; 氯化钾; 马铃薯; 产量; 品质; 纯收益

中图分类号: S143.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2013)03-0112-06

Effects of different potassium fertilizers on yield and quality of potato in central Gansu Province

GONG Cheng-wen¹, FENG Shou-jiang^{1*}, ZHAO Xin-nan¹, MA Zhong-ming¹, FAN Ai-ping², YANG Jun-lin¹

(1. Agricultural Institute of soil fertilizer and water saving, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China;

2. Agricultural Technology and Extended Center of Zhang County, Zhang County, Gansu 748300, China)

Abstract: In attempt to determine the appropriate variety and amount of potassium fertilizer usage in the process of potato production, K_2SO_4 and KCl were tested in 2009 at Zhang County, Gansu Province. Above-field height, branch number, economic characters of potato plants and potato yield were analyzed and measured, and quality and economic efficiency of potato were estimated as well. Test results indicated that usage of potassium fertilizer effectively improved plant height, branch number, yield and quality of potato. With same potassium species, potatoes using high dosage of K_2O $105\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ had highest tuber size, large and medium-sized potato ratio, yield, dry materials, crude starch and Vc but lowest decaying potato proportion and reducing sugar content. Potatoes using low dosage of K_2O $60\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ the highest crude protein level. At same potassium level, branches number, per plant tubers, fresh weight of large and medium-sized potato, large and medium-sized potato ratio, contention of dry material, crude starch, crude protein, and yield of using Potassium Sulfate were higher than that of using Potassium Chloride. On the other hand, the difference of plant height was not significant and the contention of reducing sugar and rotten potato ratio was lower than that of using Potassium Chloride. Therefore, using K_2SO_4 has more advantages in production of potatoes than using KCl in central Gansu area. Combined with applications of $N\ 120\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, $P_2O_5\ 60\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, applying $K_2O\ 105\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ improved the yield and quality significantly, and had the best output and the highest net incomes.

收稿日期: 2013-01-22

基金项目: 国家科技部农业科技成果转化资金项目(2008GB2G100325); 甘肃省科技厅农业科技成果转化资金项目(0704XCNA011)

作者简介: 龚成文(1967—), 男, 甘肃永登人, 副研究员, 主要从事特种作物栽培与新型肥料等方面的研究。E-mail: gongcw@163.com。

* 通信作者: 冯守疆(1979—), 男, 硕士, 助理研究员, 主要从事新型肥料方面的研究。E-mail: fengshoujiang@yahoo.com.cn。

Keywords: potassium sulfate; potassium chloride; potato; yield; quality; net income

马铃薯 (*Solanum tuberosum*) 是重要的粮菜兼用型作物,也是优良的饲料作物^[1]。马铃薯原产于南美安第斯山区,栽培历史已逾 7 000 年。全球现有 150 多个国家和地区种植马铃薯,2009 年全世界马铃薯种植面积达 0.187 亿 hm^2 ,总产量 3.3 亿 t,总产量和产值均占粮食作物的 13% 左右^[2],是世界上仅次于水稻、小麦、玉米的四大粮食作物之一^[3]。马铃薯引种到我国距今 400 年左右^[4],到 2009 年,我国马铃薯种植面积和总产量分别达到 508.33 万 hm^2 和 7 328 万 t,马铃薯产业已成为我国农村经济发展的一个重要支柱产业^[2]。自 20 世纪 90 年代开始,甘肃省就将马铃薯作为全省农业发展的支柱产业之一^[5],目前甘肃已发展为我国重要的马铃薯种薯、商品薯基地和加工基地,形成了中部高淀粉菜用型、河西食品加工型、陇南早熟菜用型及高寒阴湿区脱毒种薯繁育区四大优势生产区域^[6]。2011 年甘肃省马铃薯种植面积为 70 万 hm^2 ,种植范围覆盖全省 74 个县(区),稳居全国第二位,总产达 1 029 万 t,居全国第一位^[7]。

马铃薯是典型的喜钾作物,钾是作物生长必需元素,钾在马铃薯植株体内与光合产物的运输密切相关,块茎增长初期和淀粉积累期均有大量的光合产物转运到块茎中,供块茎的生长和贮藏物质的积累^[8-9]。土壤速效钾含量与马铃薯产量呈极显著正相关,提高土壤速效钾含量对增加马铃薯产量有重要作用^[10],且钾对马铃薯产量的影响主要是通过结薯个数增多和大中薯率比例提高来实现的^[11],可见,施用钾肥是提高马铃薯单产的主要措施之一。目前市场上钾肥主要以硫酸钾和氯化钾为主,硫酸钾和氯化钾对马铃薯产量、品质、抗病性等方面的差异研究,在国外尤其是美国曾经做了大量研究,而国内关于此方面的研究大多时间偏短且较少,研究结果也不尽相同,故需要进一步的试验来验证^[12-15]。近些年,随着甘肃中部马铃薯产业的不断发展,特别是随着马铃薯单产不断提高的需求,农民提高了对钾肥的认识,在马铃薯栽培中钾肥的用量有了明显增加,为了进一步明确硫酸钾和氯化钾在甘肃中部马铃薯种植中的效果,我们在甘肃省漳县开展了在同等氮、磷肥的基础上硫酸钾和氯化钾对马铃薯产量和品质的影响试验研究,以期为甘肃中部马铃薯种植过程中科学施用钾肥和进一步提高单产提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

本试验于 2009 年 4 月至 10 月在甘肃省漳县盐

井镇进行。该区为典型的半干旱雨养农业区,海拔 1 833 m,年平均降雨量 450 ~ 480 mm,年平均气温 7.3℃,土壤类型为黄绵土,土层深厚,地力均匀,0 ~ 20 cm 土壤耕层养分状况:有机质 2.52%,全氮 0.15%,全磷 0.02%,全钾 2.54%,碱解性氮 74.6 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效磷 17.3 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效钾 218.5 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,pH 值 7.9。前茬作物为油菜。

1.2 试验设计

试验采用硫酸钾和氯化钾两种钾肥,设 K_2O 分别为 150 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ (高)、105 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ (中)、60 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ (低) 3 个水平,另设不施钾 (CK) 为对照,共计 7 个处理,每个处理 N、 P_2O_5 的施肥水平相同 (N 120 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 和 P_2O_5 60 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)。所有肥料均作为基肥一次施入。小区面积 20 m^2 (4 m × 5 m),随机排列,3 次重复。采用宽窄行平播后起垄种植方式,宽行距 60 cm,窄行距 30 cm,株距 30 cm,播深 15 cm,种植密度 58 000 株 $\cdot \text{hm}^{-2}$ 。于 2009 年 4 月 28 日播种,其它田间管理同大田。

1.3 试验材料

供试品种:脱毒种薯陇薯 3 号 (甘肃省农业科学院马铃薯研究所培育)。

供试肥料:硫酸钾 (含 K_2O 50%,河北省东昊化工有限公司生产)、氯化钾 (含 K_2O 60%,加拿大生产)、尿素 (含 N46%,兰州石化生产)、磷酸二铵 (含 N18%、 P_2O_5 46%,云南三环中化嘉吉化肥有限公司生产)。

1.4 测定指标及方法

于 10 月 3 日马铃薯收获时每小区挖取马铃薯植株各 25 株,其中 20 株用于马铃薯植株考种,考种指标为株高、分枝数、结薯个数、薯块鲜重、大中薯率和烂薯率。另外 5 株对其薯块进行干物质、粗淀粉、还原糖和粗蛋白含量测定。各产量因子的测定采用计数与称重法。干物质、粗淀粉、还原糖、Vc 和粗蛋白测定参照文献^[16]的方法。

1.5 数据计算与统计分析

相关参数的计算方法^[17-18]:

钾肥贡献率 (KFCR) = (施钾区产量 - 对照区产量) / 施钾区产量 × 100% ;

钾肥农学利用率 (AKUE) = (施钾区产量 - 对照区产量) / 施钾量 ;

收获的马铃薯各处理组合分别计产,采用 Excel 2003 软件处理数据;用 DPS 7.05 统计软件进行方差分析,并用 SSR 法进行差异显著性多重比较 ($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同钾肥处理对马铃薯主要性状的影响

施钾处理的马铃薯分枝数、株高、块茎数、大中薯

鲜重及大中薯率明显高于不施钾处理($P < 0.05$), 烂薯率明显低于不施钾处理($P < 0.05$)(表 1)。说明施钾对马铃薯分枝数、株高、块茎数、大中薯鲜重、大中薯率影响显著, 同时可提高马铃薯的抗病性。

表 1 不同钾肥处理对马铃薯主要性状的影响

Table 1 The effect of different potassium treatments on the main economic characters of potato

钾肥处理 Treatment /(kg·hm ⁻²)	分枝数/(个·株 ⁻¹) Branch number per plant	株高 Plant height /cm	块茎数/(个·株 ⁻¹) Tubers number per plant	大中薯鲜重/(g·株 ⁻¹) Fresh weight of large and medium potato tuber /(g·plant ⁻¹)	大中薯率 percentage of large and medium potato tuber/%	烂薯率 Percentage of decayiny potato tuber/%	
CK	0	2.1d	60.4d	2.6c	422.2d	76.1e	8.8a
	60	2.4c	63.3ab	3.5a	528.9a	83.3b	2.8e
	105	2.4c	61.9bc	3.5a	534.9a	86.3a	2.3e
	150	2.3cd	60.5cd	3.1b	496.1b	81.1c	5.8cd
KCl	60	2.9b	63.5a	3.4a	477.4bc	81.1c	7.5b
	105	3.3a	63.0ab	3.3ab	491.6b	81.9c	5.5d
	150	3.2a	61.4cd	3.1b	469.0c	78.2d	6.3c

注:小写字母表示新复极差法(SSR)在 0.05 水平上的差异显著性。下同。

Note: Small letters within each column indicate significance difference at 5% level with the method of SSR. Hereinafter the same.

同一钾源处理条件下,株高随施钾量的增加呈下降趋势,高施钾处理明显低于低施钾处理($P < 0.05$),而分枝数、块茎数、大中薯重、大中薯率均呈抛物线形变化,烂薯率则呈倒抛物线形变化(表 1);硫酸钾中水平处理的大中薯率明显高于高、低水平处理($P < 0.05$),氯化钾中水平处理的烂薯率明显低于高、低水平处理($P < 0.05$)。可见,同一钾源条件下 K_2O 105 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时对马铃薯主要性状影响明显。

同一钾水平条件下,施用氯化钾的分枝数明显高于硫酸钾处理($P < 0.05$),施用硫酸钾的处理大中薯鲜重和大中薯率明显高于氯化钾处理($P < 0.05$),烂熟率明显低于氯化钾处理($P < 0.05$),而氯化钾与硫酸钾对马铃薯株高和块茎数影响差异不明显。可见,硫酸钾在提高马铃薯大中薯鲜重和大中薯率以及抗病性上优于氯化钾,而氯化钾可以改善并协调马铃薯植株体内的养分平衡,促进马铃薯植株的生长发育和茎叶组织的形成速率和生长速率,从而提高了马铃薯分枝数。

2.2 不同钾肥处理对马铃薯产量的影响

除施氯化钾在 K_2O 60 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 水平处理外,施钾处理马铃薯产量显著高于不施钾肥处理($P < 0.05$),氯化钾处理与硫酸钾处理较不施钾处理分别增产 2.13% ~ 2.96% 和 3.64% ~ 12.99%(图 1)。同一钾源处理,随着施用量的提高,马铃薯产量均呈先增后降趋势(图 1),硫酸钾在 K_2O 105 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 处理的马铃薯产量 34 960.5 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 明显高于其它两个

处理($P < 0.05$),增产幅度分别为 8.17% 和 9.03%;氯化钾的 3 个施肥水平处理的马铃薯产量差异不明显。同一施钾水平处理,硫酸钾处理马铃薯产量均高于氯化钾,高、中、低不同水平处理分别增产 1.89%、9.75%、1.47%,中施钾水平处理间差异显著($P < 0.05$),其余处理间差异不明显。说明施钾可有效提高马铃薯产量,施用硫酸钾更有利于提高马铃薯产量。在本试验条件下,施纯 N 120 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 P_2O_5 60 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时,适宜的硫酸钾用量为 K_2O 105 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

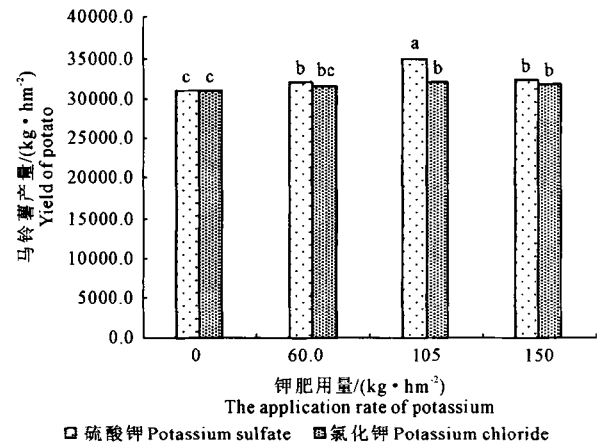


图 1 不同钾肥处理对马铃薯产量的影响

Fig.1 The influence of different potassium treatments on potato yield

2.3 不同钾肥处理对马铃薯品质的影响

除氯化钾 K_2O 150 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 处理外,施钾处理的马铃薯薯块干物质、粗淀粉、Vc 以及粗蛋白含量均

高于不施钾肥处理,还原糖均低于不施钾处理(表 2);同一施钾水平处理,施用硫酸钾马铃薯薯块干物质、Vc、粗淀粉和粗蛋白含量均高于氯化钾,而还原糖无明显变化;同一钾源处理条件下,硫酸钾和氯化钾均随着施钾量的增加马铃薯薯块干物质和粗淀粉含量呈先升后降的趋势, K_2O 105 $kg \cdot hm^{-2}$ 时最高,Vc 和粗蛋白含量则均呈下降趋势;而在对马铃薯还

原糖含量影响中,施用硫酸钾处理随着钾用量的提高,马铃薯还原糖含量呈上升趋势,而氯化钾处理呈先降后升趋势。以上分析说明,施钾能促进马铃薯块茎干物质积累,粗淀粉、Vc 和粗蛋白的合成,硫酸钾比氯化钾更有利于马铃薯薯块干物质积累、Vc、粗淀粉和粗蛋白质的合成,适宜的钾肥用量可降低马铃薯薯块还原糖的含量。

表 2 不同钾肥处理对马铃薯品质的影响

Table 2 The influence of different potassium treatments on potato quality

钾肥处理 Treatment /($kg \cdot hm^{-2}$)	干物质 Dry matter /($g \cdot kg^{-1}$)	粗淀粉 Crude starch /($g \cdot kg^{-1}$)	还原糖 Reducing sugar /($g \cdot kg^{-1}$)	Vc /($mg \cdot kg^{-1}$)	粗蛋白 Crude protein /($g \cdot kg^{-1}$)
CK	0	220.7	170.3	1.1	183.0
	60	240.0	182.0	0.9	219.5
	105	243.0	192.3	0.9	202.8
	150	229.7	171.9	1.0	195.2
K ₂ SO ₄	60	220.7	176.1	1.0	201.3
	105	239.3	177.0	0.9	183.0
	150	232.0	165.5	1.2	170.8

2.4 不同钾肥处理经济效益比较

在一定施用量范围内,施钾可明显提高马铃薯产值和纯收益(表 3),施钾可提高产值 2.1% ~ 12.8%,在 K_2O 60 $kg \cdot hm^{-2}$ 至 105 $kg \cdot hm^{-2}$ 区间,可提高纯收益 0.2% ~ 38.2%, K_2O 150 $kg \cdot hm^{-2}$ 时由于成本过高致使纯收益下降,较不施钾降低 3.0%和 6.6%。同等钾用量条件下,硫酸钾的投入成本较氯化钾增加 25%,但马铃薯产值和纯收益均高于氯化钾,最高可提高到 37.9%。同一钾源条件下,施用硫酸钾处理, K_2O 105 $kg \cdot hm^{-2}$ 时产值和纯收益

最高,分别高于 K_2O 60 $kg \cdot hm^{-2}$ 和 150 $kg \cdot hm^{-2}$ 处理 0.9%、29.9%和 8.2%、42.5%;而氯化钾处理在 K_2O 105 $kg \cdot hm^{-2}$ 时产值最高,分别高于 K_2O 60 $kg \cdot hm^{-2}$ 和 150 $kg \cdot hm^{-2}$ 处理 0.9%和 0.4%, K_2O 60 $kg \cdot hm^{-2}$ 时纯收益最高,分别高于 K_2O 105 $kg \cdot hm^{-2}$ 和 150 $kg \cdot hm^{-2}$ 处理 0.15%和 8.9%。以上分析说明,施用硫酸钾虽然增加了生产成本,但能有效地提高马铃薯种植效益,如果过量施用也会导致纯收益下降,适量施用钾肥是增加马铃薯种植效益的主要措施之一。

表 3 不同钾肥处理对马铃薯钾肥效率影响及经济效益比较

Table 3 Potassium efficiency and economic efficiency comparison with different potassium treatments

钾肥处理 Treatment /($kg \cdot hm^{-2}$)	产值 /(元· hm^{-2}) Output value /(yuan· hm^{-2})	钾肥投入 /(元· hm^{-2}) Potassium input /(yuan· hm^{-2})	其它投入 /(元· hm^{-2}) Others input /(yuan· hm^{-2})	纯收益 /(元· hm^{-2}) Net income /(yuan· hm^{-2})	钾肥农学 利用率 AKUE /($kg \cdot kg^{-1}$)	钾肥贡献率 KFCR /%
CK	0	21661.5	0	16362.0	5299.5	—
	60	22449.0	450.0	16362.0	5637.0	18.75
	105	24472.7	787.5	16362.0	7323.2	38.25
	150	22627.5	1125.0	16362.0	5140.5	9.20
K ₂ SO ₄	60	22113.0	360.0	16362.0	5391.0	10.75
	105	22302.0	630.0	16362.0	5310.0	8.71
	150	22207.5	900.0	16362.0	4949.5	5.20

注:产品及材料均按当年市场价计算,其中马铃薯 0.7 元· kg^{-1} 、硫酸钾中的 K_2O 7.5 元· kg^{-1} 、氯化钾中的 K_2O 6.0 元· kg^{-1} 、N 平均 4.2 元· kg^{-1} 、 P_2O_5 4.3 元· kg^{-1} 、种薯 1.6 元· kg^{-1} ,每公顷投入 4 800 元(1.6 元· kg^{-1} ×3000 kg);每公顷劳动力投入 10 800 元(180 个工×60 元/工)。
Note: Product and material were calculated in the same year, potato was 0.7 yuan· kg^{-1} , K_2O from Potassium Sulfate was 7.5 yuan· kg^{-1} , K_2O from Potassium Chloride was 6.0 yuan· kg^{-1} , N was average of 4.2 yuan· kg^{-1} , P_2O_5 was 4.3 yuan· kg^{-1} , seed potato was 1.6 yuan· kg^{-1} , input of seeded potatoes was 4 800 yuan in per hectare, input of labor was 10 800 yuan in per hectare.

2.5 不同钾肥处理对马铃薯钾肥效率的影响

农学利用率(AKUE)也叫农艺利用率,它表示施用每千克钾增产马铃薯的能力,是农业生产中重要指标之一^[19]。从表 3 可以看出,硫酸钾处理在 K_2O 60 $kg \cdot hm^{-2}$ 至 105 $kg \cdot hm^{-2}$ 区间,施钾量与钾肥的农学利用率呈正相关,而在 K_2O 105 $kg \cdot hm^{-2}$ 至 150 $kg \cdot hm^{-2}$ 区间正好相反,呈负相关,说明 K_2SO_4 适宜用量范围内,单位钾素随着用量的增加增产能力提高。KCl 处理在 K_2O 60 $kg \cdot hm^{-2}$ 至 150 $kg \cdot hm^{-2}$ 区间,施钾量与钾肥的农学利用率呈负相关,说明单位钾素随着用量的增加增产能力降低。同钾水平条件下,硫酸钾处理的农学利用率高于氯化钾,最高达 29.5%。

肥料贡献率(KFCR)是反映年投入肥料的生产能力的指标^[20]。把 CK 处理的产量视为土壤地力对产量的贡献,以其为基准进行相关计算(表 3)。硫酸钾和氯化钾处理在 K_2O 60 $kg \cdot hm^{-2}$ 至 105 $kg \cdot hm^{-2}$ 区间,施钾量与钾肥贡献率均呈正相关,而在 K_2O 105 $kg \cdot hm^{-2}$ 至 150 $kg \cdot hm^{-2}$ 区间,则呈负相关;同钾水平条件下,硫酸钾处理的肥料贡献率高于 KCl,最高达 9.5%。说明钾肥在适宜用量范围内生产能力随施用量的增加而提高,超过这个范围生产能力会降低。

可见,在本试验条件下,硫酸钾不论是农学利用率还是肥料贡献率均高于氯化钾,在 K_2O 105 $kg \cdot hm^{-2}$ 水平时其农学利用率和肥料贡献率最高。

3 结论与讨论

马铃薯是喜钾作物,钾素能促进呼吸进程和核酸及蛋白质的形成,促进叶片中碳水化合物向块茎中运输,延迟叶片的衰老进程,增强叶片的光合作用,显著提高产量^[21]。本研究结果表明,施钾可有效增加马铃薯的分枝数、株高、块茎数、大中薯鲜重、大中薯率,明显降低烂薯率;施钾可提高薯块干物质、粗淀粉、Vc 以及粗蛋白含量,降低还原糖含量;在施纯 $N120 kg \cdot hm^{-2}$ 、 P_2O_5 60 $kg \cdot hm^{-2}$ 条件下, K_2O 105 $kg \cdot hm^{-2}$ 时产量最高。这说明施钾能促进马铃薯块茎干物质积累,粗淀粉、Vc 和粗蛋白的合成,适宜的钾肥用量可降低马铃薯还原糖的含量,钾对马铃薯产量的影响主要是通过结薯个数增多和大中薯率比例提高来实现的,在一定氮、磷基础上,适宜的钾肥用量可有效提高马铃薯产量,施用量过高会导致产量下降,与张东昱等^[22]、王彩萍等^[23]的研究结果一致。可见,在马铃薯生产过程中,施用钾肥和适宜的钾肥用量是提高马铃薯产量和品质的必要措施之一。

在本研究中,马铃薯最高产量的施肥 $N:P_2O_5:$

K_2O 比为 1:0.5:0.87,此与宋家宝的研究结果^[24]:在不施 P 的条件下,马铃薯鲜薯产量最高的施肥 $N:K_2O$ 比为 1:0.82 接近;也与王彩萍等的研究结果^[23]:在氮磷肥用量不变时,最佳经济效益的钾肥用量为 130.5 $kg \cdot hm^{-2}$ 的 $N:P_2O_5:K_2O$ 为 1:0.9:0.87 中的 $N:K_2O$ 比一致。但与李高峰等^[25]以 L9408-10 品系为试验材料,在甘肃省渭源县黑麻土中,在氮磷肥用量不变时,推荐钾肥最低用量为 150.0 $kg \cdot hm^{-2}$ 的 $N:P_2O_5:K_2O$ 为 1:0.55:0.5 的试验结果不尽一致,但可以看出 $N:P_2O_5$ 比接近, $N:K_2O$ 比有一定差异,可能主要由于选用的试验材料和土壤类型差异所致,也可能是近十年土壤速效钾含量变化所致。霍晓兰等^[26]在山西省高阳县沙质黏壤土中,有机质 1.29%、全氮 1.29%、速效磷 10.4 $mg \cdot kg^{-1}$ 、速效钾 64.8 $mg \cdot kg^{-1}$ 土壤肥力条件下产量最高, $N:P_2O_5:K_2O$ 比为 1:0.56:1.75 的研究结果不一致, $N:P_2O_5$ 比基本接近, $N:K_2O$ 比差异明显,可能主要是两地土壤速效 K 含量差异所致,这也与本文研究结果不尽一致。程东娟等研究认为,土壤速效钾含量与马铃薯产量呈极显著正相关,提高土壤速效钾含量对增加马铃薯产量有重要作用^[10]。因此,土壤速效钾含量决定马铃薯种植过程中钾肥的施用量,提高土壤速效钾含量对增加马铃薯产量有重要作用,合理的氮磷钾配比可有效提高马铃薯的鲜薯产量。

植物在新陈代谢中,钾、硫和氯都起着重要作用,而硫酸钾是高质量的双重营养物,其中硫参与植物体内的蛋白质合成和各种代谢,对提高作物产量、改善品质等方面有重要作用^[27];氯是植物必需的营养元素之一,具有参与光合作用的光系统 II 中水的光解放氧反应,提高细胞渗透压等功能,但作物对氯的需要量较小,氯浓度过高会抑制作物生长,降低产量和品质^[28]。本试验结果表明, K_2O 用量相同时,施用硫酸钾的马铃薯产量和纯收益明显高于氯化钾, K_2O 105 $kg \cdot hm^{-2}$ 条件下最高,增加产量和纯收益 9.75%和 37.9%;马铃薯薯块干物质积累、Vc、粗淀粉和粗蛋白质也高于施用氯化钾,而还原糖含量低于氯化钾;同时钾素农学利用率和肥料贡献率也高于氯化钾。说明马铃薯种植过程施用硫酸钾增产效果和钾肥效率明显优于氯化钾,同时可有效提高马铃薯薯块品质,此与刘效瑞等^[29]在甘肃定西的试验结果一致;但与刘汝亮等^[14]以脱毒紫花薯为供试材料,在宁夏西吉县新营乡可灌溉土壤中,有机质 1.26%、速效氮 66.0 $mg \cdot kg^{-1}$ 、速效磷 16.6 $mg \cdot kg^{-1}$ 、速效钾 242.0 $mg \cdot kg^{-1}$ 肥力条件下,施纯 N 150 $kg \cdot hm^{-2}$ 、 P_2O_5 90 $kg \cdot hm^{-2}$ 、 K_2O 90 $kg \cdot hm^{-2}$ 时的

试验结果不一致,其认为施用氯化钾的马铃薯产量和淀粉含量均高于硫酸钾,可能是供试马铃薯品种、土壤以及试验地气候及栽培措施不同所致,也可能与钾肥用量低有关系。综上所述,不同地区、不同的马铃薯品种以及不同的氮磷钾配比均会导致硫酸钾和氯化钾的施用效果不一致。因此,在马铃薯生产过程中,应根据马铃薯品种、当地气候条件以及土壤含钾量选择适宜的钾肥及其用量。

参考文献:

- [1] 牛秀群,李金花,张俊莲,等.甘肃省干旱灌区连作马铃薯根际土壤中镰刀菌的变化[J].草业学报,2011,20(4):136-243.
- [2] 谢从华.马铃薯产业的现状与发展[J].华中农业大学学报(社会科学版),2012,97(1):1-4.
- [3] 庞淑敏,方贯娜,李建欣.影响马铃薯商品性的关键因素分析[J].农业科技通讯,2012(1):116-118.
- [4] 佟屏亚.中国马铃薯栽培史[J].中国科技史料,1990,(11):10-19.
- [5] 张平良,郭天文.甘肃马铃薯产业发展现状、问题及对策[J].陕西农业科学,2008,(6):84-86.
- [6] 何三信,温国宏,王一航,等.甘肃马铃薯产业现状及提升措施建议[J].中国马铃薯,2010,24(1):54-57.
- [7] 王 祺.甘肃马铃薯市场风险规避途径与对策探讨[J].农业技术与装备,2012,21(11):34-35.
- [8] 刘克礼,张宝林,高聚林,等.马铃薯钾素的吸收、积累和分配规律[J].中国马铃薯,2003,17(4):204-208.
- [9] 杨进荣,王成社,李景琦,等.马铃薯干物质积累及分配规律研究[J].西北农业学报,2004,13(3):118-120.
- [10] 程东娟,任振江.高寒半干旱地区聚垄集肥覆膜土壤速效钾含量和马铃薯产量影响[J].陕西农业科学,2005,(5):7-13.
- [11] 殷 文,孙春明,马晓艳,等.钾肥不同用量对马铃薯产量及品质的效应[J].土壤肥料,2005,(4):44-47.
- [12] 徐宁生,杨琼芬,隋启君.马铃薯种植中钾肥的应用研究现状和展望[J].中国马铃薯,2011,25(2):119-121.
- [13] 刘长庆.马铃薯不同钾肥应用效果研究[J].安徽农学通报,2009,15(15):117-118.
- [14] 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.
- [15] 秦鱼生,涂仕华,冯文强,等.不同钾肥品种及用量对马铃薯产量和品质的影响[J].西南农学报,2010,23(6):1950-1954.
- [16] 张志良.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,1990:1-3,160-162,165-170,183-184.
- [17] 王 锋,王汝娟,陈晓光,等.不同类型钾肥对甘薯钾素积累和利用率的影响[J].山东农业科学,2009,(10):77-80.
- [18] 孙志梅,薛世川,王国旗,等.不同腐殖酸复合肥施用量对辣椒产量及其养分利用率的影响[J].中国生态农业学报,2004,12(3):99-101.
- [19] 苏有健,廖万有,丁 勇,等.不同氮营养水平对茶叶产量和品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2011,17(6):1430-1436.
- [20] 宇万太,赵 鑫,张 璐,等.长期施肥对作物产量的贡献[J].生态学杂志,2007,26(12):2040-2044.
- [21] 冯 琰,蒙美莲,马 恢,等.马铃薯不同品种氮、磷、钾与硫素吸收规律的研究[J].中国马铃薯,2008,22(4):205-209.
- [22] 张东昱,王多成,张 荣,等.钾肥对鲜食型马铃薯产量及品质的影响[J].中国马铃薯,2009,23(3):152-154.
- [23] 王彩霞,瞿慧萍.高海拔干旱山区钾肥不同用量对马铃薯的施用效果[J].安徽农业科学,2009,37(6):2608-2609,2771.
- [24] 宋家宝.灌溉条件下早熟马铃薯施钾肥增产效果研究[J].中国马铃薯,2004,18(2):86-87.
- [25] 李高峰,王一航,文国宏.高寒阴湿区马铃薯增施钾肥效果研究[J].甘肃农业科技,2002,(10):39-40.
- [26] 霍晓兰,姬青云,滑小赞,等.氮、磷、钾肥不同用量对马铃薯产量的影响[J].山西农业科学,2011,39(10):1064-1063.
- [27] 王 利,高祥照,马文奇,等.中国农业中硫的消费现状、问题与发展趋势[J].植物营养与肥料学报,2008,14(6):1219-1226.
- [28] 钟 杭,马国瑞.氯对马铃薯生理效应的影响[J].浙江农业学报,1993,5(2):83-88.
- [29] 刘效瑞,韩敬仁,梁淑珍,等.不同钾肥品种在半干旱区马铃薯的应用效果[J].甘肃农业科技,2001,(10):35-36.

(上接第99页)

- [5] Mario A G, David B. Landscape complexity and soil moisture variation in south Georgia, USA, for remote sensing applications[J]. Journal of Hydrology, 2008, 357: 405-420.
- [6] 白 洁,刘绍民.针对 TM/ETM⁺ 遥感数据的地表温度反演与验证[J].农业工程学报,2008,24(9):148-154.
- [7] 张 穗,谭德宝.TM 遥感影像监测裸露土壤含水率的方法研究[J].长江科学院院报,2008,25(1):34-35.
- [8] 张智韬,李援农,常庆瑞.遥感监测土壤含水率模型及精度分析[J].农业工程学报,2008,24(8):152-156.
- [9] 张智韬,李援农,常庆瑞.TM6 监测宝鸡峡灌区土壤水分研究[J].节水灌溉,2006,(3):38-40.
- [10] Joaquin J C, Member. Design of Access - Tube TDR sensor for soil water content: Testing[J]. IEEE, 2012, 7(6): 2064-2070.
- [11] Andrade S P, S. K, et al. Upadhyaya Evaluation of a capacitance-based soil moisture sensor for real-time applications[J]. ASAE, 2004, 47(4): 1281-1287.
- [12] 杨邦杰.斥水土壤水热运动模型的应用[J].土壤学报,1997,34(4):427-433.
- [13] 梁 冰,刘晓丽,薛 强.非等温入渗条件下土壤中水分运移的解析分析[J].辽宁工程技术大学学报,2002,21(6):741-744.
- [14] 乔平林,张继贤.利用 TM6 进行土壤水分的监测研究[J].测绘通报,2003,(7):14-18.
- [15] 江 灏,程国栋,王可丽.青藏高原地表温度的比较分析[J].地球物理学报,2006,49(2):391-397.
- [16] 周会珍,刘绍民,白 洁.毛乌素沙地土壤湿度的遥感监测[J].农业工程学报,2008,24(10):134-140.
- [17] Mario A G, David B. Landscape complexity and soil moisture variation in south Georgia, USA, for remote sensing applications[J]. Journal of Hydrology, 2008, 357: 405-420.
- [18] 史 舟,郭 燕.土壤近地传感器研究进展[J].土壤学报,2011,48(6):1275-1281.