

朱 红,钮福祥,徐 飞,等. 钾肥对甘薯产量、品质及淀粉 RVA 特性的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(5):138-139,195.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.05.037

钾肥对甘薯产量、品质及淀粉 RVA 特性的影响

朱 红,钮福祥,徐 飞,孙 健,岳瑞雪,张 毅

(江苏徐淮地区徐州农业科学研究所/中国农业科学院甘薯研究所,江苏徐州 221131)

摘要:在沙壤质潮土上通过 2 年的田间试验,研究了不同钾肥品种及用量对甘薯产量、品质及淀粉 RVA 特性的影响。结果表明,在试验钾肥用量水平下,甘薯产量随氯化钾和硫酸钾用量的增加而提高,且高剂量的氯化钾增产效果最好,而硫酸钾处理的商品薯率比氯化钾高。施用氯化钾可以提高紫心甘薯的花青素含量,硫酸钾处理可提高甘薯蛋白质含量。氯化钾低量(K_{75})与硫酸钾中量(K_{150})水平下,甘薯薯块含糖量高,蒸煮后的食用风味好。施用硫酸钾对改善甘薯鲜食品质以及淀粉 RVA 特性的效果较好。因此,在生产上应根据甘薯不同的种植用途,采取相应的施肥技术。

关键词:甘薯;钾肥;产量;品质;RVA 特性

中图分类号:S531.062 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)05-0138-02

钾对植物正常生长、产量形成及品质等都有重大影响,是影响作物品质的“品质因子”,能促进光合作用、碳水化合物的代谢及运输、蛋白质的合成^[1]。增施钾肥可以增加干物质向块根中的分配比例,使干物质在地上部的分配率降低,抑制地上部茎叶徒长,提高块根产量^[2]。近年来随着人们营养保健意识的增强,对甘薯营养品质的要求也越来越高。在提高甘薯单产的同时注重品质改良已成为我国甘薯发展的必然趋势。甘薯品质受栽培措施、遗传、环境和病虫害等多因素影响,而栽培措施中肥料对甘薯品质的影响很大。甘薯是一种典型的喜钾作物,钾肥能提高甘薯薯块鲜产^[3-8]。研究表明,施用钾肥可调节甘薯植株营养平衡,促进块根膨大,提高产量。合理、适量施用钾肥既可节省钾肥资源,减少钾肥用量,又可降低成本,增加农民收入,在甘薯生产中钾肥的施用越来越受到重视。

2007 年 9 月国家发改委发布的《可再生能源中长期发展规划》明确指出,将重点发展以木薯、甘薯、甜高粱等为原料的燃料乙醇产业,甘薯作为新能源作物倍受关注。有关施肥对甘薯产量、品质影响,以及品质指标对淀粉 RVA 特性影响的研究报道较多^[9-13]。甘薯一直被认为是忌氯作物,导致薯农在生产中不敢施用价格较为便宜、国产的氯化钾,而有关氯化钾对甘薯产量与品质影响的研究报道也不多见。本研究通过田间试验和室内分析,对氯化钾和硫酸钾 2 种钾肥不同用量下甘薯的产量和品质的变化进行了分析与探讨,以期钾肥在甘薯生产中的合理应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2009—2010 年在江苏徐淮地区徐州农业科学研究所第 5 耕作区进行,供试土壤为沙壤质潮土,主要养分含量:有机质 12.8 g/kg、全氮 0.86 g/kg、有效磷 14.5 mg/kg、有效钾 86.9 mg/kg。试验所用氮肥为尿素,磷肥为磷酸一铵,钾肥为氯化钾和硫酸钾。

1.2 试验设计

试验采用随机区组设计,共设 7 个处理:①NP;②NPK₇₅(KCl);③NPK₁₅₀(KCl);④NPK₃₀₀(KCl);⑤NPK₇₅(K₂SO₄);⑥NPK₁₅₀(K₂SO₄);⑦NPK₃₀₀(K₂SO₄)(字母下标数字分别表示 1 hm² K₂O 的用量)。各处理 N、P₂O₅ 的用量相同,分别为 120 kg/hm² 和 90 kg/hm²。小区面积为 19.18 m² (3.76 m × 5.1 m),3 次重复,处理间设有隔离保护行。前茬作物为小麦,供试甘薯品种为徐紫薯 0602。起垄前在试验地划好小区,肥料混合后作底肥一次施入,并精确起垄;垄距 0.85 m,株距 0.23 m,每小区 96 株。田间管理同一般大田。6 月上旬水平扦插,种植密度为 49 500 株/hm²,收获时按小区计产,每小区随机抽取无病虫害的健康薯块作为分析测试材料。

1.3 试验方法

收获时测定甘薯产量,计算单株薯块数、商品薯率;实验室测定薯块干率、淀粉、蛋白、可溶性糖含量和还原糖含量。选用烤箱进行烘烤,烘烤后品尝,根据薯块的综合风味(包括薯块甜度、黏度、面度、香度和纤维感)进行评分。

1.3.1 干率测定 每品种取中等大小的鲜薯块(取样 100 g,切成厚薄均匀的片,在烘箱中 80 ℃烘至恒质量,测定干物质。干率 = 烘干最后干质量/鲜质量 × 100%。每个品种测 3 次,重复称量 3 次恒质量值,取 3 次的平均值。

1.3.2 粗淀粉、粗蛋白、可溶性糖、还原糖含量测定 采用近红外光谱分析。

1.3.3 淀粉 RVA 特性测定 采用 PERTEN Newport Scientific 仪器公司生产的 Tech-master 型黏度速测仪进行测定,用

收稿日期:2015-04-20

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-11-B-20)。

作者简介:朱 红(1975—),女,江苏盐城人,副研究员,主要从事甘薯产后加工研究。E-mail:zhuh-135@163.com。

通信作者:钮福祥,研究员,主要从事甘薯深加工研究。E-mail:nifuxiang@sina.com。

TCW 配套软件进行分析。样品用量 3.00 g,25.0 mL 水溶解。所有样品均重复测定 3 次。在搅拌过程中罐内温度变化如下:50 ℃ 下保持 1min,以 11.25 ℃/min 的速度上升到 95 ℃ (4 min);95 ℃ 下保持 4.5 min;以 11.25 ℃/min 下降到 50 ℃ (4 min);50 ℃ 下保持 3.5 min。搅拌器在起始 10 s 内转动速度为 960 r/min,之后保持在 160 r/min。黏滞性值用 cp(厘泊)表示。RVA 谱特征除用最高黏度(PKV)、最低黏度(HPV)和最终黏度(CPV)描述外,还用崩解值(BDV = PKV - HPV)、回复值(CSV = CPV - HPV)、糊化温度(PT)、峰值时间(达到最高黏度所需时间 T)等表示。

2 结果与分析

2.1 不同钾肥对甘薯产量的影响

由表 1 可以看出,施钾对鲜食型甘薯品种徐紫薯 0602 的结薯习性影响不大,其平均单株结薯数为 2~3 个。与对照(不施钾)相比,增施钾肥可以提高鲜薯产量,其中硫酸钾的 K₁₅₀、K₃₀₀与氯化钾的 K₃₀₀处理产量均达到显著水平,在所有处理中又以氯化钾的 K₃₀₀处理产量最高。从 2 种钾肥不同用量水平的平均产量看,施用氯化钾为 14 148.8 kg/hm²,要稍高于硫酸钾的 13946.7 kg/hm²,硫酸钾的 K₁₅₀与氯化钾的 K₃₀₀处理甘薯干产产量均达到显著水平,表明足量施用氯化钾完全可以达到与硫酸钾相同的增产效果。增施钾肥同样可以提高鲜薯商品率,由于鲜薯产量的提高,施钾处理的商品薯率比对照相应提高了 25.6%~57.7%,其中施硫酸钾的平均商品薯率为 1.73%,要高于氯化钾 1.53%,这也说明施用硫酸钾对提高甘薯商品薯率的效果更好。

表 1 不同钾肥品种与用量对甘薯产量的影响

处理		单株结薯数 (个)	鲜薯产量 (kg/hm ²)	甘薯干产 (kg/hm ²)	商品薯率 (%)
对照	K ₀	2.8	12 309.7	3 615.4	39.5
KCl	K ₇₅	3.2	13 455.0	4 106.5	49.6
	K ₁₅₀	3.1	13 683.6	4 061.3	52.1
	K ₃₀₀	3.2	15 307.7	4 482.1	51.3
	K ₇₅	2.8	13 694.9	4 067.4	51.0
K ₂ SO ₄	K ₁₅₀	3.3	14 089.7	4 341.0	62.3
	K ₃₀₀	3.0	14 055.5	4 211.0	59.2

注:商品薯率为质量在 100~250 g 之间的薯块数与全部薯块数的比值(%)。

表 3 不同钾肥对甘薯淀粉 RVA 特性的影响

处理		最高黏度值 (cp)	最低黏度值 (cp)	最终黏度值 (cp)	崩解值 (cp)	回复值 (cp)	峰值时间 (min)	糊化温度 (℃)
对照	K ₀	4 561.21	1 718.05	2 505.65	2 843.16	787.60	4.31	72.61
	KCl	K ₁₅₀	4 796.00	1 835.44	2 695.25	2 960.56	859.81	4.50
		K ₃₀₀	4 710.63	1 798.30	2 712.55	2 912.33	914.25	4.50
	K ₂ SO ₄	K ₁₅₀	4 868.54	2 037.55	3 064.25	2 830.99	1 026.70	4.45
	K ₃₀₀	4 941.85	2 005.42	3 018.47	2 936.43	1 013.05	4.36	73.02

粉 RVA 特性的效果更好。而同品种钾肥不同用量间的淀粉黏滞力值以及峰值时间、糊化温度差异不大。

3 结论与讨论

在沙壤质潮土上,氯化钾与硫酸钾的不同用量水平对改

2.2 不同钾肥对于甘薯品质的影响

不同类型钾肥对紫薯营养品质的影响存在差异(表 2)。与对照相比,施氯化钾薯块的花青素含量均有不同程度提高,平均含量提高 1.6 mg/kg,其中以 K₁₅₀处理含量最高;而蛋白质含量均有所降低。施用硫酸钾的效果恰好相反。表明增施氯化钾有利于薯块花青素积累,施用硫酸钾则有利于蛋白质的形成。从钾肥的用量与花青素、蛋白质含量的变化看,施用量高而含量则相对较低,主要是薯块产量的“稀释效应”所致,其单位面积产量高。在 2 种钾肥不同用量的处理中,以氯化钾的 K₇₅、硫酸钾的 K₁₅₀处理的薯块可溶性糖和还原糖含量最高,分别比对照提高了 5.39%、3.29%和 1.96%、10.46%,它们的食用品质也最好,综合评分分别达到了较好(4 分)和好(5 分)级别。可见紫色甘薯用作鲜食品种,通过栽培措施提高薯块的可溶性糖含量,可以掩盖花青素的苦味,大大改善蒸煮后的食用风味。

表 2 不同钾肥对甘薯主要品质性状的影响

处理		花青素 含量 (mg/kg)	蛋白质 含量 (%)	可溶性糖 含量 (%)	还原糖 含量 (%)	食用品质 (综合评分)
对照	K ₀	105.7	2.52	3.34	1.53	较好(4分)
KCl	K ₇₅	107.8	2.26	3.52	1.56	较好(4分)
	K ₁₅₀	108.3	2.51	2.90	1.28	较差(2分)
	K ₃₀₀	105.9	2.44	3.09	1.33	中等(3分)
	K ₇₅	103.4	2.59	3.32	1.49	较好(4分)
K ₂ SO ₄	K ₁₅₀	103.0	2.70	3.45	1.69	好(5分)
	K ₃₀₀	103.1	2.39	2.76	1.30	中等(3分)

注:食用品质通过蒸煮后品尝,依据薯块甜度、黏度、面度、香度以及纤维感等指标进行综合评分。

2.3 不同钾肥对甘薯淀粉 RVA 特性的影响

淀粉是甘薯最主要的组成成分,淀粉糊化特性是反应淀粉品质的重要指标,也是评价甘薯淀粉物理品质的重要参数,尤其是淀粉质地与消化性方面,因此对薯块食味和加工品质有着重要的影响。经 RVA 仪对甘薯淀粉匀浆在加热、持续高温和冷却过程中黏滞力的测定结果(表 3)可以看出,与不施钾肥(对照)相比,施钾可以提高淀粉的黏滞力,氯化钾处理的平均最高黏度值、最低黏度值和最终黏度值分别提高了 4%、6%、8%,施硫酸钾处理则分别提高了 8%、18%、21%,由其换算出的崩解值和回复值也均有不同程度的提高。2 种钾肥对淀粉黏滞力的影响也表明,施用硫酸钾对改善甘薯淀

善甘薯结薯习性的作用差异不大。随着施肥量的增加,甘薯产量相继增加。在低钾水平下,2 种钾肥品种的甘薯产量都没有表现出明显的差异;在高钾水平下,氯化钾处理的产量明显比硫酸钾处理高。但硫酸钾处理的商品薯率都比氯化钾处(下转 195 页)

表 3 不同发病时期调查比较试验结果

处理	接种时间(d)	发病率(%)	病情指数
记录 1	20	0	0
记录 2	25	0	0
记录 3	30	70b	25.24d
记录 4	35	70b	30.95c
记录 5	40	70b	42.38b
记录 6	45	80a	60.00a

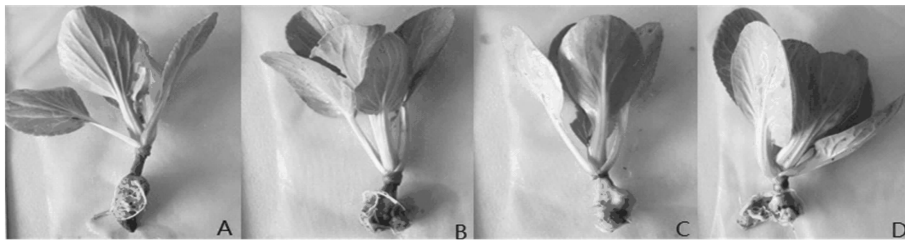
A—接种 30 d; B—接种 35 d; C—接种 40 d; D—接种 45 d
图 3 接种不同天数小白菜根肿比较

表 4 不同浓度接种发病结果统计

处理	接种时间(d)	发病率(%)	病情指数
1×10^3 个/g(干土)	45	0	0
1×10^4 个/g(干土)	45	0	0
1×10^5 个/g(干土)	45	33.33b	10.48b
1×10^6 个/g(干土)	45	76.67a	55.71a

晚,如 4 叶 1 心之后,以侧根发病为主,发病率和病情指数都较低。小白菜从播种开始接种 30 d 时,可见明显的植株根肿,与接种 35、40、45 d 的相比,病情指数较低,而发病率变化不明显。在不同浓度接种比较试验中, 1×10^4 个/g(干土)及以下的浓度接种未引起小白菜发病, $1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^7$ 个/g(干土)之间的浓度接种,浓度越高发病率和病情指数越高, 1×10^7 个/g(干土)的浓度接种能达到 100% 发病,但引起 46.67% 的死苗率,影响数据分析, $1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^7$ 个/g(干

(上接第 139 页)

理高。施用氯化钾可以提高紫色甘薯的花青素含量,对加工提取色素有利;硫酸钾肥处理蛋白质含量高。氯化钾低量(K_{75})与硫酸钾中量(K_{150})水平下,薯块含糖量高,蒸煮后的食用风味好。而施用硫酸钾对改善甘薯鲜食品质以及淀粉 RVA 特性的效果较好。因此,甘薯产量与品质之间的关系较为复杂,不仅与品种有关,且因肥料种类及运筹方式而异,在生产上应根据甘薯种植用途,采取相应的施肥技术。

参考文献:

- [1] 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]. 西南农业学报,2010,23(6):1950-1954.
- [2] 叶庆成. 马铃薯施用钾肥试验初报[J]. 福建农业科技,2012(10):65-66.
- [3] 赵瑞英,陈须文,李钟渤,等. 不同配方施肥对甘薯产量和品质效应研究[J]. 江西农业大学学报,1996,18(1):116-118.
- [4] 陈凤茹,王春华,高桂芬,等. 甘薯施用钾肥的效果[J]. 土壤肥料,1998(2):25.
- [5] 刘作斌,杨一凡,吕植环. 氮磷钾肥配合施用对鄂薯 1 号的增产

3 小结与讨论

本试验比较 3 种接种方法研究小白菜根肿病的接种效果,结果表明注射法、菌土法和蘸根法都能够引起小白菜发病,其中注射法病情指数最高,操作简单,适合大量材料接种鉴定。在小白菜不同生长期接种根肿菌的试验中,接种结果表明,接种时间越早,发病越明显,发病率越高,病情指数也越高,根部发病以主根发病和主侧根都发病为主,接种时间越

土)之间还有许多浓度梯度,可能还需要做进一步的试验来筛选最低且能够达到更高发病率的浓度。

参考文献:

- [1] CAB International. *Plasmidiophora brassicae* (distribution map); distribution maps of plant diseases[M]. Wallingford, UK: CAB International, 1977.
- [2] Ludwig - Muller J, Bennett R N, Kiddle G, et al. The host range of *Plasmidiophora brassicae* and its relationship to endogenous glucosinolate content[J]. New Phytologist, 1999, 141(3): 443-458.
- [3] 黄蓉,黄瑞荣,华菊玲,等. 小白菜根肿病的接种方法及条件研究[J]. 中国农学通报,2012,28(31):252-255.
- [4] 王靖,黄云,李小兰,等. 十字花科根肿病研究进展[J]. 植物保护,2011,37(6):153-158.
- [5] 效果[J]. 湖北农业科学,1991(7):14-16.
- [6] 史春余,王振林,赵秉强,等. 钾营养对甘薯某些生理特性和产量形成的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2002,8(1):81-85.
- [7] 刘淑军,黄平娜,黄铁平,等. 湘南丘陵区红壤旱地红薯钾肥最佳用量与产量关系[J]. 中国农学通报,2010,26(6):178-181.
- [8] 林琪,石岩,位东斌,等. 不同氮、钾配比对夏甘薯生长发育及产量形成的影响[J]. 土壤肥料,1996(5):43-45.
- [9] 唐忠厚,李洪民,张爱君,等. 长期施用磷肥对甘薯主要品质性状与淀粉 RVA 特性的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2011,17(2):391-396.
- [10] 张爱君,李洪民,唐忠厚,等. 长期不施磷肥对甘薯产量与品质的影响[J]. 华北农学报,2011,26(增刊):104-108.
- [11] 唐忠厚,李洪民,张爱君,等. 长期定位施肥对甘薯块根产量及其主要品质的影响[J]. 浙江农业学报,2010,22(1):57-61.
- [12] 唐忠厚,李洪民,张爱君,等. 施钾对甘薯常规品质性状及其淀粉 RVA 特性的影响[J]. 浙江农业学报,2011,23(1):46-51.
- [13] 岳瑞雪,孙健,钮福祥,等. 长期定位施肥对甘薯品质、RVA 特性和乙醇发酵特性的影响及其相互关系[J]. 江苏农业学报,2013,29(1):87-92.