

钾肥基施不同用量对甘薯产量及农艺性状的影响^①

滕 艳¹, 黄廷荣², 唐道彬¹, 杨国才¹,
高 旭¹, 陈香颖¹, 王季春¹

1. 西南大学 农学与生物科技学院 重庆市甘薯工程技术研究中心, 重庆 400716;

2. 重庆市酉阳县农业委员会, 重庆 酉阳 409800

摘要:以甘薯高淀粉品种 6-9-17 为材料, 采用随机区组设计, 研究钾肥作底肥一次性施入不同用量对甘薯产量及植株性状的影响。结果表明, 随着钾肥用量的增加, 产量、单株薯数、单株薯质量、地上部鲜质量、块根鲜质量、茎长、茎粗、基部分枝数和大中薯率都有所增加; 产量与单株薯质量、单株薯数、茎粗、茎长、基部分枝数都达到显著或极显著正相关; 产量与钾肥施用量的最佳估测模型为逻辑斯谛模型: $Y=2\ 115.315\ 2/(1+\text{EXP}(-0.473\ 980-0.220\ 043X))$ 。本试验中, 在 $\text{N}, \text{P}_2\text{O}_5$ 施用量为 9 kg 和 5 kg 情况下, 以施 K_2O 20 kg/667 m² 产量最高。

关键词:甘薯; 钾肥; 产量; 农艺性状

中图分类号: S531

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2014)9-0044-05

甘薯为我国第四大粮食作物, 是重要的淀粉与乙醇原料作物、饲料作物和保健食品原料作物。甘薯为典型的喜钾作物, 钾能延长叶龄, 促进叶片的光合产物向薯块转运, 提高叶片光合能力。增施钾肥可以增加干物质产量, 提高干物质在块根中的分配率, 从而提高块根产量, 因此钾肥对甘薯生长发育和产量有重要的影响^[1-4]。邵代兴等^[5]、姚海兰等^[6]研究表明钾肥基施对产量、大中薯数、分枝数等都有所增加。秦鱼生等^[7]得出 45 kg/hm² N、45 kg/hm² P_2O_5 和 90 kg/hm² K_2O 的施肥量, 川中丘陵干旱区高淀粉甘薯品种的产量和品质最佳。杨林森等^[8]认为在种植密度为 47 325~53 820 株/hm²、施过磷酸钙(含 P_2O_5 12%) 115.5~367.5 kg/hm²、施氯化钾(含 K_2O 60%) 27~226.5 kg/hm² 的栽培模式下, 能“充分发挥高淀粉甘薯产量和淀粉的潜力。鲁剑巍等^[9]认为钾肥明显提高了单个薯块质量, K_2O 用量在 75~300 kg/hm² 时的鲜薯产量和薯藤产量随着钾肥用量增加而增加。关于氮磷钾配合施肥对甘薯生长和产量及品质等的影响研究甚多^[10-20], 而仅对钾肥基施作用于高淀粉甘薯的研究鲜有报道, 且前人研究中关于肥料用量的标准各有不同, 因而本试验研究了钾肥基施不同用量对高淀粉甘薯品种生长及产量的影响, 探究高淀粉甘薯生长最佳钾肥基施用量, 为当地甘薯种植提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与试验地

供试甘薯品种为 6-9-17, 由西南大学重庆市甘薯工程技术研究中心提供。试验地位于重庆市酉阳县麻旺镇吉安村, 土质为黄壤土, 土壤供钾能力属中下等水平, pH 值为 5.20, 有机质 17.38 g/kg, 全氮 1.22 g/kg,

① 收稿日期: 2013-03-31

基金项目: 重庆市科委甘薯良种创新项目资助(CSTC2012ggB80007); 国家自然科学基金资助项目(31101192); 现代农业产业体系建设专项; CARS-11-C-20。

作者简介: 滕 艳(1990-), 女, 四川武胜人, 硕士研究生, 主要从事甘薯栽培研究。

通信作者: 王季春, 教授。

全磷 0.84 g/kg, 全钾 20.83 g/kg, 速效钾 69.25 mg/kg, 有效磷 57.69 mg/kg, 碱解氮 91.77 mg/kg.

1.2 试验设计

试验共设 7 个处理(表 1), 各处理均每 667 m² 施氮肥(N)9.0 kg、每 667 m² 施磷肥(P₂O₅)5 kg 作为底肥. 3 次重复, 随机区组排列, 每个小区种植 6 垄, 垄长 5 m, 垄宽 0.8 m, 株距 20 cm. 试验于 2012 年 6 月 27 日移栽甘薯苗, 移栽前进行施肥处理, N 肥(尿素, 含 N 量 46%)、P 肥(过磷酸钙, 含磷量 12%)、K 肥(硫酸钾, 含 K 量 51%)均作底肥一次性施用. 2012 年 6 月 27 日栽插, 2012 年 11 月 7 日收获, 其余田间管理同常规.

表 1 各处理钾肥用量

处 理	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
施 K ₂ O 量/(kg·667 m ⁻²)	0	5	10	15	20	25	30

1.3 测定项目及方法

甘薯移栽后每隔 30 d, 每个处理随机选取 5 株测定地上部鲜质量及块根鲜质量用以计算 R/T 值, 收获时选取 5 株植株测定茎长、茎粗、分枝数, 并按小区收获, 统计大小薯数、薯质量和产量.

1.4 数据分析

采用 Excel 和 DPS7.05 进行统计分析.

2 结果与分析

2.1 施钾量对甘薯结薯及产量的影响

由表 2 可知, 产量随着钾肥用量的加大而增加, 各处理的产量极显著高于不施钾肥的处理(T1). T5 的产量最高, 与其他处理的差异极显著, 其次是 T7,T6,T4, 但 3 个处理的产量差异均不显著. T3>T2>T1 的产量, 差异达到了极显著. 单株薯质量的变化与产量一致, T5 的单株薯质量最大, 与 T7 无显著差异, 与 T6 差异显著. T1 与其他处理都达到了极显著差异. T5 的单株薯数最多, T1 的最少, 二者差异极显著, 分别与其他处理(T5,T6,T3 有显著差异外)都没有显著差异.

T7 的大中薯率最高, T2 的最低, 二者差异显著, 与其他处理均没有显著差异. T2 的小薯率最高, T7 的小薯率最低, 二者差异显著, T7 与其他处理均无显著差异. 表明钾肥的施用提高了甘薯的单株薯质量和大中薯数, 进而提高了产量.

表 2 施钾量对甘薯产量及块根相关指标的影响

处 理	鲜薯产量 /(kg·667 m ⁻²)	单株薯质量 /(g·株 ⁻¹)	单株薯数 /(个·株 ⁻¹)	大中薯率 /%	小薯率 /%
T1	1 296.73eE	340dD	2.25bB	43.70abA	56.30abA
T2	1 778.98dD	427.5cC	2.83abAB	38.80bA	61.20aA
T3	1 941.76cC	467.08bcBC	2.67bAB	46.58abA	53.42abA
T4	2 049.55bB	482.5bcBC	2.73abAB	45.34abA	54.66abA
T5	2 179.55aA	577.08aA	3.33aA	45.71abA	54.29abA
T6	2 070.66bB	512.5bABC	2.69bAB	48.13aA	51.87bA
T7	2 107.88bAB	524.58abAB	2.75abAB	48.32aA	51.68bA

注: ①小写字母表示 0.05 显著水平, 大写字母表示 0.01 极显著水平; (下同). ②区组自由度为 2, 处理自由度均为 6, 误差自由度均为 12; (下同). ③产量、单株薯质量、单株薯数、大中薯率、小薯率及干率的误差均方分别为 1 406.809 0, 1 146.362 7, 0.106 3, 0.001 7, 0.001 7 和 0.000 0.

对产量 Y 和钾肥施用量 X 的关系进行数学模拟, 以逻辑斯蒂非线性回归模型最佳, 方程为 $Y=2\,115.315\,2/(1+EXP(-0.473\,980-0.220\,043X))$ F 值为 103.009 3, p 值为 0.000 4, 达到极显著水平, 决定系数 R² 为 0.981 0. 表明在一定钾肥用量范围内, 产量随着钾肥用量的增加而增加, 钾肥用量超过某个范围时, 产量随着钾肥用量的增加反而降低.

2.2 施钾量对甘薯茎蔓生长及其 R/T 值的影响

由表 3 可知, 随着钾肥用量的增加, 茎长、茎粗及基部分枝数都有所增加. T5 有最大茎长值, T4 次

之,二者无显著差异,T5 与其他处理均有显著或极显著差异. T5 茎粗最粗,T7,T6 次之,三者差异不显著,T5 与其他 4 个处理差异显著或极显著. T5 分枝数最多,T6,T7 次之,三者并没有显著差异;T1 至 T4 的分枝数随着钾肥用量的增加而增多.

表 3 施钾量对栽后 130 d(收获期)茎长、茎粗及基部分枝数的影响

处 理	茎长/cm	茎粗/mm	基部分枝数/(个·株 ⁻¹)
T1	153.71eD	6.322ceB	3.07dC
T2	191.4bcABC	6.773 7bcdeAB	3.73cdBC
T3	167.32deCD	6.862 3bcAB	4.50bcAB
T4	204.45abAB	6.860 3bcdAB	4.53bcAB
T5	214.75aA	7.467 3aA	5.63aA
T6	180.18cdBCD	7.163 3abA	5.27abA
T7	192.8bcABC	7.437aA	5.07abA

注:茎长、茎粗和基部分枝数的误差均方分别为 112.426 2,0.080 6 和 0.187 4.

由表 4 可知,甘薯在整个大田生长时期,各处理的 R/T 值均不断地加大.栽后 30 d,结薯少,R/T 值较小,T4 的 R/T 值最大,与其他处理都有极显著差异.栽后 60 d,T5 有最大 R/T 值,T1 次之,T5 与其他几个处理的 R/T 值有显著或及显著差异.栽后 90 d,T5 的 R/T 值最大,T2 次之,二者分别与其他几个处理都达到了显著或极显著差异;此时仅 T5 的 R/T 值大于 1,表明 T5 结薯早,为获得高产奠定了基础.栽后 130 d,T3 有最大 R/T 值,T2,T1 次之,T3 与其他处理都有极显著差异,随着施钾量的增多,T4 至 T7 的 R/T 值递减,表明茎叶衰退早晚与钾肥施用量有关.

表 4 各个时期 R/T(块根鲜质量/块上部鲜质量)值的动态变化

处 理	30 d	60 d	90 d	130 d
T1	0.018 6dC	0.257 9abAB	0.651 5dCD	1.377 4bB
T2	0.057 9bcB	0.172 4dCD	0.972 9bAB	1.397bB
T3	0.067 3bB	0.214 7cBC	0.826 6cBC	1.783 1aA
T4	0.112aA	0.160 2dD	0.692 3cdCD	1.286 3bcBC
T5	0.048 6cB	0.279 7aA	1.155 5aA	1.243 8bcdBC
T6	0.019 7dC	0.172 4dCD	0.730 6cdCD	1.127 3cdBC
T7	0.301dC	0.239 9bcAB	0.596 1dD	1.058 9dC

注:栽后 30 d,60 d,90 d,130 d 的误差均方分别为 0.000 1,0.000 3,0.005 8 和 0.010 0.

2.3 各指标的相关性分析

由表 5 可知,茎粗与单株薯质量、基部分枝数和产量达到极显著正相关,与单株薯数呈显著正相关;基部分枝数与单株薯质量、茎粗和产量呈极显著正相关,与单株薯数达到显著正相关;茎长与单株薯数达到极显著正相关,与单株薯质量和产量达到显著正相关;产量与单株薯质量、茎粗和基部分枝数达到极显著正相关,与单株薯数和茎长呈显著正相关.说明茎粗、茎长、基部分枝数等地上部分的增加提高了单株薯质量、单株薯数和产量,甘薯地上部分生长旺盛,光合作用强,形成的干物质多,转移到地下部分的相应增加,有利于薯块质量和数量的增加,从而提高了产量.

表 5 各指标的相关性分析

相关系数	单株薯质量	单株薯数	大中薯率	茎粗	茎长	基部分枝数
单株薯数	0.84					
大中薯率	0.55	0.04				
茎粗	0.96**	0.77*	0.55			
茎长	0.77*	0.87**	0.02	0.71		
基部分枝数	0.98**	0.74*	0.66	0.94**	0.66	
产量	0.96**	0.76*	0.51	0.90**	0.76*	0.93**

注:* $p<0.05$, ** $p<0.01$.

3 讨论与结论

本研究表明钾肥的施用提高了甘薯的单株薯质量和大中薯数。

鲁剑巍等^[9]研究结果表明,钾肥一定施用量范围内,薯块产量随着钾肥用量增加而提高,施钾明显增加单薯质量,随着钾肥用量增加效果越明显,而对单株薯数影响不大。徐冰等^[10]研究表明分枝数、单株薯质量随着施钾量的增加而增加。林琪等^[16]研究表明,甘薯施钾肥前期地上部增质量较慢,高峰期后维持时间较长,后期衰落慢。骆科群等^[21]研究结果表明随着钾肥用量增加,甘薯发棵提前,茎叶盛长期增长,增长了光合作用时间,促进碳水化合物迅速向地下块根运输,从而促进了块根的膨大,增加了块根大中薯比例,达到增产。邓日烈等^[22]研究表明甘薯增施钾肥对增加结薯数、提早结薯等有明显效果。张东昱等^[23]研究表明,马铃薯株高、茎粗及产量随着钾肥用量的增加而增加,当钾肥用量增加到一定程度则递减。本试验中,随着施钾量增加,产量、单株薯质量、单株薯数、茎粗、基部分枝数不断增加,超过 20 kg/667 m²,增幅不明显甚至有降低的趋势,与前人研究结果相似。当钾肥施用量为 20 kg/667 m²,R/T 值较早达到 1,随着钾肥用量的增加,收获期的 R/T 值逐渐减小,表明钾肥较早促进茎叶生长并延长了茎叶生长期。

本研究表明产量与大中薯率有正相关关系,单株薯质量与茎长、分枝数有显著或极显著正相关,与大中薯率正相关,茎粗与基部分枝数达到极显著正相关。此结果与汪宝卿等^[24]研究表明鲜薯产量与大中薯率呈显著正相关,后猛等^[25]研究表明单株薯质量与茎蔓长、分枝数、单株结薯数呈极显著正相关,茎粗与分枝数、分枝数与结薯数呈极显著正相关,茎粗与茎蔓长、茎蔓长与分枝数呈极显著负相关的研究结果基本一致。但茎粗与茎长、茎长与分枝数有显著正相关关系,与前人研究结果不同,可能是品种对钾肥的反应差异。

试验得出,甘薯产量和钾肥施用量的关系符合逻辑斯蒂非线性回归模型最佳,以施 K₂O 20 kg/667 m²增产效果明显。获得最佳产量施肥方案为 N+P₂O₅+K₂O=9+5+20(kg/667 m²)。

参考文献:

- [1] 史春余,王振林,赵秉强,等. 钾营养对甘薯块根薄壁细胞微结构、“C 同化物分配和产量的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(3): 335—339.
- [2] LARRY K H, CONRAD H M, WILLIAM H S, et al. Influence of N Source, N Rate and K Rate on the Yield and Mineral Concentration of Sweet Potato [J]. J Am Soc Hort Sci, 1984, 109(3): 294—298.
- [3] BOURKE R M. Influence of Nitrogen and Potassium Fertilizer on Growth of Sweet Potato in Papua New Guinea [J]. Field Crops Research, 1985, 12: 363—375.
- [4] NICHOLAIDES J J, CHANCY H F, MASCAGNI H J, et al. Sweet Potato Response to K and P Fertilization [J]. Agron J, 1985, 77(3): 466—470.
- [5] 邵代兴,周开芳,左明玉,等. 钾肥运筹方式对脱毒甘薯三康 1 号产量及品质的影响 [J]. 贵州农业科学 2010, 38(6): 36—38.
- [6] 姚海兰,张立明,史春余,等. 施钾时期对甘薯植株性状及产量的影响 [J]. 西北农业学报, 2010, 19(4): 82—85.
- [7] 秦鱼生,涂仕华,冯文强,等. 平衡施肥对高淀粉甘薯产量和品质的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2012, 29(5): 169—173.
- [8] 杨林森,唐道彬,吕长文,等. 高淀粉甘薯 0409-17 高产栽培模式研究 [J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2011, 33(2): 12—16.
- [9] 鲁剑巍,陈 防,许幼生,等. 甘薯施用钾肥研究 [J]. 湖北农业科学, 1998, 6: 41—44.
- [10] 徐 冰,桂巨德,张从慧,等. 甘薯氮磷钾平衡施肥试验初报 [J]. 杂粮作物, 2009, 29(1): 49—50.
- [11] 陈玉山,吴志珍. 甘薯氮磷钾肥平衡施用效应分析 [J]. 现代农业科技, 2012(18): 25—28.
- [12] 罗凤来. 甘薯氮磷钾肥平衡施用效应分析 [J]. 土壤肥料, 2003, 4: 32—35.
- [13] 黄梅卿,蔡开地,姚宝全. 不同氮磷钾施用水平对甘薯经济指标的影响 [J]. 江西农业大学学报, 2004, 26(2): 251—258.
- [14] 王彦华,邓森林,张宪铃,等. 氮磷钾肥对甘薯生长发育及产量的影响 [J]. 杂粮作物, 2000, 20(4): 46—47.
- [15] 王小晶,蔡国学,王 洋. 氮磷钾分期施用对甘薯产量和品质的影响 [J]. 中国农学通报, 2011, 27(7): 188—192.
- [16] 林 琪,周复来. 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: 42—44.

[17] 余韩开宗,王季春,滕艳,等. 不同因素对甘薯根系发育的影响 [J]. 作物杂志, 2011, 2: 85—89.

[18] 津野幸人,藤濑一马. The Effect of Potassium on the Dry Matter Production of Sweet Potato [J]. 日作记, 1964(33): 236—241.

[19] 王菲,陈怡,冉烈,等. 肥料组合对甘薯产量和品质的影响 [J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2012, 34(10): 25—29.

[20] 张启堂,赵德秉. 甘薯新品种“渝薯 34”丰产的密肥模式研究 [J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 1995, 20(1): 101—106.

[21] 骆科群,韦其萍,韩学明,等. 脱毒甘薯 I 号不同钾肥用量效果分析 [J]. 耕作与栽培, 2007, 1: 33—34.

[22] 邓日烈,温玉辉. 钾肥对甘薯产量影响的初探 [J]. 佛山科学技术学院学报: 自然科学版, 2002, 20(1): 74—77.

[23] 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.

[24] 汪宝卿,王庆美,张海燕,等. 北方甘薯农艺性状与产量的相关性及其灰色关联度分析 [J]. 青岛农业大学学报: 自然科学版, 2010, 27(4): 296—299.

[25] 后猛,李强,马代夫,等. 甘薯主要经济性状的遗传倾向及其相关性分析 [J]. 西北农业学报, 2011, 20(2): 99—103.

Effects of Potassium Aapplication as Basal Dressing on the Agronomic Traits and Yield of Sweet Potato

TENG Yan¹, HUANG Ting-rong², TANG Dao-bin¹,
YANG Guo-cai¹, GAO Xu¹, CHEN Xiang-ying¹, WANG Ji-chun¹

1. Chongqing Sweet Potato Research Center, School of Agronomy and Biotechnology,
Southwest University, Chongqing 400716, China;
2. Agriculture Committee of Youyang County, Youyang Chongqing 409800, China

Abstract: The sweet potato cultivar with high starch content, 6-9-17, was grown in a field experiment with the complete randomized block design and supplied with potassium at different rates as basal dressing to study its effect on the agronomic traits and yield. of the crop The results showed that yield, tubers/plant, tuber weight/plant, shoot fresh weight, tuber fresh weight, stem length, stem diameter, number of basal branches and the percentage of big and medium-sized tubers all increased with potassium application rate. Tuber yield was in a significant or highly significant positive correlation with tuber weight/plant, tuber number per plant, stem diameter, stem length and number of basal branches. A highly significant regression relationship was observed between potassium rate and tuber yield, which could well be described with the function: $Y=2\ 115.315\ 2/(1+\text{EXP}(-0.473\ 980-0.220\ 043X))$. In this experiment, the highest yield was obtained in the treatment of $\text{K}_2\text{O}\ 20\ \text{kg}/667\ \text{m}^2+\text{N}\ 9\ \text{kg}/667\ \text{m}^2+\text{P}_2\text{O}_5\ 5\ \text{kg}/667\ \text{m}^2$.

Key words: sweet potato; potassium; yield; agronomic trait

责任编辑 夏娟

