中图分类号：S532　　文献标识码：B　　文章编号：1672－3635(2015)05-0278-05

土壤肥料

# 不同氯化钾施用量对陇中地区马铃薯产量和品质的影响

龚成文[1]，冯守疆[2*]，赵欣楠[2]，马忠明[3]，杨君林[2]

（1. 甘肃省农业科学院马铃薯研究所，甘肃　兰州　730070；2. 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；3. 甘肃省农业科学院，甘肃　兰州　730070）

**摘　要：**为了确定陇中地区马铃薯生产中氯化钾的合理用量，于2010年在甘肃兰州和定西两地进行了不同氯化钾施用量试验，测定了马铃薯单株块茎数、块茎重、大中薯率、烂薯率和薯块产量，分析了不同用量下马铃薯品质。结果表明，在施N 120 kg/hm$^2$和$P_2O_5$ 60 kg/hm$^2$的基础上，$K_2O$用量在0~84 kg/hm$^2$的范围内，随着钾肥施入量的增加，单株块茎数、块茎重、大中薯率和薯块产量以及马铃薯干物质、粗淀粉和还原糖含量不断提高，而烂薯率明显减小，维生素C含量不断下降；且在钾肥施入量为84 kg/hm$^2$时，单株块茎数、块茎重、大中薯率和薯块产量以及马铃薯干物质、粗淀粉含量最高，而烂薯率最低。因此，甘肃马铃薯主产区马铃薯生产过程中，在施纯N 120 kg/hm$^2$和$P_2O_5$ 60 kg/hm$^2$条件下，氯化钾适宜用量为$K_2O$ 36~84 kg/hm$^2$。

**关键词：**马铃薯；氯化钾；产量；品质

# Effect of Potassium Chloride Fertilizer Application Rate on Yield and Quality of Potato in Central Gansu Province

GONG Chengwen[1], FENG Shoujiang[2*], ZHAO Xinnan[2], MA Zhongming[3], YANG Junlin[2]

( 1. Potato Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China;
2. Agricultural Institute of Soil Fertilizer and Water Saving, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China;
3. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China )

**Abstract:** Field experiments of different application rates of KCl were conducted in 2010 at Lanzhou and Dingxi Cities to determine the reasonable application rate of KCl in the main area of potato cultivation in Gansu Province. Tuber number per plant, tuber yield per plant, marketable tuber percentage, rotted tuber percentage, tuber yield and quality were determined under different application rates. The results indicated that increasing potassium application rate improved tuber number per plant, tuber yield per plant, marketable tuber percentage, tuber yield, dry matter content, crude starch content and reducing sugar content based on N 120 kg/ha, $P_2O_5$ 60 kg/ha and $K_2O$ 0-84 kg/ha, but rotted tuber percentage and vitamin C content decreased. The tuber number per plant, tuber yield per plant, marketable tuber percentage, tuber yield, dry matter content and crude starch content were the highest, and rotted tuber percentage was the lowest with the application of $K_2O$ 84 kg/ha. So it was proved that reasonable application of KCl could be 36-84 kg/ha based on N 120 kg/ha and $P_2O_5$ 60 kg/ha in the main areas of potato cultivation in Gansu Province.

**Key Words:** potato; potassium chloride; yield; quality

---

**收稿日期：**2015-03-23

**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，副研究员，主要从事作物栽培与新型肥料等方面的研究。

***通信作者**(Corresponding author )：冯守疆，助理研究员，硕士，主要从事新型肥料研究，E-mail: 82630218@qq.com。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

马铃薯（*Solanum tuberosum*）是重要粮菜兼用型作物，也是优良饲料作物[1]。目前，马铃薯已发展为甘肃省第二大粮食作物[2]，2011年甘肃省马铃薯种植面积70万$hm^2$，总产达1 029万t，但其单产为14.7 t/$hm^2$，远低于世界最高（荷兰）单产44.8 t/$hm^2$，也低于世界平均产量16 t/$hm^2$[2,3,4]。因此，如何提高马铃薯单产是目前甘肃省马铃薯生产中亟待解决的关键问题之一。

施肥是提高马铃薯产量的主要途径之一，马铃薯是典型喜钾作物，在马铃薯种植过程中，合理施用钾肥能有效提高产量和品质。虽然生产中常用钾肥以硫酸钾和氯化钾为主，但受马铃薯是“忌氯”作物传统观念影响，农民在马铃薯种植中不敢使用氯化钾[5,6]。氯化钾能否在马铃薯种植中使用，很多学者持谨慎态度，均认为需进一步田间验证[7]。为此，在甘肃兰州和定西进行施用氮、磷肥基础上，研究氯化钾施用量对马铃薯产量和品质的影响，为陇中地区马铃薯种植过程中施用氯化钾提供实践依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

试验在甘肃省农业科学院兰州试验地和定西市旱农中心试验地进行，其中，兰州试验区属中温带气候，定西试验区属典型半干旱雨养农业区，均可灌溉。气候条件及0~20 cm土壤耕层养分状况见表1，前茬作物均为小麦。土样营养元素含量分析按《土壤农化分析与环境监测》中介绍的方法进行[8]。

### 1.2 试验设计

本试验设5个$K_2O$水平，即36，84，120，156和192 kg/$hm^2$，另设不施钾（CK）为对照，共6个处理。每个处理的N和P施量相同（N 120 kg/$hm^2$和$P_2O_5$ 60 kg/$hm^2$），K和P肥均作为基肥1次施入，而N肥80%作基肥施入，20%作追肥结合中耕施入。兰州试验区小区面积12.64 $m^2$（1.6 m × 7.9 m），定西试验区小区面积18 $m^2$（6 m × 3 m），均按随机区组排列，3次重复。采用平作出苗后起垄播种方式，于2010年4月20日和25日播种，行距70 cm，株距30 cm，播深15 cm，保苗47 600株/$hm^2$。田间管理同大田。

### 1.3 试验材料

供试马铃薯品种为中早熟品种‘LK99’（兰州试验区）和晚熟品种‘定薯1号’（定西试验区），分别由甘肃省农业科学院马铃薯研究所和定西市旱农中心提供，均为脱毒一级种薯。

表1 土壤养分状况及农业气候条件

Table 1 Soil nutrient status and agricultural climatic conditions

| 养分及气候 Nutrient and climatic | 地点 Location | |
|---|---|---|
| | 兰州 Lanzhou | 定西 Dingxi |
| 土壤类型 Soil type | 灌淤土 | 黄绵土 |
| pH | 8.0 | 8.2 |
| 有机质（g/kg） Organic matter | 7.3 | 8.1 |
| 全量（g/kg） Total content | | |
| N | 0.47 | 0.58 |
| P | 0.65 | 0.13 |
| K | 29.6 | 25.1 |
| 速效量（mg/kg） Avaiable quantity | | |
| N | 41.6 | 42.4 |
| P | 21.5 | 14.8 |
| K | 102.4 | 112.5 |
| 年均降雨量（mm） Annual average rainfall | 324.8 | 415.2 |
| 年均气温（℃） Annual average temperature | 9.3 | 6.4 |
| 海拔（m） Altitud | 1 520 | 1 920 |
| 无霜期（d） Frostless period | 190 | 130 |
| 有效积温（≥10℃） Effective accumulated temperature | 3 242 | 2 580 |

供试肥料K肥为氯化钾（含$K_2O$ 60%，加拿大生产），N肥为尿素（含N 46%，兰州石化产）和P肥为磷酸二铵（含N 18%、$P_2O_5$ 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

2010年9月上旬（兰州试验区）与10月上旬（定西试验区）收获马铃薯时，采用5点取样法选取各小区长势均匀具有代表性植株20株，测定块茎数、块茎重、大中薯块数及烂薯块数，计算大中薯率及烂薯率，并参照张志良[9]的方法，进行薯块干物质、粗淀粉、还原糖、维生素C和粗蛋白含量测定。

### 1.5 数据分析

采用Excel 2003软件处理数据，用DPS 7.05统

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

计软件进行差异显著性分析，并用LSD法进行多重比较（$P < 0.05$）。

## 2　结果与分析

### 2.1　不同氯化钾施用量对马铃薯产量性状的影响

2个试验点马铃薯的单株块茎数、块茎重及大中薯率，随氯化钾施用量的增加，均呈先升后降趋势；而其烂薯率则呈先降后升趋势（表2）。空白对照的马铃薯单株块茎数、块茎重及大中薯率均最低，烂薯率最高；$K_2O$ 84 kg/hm$^2$处理的马铃薯单株块茎数、块茎重及大中薯率均最高，烂薯率最低，其单株块茎数和块茎重显著高于空白对照和最高施用量（$K_2O$ 192 kg/hm$^2$）处理（$P < 0.05$）；$K_2O$ 36和84 kg/hm$^2$处理的马铃薯大中薯率差异不显著，但均显著高于其他处理（$P < 0.05$）。兰州试验点$K_2O$ 84 kg/hm$^2$处理与定西试验点的$K_2O$ 36，84和120 kg/hm$^2$处理的烂薯率均显著低于其他处理（$P < 0.05$）。可见，一定量氯化钾施用可有效提高马铃薯产量，降低其烂薯率。

### 2.2　不同氯化钾施用量对马铃薯产量的影响

2个试验点马铃薯产量随氯化钾施用量增加均呈先增后降趋势（图1）。在$K_2O$施用量84 kg/hm$^2$下，兰州和定西试验区的马铃薯薯块产量均最大，分别为17 273和27 628 kg/hm$^2$。兰州试验区$K_2O$ 36和120 kg/hm$^2$处理的马铃薯薯块产量次之，定西试验区$K_2O$ 120和156 kg/hm$^2$处理的马铃薯薯块产量次之；且2个试验点其余各施钾肥处理除兰州$K_2O$ 192 kg/hm$^2$的马铃薯薯块产量均显著高于空白对照（$P < 0.05$），增幅分别为6.71%~16.12%和2.43%~9.90%。因此，一定量氯化钾施用可明显提高马铃薯产量，但超过一定施用量会导致马铃薯产量下降。

### 2.3　不同氯化钾施用量对马铃薯品质的影响

随氯化钾施用量的增加，2个试验点马铃薯的干物质、粗淀粉、还原糖及粗蛋白质含量均呈先升后降趋势，而其维生素C含量呈下降变化（表3）。在$K_2O$ 84 kg/hm$^2$处理时马铃薯干物质和粗淀粉含量最高，$K_2O$ 120 kg/hm$^2$处理时马铃薯还原糖含量最高，$K_2O$ 36 kg/hm$^2$处理时马铃薯粗蛋白质含量最高；而薯块的维生素C含量则空白对照最高。这说明，一定量氯化钾施用能提高马铃薯薯块干物质、粗淀粉、还原糖及粗蛋白质含量，降低其维生素C含量。

**表2　不同处理对马铃薯产量性状的影响**

**Table 2　Effect of different treatments on yield character of potato**

| 处理 Treatment $K_2O$(kg/hm$^2$) | 块茎数（个/株） Tuber number (Number/plant) | | 块茎重（g/株） Tuber yield (g/plant) | | 大中薯率（%） Marketable tuber percentage | | 烂薯率（%） Rotted tuber percentage | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 兰州 Lanzhou | 定西 Dingxi | 兰州 Lanzhou | 定西 Dingxi | 兰州 Lanzhou | 定西 Dingxi | 兰州 Lanzhou | 定西 Dingxi |
| 0 | 3.1 b | 3.9 b | 360.0 c | 632.3 c | 73.6 b | 72.0 c | 12.2 a | 8.7 a |
| 36 | 4.3 ab | 4.9 ab | 411.3 ab | 664.7 ab | 85.5 a | 88.3 a | 4.3 c | 1.5 c |
| 84 | 4.5 a | 6.0 a | 431.1 a | 688.6 a | 87.7 a | 89.3 a | 1.9 d | 1.3 c |
| 120 | 3.6 ab | 4.9 ab | 401.2 ab | 676.2 ab | 75.9 b | 80.0 b | 5.6 c | 1.7 c |
| 156 | 3.5 ab | 4.5 b | 393.2 bc | 676.2 ab | 75.6 b | 79.1 b | 7.5 b | 4.0 b |
| 192 | 3.2 b | 4.2 b | 362.7 c | 652.6 bc | 74.7 b | 77.1 bc | 7.7 b | 8.6 a |

注：列中小写字母表示多重比较（LSD）在0.05水平上的差异显著性。

Note: Small letters in the same column indicated significant difference at 0.05 level with the method of LSD.

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

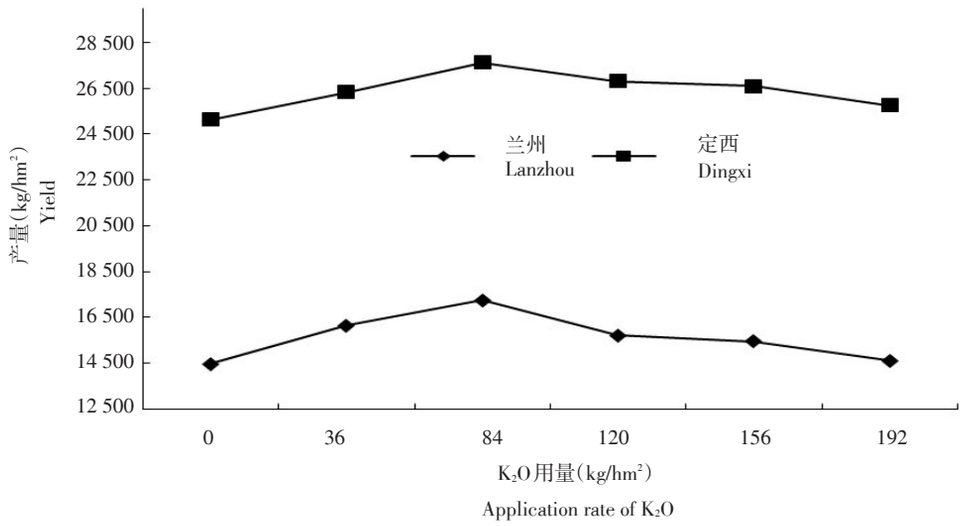


**图1　不同处理对马铃薯产量的影响**

**Figure 1　Effect of different treatments on potato yield**

**表3　不同处理对马铃薯品质的影响**

**Table 3　Effect of different treatments on potato quality**

| 处理 Treatment $K_2O$ (kg/hm²) | 干物质(g/kg) Dry matter | | 粗淀粉(g/kg) Crude starch | | 还原糖(g/kg) Reducing sugar | | 维生素C(mg/kg) Vitamin C | | 粗蛋白质(g/kg) Crude protein | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 兰州 Lanzhou | 定西 Dingxi | 兰州 Lanzhou | 定西 Dingxi | 兰州 Lanzhou | 定西 Dingxi | 兰州 Lanzhou | 定西 Dingxi | 兰州 Lanzhou | 定西 Dingxi |
| 0 | 199.7 | 205.8 | 139.9 | 158.1 | 0.84 | 0.82 | 253.8 | 256.1 | 24.4 | 19.0 |
| 36 | 218.0 | 215.0 | 155.2 | 175.4 | 0.85 | 1.04 | 215.1 | 250.9 | 33.9 | 22.4 |
| 84 | 219.3 | 233.8 | 160.8 | 177.1 | 0.98 | 1.29 | 195.9 | 242.4 | 30.6 | 20.7 |
| 120 | 204.0 | 225.4 | 149.3 | 173.1 | 1.00 | 1.44 | 195.2 | 237.8 | 30.2 | 19.6 |
| 156 | 202.3 | 224.0 | 142.1 | 167.8 | 1.00 | 1.26 | 194.4 | 224.8 | 28.6 | 19.1 |
| 192 | 202.0 | 217.8 | 141.5 | 167.4 | 0.85 | 1.20 | 191.4 | 215.7 | 24.9 | 18.8 |

## 3　讨　论

氯化钾是生理酸性肥料，施入土壤后呈离子状态，是作物必须的营养元素，易被作物根系吸收[10,11]。本研究结果显示，施用一定剂量的氯化钾可有效增加马铃薯单株块茎数、块茎重和大中薯率，明显降低烂薯率；在施纯N 120 kg/hm²、$P_2O_5$ 60 kg/hm²条件下，随着氯化钾施入量的增加马铃薯产量呈先增加后下降的趋势。这可能是随着氯化钾施入量的增加，土壤中的氯浓度随之增加，而马铃薯对氯需求量较少，在需求量范围时，氯参与并促进植物体的光合作用和影响植物生长，提高马铃薯产量，氯浓度过高时，影响了根吸收的磷向叶片运输，叶片因磷不足而影响光合作用的正常进行，导致光合产物减少，且氯浓度过高还影响光合产物向块茎和茎的运输，导致产量下降[12-15]。可见，在马

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

铃薯生产过程中，选择适宜的氯化钾施用量是提高马铃薯产量的关键。

马铃薯块茎营养丰富，含有淀粉、糖、维生素、蛋白质、脂肪、纤维素和微量元素等，其中淀粉、蛋白质和维生素C等营养物质含量是重要的品质指标[16-19]。马铃薯薯块干物质主要为光合作用的同化产物，粗淀粉和还原糖均为光合作用形成的碳水化合物，粗蛋白质为光合作用形成的含氮化合物，维生素C为己糖内酯化合物，其形成和碳水化合物的代谢有关[20,21]。本研究结果表明，随着氯化钾施用量的增加马铃薯薯块干物质、粗淀粉、粗蛋白以及还原糖含量呈现先升高后降低的趋势，而维生素C含量随着氯化钾施用量的增加不断下降。如前所述，氯浓度过高影响了马铃薯植株光合作用的正常进行以及光合产物向茎和块茎的运输，这可能是导致马铃薯薯块中干物质、粗淀粉和还原糖含量下降的主要原因；同时氯浓度增加时，会抑制作物对$NO_3^-$的吸收，同时影响对全氮的吸收，这可能是粗蛋白质含量下降的主要原因[15]。而维生素C含量随着氯化钾施用量的增加不断下降，这与李玉影[22]、殷文等[23]的研究结果一致，这说明在一定程度上反映氯元素影响维生素C的形成[24]。

综上所述，在陇中地区马铃薯生产过程中，可适量施用氯化钾，过量施用不仅影响马铃薯块茎产量，还会影响马铃薯品质。本试验条件下，即在施纯N 120 kg/hm$^2$、$P_2O_5$ 60 kg/hm$^2$条件下，为保证产量和品质，氯化钾适宜用量为$K_2O$ 36~84 kg/hm$^2$。

## [ 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] 王润琴, 刘元寿. 甘肃省马铃薯生产现状及发展对策 [J]. 农业科技管理, 2010, 29(1): 56-58.

[3] 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.

[4] 李文刚. 内蒙古马铃薯产业化发展战略研究 [J]. 内蒙古农业科技, 2005(s1): 32-38.

[5] 刘汝亮, 李友宏, 王芳, 等. 两种钾源对马铃薯养分积累和产量的影响 [J]. 西北农业学报, 2009, 18(1): 143-146.

[6] 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.

[7] 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): 119-122.

[8] 杨剑虹, 王成林, 代亨林. 土壤农化分析与环境监测 [M]. 北京: 中国大地出版社, 2008.

[9] 张志良. 植物生理学实验指导 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1990.

[10] 唐静, 颜家均, 张晓玲, 等. 不同时期追施氯化钾对莴笋产量和品质的影响 [J]. 中国农学通报, 2014, 30(10): 227-232.

[11] 鲁如坤, 谢建昌, 蔡贵信, 等. 土壤-植物营养学原理和施肥 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1998: 239-249.

[12] 张兆辉, 汪李平, 陈龙英. 氯在蔬菜作物上的研究进展 [J]. 北方园艺, 2010(8): 225-229.

[13] 程明芳, 金继运, 李春花, 等. 氯离子对作物生长和土壤性质影响的研究进展 [J]. 浙江农业科学, 2010(1): 12-14.

[14] 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.

[15] 马国瑞, 王寿祥, 钟杭. 氯离子对马铃薯同化$^{14}CO_2$及吸收$^{32}P$和$^{15}NO_3^-$的影响 [J]. 浙江农业大学学报, 1993, 19(3): 303-306.

[16] 苟久兰, 孙锐锋, 袁玲. 马铃薯钾素营养研究进展 [J]. 贵州农业科学, 2009, 37(9): 54-57.

[17] 鞠美玲, 周晓燕. 不同烹调方法对马铃薯品质影响的研究综述 [J]. 四川烹饪高等专科学校学报, 2012(1): 30-32.

[18] 张小静, 李雄, 陈富, 等. 影响马铃薯块茎品质性状的环境因子分析 [J]. 中国马铃薯, 2010, 24(6): 366-369.

[19] 赵春波, 宋述尧, 张传伟, 等. 不同品种马铃薯品质分析与评价 [J]. 吉林农业科学, 2011, 36(4): 58-60.

[20] 门福义, 刘梦芸. 马铃薯栽培生理 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 86-101.

[21] 安华明, 陈力耕, 樊卫国, 等. 高等植物中维生素C的功能、合成及代谢研究进展 [J]. 植物学通报, 2004, 21(5): 608-617.

[22] 李玉影. 两种不同钾肥在马铃薯上应用效果的研究 [J]. 中国马铃薯, 1997, 11(4): 209-212.

[23] 殷文, 孙春明, 马晓燕, 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.

[24] 高翔, 李成亮, 张民, 等. 钾肥种类及用量对马铃薯生长和品质的影响 [J]. 水土保持学报, 2014, 28(2): 143-148.


(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net