



## 钾对新疆加工番茄产量与品质的影响

张炎<sup>1</sup>, 王海燕<sup>2</sup>, 齐桂红<sup>2</sup>, 马海刚<sup>1</sup>, 徐万里<sup>1</sup>, 杨洛成<sup>2</sup>

1 新疆农业科学院土壤肥料研究所 乌鲁木齐 830091

2 新疆农十二师头屯河农场 乌鲁木齐 830022

**摘要:** 番茄是喜钾作物, 钾又是番茄的重要品质元素。本文通过 2 年的加工番茄钾肥用量田间试验和示范, 研究加工番茄的钾肥效应, 结果表明: 施用钾肥可以显著增加加工番茄产量, 经济效益显著; 由钾肥的效应方程可得出: 推荐施钾 ( $K_2O$ ) 量为 8.6-9.6 公斤/亩,  $N:K_2O$  为 1:0.7-0.8。施钾可以显著降低番茄果实硝酸盐含量、提高加工番茄果实茄红素含量、减少烂果量, 同时可提高果实糖:酸比、果实维生素 C 和可溶性固形物含量, 从而改善加工番茄品质。

**关键词:** 钾; 加工番茄; 产量; 品质; 灰漠土

新疆是我国加工番茄种植与加工规模最大、出口最多的生产基地, 加工番茄产业已成为新疆经济增长的一个支柱产业。番茄是喜钾作物。由于新疆灰漠土钾素含量较为丰富, 长期以来农民不施或很少施用钾肥, 但随着主要农作物单产水平的提高和连年的耕作, 农作物从土壤中带走了大量的钾, 使土壤钾有了较大的消耗, 农田土壤速效钾已有较大幅度的下降<sup>[1]</sup>, 因此缺钾已成为制约加工番茄高产优质的因素之一, 及时补充钾素营养十分必要。相关研究表明, 合理增施钾肥可提高产量, 改善品质、增强抗病能力<sup>[2-7]</sup>。国内关于保护地番茄的合理钾肥施用研究较多<sup>[8-11]</sup>, 但对加工番茄钾肥效应的研究却少有报道。2003-2004 年开展了钾对加工番茄产量和品质影响的研究与示范, 为新疆灰漠土加工番茄规模化生产中合理施钾提供科学依据。

### 1 材料与方 法

#### 1.1 试验示范地点、品种及土壤养分状况

试验安排在乌鲁木齐安宁渠乡国家灰漠土监测基地, 供试土壤为灰漠土, 供试品种 2003 年为新番 4 号, 2004 年为里格尔 87-5。

表 1 试验、示范田土壤的基本农化性状

试验、示范地点	有机质 克/公斤	全氮 克/公斤	碱解氮 毫克/公斤	速效磷 毫克/公斤	速效钾 毫克/公斤
2003 年	17.4	0.798	73.8	8.9	197
2004 年	14.9	0.783	64.0	9.0	181
头屯河农场 5 连示范	11.2	0.719	70.0	11.1	142
头屯河农场 1 连示范	14.9	0.738	58.3	15.7	249

示范点安排在农十二师头屯河农场 5 连和 1 连, 示范面积分别为 265 亩和 100 亩, 土壤类型为灰漠土, 示范品种为里格尔 87-5。

## 1.2 试验、示范设计

### 1.2.1 钾肥效应试验

2003 年试验设 5 个处理, 即 CK、NPK0、NPK1、NPK2、NPK3, 2004 年设 4 个处理 (无 CK), 除 CK (不施肥) 外, 其它 4 个处理氮磷用量相同, 分别为纯氮 12 公斤/亩,  $P_2O_5$  7.2 公斤/亩, 钾肥设 4 个水平, 分别为 0、6、12、18 公斤/亩  $K_2O$ , 3 次重复, 随机排列。小区面积:  $5.4 \times 4 = 21.6$  平方米。试验用化肥: 氮肥为大颗粒尿素 (46% N), 磷肥为三料磷肥 (46%  $P_2O_5$ ), 钾肥为加拿大产氯化钾 (60%  $K_2O$ )。

施肥方法: 基肥为全部的磷肥、钾肥和 60% 氮肥; 追肥为 40% 的氮肥, 在蹲苗结束后, 第一穗果拇指大小时开沟追施, 随后灌水。

### 1.2.2 钾肥示范

头屯河农场 5 连: 基肥为稀土磷肥 (12%  $P_2O_5$ ) 25 公斤/亩, 三料磷肥 10 公斤/亩, 钾肥分为施用氯化钾 10 公斤/亩、5.5 公斤/亩与施用 10 公斤/亩硫酸钾 (33%  $K_2O$ ) 的等实物量和等养分量对比示范, 以及不施钾处理; 追肥为 6 月 21 日追施尿素 25 公斤/亩。

头屯河农场 1 连: 基肥为尿素 5 公斤/亩, 三料磷肥 15 公斤/亩, 钾肥分为施用氯化钾 8 公斤/亩与施用硫酸钾 14.5 公斤/亩, 等  $K_2O$  量对比示范; 追肥为 5 月中旬、6 月中旬分 2 次追施尿素, 每次 10 公斤/亩尿素。

上述试验、示范均采用地膜覆盖种植, 行距配置为 50 + 80 厘米, 株距为 32 厘米, 各处理的田间管理均按照北疆加工番茄产区的管理模式统一管理, 分批采收, 产量为实收产量。

## 1.3 试验加工番茄果实品质样品的采集与测定

2003 年 8 月中旬, 在试验加工番茄大量成熟时, 每小区随机取 12 个加工番茄果实样品, 测定其果实的硝酸盐、亚硝酸盐、总糖、总酸、维生素 C 含量。2004 年 8 月中旬, 每小区随机采集 12 个加工番茄果实, 测定加工番茄果实的硝酸盐、亚硝酸盐、维生素 C、茄红素以及可溶性固形物含量。

## 1.4 加工番茄烂果量和烂果率的调查

2004 年试验加工番茄成熟后, 分批采收时将每小区烂果单独称重, 记录重量为烂果量。

采收第一批果实前, 在头屯河农场 5 连示范各处理随机调查 75 株, 记录单株结果数和单株烂果数, 计算各示范处理的加工番茄烂果率。

## 2. 结果分析

### 2.1 钾肥效应试验

#### 2.1.1 不同施钾量对加工番茄产量与经济效益的影响

分别对 2003 和 2004 年试验各处理加工番茄产量进行方差分析, 施肥处理间差异均达到极显著或显著水平。对试验各处理产量结果进行 LSD 法多重比较, 其结果见表 2。由于受气候和品种差异的影响, 两年的加工番茄产量虽有差异, 但趋势是一致的。2003 年施肥各处理与对照 (CK) 相比均表现出增产, 其中 NPK2 处理比 CK (不施肥) 处理增产达 39.2%; 施钾各处理与不施钾肥处理 (NPK0) 比, 也不同程度的增加加工番茄产量, NPK1、NPK2、NPK3 处理分别比 NPK0 增产 7.6%、17.8% 和 6.5%,

平均每亩分别增收 80.4 元、196.47 元、5.8 元。2004 年施钾各处理比不施钾肥处理 (NPK0), 也不同程度的增加加工番茄产量, NPK1、NPK2、NPK3 处理分别比 NPK0 增产 3.9%、14.6% 和 0.3%, 平均每亩分别增收 32.47 元、172.6 元、-83.00 元。

表 2 不同施钾处理的加工番茄产量和施肥经济效益分析

年份	处理	平均产量 (公斤/亩)	增产率 (%)	总收益 (元/亩)	增加收益 (元/亩)	钾肥投入 (元/亩)	增收 (元/亩)
2003 年	NPK2	6757 aA	17.8	1689.20	254.67	58.20	196.47
	NPK1	6176 bAB	7.6	1544.07	109.53	29.13	80.40
	NPK3	6111 bAB	6.5	1527.67	93.13	87.33	5.80
	NPK0	5738 bB	-	1434.53	-	-	-
	CK	4853 cC		1213.20			
2004 年	NPK2	7266 aA	14.6	1816.40	230.80	58.20	172.60
	NPK1	6589 bB	3.9	1647.20	61.60	29.13	32.47
	NPK3	6360 bB	0.3	1589.93	4.33	87.33	-83.00
	NPK0	6342 bB	-	1585.60	-	-	-

注: 不同大小写字母分别表示差异达 1% 和 5% 显著水平, 下同。加工番茄: 0.25 元/公斤,  $K_2O$ : 4.85 元/公斤。

### 2.1.2 加工番茄施用钾肥的肥料效应

根据 2 年不同施钾量试验的加工番茄产量结果, 用一元二次方程拟合得出加工番茄产量  $y$  与施钾 ( $K_2O$ ) 量  $x$  的关系式, 即钾肥的效应方程:

$$2003 \quad Y = -7.5299 K^2 + 163.85 K + 5669.6 \quad (R^2 = 0.5286^*, n = 12)$$

$$2004 \quad Y = -8.0006 K^2 + 156.16 K + 6241.8 \quad (R^2 = 0.5615^*, n = 12)$$

按照当地的加工番茄收购价 0.25 元/公斤,  $K_2O$  价格 4.85 元/公斤, 由钾肥的效应方程可得出: 2003 年经济施钾 ( $K_2O$ ) 量为 9.6 公斤/亩, 经济产量为 6549 公斤/亩, N:  $K_2O$  为 1: 0.8; 2004 年经济施钾 ( $K_2O$ ) 量为 8.6 公斤/亩, 经济产量为 6993 公斤/亩, N:  $K_2O$  为 1: 0.72。

### 2.1.3 施钾对加工番茄品质的影响

表 3 2003 年施钾对加工番茄品质的影响

处理	硝酸盐 毫克/公斤	总糖 %	酸度 %	糖:酸	维生素 c 毫克/100 克
CK	6.71	4.08	0.88	4.63	10.91
NPK0	4.13	5.93	1.04	5.77	10.48
NPK1	6.71	5.88	0.92	6.40	19.21
NPK2	4.13	5.91	0.88	6.72	11.08
NPK3	3.12	6.09	0.65	7.13	9.17

表 3 和表 4 是 2 年各处理加工番茄果实品质分析结果: 施用钾肥可以明显降低加工番茄果实硝酸盐

含量，硝酸盐含量随施钾量的增加有减少的趋势，但总体水平都比较低，其中 2004 年里格尔 87-5 施钾处理 NPK<sub>1</sub>、NPK<sub>2</sub>、NPK<sub>3</sub> 硝酸盐含量较不施钾处理 NPK<sub>0</sub> 分别降低 47.7%、63.1% 和 52.2%。对两年试验加工番茄果实的亚硝酸盐含量进行测定，均未检出亚硝酸盐。施肥处理的总糖量比 CK（不施肥处理）有所增加，但施肥各处理间总糖量差异不大，果实酸度随施钾量增加而降低，试验各处理糖、酸随施钾量增加而有所增加。合理施用钾肥可以显著提高加工番茄果实茄红素含量，里格尔 87-5 施钾处理 NPK<sub>1</sub>、NPK<sub>2</sub>、NPK<sub>3</sub> 茄红素含量较不施钾处理 NPK<sub>0</sub> 分别提高 30.4%、71.5% 和 40.8%。维生素 C、可溶性固型物随施钾量的增加有增加的趋势，其中 2004 年 NPK<sub>2</sub> 处理最高，但其它处理差异不大。

表 4 2004 年施钾对加工番茄品质的影响

处理	硝酸盐 毫克 / 公斤	茄红素 毫克 / 100 克	维生素 c 毫克 / 100 克	可溶性固型物 %	烂果量 公斤 / 亩
NPK <sub>0</sub>	8.01 a A	6.11 b B	8.03	8.88	210.9 a A
NPK <sub>1</sub>	4.19 b A B	7.97 ab A B	8.33	8.88	208.5 a A
NPK <sub>2</sub>	2.96 b A B	10.48 a A	9.73	10.5	145.8 b B
NPK <sub>3</sub>	3.83 b B	8.6 ab A B	8.92	8.5	193.6 a A B

施钾可以显著降低加工番茄成熟期的烂果量(表 4)，与不施钾处理 NPK<sub>0</sub> 相比，NPK<sub>1</sub>、NPK<sub>2</sub>、NPK<sub>3</sub> 各处理分别降低烂果量 1.1%、30.8% 和 8.2%。从总体看烂果量有随施钾量的增加而减小的趋势，说明施钾可以增强加工番茄的抗逆性，减少加工番茄筋腐病、顶腐病、果腐疫病和齐腐病的发生<sup>[8-9]</sup>，降低其烂果率。

## 2.2 钾肥示范

由表 5 番茄产量结果可以看出：不论施用氯化钾还是施用硫酸钾都能够明显增加番茄产量，但是在施用等量 K<sub>2</sub>O 情况下，施氯化钾比施硫酸钾增产，头屯河农场 5 连和 1 连施用氯化钾比施用硫酸钾分别增产 9.2% 和 7.0%。

另外，从头屯河 5 连示范可以看出：施钾比不施钾具有明显的增产作用，这主要是因为钾肥能够增强加工番茄的抗逆性，2003 年 7 月降雨量较往年高，当地加工番茄烂果现象较为普遍，8 月 21 日对示范田番茄烂果率调查得知，不施钾田块烂果率达 36.4%，施钾田块为 20% 左右，施钾明显降低番茄的烂果率。

表 5 加工番茄钾肥示范产量结果

地点	钾肥用量 公斤 / 亩	面积 亩	产量 公斤 / 亩	增产 %	增产 %	烂果率 %
头屯河 5 连	氯化钾 10	100	3906	1.2	38.4	20.8
	氯化钾 5.5	65	4215	9.2	49.3	22.1
	硫酸钾 10	100	3860	~	36.7	20.0
	不施钾	0.6	2823	~	~	36.4
头屯河 1 连	氯化钾 8	50	5234	7.0		
	硫酸钾 14.5	50	4890	~		

### 3. 小结

3.1 合理施用化肥可有效增加加工番茄的产量,其中 $NPK_2$ 处理比 $CK$ (不施肥)处理增产达39.2%。施用钾肥可以显著增加加工番茄产量,2003年 $NPK_1$ 、 $NPK_2$ 、 $NPK_3$ 处理分别比 $NPK_0$ (不施钾肥处理)增产7.6%、17.8%和6.5%,平均每亩分别增收80.4元、196.47元、5.8元;2004年 $NPK_1$ 、 $NPK_2$ 、 $NPK_3$ 处理分别比 $NPK_0$ 增产3.9%、14.6%和0.3%,平均每亩分别增收32.47元、172.6元、-83.00元。由钾肥的效应方程可得出:供试土壤推荐施钾( $K_2O$ )量为8.6—9.6公斤/亩, $N:K_2O$ 为1:0.72—0.8。

3.2 施钾可以显著降低番茄果实硝酸盐含量、提高加工番茄果实茄红素含量、减少烂果量,同时可提高果实糖:酸比、维生素C和可溶性固形物含量,从而改善品质。

3.3 在灰漠土施用等量 $K_2O$ 情况下,施氯化钾比施硫酸钾增产,头屯河农场5连和1连施氯化钾比施硫酸钾分别增产9.2%和7.0%。同时,钾肥能够增强加工番茄的抗逆性,施钾田块番茄烂果率明显低于不施钾田块。

### 参考文献

- [1] 张炎,史军辉,罗广华,等.新疆农田土壤养分与化肥施用现状及评价.新疆农业科学,2006,43(5):375-379.
- [2] 朱亚萍,石孝均,赵治书.番茄配方施肥研究.西南农业大学学报,1999,21(2):166-169.
- [3] 吴庆强,张勇,梁东丽,等.不同钾肥品种对蔬菜产量和品质的影响.西北农业学报,2001,10(2):84-86,90.
- [4] 崔瑞秀,张丽敏,吴秀英.氮钾肥配施对番茄产量及品质的影响研究初报.河北农业科学,2005,9(1):114-115.
- [5] 高新昊,张志斌,郭世荣.氮钾化肥配合追施对日光温室番茄越冬长季节栽培产量与品质的影响.植物营养与肥料学报,2005,11(3):375-378.
- [6] 秦文利,李春杰.增施钾肥对日光温室番茄产量和品质的影响.中国土壤与肥料,2007(1):44-47.
- [7] 李彦,郭良进,高贤彪,等.钾肥对大棚番茄产量和品质的影响.山东农业科学,2004(1):60-61.
- [8] 孙红梅,李天来,须晖,等.不同氮水平下钾营养对大棚番茄产量及品质的影响.沈阳农业大学学报,2000,31(1):68-71.
- [9] 崔元珩,杨华,孙晓军,等.新疆加工番茄主要病害发生.新疆农业科学,2004,41(3):160-163.

