

膜下滴灌氯化钾的施用量和施用方式对新疆地区加工番茄产量和品质的影响

李 莉¹, 热甫开提¹, 陈红宇², 王 焱², 何明才³, 杨 勇²

(1. 中国科学院 新疆生态与地理研究所, 荒漠与绿洲生态国家重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830011;

2. 昌吉市农业技术推广站, 新疆 昌吉 831100; 3. 新疆屯河有限公司, 新疆 昌吉 831100)

摘 要: 在新疆灌耕灰漠土上, 采取膜下滴灌方式种植加工番茄, 以常规习惯施肥为对照, 研究了膜下滴灌氯化钾的施用量和施用方式对新疆地区加工番茄产量和品质的影响。结果表明: 增施钾肥均能提高加工番茄的单株结果数、单果重和产量; 单果数的增加是产量增产的主要因素; 施钾量为 150 kg/hm² (50%基施, 50%开花期施, 分 3 次滴入) 的处理产量最高, 达 15 t/hm², 比对照 (不施钾) 增产 14.4%; 施钾量为 75 kg/hm² (50%基施, 50%开花期施, 分 3 次滴入) 处理的钾肥产投比较高, 但钾肥的产投比易受钾肥价格的影响而改变; 钾肥对加工番茄的可溶性固形物含量、色差、粘度和总酸含量影响显著; 就综合性价比而言, 在新疆膜下滴灌条件下, 适宜推荐加工番茄氯化钾的施用量范围在 75~150 kg/hm², 施用方法分基施和追施。

关键词: 膜下滴灌; 氯化钾; 加工番茄; 产量; 品质

中图分类号: S 641.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2014)07-0162-05

新疆地处欧亚大陆腹地, 属荒漠绿洲灌溉型农业区, 光热资源丰富, 干旱少雨, 需人工灌溉, 病虫害少, 自然条件十分适宜番茄的生长, 是世界上著名的番茄高产地区之一^[1]。目前, 新疆凭借其优越的地域优势和产业政

策, 已成为我国最主要的番茄生产和加工区域, 产品包括番茄酱、去皮番茄、番茄丁、番茄粉、番茄汁等, 其中以酱制品为主, 年产量近 70 万 t, 使中国成为继美国之后世界上第二个番茄酱生产及出口大国^[2]。由于新疆得天独厚的自然光热资源和土壤条件, 所产制的番茄酱红色素含量高, 糖分、维生素 C 等营养成分丰富, 出酱率高、且品质优良, 深受国内外客商的青睐, 在全球占有 1/4 的市场份额, 中国出口酱用番茄 90% 集中在新疆。因此加工番茄已成为近年来新疆地区农民增收的一种

第一作者简介: 李莉 (1975-), 女, 四川金塘人, 博士, 副研究员, 现主要从事棉花栽培生理和土壤肥料等研究工作。E-mail: lili@ms. xjb. ac. cn.

基金项目: 新疆自治区科技支撑计划资助项目 (201131112)。

收稿日期: 2013-12-19

Influence of Applying Biochar on Soil Available Nutrients and Soil Moisture at Continuous Vegetation Plantations of Karst Hilly Areas

LIU Fang, FENG Shi-jiang, ZHANG Lei-yi, LIU Yuan-sheng

(Institute of Environment and Resource, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025)

Abstract: Taking soil that vegetables and corn grew in Guiyang suburbs as the object, using biochar as material, the effect of applying biochar on soil available nutrients and soil water were explored. The results showed that soil available phosphorus was significantly increased under continuous vegetation plantations. Applying biochar could mainly increased soil available potassium, followed by available nitrogen. When the amount of applying biochar was increased from 5% to 15%, soil available N, P and K were increased by up to 10.48%~42.85%, 3.09%~16.49% and 11.61%~61.02%, respectively; while soil moisture was raised up to 4.5%~14.0%. Covering biochar on surface soil was also increased soil moisture, but the effect was less than applying biochar.

Key words: continuous vegetation plantations; biochar; soil nutrient; soil moisture

重要经济作物。2012 年新疆昌吉地区番茄种植面积为 1.33 万 hm^2 , 是全球最主要的番茄酱产地之一, 仅中粮屯河集团下属的番茄酱加工厂的产能就达到 55 万 t, 远销欧美和世界各地^[3]。目前蔬菜施肥中存在氮、磷肥施用量过大, 尤其是氮肥, 而钾肥施用不足, 氮、磷、钾比例失调等现象。由于施肥方法不科学, 使得肥效难以充分发挥; 同时农民不是根据作物的生长发育规律采取相应的技术措施, 而是凭经验进行管理, 致使作物的营养生长和生殖生长不协调, 不施底肥, 大量施用氮素化肥-尿素, 导致枝叶繁茂, 营养生长过旺, 而磷钾养分难以及时补充, 造成营养失调、肥料浪费和土壤污染^[4]。目前新疆昌吉地区菜地氮肥过量施用达 600 kg/hm^2 , 过量 85.7%; 磷肥用量 172.5 kg/hm^2 , 过量 10.6%。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^[5-6], 钾素的亏缺已经成为一个近乎全国性的严重问题。造成近年来菜园土壤普遍缺钾的原因, 一方面是由于蔬菜对钾的需求量大, 复种指数又高, 因而从土壤中带走的钾多; 另一方面是由于人们长期以来重氮轻钾的施肥习惯, 加之钾肥肥源不足, 因而往土壤中补充的钾少。

针对以上问题, 在新疆灌耕灰漠土上, 采取膜下滴灌方式种植加工番茄, 以常规习惯施肥为对照, 研究了膜下滴灌氯化钾的施用量和施用方式对新疆地区加工番茄产量和品质的影响, 以筛选出适合当地生产所需钾肥的施用量和施用方法, 为进一步试验示范和大面积推广应用提供科学依据和配套技术。

表 1

钾肥用量及分配

Table 1		Potassium rates and distribution										kg/ hm^2	
处理	K 基肥	日期 Date/月-日										K 追肥	K 总量
Treatment	Basial K	5-4	5-16	5-25	6-6	6-17	6-28	7-10	7-20	8-5	8-25	K addition	Total K
CK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K150-1	150.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150.0
K150-2	75.0	0	0	0	0	25.0	25.0	25.0	0	0	0	75.0	150.0
K75-1	75.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75.0
K75-2	37.5	0	0	0	0	12.5	12.5	12.5	0	0	0	37.5	75.0
K225-1	225.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	225.0
K225-2	112.5	0	0	0	0	37.5	37.5	37.5	0	0	0	112.5	225.0

1.4 项目测定

样品实行 2 次采收, 9 月 28 日和 10 月 12 日。采收后对各试验小区进行第 1 次采收。产量测定: 提前划定测产区, 在加工番茄成熟期, 分次采摘成熟果实, 称重并计数, 计算产量。在第 1 次采收前采集各处理小区的第 1 穗成熟果实 10 个, 采用紫外可见分光光度法测定可溶性固形物含量; 采用碱液滴定法测定总酸度; 采用粘度计测定粘度; 采用色差计测定色差。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2012 年在新疆昌吉市三工镇长丰村进行。土壤类型为灰漠土; 质地壤土, 0~20 cm 土壤有机质含量为 11.4 g/kg , 速效氮含量 55 mg/kg , 速效磷含量 9.5 mg/kg , 速效钾含量 255 mg/kg ; 前茬作物为棉花; 该地为秋翻冬灌地。

1.2 试验材料

供试加工番茄品种为“石红 303”(*Lycopersicon esculintum* Mill ‘Shihongsanlingsan’); 供试肥料为尿素、磷酸二铵和氯化钾。

1.3 试验方法

供试番茄采用 1 膜 2 行种植模式, 行距为 (40~45)+(50~60)cm, 株距 40 cm。田间管理同当地常规栽培。试验地为秋翻冬灌地, 5 月 7 日进行整地铺膜, 滴完补墒水后人工移栽, 保苗数 37 500 株/ hm^2 以上。全生育期滴水 10 次, 灌溉量 4 200 m^3/hm^2 左右, 期间中耕 2 次, 防治病虫害 1 次。试验设 6 个处理, 田间随机区组排列。K150-1: 施氯化钾 150 kg/hm^2 全部基施; K150-2: 施氯化钾 150 kg/hm^2 , 50% 基施, 50% 开花期施; K75-1: 施氯化钾 75 kg/hm^2 全部基施; K75-2: 施氯化钾 75 kg/hm^2 , 50% 基施, 50% 开花期施; K225-1: 施氯化钾 225 kg/hm^2 , 全部基施; K225-2: 施氯化钾 225 kg/hm^2 , 50% 基施, 50% 开花期施。以常规不施钾为对照 (CK)。氮肥和磷肥在各处理中用量相同, 施肥量分别为基肥磷酸二铵 375 kg/hm^2 + 尿素 150 kg/hm^2 , 追施尿素 450 kg/hm^2 ; 钾肥在第 3~5 水时分 3 次滴入。不同处理钾肥施用日期和施用量见表 1。

1.5 数据分析

试验数据采用 Excel 和 SPSS 17 统计软件进行分析, 制图采用 Simaplot 软件进行。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对番茄生育性状和产量的影响

由图 1 可以看出, 除 K75-1 处理外, 增施钾肥的各处理坐果数都显著高于 CK ($P < 0.05$); 增施钾肥各处理的单果重显著高于 CK。在常规施肥的基础上增施钾肥, 各处

理与CK产量差异均达极显著水平,以K150-2的产量最高,达150 925.5 kg/hm²,比CK增产34 026 kg/hm²,增幅29.11%;K225-2次之,为149 190 kg/hm²,增产32 290.5 kg/hm²,增幅27.62%;处理K225-1产量第3,增产30 165 kg/hm²,增幅25.80%;K150-1产量第4,为141 001.5 kg/hm²,增产24 102 kg/hm²,增幅20.62%;K75-2产量第5,增产17 779.5 kg/hm²,增幅15.21%;K75-1产量第6,增产15 195 kg/hm²,增幅13.00%。增产幅度依次为K150-2>K225-2>K225-1>K150-1>K75-2>K75-1>CK。

通过室内考种数据可以看出,加工番茄在常规施肥的基础上增施钾肥,能促进加工番茄生长发育,各处理与CK的产量差异最主要来源于单株坐果数的差异。由此可见,增施钾肥后,加工番茄无论是坐果数和单果重

均有所提高,单株坐果数为重要高产基础;施肥量以150 kg/hm²为宜,施肥方式为50%基施后再50%追施可获得最高产量。

2.2 不同施肥处理对番茄品质的影响

由图2可知,K75-2和K225-2处理果实的可溶性固形物含量显著高于对照,其它处理可溶性固形物含量大小依次为:K75-1>K150-2>CK>K150-1;CK和K75-1处理的果实色差保持较高值,与K150-2、K75-2、K225-2处理的果实有显著差异;K150-1和K150-2处理的果实粘度显著低于其它处理,这表明K150-1和K150-2处理的果实更适合制汁;而其它处理的果实粘度高,以制作果酱为宜;K150-2和K225-2处理的果实总酸含量显著高于其它各处理。

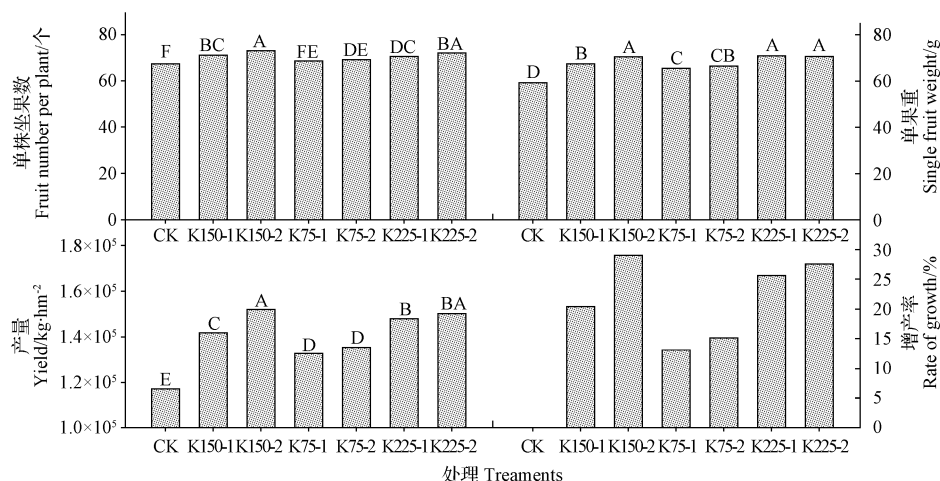


图1 不同施钾处理对加工番茄生育性状和产量的影响

Fig. 1 The influence of different K treatment on growth and yield of processing tomato

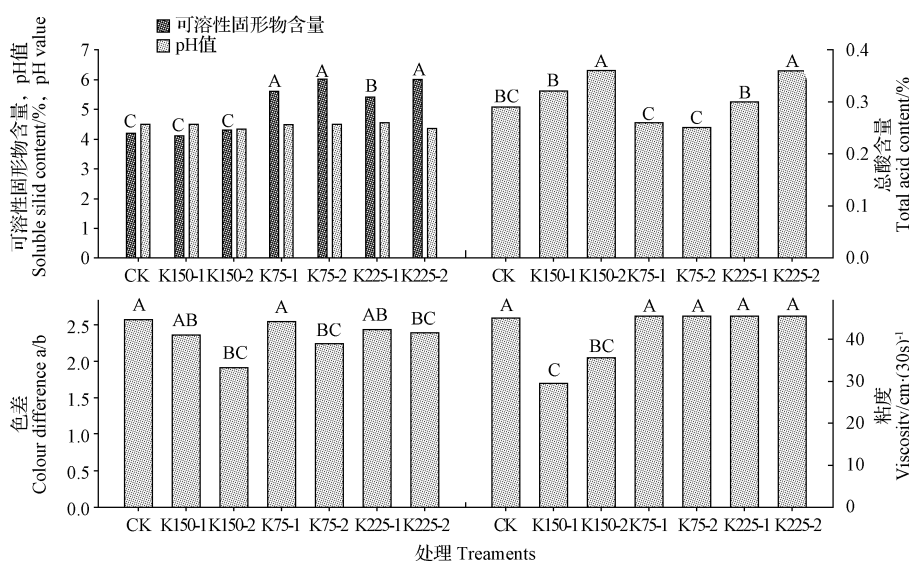


图2 不同施钾量处理对加工番茄果实品质的影响

Fig. 2 The effect of fruit quality of processing tomato under different K managements

2.3 不同施肥处理对番茄果实经济效益的影响

由表 2 可以看出,不同施钾处理对番茄果实产量和经济效益均有很大影响。增施钾肥各处理的果实收入依次为 K150-2>K75-2>K75-1>K150-1>K225-2>

K225-1>CK;其中 K150-2 处理的果实产量增幅达到 14.44%;最大经济效益各处理依次为 K75-2>K150-2>K75-1>K150-1>K225-2>K225-1;K75-2 处理的产投比达到 1:14.43。

表 2 不同施肥处理对番茄果实经济效益的影响

Table 2 Influence of different fertilizer treatments on economic benefit of processing tomato

处理 Treatment	平均产量 Average yield /kg·hm ⁻²	产值 Output value /元·hm ⁻²	肥料 成本 Fertilizer cost /元·hm ⁻²	钾肥投入量 Potassic fertilizer /kg·hm ⁻²	施钾增加收入 Increase income /元·hm ⁻²	产值增幅 Output income /%	钾肥产投比 Potassic input-output ratio/(1:x)
CK	116 899.0	42 082.5	2 437.5	0	0	0	0
K150-1	141 001.0	50 760.0	8 962.5	150	2 152.5	5.429436	1:4.95
K150-2	150 925.5	54 333.0	8 962.5	150	5 725.5	14.44192	1:13.16
K75-1	132 095.0	47 553.0	5 700.0	75	2 208.0	5.569429	1:10.15
K75-2	134 679.5	48 483.0	5 700.0	75	3 138.0	7.915248	1:14.43
K225-1	147 064.5	52 942.5	13 050.0	225	247.5	0.624291	1:0.39
K225-2	149 190.0	53 707.5	13 050.0	225	1 012.5	2.553916	1:1.55

注:加工番茄;0.36 元/kg,尿素;2 元/kg,磷酸二铵;3.3 元/kg,加拿大钾肥;2.9 元/kg。

3 讨论与结论

加工番茄是新疆第二“红色产业”^[7],随着该产业的发展,种植面积和产量正在逐年提高,同时对应的施肥技术研究也呈现出重要的地位^[8]。而新疆一直被称之为不缺钾的地区,但对加工番茄而言,其对钾肥的需求较大,1 t 的番茄产品需要吸收 5.0 kg K₂O^[9]。果实中的钾含量超过了氮和磷^[10]。

该研究表明,在新疆灌耕灰漠土上,在氮肥和磷肥施用相同的条件下,增施钾肥并且合理的施用,均能增加加工番茄的单株坐果数和单果重;钾的施用量以 150 kg/hm² 为宜,施用方法为一半基施,一半追施,坐果数最多。同时 225 kg/hm² 用量和一半基施、一半追施的处理也表现出较高的坐果数。这表明施肥量增加的同时,后期追肥可显著增加坐果数。在单果重上,施肥量为 225 kg/hm² 处理,无论是全部基施还是追施,都能显著提高单果重;同时 150 kg/hm² 的处理无论何种施肥方式,对单果重都有很好的促进作用,由此可见,钾肥的投入对单果重影响显著。在番茄产量上,施用 150 kg/hm² 钾肥,一半基施,一半追施的处理最高,这也表明,在新疆荒漠土壤条件下,滴灌施 150 kg/hm² 的钾肥,在播种前基施和生育期追施,将会获得最高的产量,而该用量对坐果数的增加有显著作用,进而增加了总产量。

钾肥肥料应用中,选择何种钾肥也有重要的意义,钾肥的伴随离子可以增加产品的附加值,如氮、硫、镁等,但对肥料用量大,土壤灌溉排水不畅的条件下,对钾肥的选择要考虑,同时钾肥伴随养分价格波动等都是施用钾肥的限制因素^[11]。新疆地处边疆,钾肥的交通运输成本使得该地区农民施用肥料的成本较高。该研究表

明,加工番茄的产投比和肥料的成本是密切相关的。氯化钾 75 kg/hm² 的施用量,同时施用方法为基施和追施后,钾肥的产投比最高,其次是 150 kg/hm² 钾肥的施用量,同时施用方法为基施和追施的产投比也达到 1:13.16。这表明,钾肥投入降低后,增效的效果增大,这主要受钾肥价格的影响。而施用 150 kg/hm² 钾肥的处理,产投比也保持较高的水平,因为肥料增施,产量效益的增加,使得投入和产出也可获得高效。由此可见,如果钾肥的价格合理,肥料效益最大的产投比应为 150 kg/hm²,同时,2 种产投比高的处理,施肥方式都是一致的,即一半基施,一半追施。该结果也表明,要获得高的产投比,施肥方式也是发挥钾肥肥效的一个非常重要的技术措施。

氮、磷、钾的合理配置是提高番茄产量的重要措施^[12]。该研究表明,在新疆加施氯化钾作滴灌追肥,对加工番茄单株果数和单果重有显著的影响。施钾可以增加番茄植株坐果数和单果重。在当季钾肥价格合理的条件下,推荐最佳基肥施钾量为磷酸二铵 375 kg/hm²+尿素 150 kg/hm²+氯化钾 75 kg/hm²;生长过程中追施尿素 450 kg/hm²,氯化钾 75 kg/hm²,分 3 次在盛花期和果实膨大期滴入的施肥方式为最合理的施肥方式。如果当季钾肥价格过高,推荐最佳基肥施钾量为磷酸二铵 375 kg/hm²+尿素 150 kg/hm²+氯化钾 37.5 kg/hm²;生长过程中追施尿素 450 kg/hm²,氯化钾 37.5 kg/hm²,分 3 次在盛花期和果实膨大期滴入的施肥方式为最合理的施肥方式。钾是提高番茄品质的重要营养元素^[13],分析结果也表明,增施钾素营养对加工番茄果实品质的可溶性固性物含量、色差、粘度和总酸含量有影响。品质上的差异,对番茄加工企业具有一定的参考意义。可溶性固形物含量高,色差大的产品加工附

加值高,而对不同粘度的番茄可以加工出不同的产品,加工企业可以根据不同的品质成分来确定产品的加工。增施钾肥使果实的总酸值增加,表明各种酸含量增加,也有利于加工企业选择适宜的加工产品。这些品质的结果对栽培种植技术中钾肥施用的指导也具有一定的现实意义。因此在氮肥和磷肥施用的基础上,施用合理而适量的钾肥,配合正确的施肥技术才是新疆加工番茄产量和效益及品质的重要保障。

该研究还表明,新疆大面积种植加工番茄的产业中,钾肥的产投比和钾肥的价格及施肥方式有很大的关系,目前肥料价格不断上升,如果酱用茄果平均收购价格上升空间有压力,农民就会根据实际收益来调整种植结构,这对目前新疆需要稳定农村产业结构、实现农产品市场有序发展和均衡供应具有负面影响,同时也不利于农民长远利益的保护。因此增施钾肥、提高加工番茄产量的同时,更要提高其产投比,努力增加农民的收入,对农民的种植技术进行指导和扶持,进一步加大加工产品品质等研究工作,以增加企业的产品附加值,才能真正促进农民种植番茄的积极性,从而避免市场大起大落,造成农民和企业不必要的损失。

(该文作者还有杜娟、王丽娜,单位为昌吉市农业技术推广中心站。)

参考文献

- [1] 庞胜群,王祯丽,张润,等.新疆加工番茄产业现状及发展前景[J].中国蔬菜,2005(2):39-41.
- [2] 彭秀丽,张杰克.新疆加工番茄产业发展探讨[J].中国工程咨询,2004(5):21-22.
- [3] 刘力,张艳华,司伟.新疆番茄生产贸易现状及其影响因素分析[J].新疆农垦经济,2005(5):28-32.
- [4] Krusekopf H H, Mitchell J P, Hartz T K, et al. Praseddress soil nitrate testing identifies processing tomato fields not requiring sidedress N fertilizer[J]. Hort Science, 2002, 37(3): 520-524.
- [5] 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[J].新疆农业科学,2006, 43(5): 375-379.
- [6] 张会民,徐明岗.长期施肥土壤钾素演变[M].北京:中国农业出版社,2008:8.
- [7] 喻树龙,王健,杨晓光,等.新疆加工番茄适生种植气候区划[J].中国农业气象,2005, 26(4): 268-271.
- [8] 史春余,张夫道.有机-无机复合肥对番茄产量、品质和有关生理特性的影响[J].中国农业科学,2002, 37(8): 1183-1187.
- [9] 吕英华.无公害蔬菜施肥技术[M].北京:中国农业出版社,2003: 163-165.
- [10] 郭如新.硫镁肥及硫酸钾肥[J].高产施肥,2003(10):3.
- [11] Albert E L,鲁剑巍.钾的合理评价[J].高产施肥,2003(10):3.
- [12] 王进,田丽萍,褚贵新,等.干旱区覆膜滴灌条件下氮磷钾肥配施对加工番茄产量及光合特性的影响[J].北方园艺,2006(4):7-10.
- [13] 张炎,马海刚.施钾对加工番茄产量与品质的影响[J].中国土壤与肥料,2008(3):40-42.

Effect of Different Potassium Chloride Content and Way on Yield and Quality of Processing Tomato by Drip Irrigation in Xinjiang

LI Li¹, RE Fu-kaiti¹, CHEN Hong-yu², WANG Ye², HE Ming-cai³, YANG Yong², DU Juan², WANG Li-na²

(1. Key Laboratory of Oasis Ecology and Desert Environment, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy Sciences, Urumqi, Xinjiang 830011; 2. Agricultural Extension Stations of Changji, Changji, Xinjiang 831100; 3. Xinjiang Tunhe Co. Ltd., Changji, Xinjiang 831100)

Abstract: On the gray desert soil of Xinjiang cultivation, planting film with drip irrigation ways processed on planting tomatoes, using conventional habits fertilizer as CK, the effect of different content and application method of potassium on yield and quality of processing tomato were studied. The results showed that increasing potash fertilizer could improve the fruit number per plant, the single fruit weight and yield of the processing. The number of the fruit number per plant was the main factor of yield increasing. The yield of K quantity with 150 kg/hm² (50% base, 50% flowering period, drip into the three times) treatment was the highest, reached 15 t/hm². It increased 14.4% than control (no potassium). K quantity of 75 kg/hm² (50% base, 50% flowering period, drip into the three times) the ratio of outputs to inputs of fertilizer was higher. But the ratio of potash was easily influenced by price changes. Potassium had significant influence on soluble solids content, viscosity, color distortions and the total acid content of processing tomatoes. In terms of comprehensive performance, under the condition of the membrane drip irrigation in Xinjiang, applying appropriate recommended processing tomato potassium chloride content in the range: 75~150 kg/hm². The method of potash fertilization points as basal and topdressing

Key words: drip irrigation; potassium chloride; processing tomato; yield; quality