

DOI:10.11937/bfyy.201513044

# 腐植酸复混肥对新疆温室苗期加工番茄养分吸收和生长的影响

李莉<sup>1</sup>, 郝丽<sup>1</sup>, 热甫开提<sup>1</sup>, 钱文婷<sup>1</sup>, 刘德国<sup>2</sup>, 何明才<sup>3</sup>

(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. 新疆禾稼欢有限公司, 新疆 昌吉 831100; 3. 新疆屯河有限公司, 新疆 昌吉 831100)

**摘要:**以加工番茄为试材, 采用穴盘育苗栽培, 利用光照栽培的方法, 底肥施用 8 种不同腐植酸复混肥配方, 测定了苗期加工番茄的生物量、氮、磷、钾的含量及土壤有机质和速效养分含量, 并进行根扫描。结果表明: 配方为 N-P-K:7-18-13, 腐植酸 8%, 有机质 2% 的腐植酸复混肥(硫酸钾)和配方为 N-P-K:9-23-7, 腐植酸 8%, 有机质 2% 的腐植酸复混肥(氯化钾)的配方促进了苗期加工番茄植株和根氮、磷、钾的积累; 显著增加了根长和根比表面积; 提高了土壤中有机质和速效氮、速效磷、速效钾的含量, 减少了肥料用量间的差异。

**关键词:**腐植酸复混肥; 苗期; 加工番茄; 养分; 生长

**中图分类号:**S 641.226.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)13-0160-05

新疆是我国主要的番茄酱产地之一, 番茄加工已成为近年来农民增收的一种重要经济作物<sup>[1]</sup>。加工番茄目前普遍采用的是移栽方法, 茄苗移栽后, 在生产中农民对移栽后的基肥不重视, 在秧苗生长中后期, 随着高温的蒸发, 幼苗极易出现缺肥现象。同时, 在苗期栽培中也存在重无机肥、轻有机肥、基本不施用有机肥现象,

造成氮、磷肥施用量过大, 容易出现高脚细苗, 也不利于苗期的移栽和后期成活。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, 但实际上, 加工番茄苗期也需要一定的钾肥补充<sup>[2-3]</sup>。腐植酸肥目前是农业生产中重要的有机肥加工原料, 在生产中, 可用其与氮、磷和钾肥的混合配比施用来提高和改善加工番茄的产量和品质, 改善土壤结构, 培肥地力<sup>[4-7]</sup>, 研究表明腐植酸肥与钾肥结合能提高钾的利用效率<sup>[8]</sup>。

针对以上科学问题, 通过对腐植酸复混肥的施用量的研究试验, 探索不同配比的复混肥在苗期加工番茄上的施用效果, 筛选出适合当地生产所需底肥的施用量和

**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与生理及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资助项目(201131112)。

**收稿日期:**2015-01-30

## A New Hot Pepper F<sub>1</sub> Hybrid ‘Xinjiao No. 24’

GE Jufen, YAN Tong, OUYANG Wei, Nuliyangmuguli • MUMINGJIANG, GAO Fangyu, DUAN Xiaodong  
(Urumqi Research Institute of Vegetables, Urumqi, Xinjiang 830011)

**Abstract:** ‘Xinjiao No. 24’ is a early maturing hybrid hot pepper variety bred by crossing inbred line 2002046-3-1-1 as female parent with inbred line 2002065-6-2-1 as male parent. It grows vigorously with long growth period. It has stronger resistance to virus and *Phytophthora* blight. Its fruit is sheep-horn shaped, 21.4 cm in length, 3.6 cm of shoulder diameter, and 2.2 mm of flesh thickness. The average fruit weight is about 48.8 g and 667 m<sup>2</sup> yield is about 4 600 kg. It is officially approved for commercial release in 2012 by Xinjiang Uygur Autonomous Region Non Main Crops Variety Committee.

**Keywords:** pepper; new variety; ‘Xinjiao No. 24’; F<sub>1</sub> hybrid

施用方法,因此制备针对温室育苗移栽后的加工番茄腐植酸复混肥,促使番茄的株高、茎粗、真叶数和叶片数成为旺苗和壮苗,同时地上和地下部分发育平衡,根系发达,色白且须根多,根坨坚实不松散,对当地加工番茄有重要的生产和指导实践意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试番茄品种为“石红 303”(Lycopersicon esculintum Mill‘Shihongsanlingsan’)。

供试土壤类型为灰漠土。质地为壤土。0~20 cm 土壤 pH 8.1,有机质 11.9 g/kg、速效氮 55 mg/kg、速效磷 9.5 mg/kg、速效钾 255 mg/kg。

供试肥料为尿素(N 46%),磷酸二胺(N 18%,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 46%),硫酸钾(K<sub>2</sub>O 50%),氯化钾(K<sub>2</sub>O 60%),腐植酸肥(腐植酸 46%)。

### 1.2 试验方法

于 2012 年在中国科学院新疆生态与地理研究所实验室进行。穴盘栽培,采用点播,每个处理 3 月 10 日土壤消毒、拌肥、装盘、喷清水润土。3 月 13 日播种,每穴播种 2~3 粒,出苗后留最强壮苗 1 株。每 2~3 d 喷水 1 次,防治病虫害 1 次,苗后期,每 3 d 喷施 0.5‰浓度的尿素 1 次。5 月 10 日采收植株样品和根系。

试验设计了 6 种处理,每处理 3 次重复。腐植酸复混肥型以 100 kg 为例,试验处理设置见表 1。处理 7、8 是农民常用施肥量,作为对照。

表 1 各处理肥料配比用量

处理	腐植酸肥	磷酸二胺	硫酸钾	氯化钾	有机质	膨润土
Treatment	Humic acid	Phosphorus	Potassium	Potassium	Organic	Bentonite
	fertilizer	diamine fertilizer	sulphate	chloride	matter	
1	17.5	50	12.5	0.0	12.5	7.5
2	17.5	43	22.0	0.0	12.5	5.0
3	17.5	38	25.0	0.0	12.5	7.0
4	17.5	50	0.0	10.0	12.5	10.0
5	17.5	43	0.0	18.0	12.5	9.0
6	17.5	38	0.0	21.0	12.5	11.0
7(CK1)	0.0	50	12.5	0.0	12.5	0.0
8(CK2)	0.0	50	0.0	10.5	12.5	0.0

### 1.3 项目测定

采收后对各处理进行采样,植物样品分地上部和根烘干制备样做全量 N、P、K 的测定<sup>[9]</sup>。采集各处理的土壤,土壤样品的测试指标包括:有机质、pH 值、土壤速效氮、磷、钾。收集根部进行扫描。有机质测定采用消化炉加热-重铬酸钾容量法;pH 值测定采用电位法、土壤速效 N、P、K 测定分别采用蒸馏-开氏消煮法、Olsen-P 法、乙

酸铵提取法;地上部和根系鲜、干重测定采用烘干法。

### 1.4 数据分析

采用 Excel 2007 和 SAS 8.1 软件进行数据分析,采用 Surfer 7.0 软件处理根扫描数据,采用 Simaplot 10.0 软件制图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同腐植酸复混肥对加工番茄养分的影响

由图 1 可知,不同腐植酸肥料各处理在加工番茄苗期,地上部的植株氮、磷和钾含量有显著差异。处理 3、4 植株在氮、磷和钾的积累上都显著高于其它处理( $\alpha=0.05$ ),其中农民常用施肥量处理 7、8 显著低于所有施用腐植酸配方的处理。其中,处理 1、5、6 的植株氮、磷和钾的含量间无显著差异,但显著高于处理 7、8,其中处理 2 氮含量要显著低于处理 1、3、4、5、6,磷和钾的含量变化和 1、5、6 相同。在苗期,腐植酸的施用对番茄的地上部氮、磷、钾的积累有着显著的影响,不同的配比存在差异,其中处理 3 中硫酸钾肥的高量和磷肥的低量的腐植酸配方和处理 4 中氯化钾肥的低量和磷肥的高量腐植酸配方效果最佳。

对照处理 7、8 根中氮、磷和钾的含量都显著( $\alpha=0.05$ )低于其它施用腐植酸的处理。而处理 3 依旧表现出显著( $\alpha=0.05$ )高于其它处理的优势。处理 1、2、4、5、6 在磷和钾的积累量上无显著差异( $\alpha=0.05$ ),但显著高于对照处理 7、8。在氮的积累上,处理 5、6 要显著低于处理 1、2、3、4。苗期根养分的积累,不同的肥料配比存在差异,其中处理 3 中硫酸钾肥的高量和磷肥的低量在腐植酸的配比下更有利于根的养分积累。

### 2.2 不同处理对根生长的影响

图 2 表明,腐植酸肥料的施用对根长有显著的影响,施用腐植酸处理的肥料,根长显著长于不施用腐植酸肥的处理 7、8,而处理 3 配方的腐植酸肥根长显著( $\alpha=0.05$ )高于其它处理,由此可见,此配方有利于根的生长。处理 4 在根长的增加上也有其优势,也显著( $\alpha=0.05$ )高于处理 1、2、5、6。氯化钾肥在腐植酸的合理配使用下,也显著地促进了根的生长。在根比表面积上,处理 3、4 也显示出显著的优势( $\alpha=0.05$ )。腐植酸的配施,使得根的比表面增加显著,促进了植物对养分吸收的面积,增强了养分吸收的能力。配施腐植酸的各处理与对照不施用腐植酸的处理 7、8 相比,显著( $\alpha=0.05$ )增加了根比表面积,处理 1、2、5 无显著差异,但相对处理 7、8 也显著( $\alpha=0.05$ )增加了根比表面积。处理 5、6 显示,氯化钾肥的增加,不利于根长和根比表面积的增加。

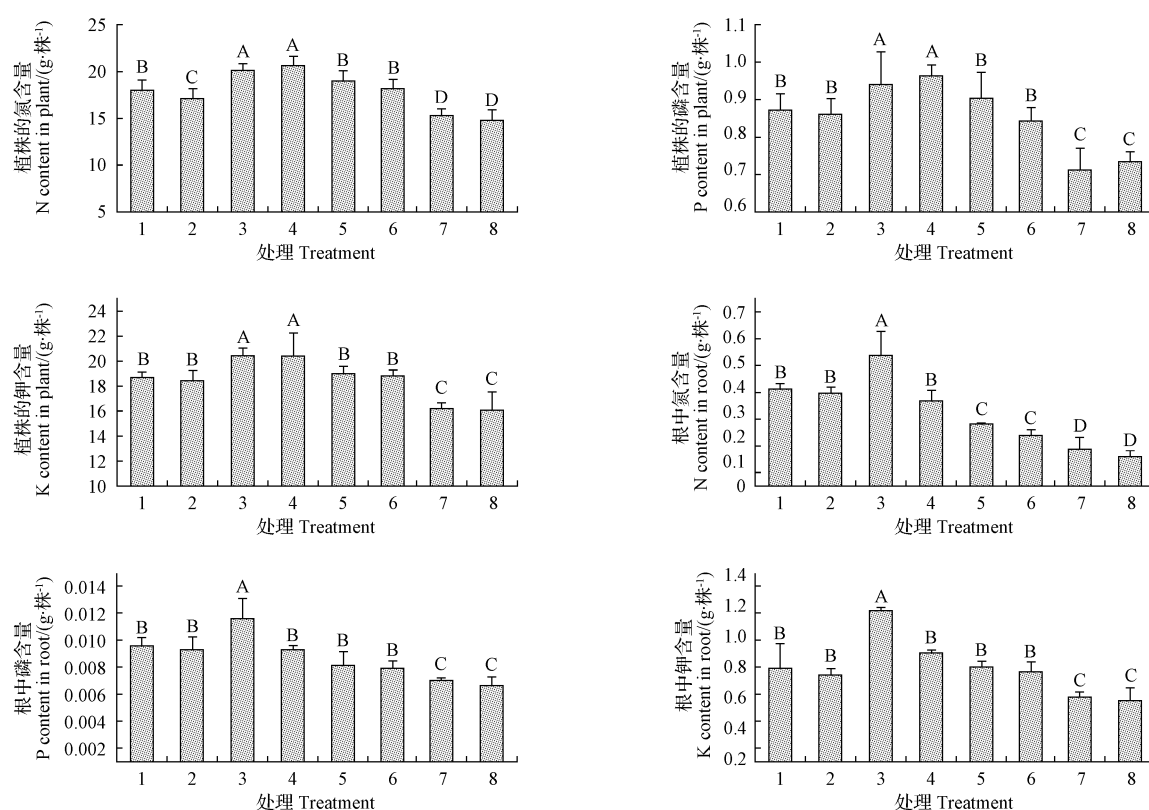


图1 番茄苗期不同处理植株和根的营养含量

Fig. 1 The content of nutrient in plant and root with different treatments of tomato seedling stage

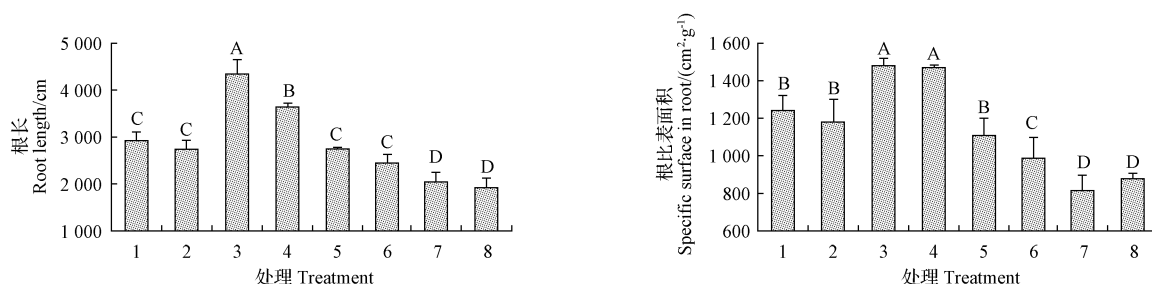


图2 不同处理的加工番茄植株根长和根比表面

Fig. 2 The length and specific surface of root with different treatments of tomato seedling stage

### 2.3 不同处理对土壤养分的影响

图3表明,不同腐植酸处理的配方肥,土壤中有机质和速效氮、速效磷、速效钾表现出显著( $\alpha=0.05$ )高于不施用腐植酸的各处理,腐植酸对土壤中有机质的提高有一定的促进作用,显著提高了土壤中可供植物生长的速效氮、速效磷及速效钾,提高了土壤肥力,促进番茄苗的生长。施用腐植酸的各处理速效氮和速效磷各处理无显著差异,速效氮无差异是因为水平一致,土壤中可供氮量的变化无差异,而磷的施用量不同,其中处理3是低量磷供应,而处理4是大量磷供应,但土壤中处理3并没有表现出显著的降低,处理4也没有表现出显著的增加,这就表明低量的磷在腐植酸的作用下,也能将释

放出更多的有效磷;同时高量的磷在腐植酸的作用,释放的有效磷也能被植物更多地吸收利用,所以合理的磷用量及腐植酸的配用也能促进磷的有效利用。施用腐植酸处理的速效钾表现出处理3、4显著( $\alpha=0.05$ )低于其它配施腐植酸的处理。处理3是钾高量的施用,而土壤中速效钾却表现出含量低,处理4是钾低量的施用,而土壤中速效钾却表现出含量与处理3无差异。腐植酸对土壤中钾含量的影响是明显的。在腐植酸的作用下,番茄对土壤中速效钾的吸收增强,处理3的植物生长迅速,对土壤中的速效钾耗竭多,土壤中速效钾降低明显,而处理4的植物生长也表现出良好的趋势,虽然施用的钾肥量低,但由于腐植酸的促进作用,土壤速

效钾依旧能满足植物生长的需求,植株生长不受影响。处理 5 和处理 6 显示,氯化钾的施用对土壤有效钾的释

放有一定的促进作用,随着钾肥的增加,速效钾含量增加明显。

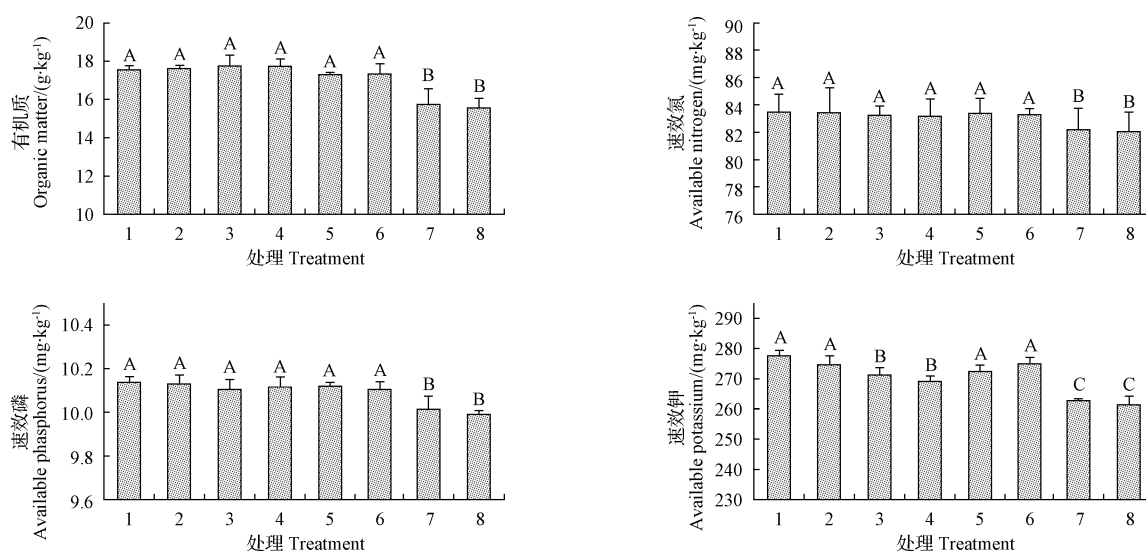


图 3 加工番茄苗期不同处理土壤速效养分和有机质含量

Fig. 3 The content of readily available nutrient and organic matter of soil different treatments of tomato seedling stage

### 3 讨论

加工番茄的苗期施肥是后期植株壮苗的关键,因此对应的施肥技术的研究也呈现出重要的地位<sup>[10-12]</sup>。而新疆因称之为不缺钾的地区,对腐植酸肥等有机肥的施用不重视,有些农户也没有施用钾的意识,对氮肥施用量大,对磷钾肥施用量低。而对新疆土壤而言,农田土壤速效钾的含量基本在 100~250 mg/kg 的钾含量间,但不同作物对钾的需求是不同的,加工番茄对钾的需求量大,不仅在生长的前期需要,在后期坐果期对钾肥的需求更大,果实中的钾含量超过了氮和磷<sup>[13]</sup>。但如果单纯加大肥料的施用,不仅带来农户经济上的投入,同时对土壤和水的影响也会带来负面的影响<sup>[14]</sup>。

该研究表明,不同腐植酸肥料配方中,肥料为 N-P-K:7-18-13,腐植酸 8%,有机质 2%的硫酸钾的配方,肥料为 N-P-K:9-23-7,腐植酸 8%,有机质 2%的氯化钾的配方在加工番茄苗期生长中表现出良好的优势,地上部的植株的氮、磷、钾的积累显著高于农民常用施肥量。硫酸钾、氯化钾和磷酸二胺与腐植酸的不同配比,肥效有相同的处理也表明,硫酸钾和氯化钾在新疆土壤中都能发挥对作物生长的良好促进作用。因此有关氯化钾不利于新疆作物生长,还需要在不同作物和不同土壤中根据栽培条件,做进一步的研究。根的氮、磷和钾的含量的积累显示,施用腐植酸配比的肥料显著高于农民常用施肥量。硫酸钾配肥的 N-P-K:7-18-13,腐植酸 8%,有机质 2%对根的生长有更好的促进作用。这表明在腐植酸

的配施下,硫酸钾施用量的增加能显著增加根的营养含量。硫酸钾和氯化钾对根生长的影响区别显著在氮的积累上,高量的氯化钾不利于根氮的积累,但对磷和钾的积累相互差异不显著。在养分吸收外表特征的根长和根比表面积上,也显示出与根养分积累相应的变化特征,硫酸钾高量、磷酸二胺低量与氯化钾低量、磷酸二胺高量腐植酸肥料配方都显示出对根长和比表面积的增加,但高量的氯化钾也不利于根长和根比表面的增加,有可能和钾离子和氯离子增多,扰乱了离子平衡有关<sup>[15]</sup>。于此同时,研究也表明腐植酸可改善土壤的物理特性、增加了土壤肥力的活性,对植物生长有着很好的促进作用,在该研究中对加工番茄的生长也证实了这明显的肥效<sup>[6-7]</sup>。

研究证实,肥料为 N-P-K:7-18-13,腐植酸 8%,有机质 2%的硫酸钾的配方,肥料为 N-P-K:9-23-7,腐植酸 8%,有机质 2%的氯化钾的配方,提高了土壤有机质和速效氮、速效磷、速效钾的含量。施用腐植酸不仅提高了土壤有效磷的供应,使得低施磷和高施磷的肥效效果也可满足作物对磷的吸收和利用。速效氮的来源基本来源当季的施用,所以速效氮在各腐植酸处理表现一致。土壤中速效钾在腐植酸的作用下,无论是高量硫酸钾、低量磷酸二胺的处理和低量氯化钾、高量磷酸二胺的处理,都有利于植物的吸收。植物的生长在腐植酸配施下,合理配方的硫酸钾、磷酸二胺及氯化钾间都发挥相互促进作用。硫酸钾和氯化钾对土壤中速效钾的变



化有不同趋势,随硫酸钾施用的增加,土壤中速效钾含量降低,而氯化钾变化相反。这可能受地上部植株生长势所影响,对土壤速效钾的耗竭程度不同造成的,硫酸钾更有利于植物吸收,而氯化钾更有利于土壤有效钾的积累。

在新疆加工番茄苗期,氮、磷、钾与腐植酸肥的合理配置是促进和提高番茄产量重要措施之一<sup>[8,16]</sup>。该研究表明,加工番茄基肥配方中,肥料为 N-P-K:7-18-13,腐植酸 8%,有机质 2% 的硫酸钾配方,和肥料为 N-P-K:9-23-7,腐植酸 8%,有机质 2% 的氯化钾配方效果最佳。而腐植酸有机肥的投入成本低,效果好,可为后期植株生长强壮和增产提供高产的基础。这对新疆加工番茄种植有一定的指导意义,加工番茄基肥中,不仅有氮、磷、钾间有合理的配方,腐植酸也存在适宜的量才能真正发挥出良好的促进作用,所以对腐植酸施用量与肥料间的相互作用也将是下一步研究的重点。

#### 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] 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.
- [3] 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.

- [4] 马丙尧,邢尚军,马海林,等. 腐植酸肥料特性及其应用展望[J]. 山东林业科技,2008(1):83.
- [5] 马海刚,徐万里,何生丽,等. 腐植酸肥料在加工番茄上施用的肥效及对品质的影响[J]. 新疆农业科学,2009,46(4):772-775.
- [6] 文娜,杨波涛. 腐植酸肥料对土壤的改良作用及其测定方法[J]. 新疆化工,2007(4):18-19,15.
- [7] 胡秀芝,程稼科. 有机肥可提高土壤肥力[J]. 吉林农业,2008(5):30.
- [8] 薛世川,孙志梅,彭正萍,等. 腐植酸复合肥的养分释放规律与控释机理的研究[J]. 腐植酸,2001(3):30-32.
- [9] 中科院南土所. 土壤理化分析[M]. 上海:上海科技出版社,1987.
- [10] 周泽容. 测土配方技术在加工番茄上的示范应用分析[J]. 新疆农业科技,2013(3):21-23.
- [11] 刘俊杰,齐树森,魏小春,等. 氮磷钾小同浓度配施对加工番茄苗期生育及生长量的影响[J]. 北方园艺,2009(7):4-6.
- [12] 吴奇峰,李艳,王强,等. 氮、磷、钾小同配比营养液对加工番茄穴盘苗生长的影响[J]. 北方园艺,2012(11):19-23.
- [13] 郭如新. 硫镁肥及硫镁钾肥[J]. 高产施肥,2003(10):61-64.
- [14] 张乃明. 施肥对蔬菜中硝酸盐累积量的影响[J]. 土壤肥料,2001(2):37-38.
- [15] 宋姗姗,隆小华,刘玲,等. 钠钾比对盐胁迫下盛花期长春花离子分布和光合作用的影响[J]. 土壤学报,2011,48(4):883-887.
- [16] 史春余,张夫道,张树清,等. 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,2004,37(8):1183-1187.

## Study on Effect of Applied Humic Acid Compound Fertilizer on Nutrient Absorption and Growth of Greenhouse Seedling Processing Tomatoes in Xinjiang

LI Li<sup>1</sup>, HAO Li<sup>1</sup>, Refukaiti<sup>1</sup>, QIAN Wenting<sup>1</sup>, LIU Deguo<sup>2</sup>, HE Mingcai<sup>3</sup>

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

**Abstract:** Taking processing tomato as test material, the project in processing tomato nutrient uptake and growth in seedling stage were studied using hole tray seedling cultivation, adopt the method of light cultivation, eight kinds of different humic acid fertilizers application fertilizer formula were applied, the seedling biomass, nitrogen, phosphorus, potassium content of processed tomatoes and soil organic matter and available nutrients were determined. The roots tomatoes were scanned. The results showed that the formula for N-P-K:7-18-13, humic acid 8%, organic matter 2% of humic acid compound fertilizer ( $K_2SO_4$ ) and formula for N-P-K:9-23-7, humic acid 8%, organic matter 2% of humic acid compound fertilizer (KCL) formula promoted root of processing tomato plant in the seedling stage and the accumulation of nitrogen, phosphorus and potassium; significantly increased the root length and specific surface area of root; improved soil organic matter and available nitrogen, available phosphorus and available potassium content, reduced the difference between the fertilizer.

**Keywords:** humic acid compound fertilizer; seedling stage; processing tomato; nutrient; growth