

木本泥炭促进设施番茄生长和改良土壤的效果

陈 硕¹ 聂海斌² 谭 钧³ 邢文军³ 陈 清^{1*}

(¹ 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100193; ² 北京市大兴区农业技术示范站, 北京 102606; ³ 香港中向国际有限公司, 北京 100004)

摘 要: 针对设施菜田土壤连作障碍、蔬菜品质降低等问题, 以北京郊区春大棚番茄为研究对象, 通过基施木本泥炭及其他添加物料作土壤调理剂, 研究其对番茄产量、品质以及设施土壤改良效果的影响。结果表明: 木本泥炭 + 苛性钾处理较常规施肥处理番茄产量显著增加 16.73%, 果实 VC 含量显著增加 55.77%, 同时明显增加了耕层土壤速效磷、钾养分含量, 提高了 pH 值, 而单施木本泥炭、木本泥炭 + 米糠菌剂处理与常规施肥处理均无显著差异。施用木本泥炭及其他添加物料均有降低土壤表层盐分累积的趋势。综上, 施用木本泥炭及其他配合物料对设施番茄生长以及土壤改良有良好的促进作用, 其中木本泥炭 + 苛性钾处理效果最佳。

关键词: 木本泥炭; 番茄; 设施菜田; 土壤改良; 果实品质

集约化设施果菜类蔬菜生产因其对肥料依赖程度很高, 过量施肥现象非常普遍 (周鑫鑫等, 2013; Yan et al., 2013), 造成资源浪费的同时, 还会导致土壤养分失衡、作物生长异常以及品质下降等问题。目前, 我国设施菜田栽培的蔬菜种类比较单一, 复种指数高, 加之过量施肥, 造成土壤养分离子间产生拮抗作用, 从而引起土壤盐分累积, 多余的离子无法被作物吸收还会增加土壤中的残留盐分; 另外, 灌水频繁, 有些土壤的团粒结构被破坏, 大孔隙减少, 通透性变差, 盐离子下行障碍导致土壤积盐 (丁国强, 2005), 同时造成养分淋洗甚至土壤退化 (吕福堂等, 2009), 进而影响作物的生长, 并且随着种植年限的延长土壤 pH 值逐渐下降, 呈现酸化现象 (范庆锋等, 2009; 曾希柏等, 2010)。高峻岭等 (2011) 对青岛市设施菜田土壤的调查显示, 该地区土壤的平均 EC 值为 0.31

$\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ (0.11 ~ 0.77 $\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$), 51% 的土壤属低度盐渍化。土壤次生盐渍化问题已成为我国设施蔬菜栽培中普遍存在的问题 (周鑫鑫, 2013; 李宇虹和陈清, 2014)。

木本泥炭是由木本植物残体组成的泥炭, 大多是在富营养化沼泽条件下形成的, 颜色呈棕色、褐色、暗褐色, 块状结构。其特点是含碳量高 (可达 60% ~ 65%), 水溶物、半纤维素和纤维素含量低, 腐植酸和泥炭蜡含量相对较高, 腐植酸分子含有羧基、酚羟基、甲氧基、醌基等官能团 (张营等, 2012)。木本泥炭中加入苛性钾后, 可与其发生反应, 进而有效地提高其水溶性腐植酸含量 (刘兰兰等, 2008)。已有研究表明, 腐植酸类肥料不仅能有效改良土壤结构和理化性质, 而且与相同用量的普通肥料相比, N 的土壤自然循环还原能力增加 30% ~ 40%, P 的固定损失减少 45% 左右, K 的流失率降低 30% (程亮等, 2011), 同时增加土壤养分的有效性 (Du et al., 2013); 在促进作物生长发育、提高抗逆性和产量等方面亦有明显的效果 (史春余等, 2004; 毕军等, 2005)。微生物菌剂可以活化土壤有机与无机养分, 改善土壤团粒结构, 消除板结, 提高保水保肥能力; 而米糠可以保证微生

陈硕, 女, 硕士研究生, 专业方向: 蔬菜养分管理, E-mail: chens198909@126.com

* 通讯作者 (Corresponding author): 陈清, 男, 教授, 博士生导师, 专业方向: 经济作物养分管理与土壤质量, E-mail: qchen@cau.edu.cn

收稿日期: 2014-10-31; 接受日期: 2015-03-09

基金项目: 现代农业产业技术体系北京市果类蔬菜创新团队项目

物菌群的存活, 进而促进作物的生长以及土壤的改良(逢焕成等, 2009)。

针对设施菜田土壤盐渍化、酸化等问题, 本试验通过在设施菜田土壤中施用木本泥炭及苛性钾、米糠菌剂等添加物料, 研究其对番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.) 产量和品质的影响以及改良土壤的效果, 进而为提高蔬菜产量、改善蔬菜品质提供高效合理化途径。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于2014年3~7月在北京市大兴区农业技术示范站春大棚内进行, 供试大棚长60 m、宽8 m, 种植面积为464 m², 春季种植果菜类蔬菜, 秋季种植叶菜类蔬菜, 土壤剖面基础理化性质见表1。

表1 定植前设施土壤基础理化性状

土层深度 cm	速效氮 mg·kg ⁻¹	速效磷 mg·kg ⁻¹	速效钾 mg·kg ⁻¹	pH	EC μS·cm ⁻¹
0~30	75.3	119.3	120.8	7.95	690
30~60	41.5	44.3	112.8	8.25	366
60~90	49.0	4.6	78.9	8.28	396

供试番茄品种为金冠18号, 由北京金土地农业技术研究所育成; 栽培方式为传统畦栽, 机械定植, 株距40 cm, 灌溉方式为滴灌。供试木本泥炭来源于印度尼西亚, 苛性钾为氢氧化钾, 米糠菌剂来源于北京沃土天地生物科技有限公司。其中木本泥炭的理化性质为: 全氮含量6.6 g·kg⁻¹, 全磷0.025 g·kg⁻¹, 全钾0.43 g·kg⁻¹, 总腐植酸441.0 g·kg⁻¹, EC值92.8 μS·cm⁻¹, pH值5.44, 游离态腐植酸含量占腐殖酸总量的1%; 木本泥炭与苛性钾混合物中钾(K₂O)含量为10%。

1.2 试验方法

试验设4个处理: 常规水肥管理模式; 常规管理基础上基施木本泥炭; 常规管理基础上基施木本泥炭与米糠菌剂的混合物; 常规管理基础上基施木本泥炭与苛性钾的混合物。每处理3次重复, 小区面积31 m²。

所有处理在定植前均施用一特有机肥(北京一特有机肥厂)21 t·hm⁻² [含水量15.1%, 含氮(N)2.01%、磷(P₂O₅)1.82%、钾(K₂O)1.78%]。木本泥炭的施用量为4 500 kg·hm⁻²; 木本泥炭+米

糠菌剂的施用量为5 625 kg·hm⁻², 其中米糠和菌剂的添加量分别为10%和0.5%; 木本泥炭+苛性钾的施用量为3 750 kg·hm⁻², 其中苛性钾添加量为13%。各种物料均在施用有机肥后条施, 之后定植番茄幼苗, 后期追施不同配方的水溶性肥料(苗期配方N-P₂O₅-K₂O为25-5-20, 坐果期配方N-P₂O₅-K₂O为19-8-27)。通过调整配方中钾肥的含量, 使木本泥炭+苛性钾处理的钾素含量减少10%, 与其他处理钾素含量相同。所有处理氮、磷投入量相同, N肥施用量为607 kg·hm⁻², P₂O₅施用量为421 kg·hm⁻²; 木本泥炭+苛性钾处理的K₂O施用量为572 kg·hm⁻², 其余处理的K₂O施用量为632 kg·hm⁻²。田间管理措施根据春大棚内气候环境而定。

1.3 项目测定

在拉秧期进行植株和土壤样品的采集, 每个小区取具有代表性的植株3株, 分成根、茎、叶和果实4部分, 烘干前后分别称质量; 土壤样品按“S”形取样, 每小区4点混合为1个土样, 采样深度为0~30 cm、30~60 cm和60~90 cm, 采集的土样经风干、研磨、过筛(2 mm)、混匀后备测。土壤pH值采用电位法测定, 用去离子水浸提, 水土比为2.5:1; EC值采用电导仪测定, 用去离子水浸提, 水土比为5:1; 无机氮含量采用0.01 mol·L⁻¹ CaCl₂浸提、AA3连续流动分析仪测定; 速效磷含量采用0.5 mol·L⁻¹ NaHCO₃浸提、钼锑抗比色法测定; 速效钾含量采用1.0 mol·L⁻¹ NH₄OAc浸提、火焰光度计法测定(鲍士旦, 2000)。

在盛果期测定果实品质, 可溶性糖含量采用蒽酮法(张志良和瞿伟菁, 2003)测定; VC含量采用2, 6-二氯酚靛酚法(鲍士旦, 2000)测定。

分别在第1、2、3、4、5穗果果实成熟后测产, 并统计小区产量。

1.4 数据处理

试验数据采用Excel 2010软件进行处理, 利用SPSS (Version 17.0)软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 木本泥炭对番茄产量和干物质累积的影响

本试验中番茄共留5穗果, 其中第3、5穗果木本泥炭+苛性钾处理的番茄产量均显著高于常规

施肥处理和单施木本泥炭处理(表2)。由番茄总产量可以看出(表3),木本泥炭+苛性钾处理与常规施肥和单施木本泥炭处理相比显著提高了番茄总产量,分别增产16.73%和20.07%;木本泥炭+米糠菌剂处理的番茄总产量显著高于单施木本泥炭处理,但与常规施肥处理差异不显著。说明施用木本泥炭配合其他添加物料可以有效提高番茄产量,而单施木本泥炭处理的番茄产量有所下降,这可能与木本泥炭对当季土壤养分的吸附作用有关。

木本泥炭+米糠菌剂、木本泥炭+苛性钾处理的总干物质量均明显高于常规施肥和单施木本泥炭处理,分别增加了31.78%、30.80%和18.86%、17.97%;添加物料的两个木本泥炭处理间无显著差异。各处理果实干物质量和总干物质量的变化趋势一致(表3)。

表2 不同木本泥炭处理对番茄各果穗产量的影响

处理	产量/t·hm ⁻²				
	第1穗果	第2穗果	第3穗果	第4穗果	第5穗果
常规施肥	19.79 bA	24.48 aA	24.60 aB	25.36 aA	17.09 bB
木本泥炭	18.13 cA	28.81 aA	27.21 aB	18.83 bC	15.24 cB
木本泥炭+米糠菌剂	18.03 bA	28.14 aA	26.67 aB	26.12 aA	23.19 aA
木本泥炭+苛性钾	20.81 bA	31.96 aA	33.63 aA	22.42 bB	21.12 bA

注:表中不同大写字母表示同一穗果不同处理之间差异显著(α=0.05);不同小写字母表示同一处理不同果穗之间差异显著(α=0.05)。

表3 不同木本泥炭处理对番茄总产量及干物质累积的影响

处理	总产量/t·hm ⁻²	总干物质量/t·hm ⁻²	果实干物质量/t·hm ⁻²
常规施肥	111.32 bc	17.34 b	14.11 b
木本泥炭	108.22 c	17.47 b	14.47 b
木本泥炭+米糠菌剂	122.15 ab	22.85 a	19.38 a
木本泥炭+苛性钾	129.94 a	20.61 ab	17.31 ab

注:表中同列数据后不同小写字母表示差异显著(α=0.05),下表同。

2.2 木本泥炭对土壤pH值、EC值以及速效养分含量的影响

施用木本泥炭+苛性钾后,设施耕层土壤pH值较单施木本泥炭和木本泥炭+米糠菌剂处理显著升高,而与常规施肥处理无显著差异;并且较试验前耕层土壤pH值增加(表4)。从EC值可以看出(表4),单施木本泥炭及配合其他添加物料处理均有降低土壤耕层盐分累积作用的趋势,但各处理间无显

表4 不同木本泥炭处理对设施耕层土壤pH值、EC值的影响

处理	pH值	EC值/μS·cm ⁻¹
常规施肥	7.93 ab	483 a
木本泥炭	7.80 b	365 a
木本泥炭+米糠菌剂	7.87 b	423 a
木本泥炭+苛性钾	8.05 a	329 a

著差异。说明施用木本泥炭+苛性钾可以提高土壤pH值,改良酸性土壤,这可能是由于苛性钾的碱化作用所致;另外,木本泥炭及其他添加物料可以通过降低盐分表聚而在一定程度上缓解土壤盐渍化程度。

由图1可知,各处理耕层(0~30cm土层)土

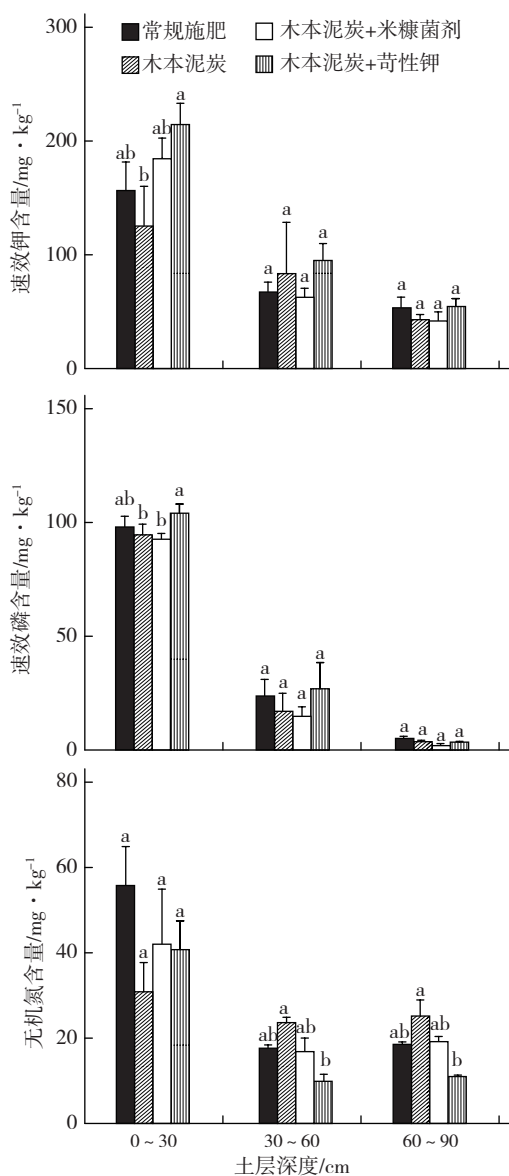


图1 不同木本泥炭处理对设施土壤速效养分含量的影响
图柱上不同小写字母表示差异显著(α=0.05)。

壤无机氮含量无显著差异,但施用木本泥炭及其他添加物料有降低土壤表层无机氮累积的趋势;木本泥炭+苛性钾处理的耕层土壤速效磷含量显著高于单施木本泥炭和木本泥炭+米糠菌剂处理,分别增加了11.63%、13.85%,但与常规施肥处理相比差异不显著;木本泥炭+苛性钾处理的耕层土壤速效钾含量显著高于单施木本泥炭处理,增加了71.31%,而与其他两个处理无显著差异。说明施用木本泥炭+苛性钾可以明显提高耕层土壤中速效态磷、钾的含量,进而改善设施栽培中磷、钾供应。

2.3 木本泥炭对番茄果实品质的影响

由表5可知,木本泥炭+苛性钾处理的番茄果实VC含量较其他处理分别显著提高了55.77%、44.25%和43.30%,单施木本泥炭和木本泥炭+米糠菌剂处理较常规施肥处理的VC含量增加,但差异不显著;而各处理番茄果实可溶性糖含量无明显差异。说明,施用木本泥炭+苛性钾可以通过增加果实VC含量改善果实品质。

表5 不同木本泥炭处理对番茄果实品质的影响

处理	VC/mg·kg ⁻¹	可溶性糖/g·kg ⁻¹
常规施肥	107.71 b	35.01 a
木本泥炭	116.31 b	36.91 a
木本泥炭+米糠菌剂	117.08 b	37.63 a
木本泥炭+苛性钾	167.78 a	34.70 a

3 结论与讨论

本试验结果表明,木本泥炭+苛性钾处理较常规施肥处理番茄产量显著增加16.73%,果实VC含量显著增加55.77%,改善了果实品质,同时明显增加了耕层土壤速效磷、钾养分含量,提高了根层土壤pH值;而单施木本泥炭、木本泥炭+米糠菌剂处理与常规施肥处理均无显著差异。另外,施用木本泥炭及其他添加物料均有降低土壤表层盐分累积的作用。因此,可以通过施用木本泥炭减缓设施菜田土壤养分淋失以及改良土壤,同时可以配合其他物料增加土壤养分当季有效性以及促进作物生长。

与常规施肥处理相比,施用木本泥炭+苛性钾处理显著提高番茄产量,改善果实品质,增加土壤速效磷、钾养分含量以及pH值,这与张继舟等(2008)关于腐植酸对番茄产量、品质以及土壤养

分、盐分等的研究结果一致,说明木本泥炭加入苛性钾可以活化其中的腐植酸,进而对作物和土壤产生影响;同时,由于其较高的pH值,对酸性土壤有一定的改良作用。另外,腐植酸还可通过对钾素的吸附作用获得缓释的效果(刘方春等,2006),致使后期木本泥炭+苛性钾处理的土壤速效钾含量较高,番茄后期产量和总产量也显著高于常规施肥处理。施用木本泥炭+米糠菌剂处理的番茄总产量显著高于单施木本泥炭处理,但与常规施肥处理相比并未达到显著水平;而番茄后期产量显著高于常规施肥处理,可能是木本泥炭添加菌剂后有缓释养分的效果;另外,从EC值、pH值、果实VC含量等指标来看,该处理并未明显改良土壤和改善果实品质,这可能是由于试验周期较短,有待于进一步研究。而单施木本泥炭处理与常规施肥处理相比,番茄总产量却有所下降,并且耕层土壤无机氮、速效磷和速效钾含量也都降低,这可能是由于泥炭本身拥有95%左右的孔隙率和200 m²·g⁻¹的比表面积(沈耀良,1995),具有较强的吸附性(曾鸿鹄等,2008),吸附植株根区附近养分子所致。因此,对于设施菜田这种水肥高投入、养分不均衡以及盐渍化严重的种植体系,施用木本泥炭以及配合其他物料可以在一定程度上减缓养分的淋失及土壤盐渍化程度;另一方面,也可能是其中的腐植酸类物质改变了土壤的团聚体稳定性(Albert et al., 2005)。本试验中,木本泥炭、木本泥炭+米糠菌剂以及木本泥炭+苛性钾处理耕层土壤EC值较常规施肥处理分别降低了24.43%、12.42%和31.88%,但都没有达到显著水平,这可能与设施菜田土壤盐分集聚严重且根层变异大(李宇虹,2013)有关。由于木本泥炭吸附性较强,且含有大量的腐植酸,对土壤物理性质有一定影响。因此,针对当前集约化设施菜田大水大肥以及养分淋洗现状,可以利用木本泥炭及其他添加物料合成的肥料产品增加养分的当季有效性,缓解养分淋失和土壤盐渍化程度。

参考文献

- 鲍士旦. 2000. 土壤农化分析. 北京: 中国农业出版社.
 毕军, 夏光利, 毕研文, 张萍, 史桂芳, 朱国梁. 2005. 腐殖酸生物活性肥料对冬小麦生长及土壤微生物活性的影响. 植物营养与肥料学报, 11(1): 99-103.
 程亮, 张保林, 王杰, 史亚龙, 陈可可. 2011. 腐植酸肥料的研究

- 进展. 中国土壤与肥料, (5): 1-6.
- 丁国强. 2005. 设施蔬菜土壤盐渍化的成因及防治. 长江蔬菜, (1): 32-33.
- 范庆锋, 张玉龙, 陈重. 2009. 保护地蔬菜栽培对土壤盐分积累及 pH 值的影响. 水土保持学报, 23 (1): 103-106.
- 高峻岭, 宋朝玉, 黄绍文, 张守才, 唐继伟, 李祥云, 张淑霞, 孙兆法. 2011. 青岛市设施蔬菜施肥现状与土壤养分状况. 山东农业科学, (3): 68-72.
- 李宇虹. 2013. 设施菜田土壤盐分累积动态的分析与评价 [硕士学位论文]. 北京: 中国农业大学.
- 李宇虹, 陈清. 2014. 设施果类蔬菜土壤 EC 值动态及盐害敏感性分析. 中国蔬菜, (2): 15-20.
- 刘方春, 邢尚军, 刘春生, 杜振宇, 段春华. 2006. 褐煤腐植酸对钾的吸附特性研究. 农业工程学报, 22 (8): 27-31.
- 刘兰兰, 王汝娟, 张晓冬, 陈晓光, 史春余. 2008. 二种含腐植酸钾肥的制备方法及对甘薯、生姜的增产效果. 中国土壤与肥料, (6): 78-81.
- 吕福堂, 张秀省, 董杰, 任秋萍. 2009. 日光温室土壤速效养分的累积和淋移特征研究. 水土保持学报, 23 (5): 191-194.
- 逢焕成, 李玉义, 严慧峻, 梁业森, 侯训波. 2009. 微生物菌剂对盐碱土理化和生物性状影响的研究. 农业环境科学学报, 28 (5): 951-955.
- 沈耀良. 1995. 废水处理中的几种廉价吸附剂. 重庆环境科学, 17 (3): 50-52.
- 史春余, 张夫道, 张树清, 李辉, 付成高. 2004. 有机-无机复合肥对番茄产量、品质和有关生理特性的影响. 中国农业科学, 37 (8): 1183-1187.
- 曾鸿鹄, 张爱莉, 佟小微, 纪锐琳, 王双飞, 朱义年, 李峰, 玉正红. 2008. 泥炭对磷吸附特性的试验研究. 桂林工学院学报, 28 (1): 102-108.
- 曾希柏, 白玲玉, 苏世鸣, 李莲芳. 2010. 山东寿光不同种植年限设施土壤的酸化与盐渍化. 生态学报, 30 (7): 1853-1859.
- 张继舟, 袁磊, 马献发. 2008. 腐植酸对设施土壤的养分、盐分及番茄产量和品质的影响研究. 腐殖酸, (3): 19-22.
- 张营, 冯莉, 宋玲玲, 王新. 2012. 褐煤中腐植酸的提取及其含氧官能团的分析. 安徽农业科学, 40 (24): 12146-12147, 12153.
- 张志良, 瞿伟菁. 2003. 植物生理学实验指导. 北京: 高等教育出版社.
- 周鑫鑫. 2013. 设施农业肥料高投入对土壤环境次生盐渍化的影响研究 [硕士学位论文]. 上海: 东华大学.
- 周鑫鑫, 沈根祥, 钱晓雍, 郭春霞, 顾海蓉. 2013. 不同种植模式下设施菜地土壤盐分的累积特征. 江苏农业科学, 41 (2): 343-345.
- Albert U I, Antonio F P, David B, Aravind S, William R J, Alvin D M. 2005. Effects of potassium humate on aggregate stability of two soils from Victoria, Australia. Geoderma, 125: 321-330.
- Du Z Y, Wang Q H, Liu F C, Ma H L, Ma B Y, Malhi S S. 2013. Movement of phosphorus in a calcareous soil as affected by humic acid. Pedosphere, 23 (2): 229-235.
- Yan Z J, Liu P P, Li Y H, Ma L, Alva A, Dou Z X, Chen Q, Zhang F S. 2013. Phosphorus in China's intensive vegetable production systems: overfertilization, soil enrichment, and environmental implications. Journal of Environmental Quality, 42 (4): 982-989.

Effect of Wood Peat on Greenhouse Tomato Growth and Soil Improvement

CHEN Shuo¹, NIE Hai-bin², TAN Jun³, XING Wen-jun³, CHEN Qing^{1*}

(¹College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193, China; ²Daxing District Agricultural Technology Demonstration Station, Beijing 102606, China; ³View Sino International Co., Ltd., Beijing 100004, China)

Abstract: Aiming at obstacles of vegetable soil after successive cropping and deterioration of vegetable quality in greenhouse, this paper takes tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown in a greenhouse at outskirts of Beijing in spring as research objective, and studies the effect of wood peat and other material as soil conditioners on tomato yield, quality and facility soil improvement. The results showed that the yield of tomato treated with wood peat plus potassium hydroxide (WP+KOH) increased 16.73%, and the VC content increased 55.77%. Meanwhile, the WP+KOH treatment also increase the contents of soil available nutrients and pH. The treatments of wood peat, wood peat plus fungicide had no significant effects on fruit yield and quality and available nutrients. All treatments by wood peat and other additional material had the trend of reducing soil surface salt accumulation. Therefore, wood peat and its material mixture had a positive effectiveness on greenhouse tomato growth and soil improvement. The WP+KOH treatment was the best.

Key words: Wood peat; Tomato; Facility vegetable field; Soil improvement; Fruit quality