

# 有机生态型无土栽培对番茄产量及品质的影响

张 瑜<sup>1</sup>, 杨晓贺<sup>2</sup>

(1. 黑龙江农业职业技术学院, 黑龙江 佳木斯 154007; 2. 黑龙江省农业科学院 佳木斯分院/农业部佳木斯作物有害生物科学观测实验站, 黑龙江 佳木斯 154007)

**摘要:**为了利用有机生态型无土栽培发展佳木斯的绿色农产品,以番茄为研究对象,以佳木斯农业、工业废弃物玉米秸秆、稻壳和炉渣为基质,通过设计不同的基质配比对番茄的生长动态、产量和品质进行了对比试验。结果表明:有机基质栽培番茄虽然具有一定的优势,但和各基质的配比密切相关,其中以处理 B(玉米秸秆:稻壳:炉渣=4:3:3,附加 10% 腐熟鸡粪)栽培效果最佳,较其它各处理相比,具有明显的生长优势,产量达到 28.13 kg·m<sup>-2</sup>,其单果重和单株产量也都最高,分别为 320 g 和 4.22 kg,与土培对照相比表现出极显著水平。而且各品质指标也都较土培对照要高。

**关键词:**佳木斯;有机基质;无土栽培;番茄

**中图分类号:**S317;S641.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)05-0042-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.05.0042

有机生态型无土栽培是指不用天然土壤,采用价廉易得并可就地取材的农作物秸秆(如玉米秸、葵花秸等)、玉米芯、废菇渣等农产废弃物作为无土栽培基质,利用有机固态肥并直接用清水灌溉作物的一种无土栽培技术<sup>[1]</sup>,具有成本低、环保、易操作、易推广等优点<sup>[2]</sup>,其生产的农产品符合国家绿色食品的标准,适合佳木斯地方特色、符合有机农业和农业可持续发展要求。是具有显著的经济、社会、生态效益的现代生产方式。

本研究利用佳木斯农业生产中产生的农产品废弃物玉米秸、玉米芯、稻壳等和工业产生的炉渣,运用科学的方法将其改造成为有机生态无土栽培的基质,成本低廉,变废为宝,不但能够大量生产绿色农产品,满足地方居民对高品质农产品的需求,同时解决了农产废弃物环境污染的问题,是一项一举多得的农业生态工程。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试番茄材料来自于黑龙江农业职业技术学院无土栽培实训基地,选取具有 4~7 片真叶的番茄幼苗。供试基质材料有玉米秸秆、稻壳、炉渣和鸡粪 4 种基质,主要来自于佳木斯周边的农户。

### 1.2 方法

试验于 2012 年 4 月至 2014 年 9 月在黑龙江

农业职业技术学院无土栽培实训基地进行。

1.2.1 基质材料预处理 由于农作物秸秆、稻壳等有机质含量较高,具有较高的 C/N 值,直接使用将导致栽培基质中微生物与作物根系竞争养分,影响作物生长发育,从而影响作物的产量<sup>[3]</sup>,因此试验前对基质材料进行了预处理。

玉米秸秆:将新鲜玉米秸秆采收后去除叶片,将茎秆部分切碎成 2 cm 长的小节,按照圆锥形堆放,踏实后保持湿度在 70% 左右,表面覆盖塑料薄膜,每 10 d 进行一次翻堆,如此反复。当秸秆堆塌陷为原来体积的 1/2~1/3,中心颜色由绿色转变为浅黑色时发酵结束,使用前充分晾晒进行太阳能消毒<sup>[4]</sup>。

稻壳:将干燥稻壳用甲醛喷洒,之后用塑料薄膜覆盖 48 h,再加水堆放,保证含水量超过 60%,用塑料棚膜包裹严实暴晒 15 d 进行太阳能消毒<sup>[5]</sup>。

鸡粪:将鸡粪堆成高约 1 m、宽 2 m 的长方形料堆,并在堆顶打孔通气,最后用长方形塑料布将肥堆覆盖,保证含水量超过 70%。塑料布与地面相接触,每隔 1 m 压一重物,使膜内既通风又避免被大风吹起。注意早晚揭膜通风一次(1~2 h),天气晴朗时可在前一天傍晚揭膜,次日早上覆盖。堆沤 4~6 d 后,堆温可升至 60~70℃。堆沤 10 d 后可翻堆一次,堆沤 20 d 即能熟透<sup>[6]</sup>。

炉渣:由于炉渣是高温燃烧的产物,故不需要灭菌,只需将其过 1~2 cm<sup>2</sup> 筛,筛下的细炉渣备用即可<sup>[7]</sup>。

收稿日期:2014-12-10

第一作者简介:张瑜(1981-),女,黑龙江省佳木斯市人,硕士,讲师,从事生物技术与应用方面研究。E-mail: zhan-gyu7992@163.com。

1.2.2 基质配比设计 用经过充分发酵腐熟的鸡粪 10% 分别和进行预处理后的不同比例的玉米秸秆、稻壳与炉渣为栽培基质(见表 1),以园土栽培为对照。每个处理占一个小区,小区面积为 9 m<sup>2</sup>。

表 1 栽培基质配比(体积比)

Table 1 Proportion of culture substrates(volume ratio)

处理 Treatments	鸡粪 Chicken manure	玉米秸秆 Maize straw	稻壳 Rice husk	炉渣 Slag
A	10%	3	4	3
B	10%	4	3	3
C	10%	5	2	3
D	10%	0	7	3
E	10%	7	0	3
F	10%	7	3	0
CK	10%	田园土		

1.2.3 栽培管理 采用基质槽培。每一个栽培槽为一个栽培小区,栽培槽长 10 m,宽 0.9 m,深 0.2 m,间距 0.7 m。槽底及四壁先铺上一层塑料薄膜,在其上铺上粗炉渣,以便于排水透气,厚度为 5 cm,粗基质上铺上一层麻布袋,然后再铺上混配好的栽培基质。每个小区种植 2 行,每行 30 株番茄,株距 30 cm,行距 35 cm。

栽培期间只需滴灌清水。一般每天供水 1~2 次,应根据植株状况、基质温湿度、天气和季节的变化灵活掌握,但每次滴灌量以槽底有水流出为限。

表 2 不同配比栽培基质的理化性状

Table 2 Physical and chemical properties of different culture substrates

处理 Treatments	容重/(g·cm <sup>-3</sup> ) Volume	总孔隙度/% Total porosity	通气孔隙/% Aeration porosity	持水孔隙/% Container capacity	气水比/% Air-water ratio	pH
A	0.29 bcdBC	72.63 cC	26.13 cC	46.50 bB	56.19 cC	7.20 abA
B	0.31 bcdBC	70.72 dC	23.25 eE	47.47 bB	48.98 eEF	7.18 abA
C	0.32 bcBC	72.37 cdC	24.79 dD	47.58 bB	52.10 dDE	7.18 abA
D	0.28 cdBC	75.96 bB	27.22 bB	48.74 aA	55.85 cCD	7.16 bA
E	0.34 bB	68.28 eD	25.68 cCD	42.60 dD	60.28 bB	7.18 abA
F	0.26 dC	80.51 aA	32.86 aA	47.65 bB	68.96 aA	7.13 bA
CK	1.02 aA	64.85 fE	20.56 fF	44.29 cC	46.42 eE	7.43 aA

不同大小写字母分别代表 0.01 和 0.05 水平差异显著。下同。  
Different capital letters and lowercases mean significant difference at 0.01 and 0.05 level. The same below.

番茄生长期间采取统一的追肥制度,定植后 15 d 开始进行第一次追肥,以后随植株生长每隔 10 d 追肥一次,追肥为充分腐熟的鸡粪,追肥量为 15 g·株<sup>-1</sup>,其它管理按照常规管理。

1.3 测定项目及数据统计

分别测定不同栽培基质下的相关理化性质,及番茄株高、茎粗、叶片数和产量等。试验数据运用 Excel 2003 和 DPS V7.05 软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同配比栽培基质理化性状分析

基质是无土栽培中植物赖以生存的基础,无土栽培基质的理化性状将直接影响植物的生长发育过程。由表 2 可知,7 种处理基质的容重,对照土壤容重最大,为 1.02 g·cm<sup>-3</sup>,与处理 A~F 差异显著,其余各处理的容重均在理想的栽培范围之内,且容重都较小,易于栽培过程中搬运。孔隙度反映了基质的孔隙状况和水、气的相对容纳空间,试验中各处理的总孔隙度均在适宜(54%~96%)范围之内<sup>[6]</sup>,其中处理 F 的总孔隙度为 80.51%,是 7 种栽培基质中总孔隙度最大的,与其它处理差异显著,其次为处理 D,为 75.96%,对照 CK 的总孔隙度最小,为 64.85%。各处理的气水比除处理 F 外,其余 6 种处理的气水比均在 1:1.5~4.0<sup>[6]</sup>的适宜范围内,说明处理 F 的保水能力较差。在化学性质方面,试验中各处理基质的 pH 均大于 7,不存在显著差异,且所有处理 pH 基本都在番茄适宜生长的范围之内(5.0~7.5)<sup>[6]</sup>,基本不会影响番茄的生长。

2.2 不同配比栽培基质对番茄生长的影响

株高、茎粗和叶片数是植物体生长的主要外在表现指标,从一定程度上反映了其生理代谢的强弱。由表 3 可以看出,处理 B 的株高最高,为 137.9 cm,与其它各处理相比差异显著,其次是处理 A 和处理 C,显著高于处理 F 和对照。处理 B 的茎粗最大,为 0.874 cm,其次是处理 A 和处理 C,分别为 0.865 和 0.853 cm,与对照相比差异显著。B 处理的叶片数最高,平均叶片数为 17.6 片,其它各处理叶片数无显著性差异。综上所述,与其它处理相比,处理 B 的基质配比具有明显的生长优势。

2.3 不同配比栽培基质对番茄产量的影响

从表 4 可知,不同配比栽培基质之间产量差异较大,多个处理间差异达到了极显著,其中以处理 B 产量最高,为 28.13 kg·m<sup>-2</sup>,与处理 D、E、F 及对照差异极显著。其单果重和单株产量也都最高,分别为 320 g 和 4.22 kg,与对照相比均表现

出差异极显著。其次是处理 A,各项产量指标也都较高,与对照相比,表现出了差异显著性。单株果数各处理之间没有显著性差异。

表 3 不同配比栽培基质对番茄的株高和茎粗生长动态的影响

Table 3 Growing dynamic of different cultivation substrate on plant height and stem diameter of tomato			
处理 Treatments	株高/cm Plant height	茎粗/cm Stem diameter	叶片数/片 Leaf number
A	134.6 bAB	0.865 abAB	16.8 abA
B	137.9 aA	0.874 aA	17.6 aA
C	132.5 bBC	0.853 abcABC	16.5 abA
D	128.7 cdCDE	0.828 cdABC	15.4 bA
E	129.4 cCD	0.832 bcdABC	16.0 abA
F	126.3 deDE	0.820 cdBC	15.2 bA
CK	124.8 eE	0.814 dC	15.2 bA

表 4 不同配比栽培基质对番茄产量的影响

Table 4 Effect of different substrate formulas on yield of tomato				
处理 Treatments	产量/(kg·m <sup>-2</sup> ) Yield	单果重/g Weight of per fruit	单株产量/kg Yield per plant	单株果数/个 Single plant fruits
A	26.47 abAB	308 abAB	3.97 abAB	12.9 aA
B	28.13 aA	320 aA	4.22 aA	13.2 aA
C	24.67 bcABC	289 abcAB	3.70 bcABC	12.8 aA
D	23.09 cdBC	277 bcAB	3.46 cdBC	12.5 aA
E	23.47 cdBC	282 bcAB	3.52 bcdBC	12.5 aA
F	22.24 cdC	274 bcAB	3.34 cdBC	12.2 aA
CK	21.06 dC	268 cB	3.16 dC	11.8 aA

2.4 不同配比栽培基质对番茄品质的影响

由表 5 可以看出,不同配比基质栽培的番茄在品质上表现出一定的差异性。可溶性固形物决定着番茄的口味,7 个处理中可溶性固形物含量为 4.15%~5.35%,处理 B 的可溶性固形物含量最高,与处理 D、E、F、CK 均存在显著性差异。可溶性糖是番茄固形物的重要组成部分,也是评价番茄品质优劣的重要指标,处理 B 可溶性糖含量最高,为 3.64%,CK 最低,为 3.20%,除对照外,各处理可溶性糖没有明显的差异显著性;有机酸是人味觉器官感觉敏感的物质,直接影响番茄的口感,处理 B 的有机酸含量为 0.49%,口感最好,

处理 F 和 CK 的含量较高,口感最差;人体需要的 VC 主要来源于蔬菜,因此这一指标关系着蔬菜品质的高低。不同配比基质栽培的番茄 VC 含量均比对照高,特别是处理 B、A、C,与对照相比差异极显著;硝酸盐经过富集可以产生致癌物质,人体中大部分的硝酸盐是从蔬菜中吸收的,因此硝酸盐含量的高低可以表现出蔬菜品质的优劣,由表 5 可以看出,对照和各个基质处理的硝酸盐含量都低于我国蔬菜硝酸盐允许量(300 mg·kg<sup>-1</sup>),其中以处理 B 含有的硝酸盐含量最低,为 80.23%。

表 5  不同配比栽培基质对番茄品质的影响  
Table 5  Effect of different substrate formulas on fruit quality of tomato

处理 Treatments	可溶性固形物/% Solid matter	可溶性糖/% Soluble sugar	有机酸/% Organic acid	VC/(mg·(100 g) <sup>-1</sup> )	硝酸盐含量 Nitrate
A	5.21 aAB	3.58 aAB	0.52 bA	21.79 aA	82.47 cdCD
B	5.35 aA	3.64 aA	0.49 bA	21.85 aA	80.23 dD
C	5.18 aAB	3.52 aAB	0.53 abA	21.68 aA	83.36 cCD
D	4.67 cC	3.41 abAB	0.56 abA	19.72 bAB	85.55 bcBC
E	4.98 bB	3.46 abAB	0.57 abA	20.98 abA	84.73 cBC
F	4.46 dC	3.39 abAB	0.59 abA	19.63 bAB	88.12 bB
CK	4.15 eD	3.20 bB	0.68 aA	17.89 cB	112.85 aA

3 结论与讨论

有机生态型无土栽培基质的理化性质均较土培对照要好,比重小,适宜搬运,空隙度大,透气性好,而且 pH 值更适宜番茄生长。各有机基质的理化性质与其成分配比密切相关,玉米秸秆、稻壳、炉渣 3 种基质混合的配方较两种基质混合的配方要好,其中以处理 B(玉米秸秆:稻壳:炉渣=4:3:3,附加 10%腐熟鸡粪)的理化性质最佳,建议规模化生产采用,其次是处理 A 和处理 C,而未添加无机基质炉渣的处理 F 的气水比超过了 1:1.5~1:4.0 的适宜范围,说明处理 F 的保水保肥能力较差,植物易发生倒伏,不建议采用。

采用有机基质栽培的番茄与土培对照番茄相比具有明显的生长优势,尤其是配方 B、配方 A 和配方 C,其株高、茎粗均与传统土培有显著性差异,叶片数虽然没有表现出显著性差异,但也可以看得出有机基质栽培的番茄叶片数比传统土培要好。

采用有机基质栽培的番茄其产量均比土培对照要好,不仅总产量较高,单株产量也较高。在品

质方面亦是如此,特别是可溶性固形物、维生素 C 和硝酸盐的含量,对土培对照相比,均达到显著性差异,完全符合绿色食品的标准。但是同时也可以看出,不同有机基质配方间的产量和品质差别也较大,可能是不同配方间由于其组分不同,其释放的营养素的种类和含量不同所致,还需要进一步研究。

参考文献:

[1] 蒋卫杰,郑光华,刘伟.有机生态型无土栽培技术[J].中国蔬菜,1997(3):53-54.

[2] 白纲义.有机生态型无土栽培营养特点及其生态意义[J].中国蔬菜,2000(增刊):40-45.

[3] 蒋卫杰,余宏军,刘伟.有机生态型无土栽培技术研究进展[J].农村实用工程技术,2005(8):34-35.

[4] 刘凯.有机生态型无土栽培基质发酵和辣椒栽培基质配方研究[D].兰州:甘肃农业大学,2010:8-15.

[5] 尚秀华,谢耀坚,杨小红.4 种不同氮源对稻壳腐熟处理效果的研究[J].热带作物学报,2011(12):2226-2230.

[6] 王振龙.无土栽培教程[M].北京:中国农业大学出版社,2008:71-72.

[7] 李赛群,肖光辉,王志伟.有机生态型无土栽培的基质和施肥技术研究进展[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2013(4):194-198.

Effect of Eco-organic Type Soilless Culture on Yield and Qualioy of Tomato

ZHANG Yu<sup>1</sup>, YANG Xiao-he<sup>2</sup>

(1. Heilongjiang Agricultural Vocation and Collical Technical, Jiamusi, Heilongjiang 154007;  
2. Jiamusi Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/ Scientific Observing and Experimental Station of Crop Pests of Jiamusi, Ministry of Agriculture, Jiamusi, Heilongjiang 154007)

**Abstract:** In order to develop green agricultural products of Jiamusi using eco-organic type soilless culture, taking tomatoes as object, and the maize straw, rice husk and slag of by agricultural and industrial waste of Jiamusi, the effect of different substrates on tomato growth, yield and quality was compared. The results showed that organic soilless culture of tomato had some advantages, but it was closely related to the ratio of matrix. Compared with other treatments, the cultivation effect of treatment B (corn straw:rice husk:slag = 4:3:3, additional 10% chicken manure) was the best. It had obvious growth advantage, its yield reached 28.13 kg·m<sup>-2</sup>, and its single fruit weight and yield per plant were the highest, they reached 320 g and 4.22 kg, respectively. The difference of treatment B was extremely significant compared with soil culture. The quality of treatment B were also higher than soil culture's.

**Keywords:** Jiamusi; organic substrate; soilless culture; tomato