

复合基质在大棚番茄无土栽培上的应用研究

薛书浩,孟焕文,程智慧,彭 婧,谢之春,于艳辉

(西北农林科技大学 园艺学院,农业部西北园艺植物种质资源利用重点开放实验室,陕西 杨凌 712100)

【摘要】【目的】初步探讨发酵后的部分农业有机废弃物替代草炭在大棚番茄无土栽培中的应用效果。【方法】以番茄品种“金棚朝冠”为试材,采用金宝贝基质营养土发酵助剂发酵玉米秸秆、玉米芯、稻壳,与自然腐熟的牛粪和河沙按体积比组配成 4 种复合基质(基质 A:60%玉米秸秆+20%河沙+20%牛粪;基质 B:50%玉米秸秆+10%玉米芯+20%河沙+20%牛粪;基质 C:50%玉米秸秆+10%稻壳+20%河沙+20%牛粪;基质 D:40%玉米秸秆+10%玉米芯+10%稻壳+20%河沙+20%牛粪,以上均为体积分数),并配施烘干鸡粪和三元复合肥,以 50%草炭+25%珍珠岩+25%蛭石(CK1)、常规土壤栽培(CK2)为对照,研究不同基质对春夏季大棚番茄生长特性、产量和品质的影响。【结果】栽培前,已添加等量基肥的 4 种复合基质,其容重、总孔隙度、pH 值和 EC 值都在番茄无土栽培适宜的理想基质范围之内;在番茄定植后的整个生育期内,4 种复合基质中只有基质 B 番茄的株高和茎粗接近于 CK1 和 CK2;拉秧时基质 B 中番茄的根冠比最大;基质 B 的栽培效果在 4 种复合基质中最优,番茄产量仅比 CK1 和 CK2 分别减少 1.1%和 1.9%,番茄果实糖酸比和维生素 C 含量与 CK2 相比分别提高 72.3%和 13.0%,番茄果实硝酸盐含量与 CK2 相比极显著降低 26.1%。【结论】复合基质 B 可以代替草炭用于大棚番茄的无土栽培,从而达到资源化利用农业废弃物,解决设施蔬菜生产过程中土壤盐渍化和连作障碍问题及提高果实品质的目的。

【关键词】 番茄;复合基质;无土栽培;产量;品质

【中图分类号】 S641.2

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2009)11-0107-06

Application research on compound substrate in soilless culture of greenhouse tomato

XUE Shu-hao, MENG Huan-wen, CHENG Zhi-hui, PENG Jing,
XIE Zhi-chun, YU Yan-hui

(College of Horticulture, Northwest A&F University, Key Laboratory of Horticultural Plant Germplasm Resource Utilization in Northwest China, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】 The preliminary study on soilless culture of greenhouse tomato was conducted with some fermented agricultural organic waste. 【Method】 With tomato cv. ‘Jinpeng Chaoguan’ as material, the experiment studied the influences of different compound substrates on growth, yield and quality of tomato under plastic tunnel during spring-summer season. Four kinds of compound substrates (substrate A: 60% corn straw + 20% river sand + 20% cattle manure; substrate B: 50% corn straw + 10% corn cob + 20% river sand + 20% cattle manure; substrate C: 50% corn straw + 10% rice husk + 20% river sand + 20% cattle manure; substrate D: 40% corn straw + 10% corn cob + 10% rice husk + 20% river sand + 20% cattle manure), were prepared with different ratios of corn straw, corn cob, rice husk (all fermented by King Baby microbial ferment agent), cattle manure (natural fermentation) and river sand, combined with dried chicken manure and the ternary compound fertilizer as topdressing. Two treatments were used as

* [收稿日期] 2009-03-25

[基金项目] 国家“十一五”科技支撑计划项目(2007BAD57B03)

[作者简介] 薛书浩(1983-),男,河南南阳人,在读硕士,主要从事蔬菜栽培生理生态研究。E-mail: shuhao8301@yahoo.com.cn

[通信作者] 孟焕文(1961-),女,陕西蒲城人,副教授,硕士,主要从事蔬菜生理和黄瓜育种研究。E-mail: menghw@163.com

control:50% peat + 25% perlite + 25% vermiculite (CK1) was taken as the substrate control of organic ecotype culture and the conventional soil culture (CK2) was taken as the control of substrate culture. 【Result】 The equivalent basic fertilizer was added in the four kinds of compound substrates before cultivation. Before cultivation the physicochemical properties of the four kinds of compound substrates, such as bulk density, total porosity, pH and EC, were all in the appropriate ranges of an ideal soilless culture substrate for tomato. The plant height and stem diameter of tomato throughout the whole growth period of crop field setting were found close to CK1 and CK2 only in the substrate B. At the end of experiment the root-shoot ratio of tomato cultivated in the substrate B was the largest. Among the four kinds of compound substrates the cultivation effects of the substrate B was the best one, whose yield decreased by 1.1% and 1.9% respectively compared with CK1 and CK2. Both the ratio of sugar and acid and the content of vitamin c of tomato cultivated in the substrate B significantly increased by 72.3% and 13.0% respectively compared with CK2. The content of nitrate in tomato cultivated in the substrate B significantly decreased by 26.1% than that in CK2. 【Conclusion】 The compound substrate B can be used in soilless culture of greenhouse tomato instead of using peat, so as to reach the goal of solving soil salinization and continuous cropping obstacle by resource-utilizing agricultural residue and improving the fruit quality.

Key words: tomato; compound substrate; soilless culture; yield; quality

在我国西北地区,随着农村产业结构的调整,设施蔬菜生产面积在逐年扩大。但由于广大种植户在生产过程中,栽培蔬菜种类比较单一,单纯追求产量及过量使用速效化肥等因素,使得设施土壤次生盐渍化和连作障碍日趋严重,不仅危害蔬菜生长发育,还制约了设施农业的可持续发展^[1-2]。设施蔬菜基质栽培技术可有效地解决设施栽培土壤连作病害的发生和盐渍问题^[3-4]。但常规基质采用的草炭价格昂贵,并且是不可再生资源,过量开采会破坏沼泽地的生态环境^[5-7]。因此,利用来源广泛、价格低廉的农业废弃物作为草炭的替代基质受到了国内外的重视^[5,8]。王忠红等^[9]研究了羊粪和麦秸混合的腐熟有机物与沙化土按体积比所配不同基质,对日光温室甜瓜品质和产量的影响;高新昊^[10]研究了秸秆基质的复配及其在设施番茄栽培上的应用效果;Opstal^[11]研究了不同堆肥代替草炭作为日光温室栽培基质的应用效果;Tzortzakos 等^[12]研究了密闭自然发酵的玉米秸秆与珍珠岩、浮石按不同比例混配后,对保护地番茄品质和产量的影响。

我国农村地区农作物秸秆和畜禽粪便资源丰富。若能立足各地资源,就地取材,资源化利用农业废弃物替代草炭合成设施蔬菜栽培基质,必能带来巨大的社会、经济和生态效益^[5]。本研究以西北地区主要的农业废弃物玉米秸秆为主要原料,进行番茄无土栽培基质配方筛选试验,旨在为资源化利用农业废弃物(作物秸秆和畜禽粪便)替代草炭合成设施蔬菜栽培基质,以及解决设施蔬菜生产过程中土

壤盐渍化和连作障碍问题提供理论依据和技术参考。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 2008 年 3 月初至 8 月中旬在西北农林科技大学园艺学院试验站塑料大棚内进行,供试番茄品种为“金棚朝冠”。供试基质材料:玉米秸秆、玉米芯、稻壳于 2007-10 从陕西杨凌郊区购得,自然风干后,玉米秸秆和玉米芯用畜用打料机粉碎后备用;牛粪从杨凌西卜村养牛场购得且已充分腐熟,风干备用;草炭、珍珠岩、蛭石从西安雁环花卉市场购得;河沙从杨凌渭河河滩处购得,消毒后备用。供试发酵菌剂材料:北京华夏康源金宝贝基质营养土发酵助剂(基 11⁰¹)。供试肥料:尿素(含 N 46%)、磷酸二铵(N 18%, P₂O₅ 46%)和硫酸钾(含 K₂O 52%)购于杨凌裕丰种业;三元复合肥为烟台美盛化肥有限公司生产的复混肥料(N 18%, P₂O₅ 12%, K₂O 20%);鸡粪为优质烘干鸡粪,从西安雁环花卉市场购得(实验室测得烘干鸡粪的有效养分含量为:碱解 N 2 397.09 mg/kg,速效 P 826.45 mg/kg,速效 K 3 644.58 mg/kg)。

实验室测得玉米秸秆 C/N=75.85:1,玉米芯 C/N=81.84:1,稻壳 C/N=112.46:1。将粉碎后的玉米秸秆、玉米芯和稻壳分别堆置,按照各自测得的 C/N 值分别添加尿素水调节各物料堆的 C/N=30:1,饱和含水量达到 60%,再向各物料堆分别加

入物料堆干质量 0.03% 的发酵菌剂,混匀后用塑料薄膜密闭,进行 50 d 堆置发酵,期间视温湿度情况进行 2~3 次翻堆、补水。基质充分发酵后,自然风干备用。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验采用随机区组设计,小区面积 2.56 m²,试验设 6 种基质处理(表 1),3 次重复。

表 1 供试基质配方(体积比)

Table 1 Prescription of different substrates (by volume)

| 基质 Substrate | 玉米秸秆 Corn straw | 玉米芯 Corn cob | 稻壳 Rice husk | 河沙 River sand | 草炭 Peat | 珍珠岩 Perlite | 蛭石 Vermiculite | 牛粪 Cattle manure | 土壤 Soil |
|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------|----------------|-------------------|---------------------|------------|
| A | 6 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| B | 5 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| C | 5 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| D | 4 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| CK1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2.5 | 2.5 | 0 | 0 |
| CK2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

注:CK1 为有机生态型栽培基质对照;CK2 为常规土壤栽培,作为基质栽培的对照。

Note:CK1 refers to the substrate control of organic ecotype culture; CK2 refers to the conventional soil culture, as the control of substrate culture.

1.2.2 栽培槽设计 除常规土壤栽培外,其余各处理均采用地下式土挖栽培槽种植。栽培槽槽深 30 cm,长 3.2 m,宽 80 cm,槽间距 60 cm,槽建好后在槽底及四周均铺一层 0.06 mm 的聚乙烯塑料薄膜,各槽装填 30 cm 厚混入基肥的基质,每条槽内铺设间距 30 cm 滴灌管 2 条。

1.2.3 栽培管理 供试番茄于 2008-03-20 穴盘育苗,育苗基质为杨凌新天地育苗基质,待幼苗长至四叶一心时于 05-10 选长势一致的壮苗进行定植,株距 30 cm,行距 40 cm,每小区 20 株。定植后在滴灌管上覆上地膜,浇透水,以后视植株的生长和天气状况进行滴灌。基质栽培施肥分基肥和追肥:基肥为每 m³ 基质施入烘干鸡粪 15 kg,三元复合肥 1 kg,肥料与基质混好后装槽;追肥采用有机无机复合肥,即 m (烘干鸡粪): m (三元复合肥)=6:4,定植后 20 d 开始追肥,此后每隔 15 d 追 1 次肥,每次每株施有机无机复合肥 15 g,追肥 2 次;坐果后每 7 d 追 1 次肥,每次每株 25 g,追肥 4 次。常规土壤栽培(CK2)在定植前进行整地,每 667 m² 施优质腐熟牛粪 1 万 kg,磷酸二铵 75 kg,硫酸钾 50 kg,在定植后第 1 层果膨大时每 667 m² 追施尿素 15 kg,磷酸二铵 10 kg,硫酸钾 50 kg,第 2 层果膨大时,再进行一次追肥,数量同第一次^[13]。各处理单干整枝,吊蔓支架,4 层果后打顶,植株调整措施同一般大棚番茄管理。所有番茄于 2008-08-20 拉秧。

1.2.4 测定项目及方法 各处理混入基肥装槽后,分别取样测定各处理的理化性质:基质容重和总孔隙度参照 Atiyeh 等^[14]的方法测定,pH 值以 1:2.5 浸提法^[15]测定,电导率(EC)以 1:5 浸提法^[15]测

定,有机质用重铬酸钾容量法^[16]测定,碱解氮用 NaOH 扩散、标准酸滴定法^[16]测定,速效磷用 0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提、比色法^[16]测定,速效钾用 1 mol/L CH₃COONH₄ 浸提、火焰光度法^[16]测定;各小区在定植缓苗后,选取 5 株长势基本一致的相似株进行挂牌标记,每隔 15 d 测定标记株的株高(从根茎部到生长点的实际高度)和茎粗(主茎第 1 节间);在拉秧时,各小区取样 5 株置于烘箱内 105 ℃ 杀青 15 min,75 ℃ 恒温 48 h,称干质量;在结果期连续统计产量各项指标;在结果盛期每小区随机取标记株第三穗果 5 个,匀浆后测定番茄的品质指标:可溶性糖含量用蒽酮比色法^[17]测定,有机酸含量用标准滴定法^[17]测定,可溶性固形物含量用 WYT-4 型手持糖量计测定,维生素 C 含量用钼蓝比色法^[18]测定,硝酸盐含量采用钼蓝比色法^[19]测定。

1.2.5 数据处理 试验数据采用 Excel 2003 软件处理,DPS 软件进行 Duncan 方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同基质的理化性质

基质只有具备适宜的理化性质,才能为作物生长提供良好的水、气、肥根际环境。从表 2 可以看出,CK1 的容重最小,CK2 的容重最大,复合基质 A、B、C、D 的容重与 CK1、CK2 差异达极显著水平,但彼此间差异不显著。A、B、C、D 4 种基质间总孔隙度差异不显著,CK1 的总孔隙度最大,CK2 的总孔隙度最小。不同基质的 pH 值存在一定差异,但基本都在番茄适宜生长的 pH 值(5.0~7.5)范围内。EC 值可反映基质中所含可溶性盐分浓度的大

小。复合基质的 EC 值随着玉米秸秆用量的减少而增大,基质 B、C 与 CK1 差异不显著,与 CK2 和基质 A、D 差异极显著。有机质可以缓慢、持续地供应作物生长所需的养分,且具有长期供肥能力。CK2 的有机质含量最低,基质 A、B、C、D 中有机质含量随着玉米秸秆用量的减少而降低,且均低于 CK1。

表 2 不同基质的理化性质

Table 2 Physicochemical properties of different substrates

| 基质 Substrate | 容重/ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$) Bulk density | 总孔隙 度/% Total porosity | pH | EC/ ($\text{ms} \cdot \text{cm}^{-1}$) | 有机质/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) Organic matter | 碱解氮/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) Available N | 速效磷/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) Available P | 速效钾/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) Available K |
|-----------------|--|------------------------------|----------|---|--|---|---|---|
| A | 0.434 bB | 72.4 bB | 7.34 bcB | 1.38 dD | 79.2 bB | 538.42 cC | 393.18 abA | 6 662.11 cC |
| B | 0.438 bB | 73.0 bB | 7.28 cBC | 1.68 cC | 78.8 bB | 625.45 bB | 404.01 aA | 8 177.08 aA |
| C | 0.432 bB | 73.6 bB | 7.10 dC | 1.76 cC | 72.4 cC | 403.00 dD | 376.75 bA | 4 269.26 dD |
| D | 0.436 bB | 73.8 bB | 7.42 bAB | 2.24 aA | 71.6 cC | 616.19 bBC | 388.75 abA | 7 718.76 bB |
| CK1 | 0.178 cC | 89.3 aA | 6.86 eD | 1.72 cC | 84.6 aA | 2 064.72 aA | 199.14 cB | 2 299.61 eE |
| CK2 | 1.226 aA | 64.4 cC | 7.58 aA | 1.88 bB | 26.6 dD | 349.32 dD | 160.74 dC | 873.81 fF |

注:同列数据后标不同大小写字母者分别表示差异达 1% 和 5% 显著水平。下表同。

Note: Different capital and small letters within the same column indicate significant differences at 1% and 5% level. The same as below.

2.2 不同基质对番茄生长的影响

2.2.1 株高和茎粗 由图 1 可见,番茄定植后,CK1、CK2 的株高和茎粗始终大于 4 种复合基质,且只有在定植后 50 d 时,CK1 的株高和茎粗与 CK2 差异显著;基质 B 的株高仅在定植后 20 和 50 d 时与 CK2 差异不显著,其余测定时间差异均达显著水

平,在测定期间基质 B 的株高一直高于其余 3 个复合基质且差异达显著水平。测定期间基质 B 和 D 的茎粗在 4 种复合基质中均较大,除定植后 35 和 50 d 基质 B 与基质 D 差异显著外,其余测定时间两者差异不显著;基质 A 和 C 的茎粗在整个生育期内均较小,这种趋势一直延续到采收结束。

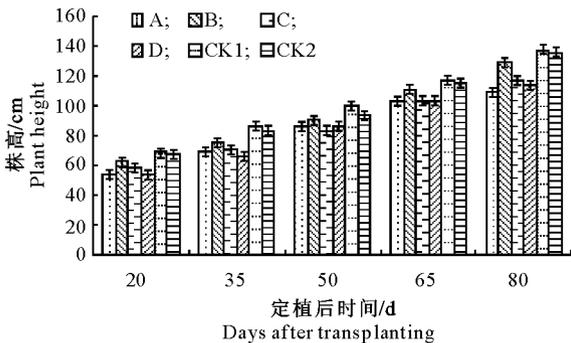


图 1 不同基质上番茄株高和茎粗随定植后时间的变化

Fig. 1 Changes of plant height and stem diameter following the days after transplanting of tomato in different substrates

2.2.2 地下部和地上部干质量 不同基质对番茄 地下部和地上部干质量的影响如表 3 所示。

表 3 不同基质对番茄地下部和地上部干质量的影响

Table 3 Effect of different substrates on the dry weight of the tomato root and shoot

| 基质 Substrate | 地下部干质量/g Dry weight of the root | 地上部干质量/g Dry weight of the shoot | 根冠比 Root-shoot ratio |
|-----------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| A | 2.507±0.245 dC | 97.883±3.122 bA | 0.026±0.002 bB |
| B | 3.603±0.346 bB | 78.843±5.233 cB | 0.046±0.004 aA |
| C | 3.230±0.410 bcB | 79.813±1.809 cB | 0.041±0.006 aA |
| D | 3.137±0.244 cB | 104.370±6.303 abA | 0.030±0.004 bB |
| CK1 | 4.473±0.303 aA | 108.317±1.360 aA | 0.041±0.003 aA |
| CK2 | 4.440±0.248 aA | 102.710±2.507 abA | 0.043±0.003 aA |

从表 3 可以看出,4 种复合基质的地下部干质量都极显著小于 CK1 和 CK2,CK1 和 CK2 的地下

部干质量差异不显著,基质 B 的地下部干质量在 4 种复合基质中最大,与基质 A 和 D 差异显著,基质

A 的地下部干质量最小,与其余 3 种复合基质差异极显著。CK1 和 CK2 的地上部干质量差异不显著,且均大于 4 种复合基质;4 种复合基质中,基质 D 的地上部干质量最大,且与基质 A、CK1 和 CK2 差异不显著,基质 B 的地上部干质量最小,且与基质 C 无显著差异。根冠比能反映植株地上部和地下部的相关性。基质 B 的根冠比最大,且与基质 C、CK1 和 CK2 差异不显著;基质 A 的根冠比最小,除与基质 D 差异不显著外,与其余基质差异均达极显著水平。

表 4 不同基质对番茄产量的影响

Table 4 Effect of different substrates on tomato yield

| 基质 Substrate | 单株果数 Fruits of each plant | 平均单果质量/kg Mean fruit weight | 单株产量/kg Yield per plant | 小区产量/kg Yield per plot |
|-----------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| A | 15.4 bB | 0.139 bB | 2.136 bB | 42.724 bB |
| B | 16.0 aA | 0.146 aAB | 2.339 aA | 46.781 aA |
| C | 15.4 bB | 0.117 cC | 1.797 cC | 35.945 cC |
| D | 14.9 cB | 0.106 dD | 1.580 dD | 31.605 dD |
| CK1 | 15.9 aA | 0.148 aA | 2.366 aA | 47.317 aA |
| CK2 | 16.0 aA | 0.149 aA | 2.384 aA | 47.678 aA |

2.4 不同基质对番茄品质的影响

可溶性糖含量是蔬菜品质好坏的重要指标。从表 5 可以看出,不同基质对番茄的可溶性糖含量有不同的影响,基质 B、C 与 CK1 无显著差异,与基质 A、D、CK2 差异达极显著水平。基质 A 的果实有机酸含量达 6.6 g/kg,在所有基质中最高,除与 CK2 差异不显著外,与其他基质差异均达显著水平。果实糖酸比与果实风味密切相关,一般认为糖酸比值高,果实风味好。基质 B 的果实糖酸比最高,除与 CK1 差异不显著外,与其他基质差异均达显著水平,CK2 的果实糖酸比最低,仅为 4.99。CK1 的果

表 5 不同基质对番茄果实品质的影响

Table 5 Effect of different substrates on fruit quality of tomato

| 基质 Substrate | 可溶性糖/ (g · kg ⁻¹) Soluble sugar | 有机酸/ (g · kg ⁻¹) Organic acid | 糖酸比 Ratio of sugar and acid | 可溶性固形物/ (g · kg ⁻¹) Soluble solids | 维生素 C/ (mg · kg ⁻¹) Vitamin C | 硝酸盐/ (mg · kg ⁻¹) Nitrate |
|-----------------|---|---|-----------------------------------|--|---|---|
| A | 35.8 bB | 6.6 aA | 5.42 cdB | 46.7 abA | 166.7 cC | 96.1 bB |
| B | 44.5 aA | 5.2 cC | 8.60 aA | 51.1 aA | 180.6 aA | 87.6 dC |
| C | 42.7 aA | 5.5 cBC | 7.72 bA | 49.1 abA | 179.6 aA | 90.3 cC |
| D | 35.2 bB | 6.0 bAB | 5.88 cB | 37.0 bA | 173.0 bB | 94.9 bB |
| CK1 | 45.2 aA | 5.4 cBC | 8.32 abA | 52.2 aA | 180.9 aA | 83.7 eD |
| CK2 | 32.4 bB | 6.5 aA | 4.99 dB | 39.2 abA | 159.8 dD | 118.6 aA |

3 讨论

在无土栽培条件下,基质的理化性质将决定能否为作物生长提供良好的水、气、肥根际环境^[5]。高新昊等^[20]的研究表明,秸秆基质作为栽培基质时存在物理性状方面的缺陷,表现为体积质量偏小,大小

2.3 不同基质对番茄产量的影响

对番茄产量各项指标的测定结果(表 4)表明,不同基质对番茄单株果数、平均单果质量、单株产量和小区产量的影响均较大。基质 B、CK1 和 CK2 的单株果数较高,均接近 16 个,且彼此间差异不显著;CK2 的平均单果质量、单株产量、小区产量在所有基质中均最高,除与基质 A、C、D 差异达极显著水平外,与基质 B 和 CK1 差异不显著;基质 D 的单株果数、平均单果质量、单株产量、小区产量均最低,且与其他基质间差异均达极显著水平。

实可溶性固形物含量最高,除与基质 D 差异显著外,与其他基质差异均不显著。番茄是一种富含维生素 C 的蔬菜,维生素 C 含量是判断番茄品质的重要指标。CK2 的果实维生素 C 含量仅为 159.8 mg/kg,与其他基质差异均达极显著水平;CK1 的果实维生素 C 含量最高,除与基质 B、C 差异不显著外,与其他基质差异均达极显著水平。我国于 2005-05-01 开始实施标准号为 GB 19338-2003 的蔬菜硝酸盐限量国家标准,该标准规定茄果类蔬菜硝酸盐限量≤440 mg/kg,CK2 的硝酸盐含量在所有基质中是最高的,但也仅为 118.6 mg/kg。

空隙比偏大,从而影响作物附着根系的发生以及根系对水肥的吸收。本试验通过不同农业腐熟有机废弃物与河沙组配,使得复合基质 A、B、C、D 的物理性质都在理想基质的适宜范围之内^[21],从而为番茄定植后的生长提供了良好的根际环境。

王建湘等^[22]利用自然发酵的秸秆配以炉渣、菇

渣和体积分数 10% 消毒鸡粪制成复合基质的速效营养低于对照(V(大田土壤):V(腐熟牛羊粪)=8:2),而有机质含量极显著高于对照。本试验结果表明,复合基质 A、B、C、D 的有机质、碱解氮含量介于 CK1 和 CK2 之间,速效磷、速效钾含量均极显著高于 CK1 和 CK2,可能缘于玉米秸、玉米芯和稻壳发酵过程中采用了发酵菌剂,使得有机质腐熟分解彻底,养分齐全。

周艳丽等^[23]以充分发酵腐熟的菇渣、木屑和油渣配成有机基质,进行有机生态型无土栽培番茄试验,研究得到土壤中种植的番茄株高、茎粗小于有机基质栽培。本试验在番茄定植后,复合基质 A、B、C、D 的株高、茎粗均低于 CK1 和 CK2,但是综合分析不同基质对番茄产量和品质的影响可以看出,基质 B 的种植效果在 4 种复合基质中最好,接近于 CK1 和 CK2。

由于复合基质在使用过程中既有自身有机物的降解,又有外施肥料的作用,再加上作物的交互影响,其成分和结构不断发生变化,因此基质理化性质的稳定性和养分的转化还需要进一步研究。

4 结 论

在生产中,可以采用基质 B(50% 玉米秸秆 + 10% 玉米芯 + 20% 河沙 + 20% 牛粪)配合施用烘干鸡粪和三元复合肥,来替代不可再生资源草炭用于大棚番茄的无土栽培,从而达到既提高农业废弃物的资源化利用效率、减少环境污染,又可以解决我国设施蔬菜生产面临的土壤盐渍化和连作障碍问题、提高果实品质的目的。

[参考文献]

- [1] 吕卫光,余廷园,诸海涛,等. 黄瓜连作对土壤理化性状及生物活性的影响研究 [J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(2): 119-121.
Lü W G, Yu T Y, Zhu H T, et al. Effects of cucumber continuous cropping on the soil physico-chemical characters and biological activities [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2006, 14(2): 119-121. (in Chinese)
- [2] 费颖恒,黄 艺,严昌荣,等. 大棚种植对农业土壤环境的胁迫 [J]. 农业环境科学学报, 2008, 27(1): 243-247.
Fei Y H, Huang Y, Yan C R, et al. Influence of greenhouse cultivation on agricultural soil environment [J]. Journal of Agro-Environment Science, 2008, 27(1): 243-247. (in Chinese)
- [3] 刘升学,于贤昌,刘 伟,等. 有机基质配方对袋培番茄生长及产量的影响 [J]. 西北农业学报, 2009, 18(3): 184-188.
Liu S X, Yu X C, Liu W, et al. Effects of organic substrate com-

- positions on growth and yield of tomato cultivated in bag [J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 2009, 18(3): 184-188. (in Chinese)
- [4] 刘 伟,余宏军,蒋卫杰. 我国蔬菜无土栽培基质研究与应用进展 [J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(3): 4-7.
Liu W, Yu H J, Jiang W J. Review on research progress and application of growing media for vegetable production in China [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2006, 14(3): 4-7. (in Chinese)
- [5] 郭世荣. 固体栽培基质研究、开发现状及发展趋势 [J]. 农业工程学报, 2005, 21(S): 1-4.
Guo S R. Research progress, current exploitations and developing trends of solid cultivation medium [J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(S): 1-4. (in Chinese)
- [6] Bustamante M A, Paredes C, Moral R, et al. Composts from distillery wastes as peat substitutes for transplant production [J]. Resources, Conservation and Recycling, 2008, 52: 792-799.
- [7] Ostos J C, López-Garrido R, Murillo J M, et al. Substitution of peat for municipal solid waste and sewage sludge-based composts in nursery growing media: effects on growth and nutrition of the native shrub *Pistacia lentiscus* L. [J]. Bioresource Technology, 2008, 99: 1793-1800.
- [8] Benito M, Masaguer A, Antonio R D, et al. Use of pruning waste compost as a component in soilless growing media [J]. Bioresource Technology, 2005, 96: 597-603.
- [9] 王忠红,李建明,邹志荣. 羊粪与麦秸混合腐熟物含量对日光温室沙培甜瓜品质的影响 [J]. 西北农业学报, 2006, 15(5): 229-232.
Wang Z H, Li J M, Zou Z R. Effects of humus content of sheep manure and straw on muskmelon quality sandy-soil cultured in solar greenhouse [J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 2006, 15(5): 229-232. (in Chinese)
- [10] 高新昊. 农作物秸秆资源化利用及日光温室番茄长季节栽培肥水管理技术 [D]. 南京: 南京农业大学, 2006.
Gao X H. Study on utilizing methods of agricultural straw and fertilizer and water management under tomato long-season cultivation in greenhouse [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2006. (in Chinese)
- [11] Opstal B V. The use of compost as greenhouse growth media [R]. Toronto: Ontario Ministry of Environment and Energy, 1996.
- [12] Tzortzakis N G, Economakis C D. Shredded maize stems as an alternative substrate medium: effect on growth, flowering and yield of tomato in soilless culture [J]. Journal of Vegetation Science, 2005, 11: 57-70.
- [13] 唐俊昌,邹志荣,程智慧. 高效设施园艺生产技术大全 [M]. 西安: 西安地图出版社, 2001.
Tang J C, Zou Z R, Cheng Z H. High efficient producing technique in protected horticulture [M]. Xi'an: Xi'an Cartographic Publishing Press, 2001. (in Chinese)