

网络出版时间:
网络出版地址:

不同配比基质对番茄穴盘苗品质的影响

李 婧, 郁继华, 颀建明, 冯 致

(甘肃农业大学 农学院, 甘肃 兰州 730070)

【摘 要】 【目的】对不同配比基质的理化性质及其对番茄幼苗生长和生理指标的影响进行综合分析, 从中筛选出番茄穴盘育苗的适宜基质。**【方法】**以番茄为试验材料, 以腐熟的玉米秸秆、牛粪、草炭和蛭石为原料, 按不同体积比配制 6 种基质进行为期 60 d 的穴盘育苗, 测定苗期生长生理指标及基质理化性质, 运用灰色关联法对各基质的育苗效果进行综合分析。**【结果】**不同配比基质对番茄幼苗生长和生理指标的影响存在显著差异, 其中以基质 T5 ($V(\text{牛粪}) : V(\text{秸秆}) : V(\text{草炭}) : V(\text{蛭石}) = 5 : 1 : 2 : 2$) 的理化性质较优, 其容重为 0.389 g/cm^3 , 总孔隙度为 75.837% , pH 7.32, EC 2.06 mS/cm, 所育幼苗的生长与生理指标也基本优于其他基质, 试验结束时, 其株高、全株干质量、壮苗指数、根系活力、可溶性糖和可溶性蛋白均高于其他复配基质, 与对照 ($V(\text{草炭}) : V(\text{蛭石}) = 2 : 1$) 相当。**【结论】**用腐熟的牛粪、玉米秸秆、草炭、蛭石复配(体积比 $5 : 1 : 2 : 2$) 的基质进行番茄育苗, 育苗品质可以达到对照水平, 与对照相比, 可降低草炭用量 46.7% 。

【关键词】 穴盘苗; 基质; 番茄; 草炭; 灰色关联法

【中图分类号】 S641.204

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2012)11-0165-07

Effects of substrates with different components on plug seedlings of tomato

LI Jing, YU Ji-hua, XIE Jian-ming, FENG Zhi

(College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: 【Objective】 A comprehensive analysis on the physicochemical properties of different substrates analyzed the growth and physiological parameters of tomato seedlings to screen the most suitable substrate for hole tray seeding. **【Method】** Using the decomposed corn stalks, cow dung, peat, and vermiculite as raw materials, 6 kinds of substrates with different proportions of components were used to cultivate tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) plug seedlings with a 60 d period. In different stages of seedlings, the growth, physiological indexes and the physical and chemical properties of substrates were measured. Grey correlation method was used to do comprehensive analysis. **【Result】** The results showed that substrates with different proportions of components on tomato seedlings growth and physiological indices were significantly different from each other. T5 (cattle : straw : peat : vermiculite = $5 : 1 : 2 : 2$, by volume) in the physical and chemical properties of the substrate was the best with a density of 0.389 g/cm^3 , a total porosity of 75.837% , a pH of 7.32, and a EC of 2.06 mS/cm. At the end of test on seedlings, plant height, plant dry weight, seedling index, root activity, water soluble sugar and soluble protein of the tomato seedlings

【收稿日期】 2012-02-27

【基金项目】 现代农业产业技术体系专项 (CARS-25-C-07); 农业部公益性行业 (农业) 专项 (201203001); 国家星火计划项目 (2010GA860005); 甘肃省重大专项 (1002FKDA038)

【作者简介】 李 婧 (1985—), 女, 甘肃临夏人, 在读硕士, 主要从事设施蔬菜栽培生理与生长调控研究。E-mail: ljing0201@163.com

【通信作者】 郁继华 (1961—), 男, 江苏无锡人, 教授, 博士, 主要从事蔬菜栽培生理及设施作物生产研究。

E-mail: yujihua@gsau.edu.cn

were significantly higher than other treatments, but equivalent to the control group (peat : vermiculite = 2 : 1, volume ratio). 【Conclusion】 The treatment that blended substrate with corn straws, cow dung, peat, and vermiculite (by a volume ratio of 5 : 1 : 2 : 2) can reach the level of control group while reducing the amount of peat by 46.7%.

Key words: plug seedling; substrates; tomato; peat; gray correlation method

良好基质是育苗的关键,草炭是育苗的理想基质,但由于其是一种不可再生资源,大量开采会造成对生态环境的毁灭性破坏^[1];同时草炭价格较高,致使育苗成本较高。因此,寻找经济有效的基质原料来替代草炭或减少草炭用量,成为现代农业发展的主要趋势。我国各类秸秆资源丰富,其中玉米秸秆数量最大,且分布广泛。玉米秸秆中含有大量的有机质、氮、磷、钾和微量元素,是重要的有机肥源之一^[2],成本较低。牛粪是一种很好的有机肥料,对砂土改良具有良好的效果^[3]。近年来,生产中常将秸秆、牛粪处理后用作育苗基质,不仅将废弃物变为可利用资源,有利于保护生态环境,而且还可以生产优质的无公害蔬菜产品。高新昊^[4]研究表明,秸秆与土壤按体积比配成 3 : 1 基质栽培番茄效果较优。程智慧等^[5]提出了一项番茄育苗无土栽培全有机基质配方,并取得了专利;冯锡鸿等^[6]研究表明,甜瓜、番茄育苗基质中添加适量的腐熟牛粪后幼苗长势较好。

本试验以玉米秸秆和牛粪为主要原料,经腐熟复配后进行番茄穴盘育苗试验,研究基质理化性质、养分含量及其对番茄幼苗生长生理指标的影响,再运用灰色关联法综合分析筛选出番茄穴盘育苗的适宜基质,以期达到利用农业废弃物、减少草炭用量、降低育苗成本的目的。

1 材料与方法

1.1 材料

育苗基质选用腐熟牛粪、腐熟玉米秸秆、草炭和蛭石,其中腐熟玉米秸秆粉碎至粒径 4 mm,腐熟牛粪过筛,所有原料按不同体积比混配备用。试验共设 5 种基质配比: T1. $V(\text{牛粪}) : V(\text{秸秆}) : V(\text{草炭}) : V(\text{蛭石}) = 3 : 3 : 2 : 2$; T2. $V(\text{牛粪}) : V(\text{秸秆}) : V(\text{草炭}) : V(\text{蛭石}) = 3.5 : 2.5 : 2 : 2$; T3. $V(\text{牛粪}) : V(\text{秸秆}) : V(\text{草炭}) : V(\text{蛭石}) = 4 : 2 : 2 : 2$; T4. $V(\text{牛粪}) : V(\text{秸秆}) : V(\text{草炭}) : V(\text{蛭石}) = 4.5 : 1.5 : 2 : 2$; T5. $V(\text{牛粪}) : V(\text{秸秆}) : V(\text{草炭}) : V(\text{蛭石}) = 5 : 1 : 2 : 2$ 。以 $V(\text{草炭}) : V(\text{蛭石}) = 2 : 1$ 为对照(CK)。

育苗试验于 2011-04—2011-10 在甘肃农业大学现代温室内进行,以无限生长型番茄品种“佳丽”为试验材料。育苗选用 50 孔穴盘,番茄种子浸种催芽后播种,每穴播 1 粒,每种基质上播 50 粒,重复 5 次。整个苗期只浇清水,播种后 3 d 开始记录出苗率,播种后 30 d 开始测定各项指标,每 10 d 测 1 次,共测 4 次。

1.2 测定指标及方法

1.2.1 基质理化性质及养分含量 基质容重、总孔隙度、通气孔隙、持水孔隙测算参照 Byrne 等^[7]的方法并结合土壤农化分析的一般方法,称体积为 660 cm^3 塑料烧杯的质量(W_1),再在烧杯中加满自然风干基质,称质量(W_2),将装有基质的塑料烧杯用双层纱布封口,在水中浸泡 24 h,取出称质量(W_3),然后取出倒置,使烧杯内的自由水沥出,称质量(W_4);各指标的计算公式为:容重($BD, \text{g}/\text{cm}^3$) = $(W_2 - W_1)/660$,总孔隙度($TP, \%$) = $(W_3 - W_2)/660 \times 100\%$,通气孔隙($AFP, \%$) = $(W_3 - W_4)/660 \times 100\%$,持水孔隙($WRP, \%$) = 总孔隙度 - 通气孔隙,气水比 = 通气孔隙/持水孔隙。

基质 pH 值和 EC 值采用程斐等^[8]的方法并结合常规方法测定,用 PHSJ-3F 实验室 pH 计测定 pH 值,用 DDS-307A 电导仪测定 EC 值。

基质中全 N、全 P 及全 K 的测定参照鲍士旦^[9]的方法。

1.2.2 番茄幼苗生长指标 育苗 30 d 时,从各基质处理及对照中随机选取生长一致的番茄幼苗 10 株,测量株高、茎粗(子叶下方 1/3 处的茎粗),分地上部和地下部称取鲜质量,烘干后测定干质量,并计算根冠比及壮苗指数^[10],计算公式为:壮苗指数 = (茎粗/株高 + 地下部干质量/地上部干质量) × 全株干质量;根冠比 = 平均单株地下部干质量/平均单株地上部干质量。

1.2.3 番茄幼苗生理指标 番茄幼苗叶片叶绿素含量、根系活力、可溶性糖含量及可溶性蛋白含量参照李合生^[11]的方法测定,从播种后 30 d 开始,每 10 d 测 1 次,共测 4 次,用 TU-1900 双光束紫外可见分光光度计进行比色。

1.3 灰色系统的建立

运用灰色关联法对各基质的理化性质及育苗效果进行综合分析,将对照基质和 5 种配比基质整体视作一个灰色系统,将每个配比作为一个因素计算关联度,关联度表示该灰色系统中各因素的关联程度,关联度越大表明与理想处理相似度越高^[12]。

首先在系统中构建一个理想的参考基质,以各项性状指标构成参考数列 X_0 ,其中第 1 个值记为

$$\xi_{i(k)} = \frac{\min_i \min_k |X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|}{|\min_i \min_k |X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|}。$$

式中: $\xi_{i(k)}$ 为第 i 处理的第 k 个性状的灰色关联系数, ρ 为分辨系数,常规取 0.5。

$$关联度\ r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_{i(k)}。$$

1.4 数据分析

数据采用 Microsoft Excel 2003 和 SPSS 17.0 进行处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 各基质原料的理化性质

各基质原料的理化性质见表 1。由表 1 可知,4

$X_0(1)$,第 2 个为 $X_0(2)$,第 n 个为 $X_0(n)$,因此可表示为 $X_0=\{X_0(1),X_0(2),\cdots,X_0(n)\}$;再以参考基质的各项性状指标构成比较数列 $X_i(i=0,1,\cdots,6)$,且 $X_i=\{X_i(1),X_i(2),\cdots,X_i(n)\}$,对于一个参考数列 X_0 ,有几个比较数列 $X_1,X_2,\cdots,X_n$ 的情况,其中 n 为评判的指标数,本试验选取 14 项指标,则 $n=14$ 。灰色关联系数的计算公式为:

种基质原料中,牛粪、草炭、蛭石的容重均在理想范围内,但秸秆容重偏小。总孔隙度以草炭最大,秸秆、蛭石次之,牛粪最低,但均在理想范围内。牛粪、秸秆的通气孔隙都较低,不在理想范围内,但草炭和蛭石的通气孔隙均在理想范围内。秸秆的持水孔隙显著高于其余 3 种基质原料,牛粪与草炭间无显著差异,蛭石的持水孔隙最小,气水比最大。4 种基质原料中草炭为微酸性,其余 3 种均偏碱性,其中腐熟秸秆 pH 值最高。蛭石的 EC 值最小,腐熟牛粪和腐熟秸秆的 EC 值均超出理想范围,可以通过适当添加草炭和蛭石来降低其 EC 值。

表 1 各基质原料的理化性质

Table 1 Physical and chemical characters of substrates material

基质原料 Substrates material	容重/(g·cm ⁻³) Bulk density	总孔隙度/% Total porosity	通气孔隙/% Aeration porosity	持水孔隙/% Water-holding porosity	气水比 AFP/WRP	pH	EC/ (mS·cm ⁻¹)
牛粪 Cattle manure	0.34 c	64.74 d	13.93 b	50.81 b	0.27 c	8.15 b	3.65 b
秸秆 Straw	0.12 d	70.79 b	14.34 b	56.45 a	0.25 c	8.58 a	3.96 a
草炭 Peat	0.43 a	74.61 a	22.80 a	51.81 b	0.44 b	6.07 d	0.35 c
蛭石 Vermiculite	0.40 b	65.77 c	22.07 a	43.70 c	0.51 a	7.18 c	0.07 d
理想范围 Ideal range	0.1~0.8 ^[13]	60~90 ^[14-15]	15~30	40~70	0.25~0.67 ^[14,16]	5.8~7.0	0.5~3.0

注:同列数据后标不同字母表示差异显著($P<0.05$),下表同。
Note: Values within each column followed by the different letters show significant difference($P<0.05$). The same as below.

2.2 不同配比基质的理化性质及养分含量

果见表 2。

不同配比基质的理化性质及养分含量的测定结

表 2 不同配比基质的理化性质及养分含量

Table 2 Physical and chemical characters of different substrates formula and element contents

基质 Substrate	容重/ (g·cm ⁻³) Bulk density	总孔隙 度/% Total porosity	通气孔隙/% Aeration porosity	持水孔隙/% Water-holding porosity	气水比 AFP/WRP	pH	EC/ (mS· cm ⁻¹)	全 N/ (g·kg ⁻¹) Total nitrogen	全 K/ (g·kg ⁻¹) Potassium	全 P/ (g·kg ⁻¹) Phosphorus
T1	0.372 b	62.806 c	7.567 b	55.239 c	0.137 b	7.42 bc	4.29 a	11.395 a	14.02 d	5.36 a
T2	0.348 cd	63.640 c	6.053 c	57.587 bc	0.105 d	7.48 ab	3.56 b	11.059 a	18.70 a	5.22 a
T3	0.360 bc	62.559 c	5.740 c	56.818 bc	0.101 d	7.36 cd	4.47 a	8.010 c	15.92 bc	4.40 b
T4	0.374 b	71.476 b	12.486 a	58.990 b	0.212 a	7.53 a	2.12 c	8.899 bc	14.95 cd	5.02 ab
T5	0.389 a	75.837 a	8.277 b	67.560 a	0.123 bc	7.32 d	2.06 c	9.635 b	16.05 b	5.05 ab
CK	0.395 a	73.117 b	7.504 b	65.613 a	0.114 cd	7.00 e	0.90 d	6.922 d	9.62 e	2.04 c

由表 2 可知,各配比基质和对照基质的容重均在 $0.34\sim 0.40\text{ g/cm}^3$,其中 T5 与对照之间无显著差异,但均显著大于其余各基质,T2 容重最小。T5 的总孔隙度最大,显著高于对照和其他基质,各基质和对照的通气孔隙普遍较理想范围低,持水孔隙在理想范围内偏大,气水比也较理想范围低。持水孔隙以 T5 最高,与对照间无显著差异,但显著高于其他各基质。各基质和对照整体中性偏碱,其中对照呈中性,其 pH 显著低于各基质,其余各基质均为微碱性,以 T5 pH 最低。不同配比基质 EC 值差异较大,其中对照 EC 值最低,T4 和 T5 次之,T1、T2、T3 EC 值偏大,应进行淋洗,以降低其 EC 值。不同配比基质全 N、全 K、全 P 含量间存在差异,对照含量均为最低,全 N 含量以 T1 最高,T2 次之;全 K

含量以 T2 最高,T5 次之,T5 较对照高出 66.9%;全 P 含量以 T1 最高。

2.3 不同配比基质对番茄幼苗生长的影响

图 1 反映了番茄幼苗株高和茎粗的变化趋势。图 1 显示,育苗 30~60 d,各基质番茄幼苗株高和茎粗均呈现上升趋势,其中在 40~50 d 时,番茄幼苗株高增长较快,以 T2、T3 增长最快;在 50~60 d 时,T5 增长较快,并最终超过其他基质。番茄幼苗在育苗 60 d 时,T1、T2、T3、T4、T5 和 CK 茎粗较 30 d 时分别增加了 68.45%,88.76%,94.03%,65.67%,79%和 104.38%,其中 T2 茎粗最粗,为 0.309 cm,显著高于其他基质,比对照高 21.65%;T5 次之,为 0.292 cm,比对照高 15.08%。各基质茎粗排序为 $T2>T5>T3>T1>CK>T4$ 。

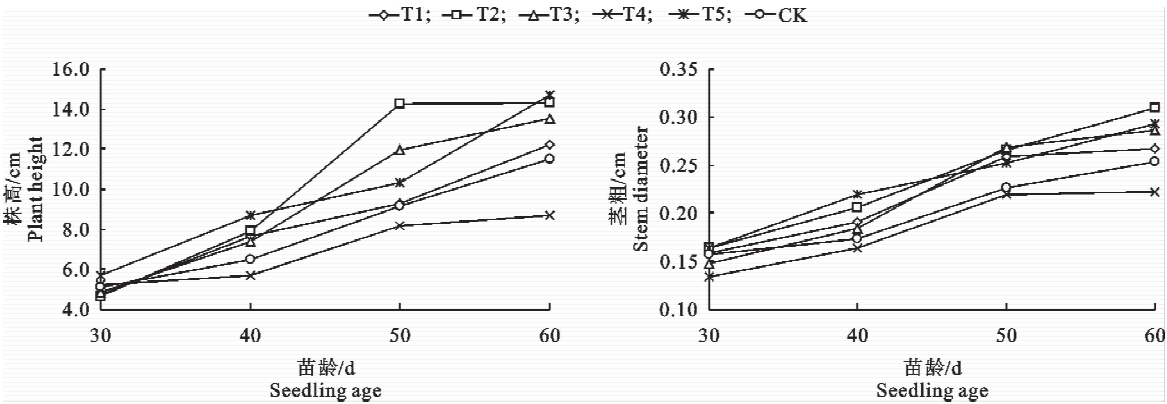


图 1 不同配比基质对番茄幼苗生长的影响

Fig. 1 Effects of different substrate formula on growth of tomato seedlings

2.4 不同配比基质对番茄干鲜质量、根冠比及壮苗指数的影响

由表 3 可知,地上部鲜质量和地下部鲜质量均以 T2 和 T5 较大,显著高于对照及其他基质,其中地上部鲜质量分别比对照高出 120.1%和 107.0%,地下部鲜质量分别比对照高出 12.9%和 27.4%。地上部、地下部及全株干质量均以 T5 最大,且与

T1、T3、T4 差异显著,苗期结束时 T5 全株干质量比对照高出 71.1%。番茄幼苗根冠比以对照最大,T4 次之,与其他基质差异显著,T5 根冠比较对照低 74.6%。T5 壮苗指数最高,分别比 T1、T3、T4 高出 132.3%,108.5%和 116.6%($P<0.05$);对照壮苗指数次之,T1 壮苗指数最低。

表 3 不同配比基质对番茄干鲜质量、根冠比及壮苗指数的影响

Table 3 Effects of different substrate formulas on fresh,dry weight,root/shoot and healthy index of tomato seedling

基质 Substrate	地上部鲜质量/g Shoot fresh weight	地上部干质量/g Shoot dry weight	地下部鲜质量/g Root fresh weight	地下部干质量/g Root dry weight	全株干质量/g Dry weight	根冠比 Root/Shoot	壮苗指数 Healthy index
T1	1.112 c	0.092 b	0.039 c	0.008 b	0.100 bc	0.091 b	0.012 c
T2	1.563 a	0.152 a	0.070 ab	0.016 a	0.168 a	0.102 b	0.021 ab
T3	1.268 bc	0.114 b	0.053 bc	0.010 b	0.124 b	0.084 b	0.013 bc
T4	0.636 d	0.052 c	0.034 c	0.009 b	0.061 c	0.182 a	0.013 bc
T5	1.470 ab	0.155 a	0.079 a	0.021 a	0.176 a	0.136 b	0.026 a
CK	0.710 d	0.083 bc	0.062 ab	0.020 a	0.103 b	0.237 a	0.027 a

2.5 不同配比基质对番茄幼苗生理指标的影响

由表 4 可知,番茄幼苗根系活力和可溶性糖含量各基质间存在差异,2 项指标均以对照最好,T5 次之,但二者间无显著差异;T1 根系活力和可溶性糖含量均最低,分别比 T5 低 180.7%和 116.2%。番茄幼苗可溶性蛋白含量在各基质间无显著差异,其中 T5 可溶性蛋白含量最高,T3 次之,T1 最低,

可溶性蛋白含量排序为 T5>T3>T2>CK=T4>T1。不同基质间番茄幼苗叶绿素含量与类胡萝卜素含量均以对照最高,T5 次之,二者无显著差异;叶绿素含量排序均为 CK>T5>T1>T2>T3>T4;类胡萝卜素含量 T5 仅与 T4 差异显著,比 T4 高出 45.45%,与其他基质和对照均无显著差异。

表 4 不同配比基质对番茄幼苗生理指标的影响

基质 Substrate	根系活力/ (mg·g ⁻¹ ·h ⁻¹) Root activity	可溶性糖/ (mg·g ⁻¹) Water soluble sugar	可溶性蛋白/ (mg·g ⁻¹) Water soluble protein	叶绿素 a/ (mg·g ⁻¹) Chlorphyll a	叶绿素 b/ (mg·g ⁻¹) Chlorphyll b	叶绿素(a+b)/ (mg·g ⁻¹) Chlorphyll (a+b)	类胡萝卜素/ (mg·g ⁻¹) Carotenoid
T1	246.38 d	10.49 c	2.47 a	0.439 bc	0.146 bc	0.585 bc	0.088 ab
T2	406.31 cd	11.22 c	2.57 a	0.431 bcd	0.141 bc	0.572 bc	0.090 ab
T3	620.26 ab	16.48 bc	2.58 a	0.394 cd	0.131 c	0.525 c	0.083 b
T4	499.29 bc	18.46 bc	2.54 a	0.334 d	0.119 c	0.453 c	0.066 c
T5	691.58 ab	22.68 ab	2.66 a	0.513 ab	0.176 ab	0.689 ab	0.096 ab
CK	791.31 a	29.21 a	2.54 a	0.541 a	0.201 a	0.742 a	0.101 a

2.6 不同配比基质的灰色关联分析

选定灰色关联分析指标共 14 项,根据灰色关联系统的需要,以各项指标的最优值构建一个参考基质 T,最优值的选择除根冠比外均取最大值,根冠比选择中间值,即地上部与地下部生长相对均衡。如表 5 所示,5 种基质和对照与参考基质 T 相关性最大者,则该配比最佳。

根据灰色关联法需要,首先对各基质及对照的 14 个指标进行无量纲化处理: $X_i = X_i(k)/X(k)$

($k=1,2,\cdots,14$)^[17],其中出苗率的无量纲化处理式为 $96/X(k)$ 。对 14 个指标依次进行无量纲化处理后,代入灰色关联系数公式,得到各处理与参考处理的灰色关联系数。再根据关联度计算公式,算出各处理的灰色关联度: $r_{CK}=0.751,r_1=0.708,r_2=0.730,r_3=0.621,r_4=0.670,r_5=0.757$,则关联度排序为: $r_5>r_{CK}>r_2>r_1>r_4>r_3$,由此得到各基质及对照的排序为 T5>CK>T2>T1>T4>T3,可知 T5 最好,对照次之。

表 5 指标选取及参考处理的构建

Table 5 Index for seledion and the construction of the reference treatment							
基质 Substrate	出苗率/% Rate of emergence	株高/cm Plant height	茎粗/cm Stem diameter	地上部 鲜质量/g Shoot fresh weight	地上部 干质量/g Shoot dry weight	地下部 鲜质量/g Root fresh weight	地下部 干质量/g Root dry weight
CK	93.6	11.53	0.254	0.710	0.083	0.062	0.020
T1	85.2	12.21	0.267	1.112	0.092	0.039	0.008
T2	87.2	14.32	0.309	1.563	0.152	0.070	0.016
T3	83.6	13.52	0.286	1.268	0.114	0.053	0.010
T4	92.8	8.68	0.222	0.636	0.052	0.034	0.009
T5	96.0	14.72	0.292	1.470	0.155	0.079	0.021
T	96.0	14.72	0.309	1.563	0.155	0.079	0.021

基质 Substrate	全株 干质量/g dry weight	壮苗指数 Healthy index	根冠比 Root/Shoot	可溶性糖/ (mg·g ⁻¹) water soluble suger	可溶性蛋白/ (mg·g ⁻¹) water soluble protein	叶绿素 a/ (mg·g ⁻¹) Chlorphyll a	叶绿素 b/ (mg·g ⁻¹) Chlorphyll b
CK	0.103	0.027	0.237	29.21	2.54	0.541	0.201
T1	0.100	0.012	0.091	10.49	2.47	0.439	0.146
T2	0.168	0.021	0.102	11.22	2.57	0.431	0.141
T3	0.124	0.013	0.084	16.48	2.58	0.394	0.131
T4	0.061	0.013	0.182	18.46	2.54	0.334	0.119
T5	0.176	0.028	0.136	22.68	2.66	0.513	0.176
T	0.176	0.028	0.136	29.21	2.66	0.541	0.201

3 结论与讨论

优良的育苗基质具有合理的理化性质和稳定的生物学特性。De Boodt 等^[13]提出,一般基质的容重应为 $0.1 \sim 0.8 \text{ g/cm}^3$ 。田吉林等^[15]研究了栽培基质的孔隙性,认为孔隙度可作为基质的品质标准参数之一,其标准是总孔隙度为 $60\% \sim 90\%$ 。李谦盛^[18]提出了基质品质标准,认为容重应在 $0.1 \sim 0.8 \text{ g/cm}^3$,总孔隙度应在 $70\% \sim 90\%$,通气孔隙应在 $15\% \sim 30\%$,育苗基质 EC 值应在 $0.75 \sim 2.00 \text{ mS/cm}$ 。Garcia-Gomez 等^[19]认为,理想基质的 EC 应在 $0.75 \sim 3.49 \text{ mS/cm}$ 。

本试验中,各基质容重均在 $0.348 \sim 0.395 \text{ g/cm}^3$,在 De Boodt 等^[13]和李谦盛^[18]提出的基质适宜容重范围内。各基质总孔隙度在 $62.559\% \sim 75.837\%$,在田吉林等^[15]提出的总孔隙度标准范围内,其中 T4、T5 和对照的总孔隙度在李谦盛^[18]提出的标准范围内。参照 Garcia-Gomez 等^[19]提出的标准,T4、T5 和对照的 EC 值符合其要求。各基质 pH 值基本符合张秀丽^[20]提出的理想基质的 pH 值 $6.0 \sim 7.5$ 。我国各类土壤中以东北的黑土全氮含量最高,为 $2.56 \sim 6.95 \text{ g/kg}$;各类土壤全钾含量一般在 16.6 g/kg 左右,全磷含量在 $0.44 \sim 0.85 \text{ g/kg}$ 。本试验中各基质全氮含量均明显高于土壤和对照,全钾含量略低于土壤,可以适当补充钾肥,全磷含量在整个苗期均显著高于土壤。

本试验中,番茄幼苗在基质 T5 中生长表现最好,与对照相当,同时 T5 能给番茄幼苗生长提供良好的根际环境。综合评价认为,T5 的理化性质及在其中生长的幼苗各项指标上均达到了 CK 的水平。本试验运用灰色关联法对各基质的育苗效果进行了综合评价分析,结果显示,T5 关联度最高,最接近参考基质。结合常规方法和灰色关联法综合分析得出,T5 可以替代对照进行番茄育苗,且基质 T5 与对照相比,可减少草炭用量 46.7% ,明显降低了育苗成本。

[参考文献]

- [1] 郭世荣. 无土栽培学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 202-214, 423-425.
Guo S R. Soilless cultivation [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2003: 202-214, 423-425. (in Chinese)
- [2] 沙洪林, 佟 时, 张维友, 等. 我国农作物秸秆产生及综合利用现状分析[J]. 吉林农业科学, 2010, 35(4): 51-55.
Sha H L, Tong S, Zhang W Y, et al. Analysis on current situa-

- tion of producing and comprehensive utilization of stalks of agricultural crops [J]. Journal of Jilin Agricultural Sciences, 2010, 35(4): 51-55. (in Chinese)
- [3] 黄建国. 植物营养学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2003: 286-287.
Huang J G. Plant nutrition [M]. Beijing: China Forestry Press, 2003: 286-287. (in Chinese)
- [4] 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)
- [5] 程智慧, 徐文俊, 孟焕文. 一种用于番茄育苗的无土栽培有机基质及其制备方法: 中国, CN101697705A [P]. 2010-04-28.
Cheng Z H, Xu W J, Meng H W. Used for a tomato seedling of soilless cultivation organic substrate and its method of preparation: China, CN101697705A [P]. 2010-04-28. (in Chinese)
- [6] 冯锡鸿, 赵金华. 育苗基质中腐熟牛粪用量对番茄、甜瓜幼苗生长的影响 [J]. 中国农学通报, 2009, 25(8): 230-232.
Feng X H, Zhao J H. Effects of the amount of cow manure compost on the seedling growth of tomato and melon [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2009, 25(8): 230-232. (in Chinese)
- [7] Byrne P J, Carty B. Development in the measurements of air-filled porosity of peat substrates [J]. Acta Horticulturae, 1989, 238: 37-44.
- [8] 程 斐, 孙朝晖, 赵玉国, 等. 芦苇末有机栽培基质的基本理化性能分析 [J]. 南京农业大学学报, 2001, 24(3): 19-22.
Cheng F, Sun Z H, Zhao Y G, et al. Analysis of physical and chemical properties of reed residue substrate [J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2001, 24(3): 19-22. (in Chinese)
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 431-440.
Bao S D. Analysis of soil characteristics [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2000: 431-440. (in Chinese)
- [10] 聂书明, 郁继华, 颜建明, 等. 有机生态型无土栽培对茄子幼苗生长及光合特性的影响 [J]. 甘肃农业大学学报, 2008(5): 76-79.
Nie S M, Yu J H, Xie J M, et al. Effects of eco-organic type soilless culture on growth and photosynthesis characteristics of eggplant seedling [J]. Journal of Gansu Agricultural University, 2008(5): 76-79. (in Chinese)
- [11] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1999: 134-137, 184-189, 195-197.
Li H S. Plant physiology and biochemistry experiment principle and technology [M]. Beijing: Higher Education Press, 1999: 134-137, 184-189, 195-197. (in Chinese)
- [12] 邓聚龙. 灰理论基础 [M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2003.
Deng J L. Grey theory basis [M]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 2003. (in Chinese)

[13] De Boodt M,Verdondk O. The physical properties of the sub-
strates in hort [J]. Acta Horticulturae,1972,26:37-44.

[14] 李天林,沈 兵,李红霞,等. 无土栽培基质培选料的参考因素
与发展趋势 [J]. 石河子大学学报:自然科学版,1999,3(3):
9-13.
Li T L,Shen B,Li H X,et al. Reference factors for selecting
substrate components and their future trends [J]. Journal of
Shihezi University:Natural Science,1999,3(3):9-13. (in Chi-
nese)

[15] 田吉林,奚振邦,陈春宏,等. 无土栽培基质的质量参数(孔隙
性)研究 [J]. 上海农业学报,2003,19(1):46-49.
Tian J L,Xi Z B,Chen C H,et al. Study on the feasible pa-
rameter of substrate quality for soilless culture [J]. Acta Ag-
riculturae Shanghai,2003,19(1):46-49. (in Chinese)

[16] 郭世荣,李世军,程 斐,等. 有机基质培在蔬菜无土栽培上的
应用研究 [J]. 沈阳农业大学学报,2000,31(1):89-92.
Guo S R,Li S J,Cheng F,et al. A study on the technique or
vegetable soilless culture with organic [J]. Journal of Sheny-
ang Agricultural University,2000,31(1):89-92. (in Chinese)

[17] 钱笑天,郭世荣,田 婧,等. 醋糟复配基质对西瓜幼苗生长及
光合作用的影响 [J]. 江苏农业科学,2009(3):155-158.
Qian X T,Guo S R,Tian J,et al. Effects of vinegar residue
formulation substrate on the growth of watermelon seedlings
and photosynthesis [J]. Jiangsu Agricultural Sciences,2009
(3):155-158. (in Chinese)

[18] 李谦盛. 芦苇末基质的应用基础研究及园艺基质质量标准的
探讨 [D]. 南京:南京农业大学,2003.
Li Q S. The study on application basics of reed residue sub-
strate and discussion on the quality standard of horticultural
substrate [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University,
2003. (in Chinese)

[19] Garcia-Gomez A,Bernal M P,Roig A. Growth of ornamental
plants in two composts prepared from agroindustrial wastes
[J]. Bioresource Technology,2002,83(1):81-87.

[20] 张秀丽. 秸秆型育苗基质理化性质的研究 [J]. 安徽农业科
学,2009,37(19):8967-8968.
Zhang X L. Research on the physical and chemical properties
of straw seedling substrates [J]. Journal of Anhui Agri Sci,
2009,37(19):8967-8968. (in Chinese)