

# 番茄工厂化育苗基质配方试验研究

卢红霞<sup>1</sup>, 王光锋<sup>2</sup>, 孙利利<sup>1</sup>, 孙志伟<sup>2</sup>, 甘良<sup>1</sup>, 陈新娟<sup>3</sup>, 徐志豪<sup>3\*</sup>

(1. 浙江农资集团有限公司, 浙江杭州 310053; 2. 浙江浙农农业科技有限公司, 浙江杭州 310015; 3. 浙江省农业科学院蔬菜所, 浙江杭州 310021)

**摘要** [目的] 为番茄工厂化育苗筛选出育苗效果好、成本低的专用育苗基质。[方法] 以椰糠、泥炭、珍珠岩为原料, 将 3 种原料按照不同比例(V/V)混合复配成 8 种育苗基质, 选取康成基质为对照, 研究不同配方的基质对番茄幼苗生长的影响。[结果] 以椰糠: 泥炭: 珍珠岩分别为 4:5:1, 3:6:1, 2:7:1 及泥炭: 珍珠岩为 9:1 的基质配方所培育的番茄幼苗各生理状况较为理想。[结论] 以椰糠: 泥炭: 珍珠岩为 4:5:1, 3:6:1, 2:7:1 及泥炭: 珍珠岩为 9:1 的基质配方育苗效果较好, 结合成本, 可推荐为番茄育苗的专用有机营养基质。

**关键词** 基质; 配方; 番茄; 育苗

**中图分类号** S641.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)19-024-04

## Effects of Industrial Seedling Substrates on Germination and Growth of Tomato

LU Hong-xia<sup>1</sup>, WANG Guang-feng<sup>2</sup>, SUN Li-li<sup>1</sup>, XU Zhi-hao<sup>3\*</sup> et al (1. Zhejiang AMP Incorporation, Hangzhou, Zhejiang 310053; 2. Agricultural Science and Technology Co., Ltd of Zhejiang AMP Incorporation, Hangzhou, Zhejiang 310015; 3. Institute of Vegetable, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou, Zhejiang 310021)

**Abstract** [Objective] To screen out special tomato seedling substrates with high effect and low cost. [Methods] Taking coconut chaff, peat and perlite as raw materials, three kinds of raw materials were mixed in different proportion into seven kinds of substrate. Kangcheng substrate was taken as the control group (CK), and the influence of different formula of substrate on tomato seedling growth was studied. [Results] The physiological conditions of tomatoes cultivated by substrate formula 4:5:1, 3:6:1, 2:7:1 for coconut chaff, peat and perlite, and the formula 9:1 for peat and perlite respectively were excellent. [Conclusion] Effects of substrate formula 4:5:1, 3:6:1, 2:7:1 for coconut chaff, peat and perlite, and the formula 9:1 for peat and perlite are better, and they are preferred in tomato seedling for cultivating special organic substrate of tomato.

**Key words** Substrate; Formula; Tomato; Culture of seedling

工厂化育苗是随着现代农业的发展, 农业规模化经营、专业化生产、机械化和自动化程度不断提高而出现的一项先进农业技术, 是现代化农业的重要组成部分<sup>[1]</sup>。工厂化育苗是以草炭、蛭石、珍珠岩、椰糠等轻质原料作育苗基质, 采用播种机械将种子单粒播种在穴盘中, 一次培育成苗的现代化育苗体系。原硕等<sup>[2]</sup>利用复配基质 B<sub>2</sub> (柠条堆肥: 蘑菇渣堆肥 = 3V:2V, 替代 60% 草炭) 和 D<sub>4</sub> (柠条堆肥: 蘑菇渣堆肥 = 1V:4V; 替代 20% 草炭) 大幅改善黄瓜育苗质量。高继平等<sup>[3]</sup>将生物炭用作水稻育苗基质的新型、绿色、环保的发展方向, 分析了生物炭的理化特性、物理学功效及其对水稻生长的影响, 综合评述了以生物炭为核心的炭基水稻育苗基质和其他育苗基质的应用效果。工厂化育苗中, 育苗基质是幼苗根系赖以生长的基础, 基质的好坏直接影响种苗的质量, 是工厂化育苗成败的关键。由于不同基质原料的园艺理化性状不同, 通常单一种类的基质原料很难满足幼苗生长的要求, 生产上常以几种不同的基质原料进行配比组合, 复合成适合培育壮苗的基质配方, 同时尽量降低基质成本。基于此, 笔者选择椰糠、泥炭、珍珠岩等常见基质原料进行番茄育苗试验, 旨在为番茄工厂化育苗筛选出育苗效果好、成本低的专用育苗基质。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

**基金项目** 2016 年杭州市农业科研自主申报项目。  
**作者简介** 卢红霞(1973-), 女, 浙江磐安人, 农艺师, 从事农业产业化及技术推广指导工作。\* 通讯作者, 研究员, 从事蔬菜花卉无土栽培、温室设施环境调控、蔬菜抗病育种及高山蔬菜栽培技术研究。  
**收稿日期** 2016-05-19

市余杭区瓶窑镇浙江浙农农业科技有限公司的工厂化育苗玻璃温室内进行。试验期间温室内最高气温为 35.7 °C, 最低气温 8.9 °C, 平均气温为 17.7 °C。

**1.2 试验材料** 基质原料为加拿大进口泥炭、国产珍珠岩、进口椰糠和康成商品育苗基质。以泥炭、珍珠岩、椰糠为原料, 按不同的体积比例混合配制成 8 种基质配方(表 1), 以康成商品育苗基质作对照(CK)。供试番茄品种为爱德拉。

表 1 不同基质配方的原料比例(V/V)

Table 1 Percentage of the composition of different substrates in volume (V/V)

处理 Treatment	椰糠 Coconut chaff	泥炭 Peat	珍珠岩 Perlite
A	7	2	1
B	6	3	1
C	5	4	1
D	4	5	1
E	3	6	1
F	2	7	1
G	9	0	1
H	0	9	1

**1.3 试验设计** 番茄种子于 2015 年 10 月 24 日播种。种子直播于 50 孔穴盘, 每穴 1 粒。每个基质配方处理播种 3 个穴盘, 作为 3 次重复。各基质配方处理采用随机区组排列。番茄子叶展平时, 开始喷施 600 倍液的 54% 优多收益水溶肥(12-8-34-TE), 以后每隔 7 d 喷 1 次, 连续喷施 3 次。番茄育苗期间其他管理同常规。

**1.4 测定项目与方法** 在每个穴盘中挑选出苗时间相同的 10 株苗, 挂牌定点观察。于播种后第 10 天调查不同基质番

茄种子出苗率;播种后第 25 天测量番茄幼苗下胚轴长度;播种后第 28 天测定不同基质处理的番茄幼苗的第 1 片真叶纵径、横径,并用公式(纵径×横径/2)估算第 1 片真叶的叶面积;播种后第 32 天,测定 3 叶 1 心的番茄苗株高、株幅、茎粗;播种后第 32 天,将番茄育苗基质小心洗掉,用吸水纸吸净表面水分后,在电子天平上称量番茄苗的鲜重。再将其置于 105 °C 恒温烘干箱中杀青 30 min,然后在 80 °C 下烘至恒重,分别称量地上部干重和地下部干重。采用壮苗指数进行综合评价,壮苗指数计算公式:壮苗指数=(茎粗/株高+地下干重/地上干重)×全株干重<sup>[4]</sup>。采用土壤养分分析仪(TPY-6A)测定育苗基质原料(椰糠、泥炭)以及康成商品育苗基质的 N、P、K 含量。分别在播种当天、播种后 20 d 和播种后 30 d 从每个穴盘中随机取 3 穴基质,添加蒸馏水至基质饱和和水状态,提取 1 h 后,采用 PHT-027 多参数水质监测仪测定基质的 pH 和电导率(EC 值)。

**1.5 数据统计** 采用 SPSS 19.0 和 EXCEL 2013 软件对数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同基质处理对番茄出苗率的影响** 由图 1 可以看出,不同基质处理的番茄出苗率存在一定差异。对照基质的出苗率最低,仅为 85.50%。其他 8 组基质处理的番茄出苗率均达 96.00% 以上,其中处理 C 和 E 的番茄出苗率最高,均为 99.33%。

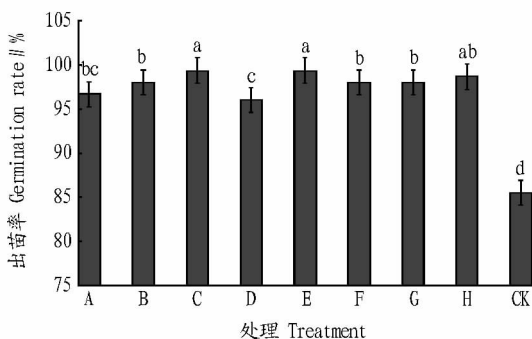


图 1 不同基质处理对番茄出苗率的影响

Fig. 1 The effect of different substrates on the germination rate of tomato

**2.2 不同基质处理对番茄幼苗下胚轴生长的影响** 由图 2 可知,各处理组番茄幼苗下胚轴长度存在差异,处理 G 和 H 的番茄幼苗下胚轴最短,均为 3.2 cm,与其他处理间均差异显著;而处理 E、F 和 CK 最长,均为 3.5 cm。

**2.3 不同基质处理对番茄幼苗第 1 片真叶大小的影响** 从图 3 可以看出,各基质处理的叶面积存在差异,其中处理 E 的番茄苗第 1 片真叶面积最大,为 23.60 cm<sup>2</sup>,其次是处理 F,为 23.00 cm<sup>2</sup>;处理 G 的第 1 片真叶面积最小,仅为 16.4 cm<sup>2</sup>。

**2.4 不同基质处理对番茄苗株高、株幅、茎粗的影响** 由表 2 可以看出,各处理组番茄幼苗株高存在差异,其中以处理 H 株高最为显著,达 9.80 cm,而处理 G 和 A 的苗最矮,分别为 7.71 和 8.40 cm;在株高和株幅上,处理 D、E、F、H 与 CK 之间均差异不显著;各基质处理的番茄高冠比(株高/株幅)在

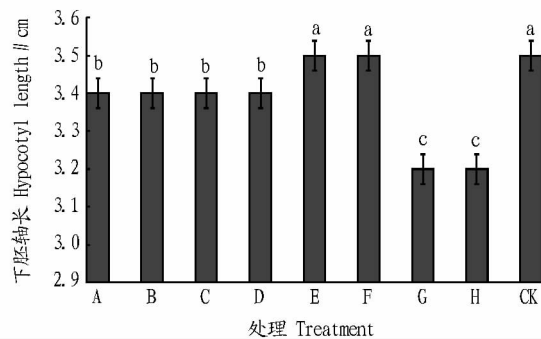


图 2 不同基质处理对番茄苗下胚轴的影响

Fig. 2 The effect of different substrates on hypocotyl length of tomato seedlings

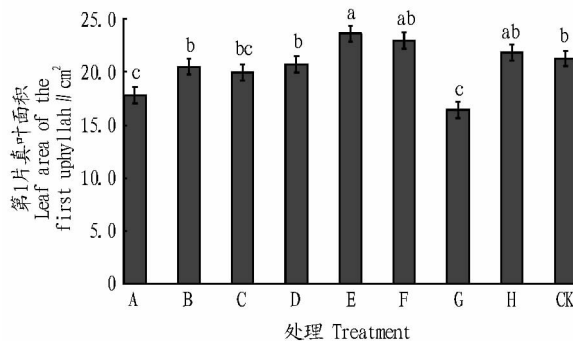


图 3 不同基质处理对番茄幼苗第 1 片真叶面积的影响

Fig. 3 The effect of different substrates on the leaf area of the first uphylla of tomato seedlings

0.565~0.638,在株型上均表现为矮壮;在番茄苗茎粗上,以对照处理最粗,为 2.81 mm,处理 A 最细,为 2.37 mm。但处理 F、H 与 CK 之间均差异不显著。

表 2 不同基质处理对番茄苗株高、株幅、高冠比以及茎粗的影响

Table 2 The effect of different substrates on the plant height, width, ratio of height to width and stem diameter of tomato seedlings

处理 Treatment	株高 Plant height / cm	株幅 Plant width / cm	高冠比 Ratio of height to width	茎粗 Stem diameter / mm
A	8.40 ± 0.09ab	14.60 ± 0.53bc	0.575 ± 0.02c	2.37 ± 0.12d
B	8.94 ± 0.23ab	15.10 ± 0.54b	0.592 ± 0.10b	2.57 ± 0.09bcd
C	9.20 ± 0.17ab	14.71 ± 0.71bc	0.625 ± 0.08a	2.65 ± 0.09abc
D	9.31 ± 0.42a	15.52 ± 0.34ab	0.600 ± 0.05b	2.60 ± 0.05abcd
E	9.50 ± 0.72a	15.50 ± 0.44ab	0.613 ± 0.06ab	2.65 ± 0.06abc
F	9.31 ± 0.21a	15.71 ± 0.61ab	0.593 ± 0.03b	2.74 ± 0.08ab
G	7.71 ± 0.02b	13.64 ± 0.12c	0.565 ± 0.12c	2.45 ± 0.02cd
H	9.80 ± 0.53a	15.35 ± 0.62ab	0.638 ± 0.10a	2.69 ± 0.06ab
CK	9.64 ± 0.43a	16.40 ± 0.52a	0.588 ± 0.08bc	2.81 ± 0.07a

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著( $P < 0.05$ )。

Notes: Different small letters in the same column indicate significant difference among treatments ( $P < 0.05$ ).

**2.5 不同基质处理对番茄苗鲜重和干重的影响** 从平均单株总干重来看,以处理 H 和 E 最重,其次是 CK 和处理 F,处理 A、G 最轻;分析地下部干重得知,处理 F 和 H 的根系生长最好,其次是处理 E 和 D,CK 的根系生长最差;从根冠比来看,处理 F 最大,其次是处理 H 和 G,CK 最小;从壮苗指数上来看,处理 F 和 H 最大,其次是处理 E 和 D,CK 最小(表 3)。

表3 不同基质处理对番茄幼苗鲜重及干重的影响

Table 3 The effect of different substrates on the fresh weight and dry weight of tomato seedlings

处理 Treatment	单株鲜重 Fresh weight of single plant//g	单株干重 Dry weight of single plant//mg	地上部干重 Dry weight of aboveground//mg	地下部干重 Dry weight of underground//mg	根冠比 Root-shoot ratio	壮苗指数 Seedling index
A	1.54 ± 0.11d	88.3 ± 3.10e	74.4 ± 2.62d	13.9 ± 1.08d	0.186 8 ± 0.005c	0.019 0 ± 0.001c
B	1.74 ± 0.07cd	98.5 ± 10.21d	83.9 ± 3.50c	14.6 ± 2.21c	0.173 8 ± 0.009cd	0.020 0 ± 0.001b
C	1.77 ± 0.07c	100.6 ± 6.20c	86.9 ± 2.40bc	13.8 ± 1.20d	0.158 4 ± 0.004e	0.018 8 ± 0.002c
D	1.80 ± 0.03c	103.6 ± 4.30c	88.7 ± 5.30b	14.9 ± 4.02b	0.167 8 ± 0.005d	0.020 3 ± 0.001b
E	2.00 ± 0.10a	116.0 ± 12.41b	100.8 ± 3.50a	15.2 ± 3.30b	0.150 6 ± 0.006ef	0.020 7 ± 0.001b
F	1.90 ± 0.05b	110.5 ± 8.50c	88.0 ± 3.40b	22.5 ± 2.40a	0.256 0 ± 0.004a	0.031 5 ± 0.001a
G	1.42 ± 0.08d	79.3 ± 2.30f	64.8 ± 1.01e	14.5 ± 3.41c	0.223 8 ± 0.007b	0.020 3 ± 0.001b
H	1.98 ± 0.03a	119.1 ± 9.40a	96.5 ± 2.30ab	22.6 ± 2.30a	0.234 3 ± 0.007ab	0.031 2 ± 0.001a
CK	1.93 ± 0.11b	115.2 ± 12.10b	102.3 ± 5.20a	13.0 ± 1.30d	0.126 7 ± 0.008f	0.018 0 d

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著( $P < 0.05$ )。

Notes: Different small letters in the same column indicate significant difference ( $P < 0.05$ ) among treatments.

**2.6 不同处理的基质 pH 和 EC 值变化情况** 从表 4 可以看出,播种当天,CK 的 pH 最小,为 5.00,呈较强的酸性;处理 G 的 pH 最大,为 7.17;其他处理的基质 pH 在 6.96 ~ 7.13。经过育苗一段时间后,基质的 pH 均有所变化。CK 的 pH 由播种前的 5.00 上升到 5.52(播种后 20 d),到播种后 30 d 又有所下降,回到 5.35。番茄育苗后,其他处理的基质 pH 较播种前均有所下降,均在 7.00 以下;并且播种后 20 d 和播种后 30 d 的 pH 差异不大,最多相差 0.10 个单位。由表 5 可以看出,在播种前,CK 的 EC 值最高,为 1.16 mS/cm,其他基质处理在 0.37 ~ 0.50 mS/cm。播种后,各基质处理的电导率均逐步下降,为 0.15 ~ 0.31 mS/cm。

表4 不同处理的基质 pH 变化动态

Table 4 The dynamical changes in pH values of different substrates

处理 Treatment	播种前 Before sowing	播种后 20 d 20 days after sowing	播种后 30 d 30 days after sowing
A	7.11	6.71	6.78
B	7.08	6.84	6.94
C	7.13	6.87	6.87
D	7.06	6.94	6.87
E	7.07	6.92	6.93
F	7.11	6.90	6.94
G	7.17	6.80	6.74
H	6.96	6.72	6.81
CK	5.00	5.52	5.35

表6 泥炭、椰糠及康成基质的 N、P、K 含量

Table 6 N, P and K contents in different substrate materials

基质 Substrate	N	P	K	总养分含量 Total content of nutrients
椰糠 Coconut chaff	58.00 ± 1.02c	62.00 ± 1.28a	317.60 ± 3.69c	437.60 ± 2.85c
泥炭 Peat	115.00 ± 2.03b	49.40 ± 0.98b	365.00 ± 5.12b	529.40 ± 5.15b
康成基质 Kangcheng substrate	135.00 ± 2.52a	29.40 ± 1.03c	733.00 ± 5.08a	897.40 ± 6.39a

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著( $P < 0.05$ )。

Notes: Different small letters in the same column indicate significant difference ( $P < 0.05$ ) among treatments.

所需基质为 0.68 m<sup>3</sup>。根据基质原料价格及各基质处理的基质原料比例可得出不同基质处理的基质成本(表 7)。由表 7 可知,处理 A、B、C、D、E、G 的成本均低于 300 元/万株苗,其育苗成本较为理想。随着椰糠的比例增大,在一定程度上减

表5 不同处理的基质 EC 值变化动态

Table 5 The dynamical changes in EC (mS/cm) of different substrates

处理 Treatment	播种前 Before sowing	播种后 20 d 20 days after sowing	播种后 30 d 30 days after sowing
A	0.47	0.26	0.23
B	0.47	0.23	0.19
C	0.50	0.24	0.21
D	0.45	0.23	0.24
E	0.50	0.25	0.15
F	0.45	0.23	0.18
G	0.37	0.25	0.22
H	0.37	0.25	0.23
CK	1.16	0.34	0.31

**2.7 不同基质原料的养分含量情况** 由表 6 可知,椰糠基质的总养分含量最少,为 437.60 mg/L,其 N、K 含量最低,但 P 的含量最高,达到 62.00 mg/L;康成基质总养分含量最高,为 897.40 mg/L,但其 P 的含量最低,N 和 K 的含量最高;泥炭基质的养分含量在椰糠基质和康成基质之间。

**2.8 不同基质处理的基质成本分析** 试验所用的进口椰糠价格为 260 元/m<sup>3</sup>、进口泥炭为 540 元/m<sup>3</sup>、珍珠岩为 330 元/m<sup>3</sup>。番茄育苗常用的 50 孔穴盘,其孔穴的上口边长 50 mm,下口边长 22 mm,深度 50 mm,每穴容积为 68 mL。1 m<sup>3</sup> 的基质可装盘 293 盘,1 万株苗需用 50 孔穴盘 200 盘,

少了泥炭的用量,育苗成本也相应降低。

### 3 讨论

(1) 试验期间各个处理均未出现徒长苗。处理 G 和 H 下胚轴最短,均为 3.2 cm,处理 E、F 和 CK 最长,均为 3.5

cm。这主要是因为泥炭富含养分,椰糠的纤维性强,其吸水性和透气性较好,两者结合可以促进幼苗的生长。而单一的泥炭或椰糠均不利于幼苗的生长。

表 7 不同基质配方的成本价格

Table 7 The cost for formula of different substrates 元

处理 Treatment	1 m <sup>3</sup> 基质成本 Cost for 1 m <sup>3</sup> substrate	1 万株苗基质成本 Cost for 10 000 plants of seedling substrate
A	323	219
B	351	238
C	379	257
D	407	276
E	435	295
F	463	315
G	267	182
H	519	353

(2) 育苗基质的 pH 和 EC 值是一个很重要的参数,育苗基质的 pH 以 5.8~7.0 为宜<sup>[5]</sup>。但大多实践证明,基质 pH 高于 8.0 时才会给育苗生产带来不利影响<sup>[6]</sup>。EC 值可反映基质中含有的盐分含量,直接影响基质中营养液的平衡和幼苗的生长状况,作物生长的安全 EC 值应小于 2.6 ms/cm<sup>[7]</sup>。

(3) 8 个不同配比处理的番茄苗成苗率均高于康成基质。因为进口的育苗专用泥炭经过特殊的处理,其不仅添加了吸水剂,而且还加入了缓释的启动肥料,因而其持水性和育苗效果好,出苗率、种苗叶片大小及颜色均比国产草炭有着明显的优势<sup>[8]</sup>。康成基质的吸水性和透气性差,而且其 P 含量低,这导致番茄出苗不整齐,根系生长不良,商品苗的成苗率降低。该研究所用的椰糠和泥炭养分含量差别较大,其中,椰糠 P 的含量比泥炭高,但是椰糠 N 的含量比泥炭低。

(上接第 23 页)

产量和氮素吸收利用率最佳,适当升高基肥比例时,产量差异不大,穗肥不施或过量时,实粒数、千粒重降低,无法获得高产,同时籽粒与秸秆中含氮量、氮素收获指数显著下降。

#### 参考文献

- [1] 张洪程,龚金龙. 中国水稻种植机械化高产农艺研究现状及发展探讨[J]. 中国农业科学,2014,47(7):1273-1289.
- [2] 陈惠哲,朱德峰,徐一成. 水稻钵形钵秧苗机插技术及应用效果[J]. 中国稻米,2009,15(3):5-7.
- [3] 王铁忠,陈惠哲,朱德峰,等. 连作早稻钵形钵秧苗机插技术应用效果及品种比较[J]. 中国稻米,2010,16(3):44-46.
- [4] 杨祥田,王旭辉,曾孝元,等. 早稻钵形钵秧苗机插效果试验[J]. 中国稻米,2012,18(2):61-63.
- [5] 朱德峰. 水稻钵形钵秧苗机插技术研发与应用[J]. 中国科技成果,2014(21):15-16.
- [6] 张凯迪,陈跃武,孙良和,等. 钵形钵秧苗和常规钵秧苗机插对水稻产量结构及其产量的影响[J]. 安徽农业科学,2014(5):1558-1560.
- [7] 郁进元,何岩,赵忠福,等. 长宽法测定作物叶面积的校正系数研究[J]. 江苏农业科学,2007(2):37-39.
- [8] 张耀鸿,张亚丽,黄启为,等. 不同氮肥水平下水稻产量以及氮素吸收、利用的基因型差异比较[J]. 植物营养与肥料学报,2006,12(5):616-621.
- [9] 刘立军,王志琴,桑大志,等. 氮肥运筹对水稻产量及稻米品质的影响

从试验结果来看,在一定范围内提高泥炭的比例更有利于促进番茄苗的生长。

(4) 该试验结果表明,不同的基质配方对培育壮苗差别较大。处理 D、E、F、H 是比较理想的育苗配方。由于处理 H、F 泥炭含量高,成本也较高,建议结合生产实际,在处理 D、E 配方的基础上,适当提高泥炭的比例,并进一步加强肥水管理,每隔 3~5 d 喷施 1 次肥水,改善番茄苗的营养供应状况,达到既能培育壮苗,又能降低育苗成本的目的。

(5) 产生如此差异的主要原因可能是处理 E 和 F 的泥炭含量较高,而处理 G 不含泥炭,处理 A 的泥炭含量比例较低。此外,通过其他处理组叶片大小分析可知,番茄苗的生长除了受养分影响外,还与基质的吸水性、透气性等其他性质有关。泥炭和椰糠两者结合可以促进番茄幼苗的生长,而单一的泥炭或椰糠对幼苗生长的促进作用不明显。

#### 参考文献

- [1] 郝金魁,张西群,齐新,等. 工厂化育苗技术现状与发展对策[J]. 江苏农业科学,2012,40(1):349-351.
- [2] 原硕,田永强,曲梅,等. 柠条与蘑菇渣堆肥复配基质改善黄瓜育苗效果研究[J]. 中国蔬菜,2012(18):154-159.
- [3] 高继平,隋阳辉,霍铁琼,等. 生物炭用作水稻育苗基质的研究进展[J]. 作物杂志,2014(2):16-21.
- [4] 冯光恒,木万福,杨长楷,等. 黄瓜工厂化育苗基质配方试验研究[J]. 西南农业学报,2006(19):174.
- [5] 郭荣荣,李世军. 有机基质在蔬菜无土栽培上的研究[J]. 沈阳农业大学学报,2002(1):89-92.
- [6] 王东升,毛久庚,常义军,等. 蚓粪复合育苗基质对番茄幼苗生长的影响[J]. 金陵科技学院学报,2012(28):64-68.
- [7] 王清华,程鸿雁. 栽培基质的选择与评价[J]. 山东林业科技,2002(1):73-74.
- [8] 周跃华,聂艳丽,赵永红,等. 国内外固体基质研究概况[J]. 中国农业生态学报,2005,13(4):40-43.
- [9] 扬州大学学报(农业与生命科学版),2002,23(3):46-50.
- [10] 徐春梅,周昌南,郑根深,等. 施氮量和栽培密度对超级稻‘中嘉早 17’物质生产特性的影响[J]. 浙江农业学报,2010,22(4):502-508.
- [11] 傅跃进,邢曼平,滕新春,等. 密度和氮肥水平对杂交水稻甬优 15 产量及经济性状的影响[J]. 浙江农业科学,2012(1):13-15.
- [12] 江立庚,曹卫星,甘秀芹,等. 不同施氮水平对南方早稻氮素吸收利用及其产量和品质的影响[J]. 中国农业科学,2004,37(4):490-496.
- [13] 魏海燕,张洪程,戴其根,等. 施氮量对优质粳稻南粳 46 产量及品质的影响[J]. 江苏农业科学,2012,40(11):50-52.
- [14] 苏祖芳,周培南. 密肥条件对水稻氮素吸收和产量形成的影响[J]. 中国水稻科学,2001,15(4):281-286.
- [15] 王海侯,沈明星,刘凤军,等. 施氮量对杂交粳稻常优 1 号产量及氮肥吸收利用的影响[J]. 江苏农业科学,2007(4):9-11.
- [16] 戈长水,应武,孔万根,等. 不同氮肥量对水稻成熟期剑叶外观及氮含量的影响[J]. 杭州农业与科技,2010(4):36-38.
- [17] 陈关,李木英,石庆华,等. 施氮量对直播稻群体发育及产量的影响[J]. 作物杂志,2011(1):33-37.
- [18] 曾勇军,石庆华,潘晓华,等. 施氮量对高产早稻氮素利用特征及产量形成的影响[J]. 作物学报,2008,34(8):1409-1416.
- [19] 陈晓群,张学军,白建忠,等. 基于水稻不同生育期叶绿素值推荐追施氮量的研究初报[J]. 中国农学通报,2010,26(7):147-151.
- [20] 金立军,赵丽琴. 水稻氮肥管理技术研究[J]. 现代农业科学,2009(5):112-113.
- [21] 贾东,卢晶晶,孙雅君,等. 氮肥不同运筹模式对水稻生产及氮肥利用率的影响[J]. 西南农业学报,2016(3):584-589.