

不同基质对比对番茄幼苗生长的影响

柴文臣¹, 冯志威^{2*} (1. 山西省农业科学院蔬菜研究所, 山西太原 030031; 2. 山西省农业科学院, 山西太原 030031)

摘要 [目的] 筛选出适合番茄穴盘育苗的最佳基质配比。[方法] 采用菇渣、草炭、蛭石、珍珠岩、醋糟、牛粪为原料基质, 按不同体积比组成复合基质, 研究不同基质的基质理化特性及其对番茄幼苗生长发育的影响。[结果] 醋糟: 草炭: 蛭石 = 40% : 40% : 20% 和菇渣: 草炭: 蛭石 = 40% : 40% : 20% 复合基质的各理化性质均在番茄幼苗生长的适宜范围内, 播种后出苗率在 98% 以上, 该基质配比下幼苗的株高、茎粗、根长、地上鲜重、根系活力、叶绿素和可溶性糖含量均高于其他处理。[结论] 醋糟: 草炭: 蛭石 = 40% : 40% : 20% 和菇渣: 草炭: 蛭石 = 40% : 40% : 20% 复合基质较适宜作为番茄穴盘育苗的基质, 同时菇渣和醋糟代替了部分草炭, 解决了草炭资源不足的问题。

关键词 番茄; 基质配比; 幼苗; 生长
中图分类号 S 641.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)16-0055-05

Effects of Different Substrate Formulas on the Growth of Tomato Seedlings
CHAI Wen-chen¹, FENG Zhi-wei² (1. Institute of Vegetables, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan, Shanxi 030031; 2. Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan, Shanxi 030031)

Abstract [Objective] To screen the optimal substrate for tomato seedling. [Method] Mixed mushroom residue, turf, vermiculite, perlite, vinegar residue and cow dung at different volume ratios were used as the compound substrate. Their physical and chemical properties were analyzed and their effects on the growth of tomato seedlings were researched. [Result] The physical and chemical properties of two compound substrates (vinegar residue:turf:vermiculite = 40% : 40% : 20% and mushroom residue:turf:vermiculite = 40% : 40% : 20%) were in the proper range, and the emergence rate of seedlings was more than 98%. In addition, seedlings grown on them were better than other treatments, including plant height, stem diameter, root length, aboveground fresh weight, root activity, chlorophyll and soluble sugar content. [Conclusion] Two compound substrates (vinegar residue:turf:vermiculite = 40% : 40% : 20% and mushroom residue:turf:vermiculite = 40% : 40% : 20%) were more suitable to be used as substrate for tomato seedling. Mushroom residue and vinegar residue could replace part of the turf, which solved the problem of not enough resources of turf.

Key words Tomato; Substrate formulas; Seedlings; Growth

工厂化育苗技术是实现作物高产、优质、高效的重要途径, 也是蔬菜生产向规模化、产业化、集约化转化的重要环节^[1]。随着工厂化育苗的不断发展, 蔬菜的栽培面积和穴盘育苗需求逐渐增大。采用穴盘育苗具有省工、省力、工序简单、减少土传病害和效率高等优点^[2]。基质是蔬菜幼苗生长中根系吸收营养的媒介, 其特性会影响植物根系对养分和水的吸收, 以及根系的生长, 是穴盘育苗的关键, 也是培育优质种苗的重要条件之一^[3-6]。不同基质对番茄幼苗生长的影响有着很大的区别^[7]。目前, 生产上所用的基质主要以草炭为主, 草炭是一种优良的基质, 其有机质含量较高, 同时成本也较高, 且是不可再生资源, 大量的开采会造成生态的破坏^[8-10]。为解决草炭资源不足的问题, 因根据当地情况就地取材, 选取价格低廉的材料代替或混配草炭, 从而减少草炭在育苗基质中的使用量。有研究表明, 用麦秸和牛粪按体积比 6:4、2:8 配制的基质成本低、材料来源广, 且番茄的成苗率较高^[11]。李萍萍^[12]用芦苇末为原料制成了蔬菜育苗基质, 使生菜产量比常规的草炭混合基质提高 10% 以上, 番茄产量增加 30% 以上。秦嘉海等^[13]研究得出, 炉渣、羊粪、糖醛渣比例为 2.5:1.0:1.5 时最有利于番茄的生长发育。司亚平等^[14]研究表明, 用草炭:蛭石:平菇肥料 = 1:1:1 混配成基质进行番茄穴盘育苗, 与草炭:蛭石 3:1 相比, 苗质无显著差异, 证明平菇肥料能代替部分草炭。

该试验利用菇渣、草炭、珍珠岩、蛭石、醋糟和牛粪按照不同的比例混配成育苗基质, 测定不同基质配比的理化性质, 以及不同基质对比对番茄幼苗生长状况的影响, 筛选出番茄育苗适宜的配比组合, 力求在节约草炭和降低成本的同时, 为番茄育苗生产提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料 试验所用基质材料为菇渣(香菇)、草炭、珍珠岩、蛭石、醋糟(水塔醋厂)、牛粪。菇渣为香菇栽培下脚料, 取自山西省农业科学院食用菌所, 采集后推制腐熟 2~3 个月。草炭、珍珠岩和蛭石购于山西省农科院科萌种业有限公司。牛粪取自忻州市奶牛场, 堆制腐熟 3 个月。供试番茄品种为山西省农业科学院蔬菜研究所育成的晋番茄 4 号保护地番茄品种。

1.2 试验设计 试验于 2016 年 8 月—2017 年 5 月在山西省榆次区东阳试验基地日光温室进行。将菇渣、草炭、蛭石、珍珠岩、醋糟、牛粪等按照不同的比例混合, 配制成不同配方的复合基质(如表 1)。以草炭:蛭石为 2:1 的有机基质作为对照, 采取完全随机区组设计。每个处理 3 次重复。

将番茄种子播种至 72 穴的穴盘中, 播种前将穴盘隔夜湿热灭菌, 灭菌 3 次后将不同配比下的基质和土混合放入每个穴孔中。播种前将番茄种子浸种催芽。每个穴孔内播入 1 粒健壮的种子, 浇透水。用薄膜进行覆盖, 保持基质的湿润状态, 并注意通风透光。

1.3 测定指标及方法

1.3.1 测定基质理化特性。基质的理化特性主要包括容重、总孔隙度、通气孔隙、持水孔隙、气水比、pH 和电导率(EC

基金项目 农业部公益性行业(农业)科研专项(201303014-14)。
作者简介 柴文臣(1981—), 男, 山西朔州人, 助理研究员, 硕士, 从事蔬菜栽培等研究工作。* 通讯作者, 副研究员, 博士, 从事蔬菜集约化育苗、无土栽培研究工作。
收稿日期 2018-03-07

值)。通过饱和浸提法测定基质的 pH 和电导率。将不同配比的基质配好后,取已知体积为(V)的烧杯并称其重量,记录为(W_1),将风干的复合基质加入到烧杯中,并与烧杯口齐平,称其重量并记录为(W_2),然后将装满基质的烧杯口用纱布封住,放于水中浸泡 24 h,等达到饱和状态后取出,称其重量并记录为 W_3 ,将烧杯上的湿纱布取下称其重量并记录为(W_4),最后将湿纱布封住烧杯倒置,控干烧杯内的水分,称其重量并记录为(W_5)。容重和孔隙度计算公式如下:

$$\text{容重}(\text{g}/\text{cm}^3) = (W_2 - W_1) / V;$$
$$\text{总孔隙度}(\%) = (W_3 - W_2) / V \times 100;$$
$$\text{通气孔隙}(\%) = (W_3 + W_4 - W_5) / V \times 100;$$
$$\text{持水孔隙}(\%) = \text{总孔隙度} - \text{通气孔隙};$$
$$\text{气水比} = \text{通气孔隙度} / \text{持水孔隙度}.$$

表 1 不同处理复合基质配方比较

Table 1 Comparison of substrate formulas of different treatments %

处理编号 Treatment code	菇渣 Mushroom residue	草炭 Grass peat	蛭石 Vermiculite	珍珠岩 Perlite	醋糟 Vinegar residue	牛粪 Cow dung
CK		67	33			
T ₁		60	10	30		
T ₂		33	33	33		
T ₃	100					
T ₄	80	10	10			
T ₅	60	20	20			
T ₆	40	40	20			
T ₇	20	60	20			
T ₈					100	
T ₉		10	10		80	
T ₁₀		20	20		60	
T ₁₁		40	20		40	
T ₁₂		60	20		20	
T ₁₃		33	33			33
T ₁₄		30	20			50
T ₁₅		60	10			30

基质 pH、EC 值的测定方法将风干后的基质与蒸馏水按照 1:5 的比例导入烧杯中,搅拌 1~2 min,静置 8 h 后提取其浸提液,用酸度计和电导率仪测定基质的 pH 和 EC 值。

1.3.2 基质矿质元素的测定方法。基质矿质元素主要包括氮、磷、钾。将测定的烘干基质粉碎,用 0.5 mm 的筛子过筛后,分别用凯氏定氮法测定全氮、0.5 mol/L NaHCO₃ 法测定速效磷、原子吸收光谱法测定全钾^[15]。

1.3.3 幼苗生长与生理指标的测定。种子播种后第 8 天开始调查在不同基质配比下幼苗的出苗率,在番茄幼苗 45 d 取样,不同基质处理下随机取 10 株番茄幼苗测量其株高、茎粗、根长、地上部鲜质量和干质量及计算每个处理所用的成本。株高:用直尺测量番茄苗茎与生长点之间的距离(cm);茎粗:用游标卡尺测量距离基质面 1 cm 处的茎粗(cm);幼苗干鲜重的测定:不同基质处理下选取 10 株幼苗,分别测地上部和地下部的干鲜重;地上部测定方法:用电子天平称其鲜重,然后放入 105 ℃ 的烘箱中 30 min,再放于 75 ℃ 恒温干燥

箱中烘干 24 h 后称其干重;地下部测定方法:将幼苗根部的泥用清水洗净,放入 105 ℃ 的烘箱中 30 min,再放于 75 ℃ 恒温干燥箱中烘干 24 h 后称其干重;幼苗根系活力的测定采用 TTC 法;叶绿素含量的测定采用乙醇丙酮混合浸提法;可溶性糖的测定采用蒽酮比色法^[16]。

1.4 数据统计与分析 采用 Excel 2003 对数据进行统计,试验数据为 3 次重复的平均值±标准差,采用邓肯氏新复极差法检测显著性差异。

2 结果与分析

2.1 不同处理基质物理特性的比较 基质的化学性质和物理性质决定了基质的品质。基质的化学性质有 pH 和 EC 值,他们决定了植株的生长环境。基质的物理性质有容重、总孔隙度、通气孔隙度、持水孔隙和气水比,他们决定了基质的固、液、气三相比。有研究表明,番茄幼苗生长的理想容重为 0.1~0.8 g/cm³,总孔隙度为 60%~90%,通气孔隙度为 15%~30%^[17]。从表 2 可以看出,不同基质配比下容重为 0.22~0.42 g/cm³,不同处理下的基质容重都在适宜的范围。其中处理 T₁₃(草炭:蛭石:牛粪=1:1:1)的容重最大、处理 T₈(醋糟为 100%)的容重最小。当醋糟混配基质中逐渐增加草炭的含量时,容重逐渐增大;当菇渣混配基质中逐渐增加草炭的含量时,容重逐渐减小。不同配比的基质中总孔隙度为 52.7%~82.4%,加有牛粪的基质总孔隙度不在适宜的范围内,基质的透气性较差。基质中全为醋糟时,气水比最大。综上所述,加有牛粪的基质中透气性较差,保水性低,其他不同配比的基质处理都在适宜的范围内。

2.2 不同处理基质化学特性的比较 从表 3 可以看出,不同处理基质 pH 为 5.7~6.3,其中处理 T₃(菇渣为 100%)的 pH 最小,处理 T₈(醋糟为 100%)的 pH 最大。不同基质配比下的 EC 值为 1.119~1.618 mS/cm,其中处理 T₈(醋糟为 100%)的 EC 值最大,其他处理和对照相差不大。与对照相比,加入不同配比菇渣处理的全氮含量有所降低,而加入不同配比醋糟和牛粪处理的全氮含量有所升高。处理 T₈(醋糟为 100%)速效磷的含量最大,但其全钾的含量较低。处理 T₃(菇渣为 100%)的全钾含量较高。这表明菇渣发酵后的全氮含量比草炭的低,速效磷和全钾比草炭的高;醋糟发酵后的全氮和速效磷含量比草炭的高,全钾比草炭的低。

2.3 不同处理对番茄幼苗形态指标的影响 从表 4 可以看出,不同处理的番茄幼苗株高都小于对照,其中 T₁ 处理的株高相对较高,T₂ 处理相对较低,其他处理的株高相差不大。不同处理番茄幼苗的茎粗差异不显著,其中不同菇渣配比下的处理 T₆、不同醋糟配比下的处理 T₁₁ 的茎粗相对较高,这 3 种配比下的根长、地上部鲜质量和地上部干质量也相对较高。该试验说明,处理 T₆ 和 T₁₁ 的复合基质配方(醋糟:草炭:蛭石=40%:40%:20%、菇渣:草炭:蛭石=40%:40%:20%)的理化性质较好,同时对番茄的株高、茎粗、根长、地上鲜重等效果最好。

2.4 不同处理对番茄幼苗出苗率的影响 从图 1 可以看出,不同处理对番茄幼苗出苗率有很大的影响,呈显著差异性。

与对照相比,不同处理番茄幼苗的出苗率有的高于对照,有的低于对照。当基质全为醋糟时(处理 T₈)番茄幼苗的出苗率最低,仅为 82%。当基质配比中加入牛粪时,番茄幼苗的出苗率与对照相差不大。当基质中加入不同配比的菇渣和醋糟时,幼苗的出苗率显著提高,其中处理 T₆ 和 T₁₁ 的复合基质配方下番茄幼苗的出苗率较高,分别为 98%和 99%。

表 2 不同处理基质物理特性的比较
Table 2 Comparison of substrate physical properties of different treatments

处理编号 Treatment code	容重 Volume weight g/cm ³	总孔隙度 Total porosity %	通气孔隙度 Aeration porosity %	持水孔隙 Water-holding porosity %	气水比 Gas water ratio
CK	0.248±0.25 iI	73.2±0.47 gG	22.4±0.51 eE	50.8±0.58 iI	0.441±0.47 dD
T ₁	0.257±0.31 hH	79.3±0.44 bB	21.3±0.21 fF	58.0±0.47 bB	0.367±0.36 iI
T ₂	0.264±0.56 gG	76.2±0.36 dD	19.4±0.56 gGF	56.8±0.12 dD	0.342±0.57 jJ
T ₃	0.327±1.26 cC	82.4±0.51 aA	24.9±0.35 cC	57.5±0.31 cCB	0.433±0.26 eE
T ₄	0.318±0.14 dD	81.4±0.14 aA	23.5±0.58 dD	57.9±0.25 bB	0.406±0.14 gG
T ₅	0.311±0.68 dDE	80.9±0.98 bBA	22.1±0.48 eE	58.8±0.26 bB	0.376±0.36 hH
T ₆	0.294±0.48 eE	79.2±0.84 bB	17.8±0.68 iI	61.4±0.14 aA	0.289±0.06 iI
T ₇	0.274±0.37 fF	78.5±0.21 cC	17.9±0.69 iI	60.6±0.22 aA	0.290±0.15 kK
T ₈	0.228±0.51 kK	78.2±0.58 cC	27.3±0.39 aA	50.9±0.19 iI	0.536±0.24 aA
T ₉	0.238±0.33 jJ	76.9±0.47 dD	25.4±0.34 bB	51.5±0.48 hH	0.493±0.36 bB
T ₁₀	0.246±0.24 iI	75.9±0.13 eE	23.8±0.15 dD	52.1±0.37 gG	0.456±0.54 cC
T ₁₁	0.249±0.81 iI	75.4±0.69 eE	22.1±0.11 eE	53.3±0.57 fF	0.414±0.84 fF
T ₁₂	0.257±0.39 hH	74.2±0.58 fF	20.0±0.25 fF	54.2±0.41 eE	0.369±0.91 iI
T ₁₃	0.423±0.34 aA	52.7±0.12 jJl	9.8±1.36 kK	42.9±0.38 iI	0.228±0.36 mM
T ₁₄	0.415±0.51 bB	59.2±0.06 iI	13.5±0.54 jJ	45.7±0.94 kK	0.295±0.48 kK
T ₁₅	0.410±0.26 bB	67.0±1.23 hH	18.4±0.47 hH	48.6±0.67 jJ	0.379±0.58 hH

注:同列不同小写字母不同表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著
Note:Different lowercases in the same column represented significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column represented extremely significant differences at 0.01 level

表 3 不同处理基质化学特性的比较
Table 3 Comparison of substrate chemical properties of different treatments

处理编号 Treatment code	pH	电导率 Conductivity EC mS/cm	全氮含量 Content of total nitrogen// g/kg	速效磷含量 Content of rapidly available phosphorus mg/kg	全钾含量 Content of total potassium g/kg
CK	6.2±0.15 bB	1.119±0.64 fF	9.62±0.84 hH	42.38±0.65 kK	7.15±0.62 fF
T ₁	5.8±0.24 eE	1.284±0.51 eE	5.05±0.26 jJ	41.86±0.25 kK	8.47±0.58 eE
T ₂	5.8±0.03 eE	1.348±0.24 dD	5.84±0.13 jJ	40.32±0.14 kK	8.21±0.48 eE
T ₃	5.7±0.58 fF	1.352±0.36 dD	4.61±0.36 kK	103.84±0.58 gG	15.21±0.64 aA
T ₄	5.8±0.48 eE	1.314±0.58 dD	5.12±0.14 jJ	97.62±0.31 hH	15.20±0.48 aA
T ₅	5.8±0.71 eE	1.281±0.94 eE	5.29±0.56 jJ	93.46±0.53 hH	15.18±0.36 aA
T ₆	6.0±0.69 dD	1.249±0.47 eE	5.74±0.48 jJ	72.18±0.69 iI	14.62±0.42 bB
T ₇	6.0±0.51 dD	1.182±0.82 fF	6.53±0.69 iI	66.87±0.84 jJ	8.41±0.69 eE
T ₈	6.3±0.12 aA	1.618±0.26 aA	24.39±0.74 bB	248.31±0.12 aA	6.38±0.58 fF
T ₉	6.2±0.06 bB	1.541±0.15 bB	23.54±0.81 cC	226.14±0.36 bB	6.40±0.84 gG
T ₁₀	6.1±0.38 cC	1.479±0.09 cC	22.58±0.33 dD	193.52±0.74 cC	6.43±0.47 gG
T ₁₁	6.2±0.86 bB	1.375±0.45 dD	14.89±0.21 fF	157.32±0.54 dD	6.41±0.84 gG
T ₁₂	6.2±0.63 bB	1.327±0.16 dD	11.67±0.02 gG	124.32±0.15 fF	6.29±0.81 gG
T ₁₃	5.8±0.34 eE	1.256±0.63 eE	25.63±0.63 aA	145.84±0.15 eE	12.38±0.69 cC
T ₁₄	5.8±0.12 eE	1.284±0.52 eE	24.78±0.54 bB	123.47±0.65 fF	11.35±0.15 dD
T ₁₅	5.8±0.36 eE	1.219±0.15 eE	21.54±0.21 eE	102.37±0.22 gG	11.48±0.94 dD

注:同列不同小写字母不同表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著
Note:Different lowercases in the same column represented significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column represented extremely significant differences at 0.01 level

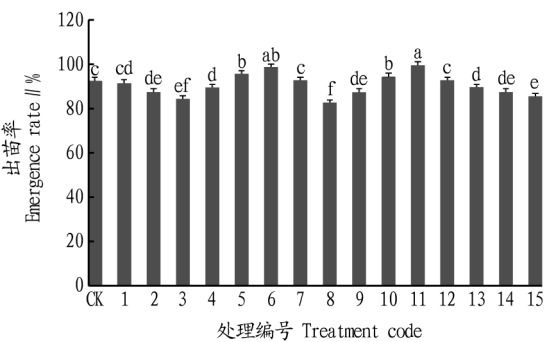
2.5 不同处理对番茄幼苗生理指标的影响 叶绿素的含量和叶片中可溶性糖含量的高低与植物的代谢水平和抗病性直接相关,同时影响着番茄幼苗的生长和发育。根系活力直接反应了幼苗吸收能力及健壮程度。从表 5 可以看出,不同处理番茄幼苗的根系活力、叶绿素含量和可溶性糖含量差异显著。其中处理 T₆ 和 T₁₁ 的根系活力、叶绿素和可溶性糖含量极显著高于其他处理,对照次之,处理 T₆ 和 T₁₁ 间差异不显著。从根系活力来看,处理 T₈ 极显著小于其他处理,说明纯醋糟的基质对番茄幼苗的根系活力影响很大,不利于幼苗的生长,因而幼苗叶绿素和可溶性糖含量也较低。综合分

析得出,处理 T₆ 和 T₁₁有利于番茄幼苗的生长。

表 4 不同处理对番茄幼苗形态指标的影响
Table 4 Effects of different treatments on the morphological indexes of tomato seedlings

处理编号 Treatment code	株高 Plant height cm	茎粗 Stem diameter cm	根长 Root length cm	地上部鲜质量 Fresh weight of aboveground part//g	地上部干质量 Dry weight of aboveground part//mg
CK	11.25±0.12 aA	0.230±0.22 cC	2.53±0.63 cC	2.76±0.75 bB	192.33±0.36 bB
T ₁	11.02±0.51 aA	0.227±1.20 dD	2.39±0.14 eE	2.64±0.52 cC	187.48±0.51 cC
T ₂	9.21±0.47 dD	0.212±0.65 eE	2.32±0.36 eE	2.51±0.11 dD	172.31±0.47 dD
T ₃	9.38±0.52 cC	0.234±0.52 cC	2.38±0.51 eE	2.43±0.51 eE	162.98±0.48 eE
T ₄	9.37±0.34 cC	0.235±0.39 cC	2.41±0.24 dD	2.53±0.38 dD	174.25±0.56 dD
T ₅	9.35±0.41 cC	0.239±0.54 cC	2.49±0.36 dD	2.56±0.15 dD	179.85±0.07 dD
T ₆	9.56±0.84 cC	0.241±0.33 bB	2.75±0.54 aA	2.81±0.64 aA	185.62±0.34 cC
T ₇	10.47±0.32 bB	0.234±0.54 cC	2.53±0.86 cC	2.72±0.25 bB	180.34±0.06 cC
T ₈	9.23±0.75 dD	0.213±0.94 eE	2.23±0.67 fF	2.18±0.48 gG	141.57±0.51 fF
T ₉	9.63±1.02 cC	0.229±0.43 dD	2.35±0.54 eE	2.64±0.02 cC	187.48±0.84 cC
T ₁₀	9.81±0.81 cC	0.245±0.14 bB	2.40±0.22 dD	2.67±0.51 cC	189.53±0.61 cC
T ₁₁	10.32±0.26 bB	0.251±0.54 aA	2.64±0.37 bB	2.84±0.38 aA	209.71±0.57 aA
T ₁₂	10.31±0.38 bB	0.247±0.17 bB	2.61±0.57 bB	2.83±0.25 aA	204.52±0.33 aA
T ₁₃	9.50±0.25 cC	0.237±1.09 cC	2.41±0.48 dD	2.58±0.72 dD	167.42±0.45 eE
T ₁₄	9.41±0.62 cC	0.235±0.84 cC	2.36±0.63 eE	2.47±0.64 eE	165.69±0.21 eE
T ₁₅	9.37±0.28 dD	0.224±0.33 dD	2.27±0.48 fF	2.31±0.51 fF	161.52±0.36 eE

注:同列不同小写字母不同表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著
Note: Different lowercases in the same column represented significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column represented extremely significant differences at 0.01 level



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著
Note: Different lowercases represented significant differences at 0.05 level

图 1 不同处理对番茄出苗率的影响

Fig.1 Effects of different treatments on the emergence rate of tomato

2.6 不同处理的成本比较 由于草炭的价格比较昂贵且不可再生,因此该试验加入了价格低廉的菇渣、醋糟和牛粪,利用不同基质配比代替部分草炭。从 6 表可以看出,不同处理的成本都显著低于 CK。其中处理 T₆ 和 T₁₁ 较利于番茄幼苗的生长,在加入菇渣和醋糟后其成本明显低于 CK,分别仅为 CK 处理的 73.9%和 75.5%。因此,处理 T₆ 和 T₁₁ 不仅有利于番茄幼苗的生长,而且节约了草炭,降低了成本,可以大面积推广使用。

3 结论与讨论

3.1 基质的理化性质对番茄幼苗生长的影响 基质的物理性质和化学性质分别反映了基质的通气保水能力和基质提

供给幼苗养分的能力、盐基交换量、化学稳定性及缓冲能力等。他们的理化特性直接影响到水、肥、气、热等诸多因素,关系到番茄幼苗的生长发育。张云舒等^[18]研究表明,复合基质为菇渣:蛭石:珍珠岩=1:1:1时,基质的理化特性较好,有利于幼苗的生长。该试验中,不同基质配比下容重、总孔隙度、通气孔隙度都在理想的范围内。其中处理 T₁₃ 的容重最大、处理 T₈ 的容重最小。不同配比的基质中总孔隙度为 52.7%~82.4%,加有牛粪的基质总孔隙度不在适宜的范围内,基质的透气性较差。基质中全为醋糟时气水比最大。

基质的 pH 表示其酸碱度。基质的酸碱性一般应保持微酸或中性,过酸或过碱会影响基质中养分形态和有效含量。有研究表明,育苗基质的 pH 为 5.8~7.0 较适宜^[19]。电导率反应基质可溶性盐的含量,一般应小于 2.6 mS/cm。基质中氮、磷、钾的含量要在一定的比例范围内才能起到促进幼苗生长的作用。该研究中,不同处理基质配比下的 pH 和 EC 值都在理想范围。纯菇渣和纯醋糟的氮、磷、钾含量变化比较大,其中纯菇渣全钾含量较高,纯醋糟的速效磷含量最大,但其全钾的含量较低。

3.2 不同基质配比对番茄幼苗生长发育的影响 番茄幼苗的株高、茎粗、根长、出苗率、鲜质量和干质量等可以直接反应幼苗的发育状况。根系活力反应幼苗根系对水肥的吸收能力,根系活力越高,幼苗越健壮。叶绿素的含量和叶片中可溶性糖含量的高低直接影响着育苗的代谢水平和光合产物的积累量。刘升学等^[20]研究表明,利用珍珠岩:蛭石=2:1 作为基质,有利于番茄茎粗和地下部的生长。陈素娟等^[21]采用醋糟:蛭石=1:1 的复合基质培育番茄幼苗,可提高幼苗

表 5 不同处理对番茄幼苗形态指标的影响

Table 5 Effects of different treatments on the morphological indexes of tomato seedlings

处理编号 Treatment code	根系活力 Root activity μg/(g·h)	叶绿素 a 含量 Content of chlorophyll a mg/g	叶绿素 b 含量 Content of chlorophyll b mg/g	叶绿素总量 Total chlorophyll content mg/g	可溶性糖含量 Content of soluble sugar mg/g
CK	387.41±0.35 bB	0.72±0.45 aA	0.44±0.14 bB	1.16±0.54 aA	8.69±1.02 bB
T ₁	375.15±0.51 cC	0.68±0.15 cC	0.37±0.36 dD	1.05±0.14 bB	8.03±0.55 cC
T ₂	337.20±0.24 fF	0.61±0.36 dD	0.33±0.58 eE	0.94±0.36 cC	7.81±0.47 dD
T ₃	257.63±0.69 dD	0.58±0.87 eE	0.30±0.25 gGF	0.88±0.28 dD	5.62±0.32 gG
T ₄	342.68±0.33 eE	0.60±0.59 dD	0.34±0.47 eE	0.94±0.58 cC	7.93±0.21 dD
T ₅	339.74±0.54 fF	0.58±0.46 eE	0.32±0.33f FE	0.90±0.44 dDC	7.68±0.59 eED
T ₆	394.52±0.15 aA	0.73±0.11 aA	0.48±0.24 aA	1.21±0.36 aA	9.15±0.48 aA
T ₇	387.54±0.24 bB	0.69±0.25 bB	0.39±0.12 dDC	1.08±0.59 bBA	8.74±0.18 bB
T ₈	215.68±0.69 iI	0.41±0.58 gG	0.30±0.02 gGF	0.71±0.94 fF	4.26±0.33 hH
T ₉	372.33±0.47 cC	0.69±0.47 bB	0.38±0.58 dD	1.07±0.06 bB	8.15±0.21 cC
T ₁₀	371.84±0.24 cC	0.67±0.19 cC	0.36±0.14 eED	1.03±0.55 bBC	8.22±0.22 cC
T ₁₁	391.58±0.12 aA	0.71±0.55 aA	0.41±0.58 cC	1.12±0.18 baA	9.23±0.94 aA
T ₁₂	384.94±0.11 bB	0.69±0.46 bB	0.39±0.84 dDC	1.08±0.37 bBA	8.94±0.48 bB
T ₁₃	340.76±0.64 eEF	0.67±1.02 cC	0.40±0.14 cC	1.07±0.32 bB	6.58±0.56 fF
T ₁₄	317.59±0.35 gG	0.57±0.84 eE	0.37±0.36 dD	0.94±0.66 cC	6.57±0.14 fF
T ₁₅	237.48±0.63 hH	0.48±0.14 fF	0.31±0.25 fF	0.79±0.48 eE	4.61±0.52 hH

注:同列不同小写字母不同表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著
Note:Different lowercases in the same column represented significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column represented extremely significant differences at 0.01 level

表 6 不同处理的成本比较

Table 6 Comparison of the costs of different treatments

处理编号 Treatment code	成本 Cost//元/m ³	相对成本 Relative cost//%
CK	379	100
T ₁	321	84.7
T ₂	267	70.4
T ₃	135	35.6
T ₄	181	47.8
T ₅	227	59.9
T ₆	280	73.9
T ₇	333	87.9
T ₈	150	39.6
T ₉	193	50.9
T ₁₀	236	62.3
T ₁₁	286	75.5
T ₁₂	336	88.7
T ₁₃	264	69.7
T ₁₄	261	68.9
T ₁₅	318	83.9

的长势,地上部和地下部的干鲜重也显著高于其他处理。该研究表明,处理 T₆(醋糟:草炭:蛭石=40%:40%:20%)和 T₁₁(菇渣:草炭:蛭石=40%:40%:20%)的理化性质较好,同时对番茄的出苗率、株高、茎粗、根长、地上鲜重、根系活力、叶绿素和可溶性糖含量等效果最好。因此,可用醋糟和菇渣代替部分草炭进行番茄育苗,这不仅节约了成本,还解决了草炭资源不足的问题。

参考文献

[1] 郭敬华,董灵迪,石琳琪,等.番茄穴盘育苗低成本无土基质筛选的研究[J].河北农业科学,2011,15(8):33-36.

[2] 陈琦,左亚群.番茄穴盘育苗技术[J].上海蔬菜,2010(5):43.
[3] 任杰,崔世茂,刘杰才,等.不同基质配比对黄瓜穴盘育苗质量的影响[J].华北农学报,2013,28(2):128-132.
[4] 李迁,张俊龙.茄果类蔬菜无土育苗基质筛选研究[J].甘肃农业科技,1996(11):14-15.
[5] 姚玉敏,王秀峰,于喜艳,等.不同栽培基质对甜瓜品质和养分含量的影响[J].山东农业科学,2009(2):45-47.
[6] 葛婷婷,李萍萍.不同基质配比对温室黄瓜生长的影响[J].安徽农业科学,2008,36(1):184-185.
[7] 崔秀敏,王秀峰,孙春华,等.番茄育苗基质特性及其育苗效果[J].上海农业学报,2001,17(3):68-71.
[8] 郭世荣.无土栽培学[M].北京:中国农业出版社,2003:202-214,423-425.
[9] 刘士哲.现代实用无土栽培技术[M].北京:中国农业出版社,2001:1-25,169-170,530-555.
[10] 任杰.不同配比基质及微生物菌剂对黄瓜穴盘育苗及生长发育的影响[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2013.
[11] 罗健毅.番茄低成本穴盘育苗基质的筛选[J].甘肃农业科技,2012(4):30-32.
[12] 李萍萍,李式军.芦苇末有机基质在蔬菜栽培上应用效果的研究[J].沈阳农业大学学报,2000,31(1):93-95.
[13] 秦嘉海,陈广泉,陈修斌.糠醛渣混合基质在番茄无土栽培中的应用[J].中国蔬菜,1997(4):13-15.
[14] 司亚平,何伟明,陈殿奎.基质物理性质对番茄穴盘育苗质量的影响[J].中国蔬菜,1998(2):30-31.
[15] 解文艳,樊茂盛,周怀平,等.旱地褐土长期定位施肥土壤剖面硝态氮分布与累积研究[J].华北农学报,2011,26(2):180-185.
[16] 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,2000.
[17] 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.
[18] 谭新霞,张云舒.菇渣等复合基质对番茄育苗效果的影响[J].西北农业学报,2011,20(5):158-160.
[19] 王清华,程鸿雁.栽培基质的选择与评价[J].山东林业科技,2006(1):73-74.
[20] 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.
[21] 陈素娟,孙娜娜.不同基质配比对番茄秧苗生长的影响[J].江苏农业科学,2013,41(6):128-130.