

猪发酵床废弃垫料不同配比基质对辣椒生长及品质的影响^①

高文瑞, 王欣, 徐刚*, 李德翠, 孙艳军, 韩冰, 史珑燕

(江苏省农业科学院蔬菜研究所/江苏省高效园艺作物遗传改良重点实验室, 南京 210014)

摘要:以第一代猪发酵床废弃垫料基质(WD)为主要原料,通过添加蛭石和醋糟中的一种或两种进行基质配比,测定了不同复配基质的理化性质(容重、总孔隙度、水气比、pH、EC、全氮、碱解氮、有机质等),研究了不同基质对辣椒的植株生长、光合作用、产量及果实品质的影响。结果表明:T8处理(WD:醋糟:蛭石=9:2:6)的物理性质均在理想基质范围内;T7(WD:醋糟:蛭石=9:4:4)、T8、和T9(WD:蛭石=9:5)处理的全氮、碱解氮、速效钾含量较低,全磷、速效磷含量较高,pH较高,EC值较低;T7、T8和T9处理的辣椒植株株高、茎粗显著高于其他的处理;T8处理的辣椒叶片光合作用最强,叶绿素含量最高,且显著高于CK;T8处理的辣椒植株产量最高,其次为T4(WD:醋糟=5:2)处理,T4、T8处理分别较CK产量提高7.74%、11.14%;T7和T8处理辣椒的可溶性固形物含量相对较低,但其Vc、可溶性蛋白和可溶性糖含量相对较高。综合考虑,生产上推荐使用T8处理作为辣椒生长的有机栽培基质。

关键词:猪发酵床废弃垫料;辣椒;产量;品质;光合作用

中图分类号:X705 文献标识码:A

目前国内外蔬菜栽培使用的基质大多由泥炭、蛭石和珍珠岩配制而成。泥炭是湿地条件下植物残体不完全碳化所形成的产物,其理化特性受植被类型、分解程度及形成条件等因素的影响,其储量有限且分布较不均匀^[1],是一种不可再生资源。泥炭的过度开采会对湿地生态环境造成严重破坏,诸多国家已禁止对泥炭进行开采应用^[2]。因此,迫切需要寻找来源更加广泛,价格更加低廉,更为环保的泥炭替代物。

发酵床养殖技术是一种广泛应用于畜禽养殖过程中的一种养殖技术。所谓发酵床养猪废弃垫料是指将微生物菌剂依循一定的比例,同锯木屑、秸秆等必要的辅料予以混合,经过堆积发酵而形成的垫料床^[3]。近年来,国家对养殖业污染物排放对环境的影响越来越重视,发酵床养猪规模呈上升趋势。如何使发酵床的废弃垫料变废为宝,也成为了目前面临的新的课题^[4]。目前已经有许多学者在以发酵床废弃垫料为主要基质的食用菌栽培技术方面^[5-6]和将发酵床垫料直接用作有机肥提高蔬菜等作物的产量和品质的机理方面做了较多研究^[7],同时也有些学者研究了以

发酵床废弃垫料为主的蔬菜育苗基质^[8],但是关于发酵床垫料用作蔬菜栽培基质的研究鲜有报道。

江苏省农业科学院农业资源与环境研究所利用发酵床废弃垫料制成的第一代猪发酵床废弃垫料栽培基质,由发酵床废弃垫料、蛭石、珍珠岩、泥炭组成,经测定发现第一代猪发酵床废弃垫料栽培基质总孔隙度和通气孔隙偏小、电导率偏高、易板结,需要进行进一步的复配改良才能作为栽培基质。醋糟为制醋业排放的典型有机废弃物,我国每年的排放量超过 2.60×10^6 t。研究表明,除了可以作为饲料、食用菌栽培料以外,醋糟还可以作为园艺植物栽培的有机基质。醋糟基质孔隙度大,醋糟中粗蛋白质、粗脂肪、无氮浸出物、钙、磷等营养丰富,有很大的利用价值^[9]。蛭石是用膨胀蛭石作为原料,具有疏松土壤,透气性好,吸水力强,温度变化小等特点。因此本研究以辣椒为试材,将腐熟后的发酵床废弃垫料与蛭石和醋糟基质中的一种或两种以不同体积比例混合,研究了不同配方的复配基质对辣椒的生长、产量和品质的影响,以期探讨出合理开发利用发酵床废弃垫料的科学途径,并获得栽培优质辣椒的基质配方。

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金(CX(15)1003)和“十三五”重点研发计划项目(2016YFD0201007)资助。

* 通讯作者(xugang90@163.com)

作者简介:高文瑞(1980—),女,山西太谷人,博士,副研究员,主要从事设施蔬菜栽培技术研究。E-mail: gaowr1225@126.com

1 材料与方 法

1.1 供试材料

供试第一代猪发酵床废弃垫料基质由江苏省农业科学院农业资源与环境研究所提供,所用基质配方为:发酵床垫料 蛭石 珍珠岩 泥炭=3 2 3 2(v/v)。发酵床垫料由基于水稻秸秆的猪圈发酵床垫料圈内腐解(2年)及出圈后经过再次堆肥(1个月)制成。基质中使用的蛭石、珍珠岩和泥炭的最大持水量分别为 53.9%、31.4% 和 31.7%,基质容重为 0.32 g/cm³,总孔隙为 71.57%,通气孔隙为 10.87%,持水孔隙为 60.70%,pH 6.30,EC 为 4.69 mS/cm,全氮含量为 18.74 g/kg,全磷为 2.03 g/kg,全钾为 20.79 g/kg,碱解氮为 90.87 mg/kg,速效磷为 20.66 mg/kg,速效钾为 6.74 g/kg,有机质为 347.1 g/kg。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验在江苏省农业科学院六合试验基地的设施大棚内进行,采用桶装栽培。以第一代猪发酵床废弃垫料基质为对照 CK,试验共设 9 个处理,见表 1。

表 1 复配基质的试验设计
Table 1 Experimental designs of compound substrates

处理	基质改良方案
T1	猪发酵床废弃垫料基质:醋糟=12:1
T2	猪发酵床废弃垫料基质:醋糟=11:2
T3	猪发酵床废弃垫料基质:醋糟=7:2
T4	猪发酵床废弃垫料基质:醋糟=5:2
T5	猪发酵床废弃垫料基质:醋糟=2:1
T6	猪发酵床废弃垫料基质:醋糟=3:2
T7	猪发酵床废弃垫料基质:醋糟:蛭石=9:4:4
T8	猪发酵床废弃垫料基质:醋糟:蛭石=9:2:6
T9	猪发酵床废弃垫料基质:蛭石=9:5

1.2.2 测定指标及方法 1)基质理化性质的测定。将基质烘干至恒重,装入一定体积(v)、一定重量(w)的烧杯称总重(w₁),体积质量=(w₁-w)/v。将烘干基质装入一定体积(v)、一定重量(w)的塑料杯称总重(w₂)中加水至饱和状态,饱和水状态下称重(w₃),将容器上口用一已知重量(w₄)的纱布包住,将烧杯倒置,让杯中水分流出,放置 6 h 左右,直至容器中没有水分渗出,称重(w₅);总孔隙度(TP)=(w₃-w₄-w₂)/v×100%;通气孔隙度(AP)=(w₃+w₄-w₅)×100%;持水孔隙度(WHP)=总孔隙度-通气孔隙度。

将风干基质(质量)与去离子水(体积)以 1:5 比例相混合,经 2 h 后取滤液,用 IS128 型 pH 计(上

海仪迈仪器科技有限公司)和 DDS-11A 型 EC 计(上海康仪仪器有限公司)分别测定 pH、EC 值。

基质全氮含量采用凯氏定氮法测定,全磷含量采用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮,比色法测定;全钾含量采用原子吸收光谱法测定;碱解氮含量采用碱扩散法测定;速效磷含量采用 HCl-H₂SO₄ 法测定;速效钾含量采用钼酸铵浸提-火焰光度计法测定^[10];有机质含量采用重铬酸钾容量法测定^[11]。

2)辣椒指标的测定。盛花期随机选 10 株辣椒,用直尺测定株高(根基到生长点),游标卡尺测定茎粗(子叶下 1 cm)。采用便携式光和测定仪(LI-6400 型,美国 LI-Cor 公司)测定辣椒叶片净光合速率(Pn)、胞间 CO₂ 浓度(Ci)、蒸腾速率(Tr)、气孔导度(Gs);采用乙醇、丙酮、水混合液浸提法测定叶绿素含量^[12]。参照 GB12295-90 采用折射仪测定辣椒果实中可溶性固形物含量,可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定,可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定,Vc 含量采用 2,6-二氯酚靛酚钠法测定^[12-13]。

在辣椒结果初期,每处理在测定植株上采摘成熟果实 5 个,用直尺、游标卡尺测量果长、果径(肩部),用天平称单果质量。每个处理随机挑选 5 株辣椒植株测定单株产量。

1.3 数据处理

采用 Excel 软件绘图,采用 SPSS 软件进行显著性测验,Duncan's 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 复配基质的理化性质

2.1.1 物理性质 在植物栽培过程中,基质起着固定植株根系的重要作用,同时向植株提供其生长所需的部分养分和水分,促进植株根系的气体交换。基质的容重、总孔隙度、水气比、pH、EC 值,以及有机质、各种营养元素的含量直接影响到植物栽培的效果^[14]。基质的物理性状通过影响基质的固、液、气三相比例来间接地影响作物根系发育以及根系对于营养物质的吸收^[15]。容重能够反映基质的疏松紧密程度,一般来说,栽培基质容重的适宜范围为 0.1~0.8 g/cm³,基质随容重增大,孔隙度减小,持水能力减弱^[16]。如表 2 所示,各处理的容重在 0.26~0.35 g/cm³,均符合理想基质对容重的要求,除 T9 处理外,其他 8 个处理的容重均显著低于 CK。理想基质的总孔隙度应大于 75%,通气孔隙应该大于 15%,水气比在 2~4^[17],T4~T8 处理的总孔隙度均大于 75%,且均显著高于 CK,其中 T6 处理的总孔隙度最

大;所有处理的通气孔隙均显著高于 CK,其中 T4~T6 处理和 T8 处理的通气孔隙均大于 15%,T6 处理的通气孔隙最大;CK 的持水孔隙为 60.70%,符合优良基质对持水孔隙的要求,改良后的复配基质中 T1、

T2、T3、T7 和 T8 处理的持水孔隙大于 60%;CK 的水气比为 5.59,值偏高,不在理想基质的范围内,T4~T6 和 T8 处理的水气比均在 2~4,符合理想基质的性状,且均与 CK 存在显著差异(表 2)。

表 2 复配基质的物理性质
Table 2 Physical properties of compound substrates

处理	容重(g/cm ³)	持水孔隙(%)	通气孔隙(%)	总孔隙(%)	水气比
CK	0.32 ± 0.04 b	60.70 ± 0.42 c	10.87 ± 0.10 i	71.57 ± 0.50 h	5.59 ± 0.03 a
T1	0.31 ± 0.02 bc	60.61 ± 0.57 cd	11.73 ± 0.30 h	72.34 ± 0.32 g	5.17 ± 0.18 b
T2	0.29 ± 0.01 cd	61.27 ± 0.02 b	12.62 ± 0.09 g	73.89 ± 0.10 e	4.86 ± 0.03 c
T3	0.28 ± 0.01 de	60.19 ± 0.06 d	14.06 ± 0.14 e	74.26 ± 0.16 e	4.28 ± 0.04 d
T4	0.26 ± 0.03 def	59.75 ± 0.06 e	15.31 ± 0.10 c	75.06 ± 0.15 d	3.90 ± 0.02 f
T5	0.25 ± 0.02 ef	59.51 ± 0.23 e	16.26 ± 0.16 b	75.77 ± 0.11 c	3.66 ± 0.05 g
T6	0.24 ± 0.04 f	59.35 ± 0.06 e	17.71 ± 0.10 a	77.06 ± 0.15 a	3.35 ± 0.02 h
T7	0.31 ± 0.01 bc	63.34 ± 0.10 a	12.92 ± 0.09 f	76.26 ± 0.14 b	4.90 ± 0.03 c
T8	0.31 ± 0.01 bc	60.54 ± 0.67 cd	16.32 ± 0.10 b	76.86 ± 0.15 a	3.71 ± 0.02 g
T9	0.35 ± 0.02 a	58.34 ± 0.25 f	14.48 ± 0.12 d	72.83 ± 0.16 f	4.03 ± 0.05 e

注:表中同列不同小写字母表示处理间差异在 $P < 0.05$ 水平显著,下同。

2.1.2 化学性质 从 CK 到 T6 处理,复配基质中随醋糟的比例增加猪发酵床垫料基质的比例减少,如表 3 所示,除复配基质的有机质含量、全钾含量呈递减趋势外,其他化学性质均呈上升趋势,其中 T6 处理的全氮、全磷含量最高,有机质含量最低,pH、EC 值较高,说明在猪发酵床废弃垫料基质中加入醋糟,能增加猪发酵床废弃垫料基质的全氮、全磷含量,

提高 pH、EC 值,降低有机质含量。T7、T8、T9 处理中猪发酵床废弃垫料的比例不变而醋糟的比例不断下降,蛭石的比例不断增加,复配基质的化学性状表现为全氮含量和碱解氮含量不断下降,而有机质含量和 EC 值不断增加。与 T1~T6 处理相比,T7、T8 和 T9 处理的全氮、碱解氮、速效钾含量较低,全磷、速效磷含量较高,pH 值较大,EC 值较小。

表 3 复配基质的化学性质
Table 3 Chemical properties of compound substrates

处理	全氮(g/kg)	全磷(g/kg)	全钾(g/kg)	碱解氮(mg/kg)	速效磷(mg/kg)
CK	18.74 ± 0.40 d	2.03 ± 0.15 g	20.79 ± 0.52 c	90.87 ± 0.71 g	20.66 ± 0.43 j
T1	19.43 ± 0.37 c	2.83 ± 0.18 f	20.73 ± 0.41 c	98.00 ± 0.10 f	26.91 ± 0.23 i
T2	21.75 ± 0.44 b	3.58 ± 0.14 e	19.30 ± 0.42 d	101.50 ± 0.12 e	33.16 ± 0.22 h
T3	21.83 ± 0.50 b	4.31 ± 0.10 d	19.35 ± 0.18 d	105.00 ± 0.09 d	39.41 ± 0.21 g
T4	25.12 ± 0.45 a	4.95 ± 0.30 c	19.04 ± 0.31 de	111.87 ± 0.71 c	45.66 ± 0.32 f
T5	25.36 ± 0.36 a	5.73 ± 0.12 b	19.07 ± 0.30 de	122.37 ± 0.70 b	51.91 ± 0.42 e
T6	25.50 ± 0.51 a	6.85 ± 0.16 a	18.65 ± 0.13 e	139.97 ± 1.15 a	58.16 ± 0.44 d
T7	18.35 ± 0.20 d	5.60 ± 0.09 b	21.36 ± 0.20 b	97.97 ± 1.16 f	89.38 ± 0.53 a
T8	13.71 ± 0.27 e	4.88 ± 0.20 c	23.86 ± 0.27 a	80.47 ± 1.14 h	83.13 ± 0.54 b
T9	13.01 ± 0.21 f	6.74 ± 0.30 a	17.75 ± 0.05 f	69.87 ± 0.81 i	76.88 ± 0.50 c

处理	速效钾(g/kg)	有机质(g/kg)	pH	EC(mS/cm)
CK	6.74 ± 0.01 g	3.47 ± 0.10 b	6.30 ± 0.09 d	4.69 ± 0.07 e
T1	6.93 ± 0.05 f	3.18 ± 0.05 c	6.34 ± 0.04 cd	4.74 ± 0.06 de
T2	7.24 ± 0.03 e	3.06 ± 0.10 e	6.44 ± 0.09 abcd	4.77 ± 0.08 de
T3	7.33 ± 0.05 d	2.90 ± 0.04 f	6.49 ± 0.05 abcd	4.84 ± 0.08 cd
T4	7.44 ± 0.01 c	2.78 ± 0.08 g	6.52 ± 0.08 abc	4.93 ± 0.07 c
T5	7.58 ± 0.02 b	2.70 ± 0.08 h	6.58 ± 0.07 ab	5.09 ± 0.06 b
T6	7.66 ± 0.01 a	2.64 ± 0.10 i	6.62 ± 0.09 ab	5.22 ± 0.04 a
T7	5.06 ± 0.08 i	2.48 ± 0.07 j	6.36 ± 0.29 cd	3.32 ± 0.05 h
T8	3.73 ± 0.01 j	3.08 ± 0.09 d	6.63 ± 0.03 a	3.82 ± 0.04 g
T9	5.47 ± 0.08 h	4.21 ± 0.06 a	6.41 ± 0.04 bcd	4.27 ± 0.04 f

2.2 复配基质对辣椒生长的影响

2.2.1 株高和茎粗 株高是植株生长的主要表现之一,株高的增长通常伴随着茎粗的扩大、叶片数的增多;茎粗在一定程度上体现了植株的健壮程度^[18]。由表 4 可知,复配基质对辣椒的生长存在显著的影响。将猪发酵床废弃垫料基质与蛭石和醋糟复配的基质其株高比 CK 及猪发酵床垫料与醋糟复配的基质要高,茎粗的表现与此类似。T8 处理的株高显著高于除 T7、T9 处理之外的其他处理,CK 的株高显著低于 T4、T7、T8 和 T9 处理。T8 处理的茎粗显著高于除 T9 处理之外的其他处理。总体上,T7、T8 和 T9 处理的辣椒植株生长状况优于其他处理。这可能与 T7、T8、T9 基质中蛭石的添加从而降低了基质的 EC 值有关。EC 是限制有机废弃物基质应用于栽培基质的主要限制因子^[19]。纯醋糟基质颗粒粗、通气孔隙大,而蛭石的增加则增加了混配基质的持水能力,同时还能降低基质的 EC 值^[20]。刘超杰等^[21]研究表明,混配基质中随着蛭石含量的增加,辣椒株高、单株叶面积和生物量亦逐步升高,添加保水性能良好的蛭石,有助于辣椒幼苗的生长,本研究结果与此类似。

表 4 复配基质对辣椒株高和茎粗的影响

Table 4 Effects of compound substrates on plant heights and stem diameters of peppers

处理	株高(cm)	茎粗(mm)
CK	35.41 ± 4.16 de	10.53 ± 0.83 bc
T1	37.92 ± 1.71 cde	9.49 ± 0.52 cd
T2	41.33 ± 5.39 bcd	11.14 ± 0.52 b
T3	36.80 ± 2.39 cde	9.28 ± 0.83 d
T4	42.50 ± 8.25 bc	11.15 ± 1.04 b
T5	36.90 ± 3.81 cde	10.49 ± 0.80 bc
T6	32.50 ± 4.53 e	9.38 ± 0.78 d
T7	45.40 ± 6.35 ab	10.49 ± 0.96 bc
T8	50.30 ± 1.96 a	12.50 ± 0.63 a
T9	44.90 ± 5.37 ab	11.51 ± 0.74 ab

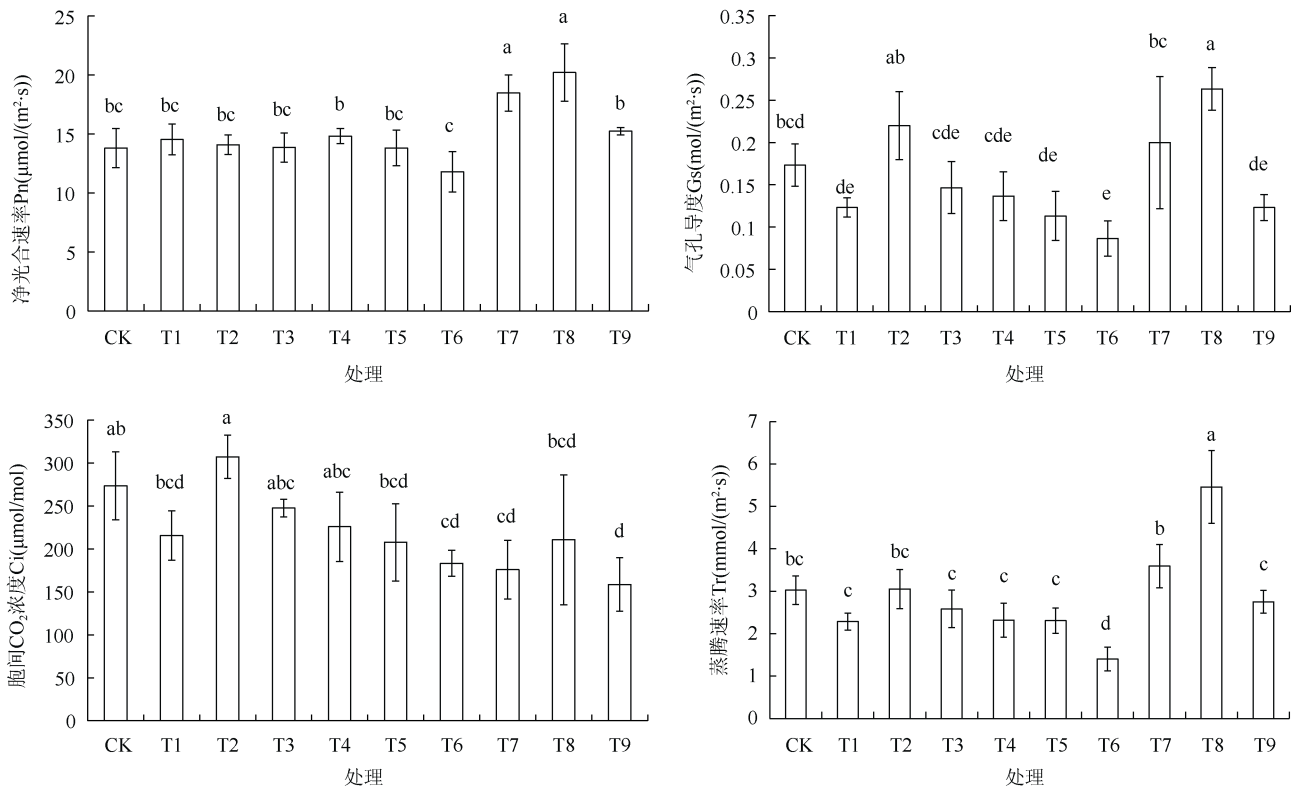
2.2.2 光合参数 光合作用是作物生产最基本的生理过程之一,作物产量的提高都是通过直接或间接地改善作物的光合生理性能来实现^[22]。如图 1 所示,基质不同配比使得辣椒叶片的光合参数产生了明显变化。总体上,T7 和 T8 处理的净光合速率(Pn)均显著高于其他处理,T8 处理的气孔导度(Gs)和蒸腾速率(Tr)均显著高于其他处理,T2 处理的胞间 CO₂ 浓度(Ci)显著高于其他处理,T6 处理的 Pn、Gs 和 Tr 均显著低于其他处理,T9 处理的 Ci 显著低于其他处理,不同配比基质的 Gs 和 Tr 的变化趋势相一致。T6 处理的 Pn 显著低于 CK,T1、T2、T3 和 T5 处理

的 Pn 与 CK 处理无显著性差异,其他处理均显著高于 CK;除 T2、T7 和 T8 处理的 Gs 显著高于 CK 外,其他处理的 Gs 均显著低于 CK 处理。除 T2 处理的 Ci 显著高于 CK 外,其他处理的 Ci 均显著低于 CK。T7 和 T8 处理的 Tr 显著高于 CK,T2 处理的 Tr 与 CK 处理无显著性差异,其他处理的 Tr 显著低于 CK。Pn 是影响植物同化能力和产量的关键因素。作物 Tr 的大小反映了植物蒸腾散失水分的多少,且直接影响着作物的水分利用率^[22-23]。本试验结果表明,T8 处理的辣椒叶片光合作用最强,且显著高于 CK。这可能与 T8 处理的各项理化性状均接近理想基质,导致 T8 处理更有利于叶片叶绿素的合成和光合作用。前人的研究也表明基质特性是影响作物生长的制约因素,基质材料的配比不同,则幼苗根长、叶面积、地上部与地下部干物质质量、叶绿素含量和光合作用等亦不同^[24]。

2.2.3 叶绿素 叶绿素参与光合作用中光能的吸收、传递和转化,其含量的高低直接影响着植物的光合作用进程和干物质的积累,最终将影响作物的生长、产量和品质^[25]。如图 2 所示,不同复配基质对辣椒叶片叶绿素含量的影响不同,猪发酵床废弃垫料基质与蛭石和醋糟复配基质的叶绿素含量高于猪发酵床垫料与醋糟复配的基质。叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素总含量的变化趋势相同,T8 处理的叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素总含量最高,T5 和 T6 处理的叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素总含量较低,其他处理的叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素总含量无明显差异。表明 T8 处理有利于辣椒叶片叶绿素的合成。

2.3 复配基质对辣椒产量及品质的影响

2.3.1 果实性状及产量 复配基质对辣椒果长、果径、果肉厚、单果重和单株产量的影响不同(表 5)。T8 处理的辣椒果长、果径、单果重和单株产量均处在最高水平。T8 处理的果长显著高于 CK 处理,T9 处理的果长与 CK 无显著性差异,其他处理的果长均显著低于 CK;T3、T8 和 T9 处理的果径显著高于 CK,T2 和 T7 处理的果径与 CK 无显著性差异,其他处理的果径显著低于 CK;T4、T8 和 T9 处理的单果重显著高于 CK,T7 处理的单果重与 CK 无显著性差异,其他处理的单果重显著低于 CK。产量是衡量辣椒生长好坏的指标之一^[26]。T8 处理的辣椒植株产量最高。T4 和 T8 处理的单株产量显著高于 CK,T4、T8 处理分别比 CK 产量提高了 7.74% 和 11.14%,T7 处理的单株产量与 CK 无显著性差异,其他处理的单株产量显著低于 CK。



(图中不同小写字母表示处理间差异在 P<0.05 水平显著, 下同)

图 1 复配基质对辣椒叶片光合参数的影响

Fig. 1 Effects of compound substrates on photosynthetic parameters of pepper leaves

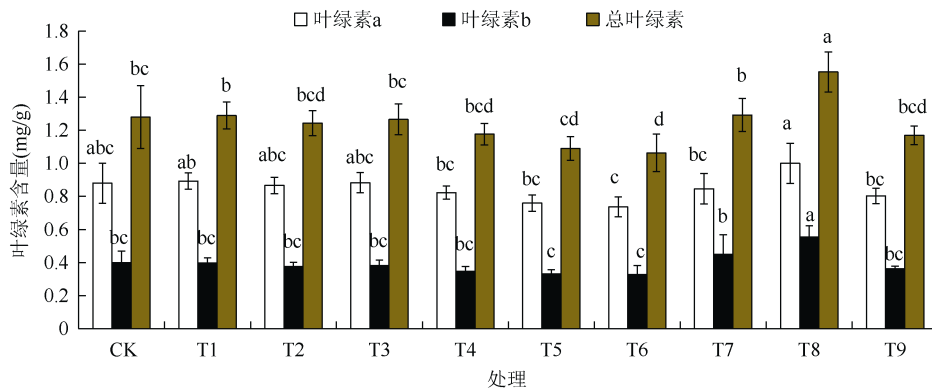


图 2 复配基质对辣椒叶片叶绿素含量的影响

Fig. 2 Effects of different compound substrates on chlorophyll contents in pepper leaves

表 5 复配基质对辣椒果实性状及产量的影响

Table 5 Effects of compound of substrates on fruit agronomic characters and yields of peppers

处理	果长(mm)	果径(mm)	果肉厚(mm)	单果重(g)	单株产量(g/株)
CK	92.59 ± 8.90 ab	37.28 ± 3.06 abcd	2.03 ± 0.25 bcd	26.87 ± 3.79 bc	850.04 ± 26.82 b
T1	85.11 ± 4.67 abc	34.14 ± 5.71 cd	1.76 ± 0.12 de	20.85 ± 1.77 de	608.49 ± 22.97 f
T2	83.62 ± 5.84 bc	37.24 ± 1.75 abcd	1.98 ± 0.09 bcde	19.72 ± 1.28 e	753.78 ± 25.21 d
T3	80.81 ± 10.63 c	37.91 ± 2.52 abc	1.71 ± 0.19 de	24.09 ± 2.59 cd	578.41 ± 21.10 f
T4	88.26 ± 5.13 abc	33.28 ± 1.33 cd	1.90 ± 0.23 cde	27.73 ± 3.26 b	915.86 ± 23.84 a
T5	87.31 ± 8.32 abc	36.28 ± 5.14 bcd	1.95 ± 0.22 cde	20.12 ± 2.79 e	736.06 ± 27.33 d
T6	83.62 ± 4.74 bc	32.81 ± 1.59 d	1.67 ± 0.16 e	19.03 ± 1.43 e	660.06 ± 24.81 e
T7	85.66 ± 2.90 abc	37.22 ± 1.88 abcd	2.22 ± 0.04 abc	26.39 ± 2.71 bc	871.75 ± 12.63 b
T8	94.13 ± 2.61 a	41.37 ± 3.16 a	2.45 ± 0.14 a	31.29 ± 2.12 a	944.73 ± 23.71 a
T9	91.19 ± 2.96 ab	39.08 ± 2.48 ab	2.31 ± 0.25 ab	29.95 ± 2.78 ab	815.84 ± 28.43 c

2.3.2 果实品质 辣椒品质通过可溶性糖、可溶性蛋白、Vc、可溶性固形物等指标来衡量^[26]。不同的复配基质对辣椒果实品质的影响不同(图3)。T8处理的可溶性蛋白含量最高,其显著高于CK、T1、T2、T3处理,T1处理的可溶性蛋白质含量最低。T7和T8处理的可溶性糖含量显著高于其他处理,T6处理的可溶性糖含量最低。CK、T1、T2、T3处理的可溶性固形物含量均

较高,T1处理的可溶性固形物含量显著高于除CK、T2、T3以外的其他处理,T8处理的可溶性固形物含量最低。CK的Vc含量最高,其显著高于除T1、T2、T3及T8以外的其他处理,T6处理的Vc含量最低。综合可知,T7和T8处理的可溶性固形物含量相对较低,但Vc、可溶性蛋白和可溶性糖含量相对较高,T7和T8处理的果实品质优良。

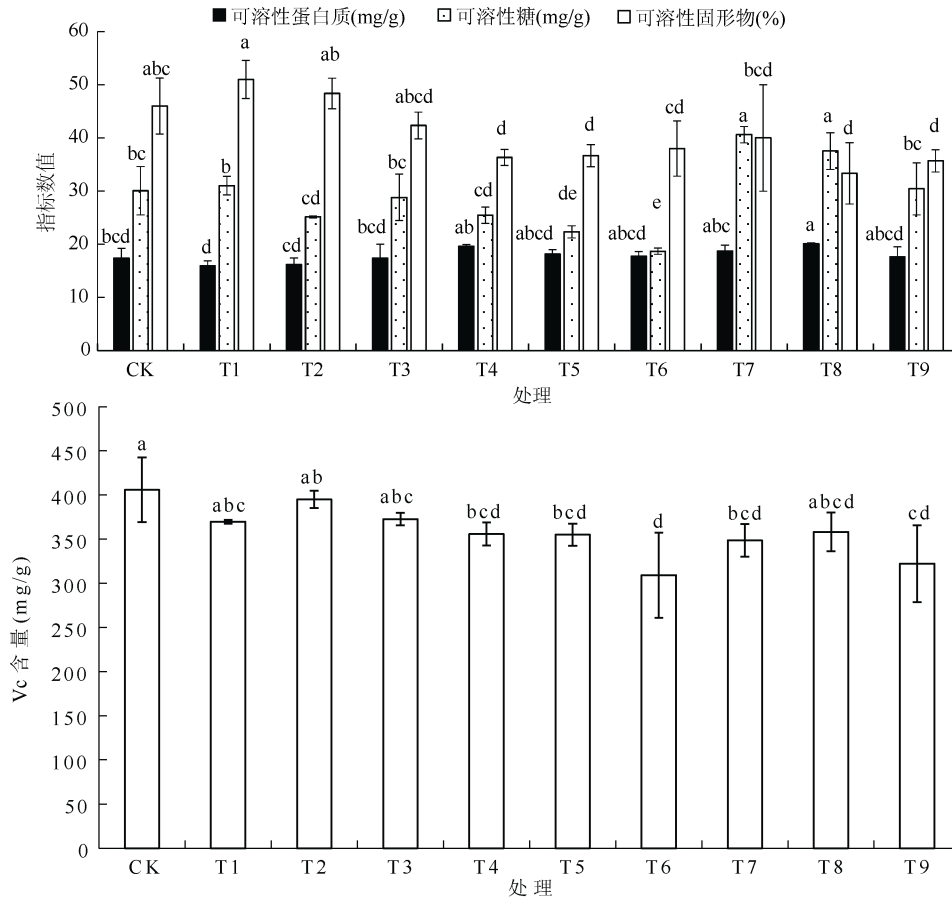


图3 复配基质对辣椒果实品质的影响

Fig. 3 Effects of compound of substrates on fruit qualities of peppers

3 结论

1) 本研究中原有的基质总孔隙度和通气孔隙偏小、电导率偏高、易板结。通过添加蛭石和醋糟中的一种或两种进行基质复配改良,T4~T8处理的总孔隙度均显著高于CK,大于75%,且所有处理的通气孔隙均显著大于CK。T7、T8和T9处理的全氮、碱解氮、速效钾含量较低,全磷、速效磷含量较高,pH较高,EC值显著低于CK。T8处理(猪发酵床废弃垫料基质:醋糟:蛭石=9:2:6)的基质理化性质均在理想基质范围内。

2) 本研究中T7、T8和T9处理的辣椒植株株高与茎粗显著优于其他的处理,T8处理的叶绿素a、叶

绿素b和叶绿素总含量最高,叶片光合作用最强,单株的产量最高。同时T8处理的可溶性蛋白最高,T7和T8处理的可溶性固形物相对较低,但其Vc、可溶性蛋白和可溶性糖含量相对较高,说明T7和T8处理的果实品质优良。

3) 综合分析生长指标、产量因素与果实品质指标,T8处理的辣椒植株长势良好,产量最高,果实品质优良,T8处理可作为为设施辣椒生长的优良有机基质。

参考文献:

- [1] 张景云, 缪南生, 万新建, 等. 不同基质对小白菜出苗及幼苗生长的影响[J]. 中国农学通报, 2012, 28(16): 261-265

- [2] 田赟, 王海燕, 孙向阳, 等. 农林废弃物环保型基质再利用研究进展与展望[J]. 土壤通报, 2011, 42(2): 497-502
- [3] 盛清凯, 王诚, 武英, 等. 冬季发酵床养殖模式对猪舍环境及猪生产性能的影响[J]. 家畜生态学报, 2009, 30(1): 82-85
- [4] 王佳辉, 唐玲玲, 张宝荣, 等. 发酵床养猪废弃垫料的处理方法及效益分析[J]. 养殖技术顾问, 2013(4): 187
- [5] 阮瑞国, 丁李春, 罗仰奋, 等. 葡萄园中零排放猪舍垫料废料栽培双孢蘑菇[J]. 食用菌学报, 2011, 18(3): 31-34
- [6] 应正河, 林衍铨, 江晓凌, 等. 微生物发酵床养猪垫料对 5 种食用菌菌丝生长的影响[J]. 福建农业学报, 2014, 29(10): 982-986
- [7] 罗佳, 刘丽珠, 王同, 等. 养猪发酵床垫料有机肥对辣椒产量及土壤微生物多样性的影响[J]. 土壤, 2015, 47(6): 1101-1106
- [8] 陈燕萍, 肖荣凤, 刘波, 等. 利用微生物发酵床养猪垫料制备蔬菜育苗基质的研究[J]. 福建农业学报, 2015(8): 802-809
- [9] 朱咏莉, 李萍萍, 赵青松, 等. 不同配比醋糟有机基质氮素有效性与黄瓜生长的关系[J]. 土壤通报, 2011, 42(5): 1184-1188
- [10] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 12
- [11] 南京农业大学. 土壤农化分析[M]. 2 版. 北京: 农业出版社, 1981
- [12] 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
- [13] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 72-74
- [14] 任志雨, 切岩祥和, 王丽娟, 等. 椰糠与蛭石不同配比在黄瓜无土育苗中的应用[J]. 北方园艺, 2014(2): 53-56
- [15] 郭世荣. 无土栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003
- [16] 王树鹏, 王博, 于宏祥, 等. 不同配方基质对日光温室辣椒果实品质及产量的影响[J]. 中国农学通报, 2015, 31(10): 63-68
- [17] 李天林, 沈兵, 李红霞. 无土栽培中基质培选料的参考因素与发展趋势(综述)[J]. 石河子大学学报: 自然科学版, 1999, 3(3): 151-159
- [18] 徐刚, 高文瑞, 彭天沁, 等. 以木薯渣为主要原料的黄瓜无土栽培基质研究[J]. 土壤, 2015, 47(1): 161-165
- [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] 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
- [21] 刘超杰, 郭世荣, 王长义, 等. 混配醋糟复合基质对辣椒幼苗生长的影响[J]. 园艺学报, 2010, 37(4): 559-566
- [22] 刘长利, 王文全, 崔俊茹, 等. 干旱胁迫对甘草光合特性与生物量分配的影响[J]. 中国沙漠, 2006, 26(1): 142-145
- [23] 薛伟, 李向义, 朱军涛, 等. 遮阴对疏叶骆驼刺叶形态和光合参数的影响[J]. 植物生态学报, 2011, 35(1): 82-90
- [24] 李蒙, 杜静, 束胜, 等. 樱桃番茄栽培醋糟基质配方研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2015, 46(1): 19-25
- [25] 王素平, 郭世荣, 胡晓辉, 等. 盐胁迫对黄瓜幼苗叶片光合色素含量的影响[J]. 江西农业大学学报, 2006, 28(2): 32-38
- [26] 许仙菊, 张永春, 汪吉东, 等. 几种不同类型肥料对辣椒产量和品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2009, 25(6): 1297-1300

Effects of Substrates with Different Compositions Derived from Waste Padding of Pig Fermentation Bed on Growth and Quality of Pepper

GAO Wenrui, WANG Xin, XU Gang^{*}, LI Decui, SUN Yanjun, HAN Bing, SHI Longyan

(Institute of Vegetable Crops, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences/Jiangsu Key Laboratory for Horticultural Crop Genetic Improvement, Nanjing 210014, China)

Abstract: The 1st generation of waste padding of pig fermentation bed (WD) was used as the main material, added with vermiculite or vinegar residue or their mixture to prepare the compound substrates with different formulas. Then physicochemical properties (unit weight, total porosity, water/air ratio, pH, EC, total nitrogen, alkali-hydrolyzable nitrogen, organic matter, etc.) of these substrates and their effects on plant growth, photosynthesis, yield and fruit quality of peppers were studied. The results showed that physical characteristics of T8 treatment (WD : vinegar residue : vermiculite = 9 : 2 : 6) were all within the ranges of ideal substrate. T7 (WD : vinegar residue : vermiculite = 9 : 4 : 4), T8, and T9 (WD : vermiculite = 9 : 5) treatments had lower total nitrogen, available nitrogen, available potassium contents and EC values, but had higher total phosphorus, available phosphorus contents and pH values. The plant heights and stem diameters of pepper of T7, T8 and T9 treatments were significantly higher than those of other treatments. T8 treatment had the highest photosynthesis and chlorophyll content, significantly higher than those of CK. T8 had the highest pepper yield, followed by T4 (WD : vinegar residue = 5 : 2), increased by 11.14% and 7.74%, respectively, compared with CK. T7 and T8 treatments had lower soluble solids contents, but higher contents of Vc, soluble protein and soluble sugar. On the whole, T8 treatment is recommended as an organic substrate for the growth of pepper.

Key words: Waste padding of pig fermentation bed; Pepper; Yield; Quality; Photosynthesis