

王 欣,高文瑞,徐 刚,等.以猪发酵床废弃垫料为主要原料的无土栽培基质理化性状分析[J].江苏农业科学,2017,45(24):251-254.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.24.067

以猪发酵床废弃垫料为主要原料的无土栽培基质理化性状分析

王 欣,高文瑞,徐 刚,李德翠,段传龙

(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,江苏南京 210014)

摘要:以江苏农业科学院资源与环境保护所制成的第 1 代猪发酵床废弃垫料基质为主要原料,通过添加蛭石、醋糟、草炭、木薯渣等基质中的一种或几种进行基质复配,测试不同复配基质的容重、总孔隙度、水气比等物理性质及 pH 值、EC 值、全氮、碱解氮、全磷、速效磷等化学性质,以筛选出适宜设施蔬菜生长的优良基质配方。结果表明,第 1 代猪发酵床废弃垫料基质:醋糟:蛭石=9:2:6、第 1 代猪发酵床废弃垫料基质:醋糟:蛭石=6:1:3、第 1 代猪发酵床废弃垫料基质:木薯渣:草炭=3:1:1 进行复配,其理化性状在理想基质范围内,是适宜设施蔬菜生长的优良基质。

关键词:猪发酵床废弃垫料;醋糟;木薯渣;基质;理化性状;无土栽培

中图分类号: S317 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)24-0251-04

常规基质栽培使用的泥炭是一种不可再生资源,由于过度开采会对湿地生态环境造成严重破坏,许多国家已禁止对泥炭进行开采应用,并转而寻找其他可替代资源^[1-2]。近年来有研究表明,城市污泥、蘑菇渣、牛粪、秸秆等有机固体废弃物经过合适的堆肥处理可用作栽培基质,替代泥炭^[3]。发酵床养殖是目前广泛应用于畜禽养殖过程中的一种养殖技术,而发酵床垫料是将微生物菌剂依循一定的比例与锯木屑、秸秆等必要的辅料混合经过堆积发酵而成^[4-5]。近年来,发酵床养猪规模呈上升趋势,而国家对养殖业污染物排放对环境的影响越来越重视,如何使发酵床废弃垫料变废为宝成为当前需要解决的新课题^[6]。江苏农业科学院资源与环境保护

所利用发酵床废弃垫料制成的第 1 代栽培基质由发酵床废弃垫料、蛭石、珍珠岩、泥炭组成,该栽培基质总孔隙度和通气孔隙偏小,电导率偏高,易板结。因此,本研究旨在改良第 1 代猪发酵床废弃垫料栽培基质,为畜禽养殖业废弃垫料在无土栽培中的应用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

第 1 代猪发酵床废弃垫料基质,由江苏农业科学院资源与环境保护所提供;蛭石、醋糟、草炭、菌糠、木薯渣、中药渣,均为商业产品。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验共设 17 个处理,以第 1 代猪发酵床废弃垫料基质(对照)为基础材料,通过添加不同比例的蛭石、醋糟、草炭、菌糠、木薯渣、中药渣制成 16 种复配基质(表 1)。

1.2.2 测定方法 参照郭世荣的方法测定基质的容重、孔隙度^[7]。将风干基质与去离子水以 1 g:5 mL 比例混合,静置 2 h,取滤液,测定 pH 值和 EC 值;分别采用凯氏定氮法、 $H_2SO_4-H_2O_2$ 消煮比色法、原子吸收光谱法、碱扩散法、

收稿日期:2016-06-28

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(15)1003]。

作者简介:王 欣(1990—),女,河南周口人,硕士研究生,主要从事设施蔬菜栽培研究。Tel:(025)84398820;E-mail:916393257@qq.com。

通信作者:徐 刚,博士,研究员,主要从事蔬菜设施栽培技术及相关栽培生理等研究。Tel:(025)84390143;E-mail:xugang90@163.com。

thermal evolution of the structure of a Mg-Al-CO₃ layered double hydroxide[J]. Chemical Engineering Science, 2002, 57(15):2945-2953.

[10] Rodrigues L A, Pinto C, da Silva M L. An investigation of phosphate adsorption from aqueous solution onto hydrous Niobium oxide prepared by co-precipitation method[J]. Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects, 2009, 334(1/2/3):191-196.

[11] 张海永,景晓燕,王 君,等.磁性纳米镁铝水滑石的合成及表征[J].应用化学,2002,19(8):734-737.

[12] 陈雪琳. ZnAl 类水滑石吸附污水处理厂二级出水中磷的研究[D].北京:北京林业大学,2014.

[13] 程 翔. 类水滑石吸附和蓝铁石沉淀回收污水中磷的研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2010.

[14] 贾云生,王火焰,赵雪松,等. CaAl 类水滑石的磷酸根吸附性能及其影响因素研究[J]. 化学学报,2015, 73(11):1207-1213.

[15] 邵鹏辉,唐朝春,简美鹏,等. 磷在磁铁矿-针铁矿混合相上的吸附[J]. 环境工程学报,2013, 7(9):3433-3438.

[16] Azizian S. Kinetic models of sorption: a theoretical analysis[J]. J Colloid Interface Sci, 2004, 276:47-52.

[17] Ho Y S, McKay G. A comparison of chemisorption kinetic models applied to pollutant removal on various sorbents[J]. Process Saf Environ Prot, 1998, 76:332-340.

表 1 猪发酵床废弃垫料基质改良试验设计

处理	基质改良方案
T ₁	第 1 代猪发酵床废弃垫料基质: 醋糟 = 12 : 1
T ₂	第 1 代猪发酵床废弃垫料基质: 醋糟 = 11 : 2
T ₃	第 1 代猪发酵床废弃垫料基质: 醋糟 = 7 : 2
T ₄	第 1 代猪发酵床废弃垫料基质: 醋糟 = 5 : 2
T ₅	第 1 代猪发酵床废弃垫料基质: 醋糟 = 2 : 1
T ₆	第 1 代猪发酵床废弃垫料基质: 醋糟 = 3 : 2
T ₇	第 1 代猪发酵床废弃垫料基质: 醋糟: 蛭石 = 9 : 4 : 4
T ₈	第 1 代猪发酵床废弃垫料基质: 醋糟: 蛭石 = 9 : 2 : 6
T ₉	第 1 代猪发酵床废弃垫料基质: 蛭石 = 9 : 5
T ₁₀	第 1 代猪发酵床废弃垫料基质: 醋糟: 蛭石 = 2 : 1 : 1
T ₁₁	第 1 代猪发酵床废弃垫料基质: 醋糟: 蛭石 = 6 : 1 : 3
T ₁₂	第 1 代猪发酵床废弃垫料基质: 醋糟: 蛭石 = 3 : 1 : 1
T ₁₃	第 1 代猪发酵床废弃垫料基质: 醋糟: 蛭石 = 7 : 2 : 1
T ₁₄	第 1 代猪发酵床废弃垫料基质: 木薯渣: 草炭 = 3 : 1 : 1
T ₁₅	第 1 代猪发酵床废弃垫料基质: 木薯渣: 草炭 = 7 : 2 : 1
T ₁₆	第 1 代猪发酵床废弃垫料基质: 木薯渣: 草炭 = 4 : 1 : 1
CK(对照)	第 1 代猪发酵床废弃垫料基质

HCl-H₂SO₄、钼酸铵浸提-火焰光度计法、重铬酸钾容量法测定基质的全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速效钾、有机质

表 2 猪发酵床废弃垫料基质及改良基质的理化性状

基质	容重 (g/cm ³)	持水孔隙 (%)	通气孔隙 (%)	总孔隙度 (%)	水气比	pH 值	电导率 (mS/cm)
蛭石	0.30	45.51	31.12	76.63	1.46	6.78	
醋糟	0.24	41.27	40.57	81.84	1.02	7.23	5.7
草炭	0.12	63.39	16.74	80.13	3.79	6.72	0.1
菌糠	0.15	57.21	15.45	72.66	3.70	7.64	5.0
木薯渣	0.32	52.43	21.91	74.34	2.39	7.30	2.2
中药渣	0.26	37.2	41.98	79.18	0.89	7.01	8.0
猪发酵床废弃垫料基质	0.30	60.94	10.87	71.81	5.61	6.29	4.7

2.2 复配基质的物理性状分析

土壤容重是反映土壤紧密程度的一个重要指标,直接影响土壤的孔隙状况,同一质地的土壤,随着容重增大,孔隙度会减小,持水能力减弱^[10]。由表 3 可见,复配基质容重在 0.23~0.35 g/cm³ 之间,符合理想基质要求;T₉、T₁₁、T₁₃处理的容重大于 CK,其他处理的容重小于 CK;T₄、T₅、T₆、T₇、T₈、T₁₁、T₁₄、T₁₅、T₁₆处理的总孔隙度大于 75%,显著高于 CK($P < 0.05$),符合理想基质要求,其中 T₁₆处理的总孔隙度相对最大,为 78.61%;16 个复配基质的通气孔隙均显著高于 CK($P < 0.05$),除 T₁、T₂、T₃、T₇、T₉、T₁₂处理外,其他处理的通气孔隙均大于 15%,其中 T₁₆处理的通气孔隙相对最大,24.37%;T₁、T₂、T₃、T₇、T₈、T₁₁、T₁₄处理的持水孔隙大于 60%,符合理想基质要求;T₄、T₅、T₆、T₈、T₁₀、T₁₁、T₁₃、T₁₄、T₁₅、T₁₆处理的水气比在 1.2~4.0 之间,显著低于 CK($P < 0.05$),符合理想基质要求。综合复配基质的物理性状发现,T₈、T₁₁、T₁₄即第 1 代猪发酵床废弃垫料基质:醋糟:蛭石=9:2:6、第 1 代猪发酵床废弃垫料基质:醋糟:蛭石=6:1:3、第 1 代猪发酵床废弃垫料基质:木薯渣:草炭=3:1:1 是较为理想的基质。

2.3 复配基质的化学性状分析

2.3.1 全氮和碱解氮含量 由图 1 可见,T₅、T₆处理的全氮

含量^[8]。

1.3 数据分析

采用 Excel 软件绘图;采用 DPS 7.05 软件进行显著性测验;采用 Tukey 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 试验基质的理化性质分析

基质理化性质是反映基质特性的基本指标,决定基质水分、养分的吸附性能和空气含量,影响基质水分、养分的供应吸收、运输及植物根系的生长。一般而言,理想的栽培基质容重应在 0.2~0.6 g/cm³ 之间、总孔隙大于 75%、通气孔隙大于 15%、持水孔隙大于 60%、水气比在 1.2~4.0 之间、pH 值在 6.0~7.5 之间^[9]。由表 2 可见,第 1 代猪发酵床废弃垫料基质的容重、总孔隙、通气孔隙、持水孔隙分别为 0.30 g/cm³、71.81%、10.87%、60.94%,水气比 5.61,pH 值为 6.29,电导率 EC 值为 4.7 mS/cm,容重、持水空隙、pH 值隙符合理想基质的要求,但其 EC 值偏高,总孔隙、通气孔隙、水气比均未达到理想基质的要求,须与总孔隙、通气孔隙或 pH 值较高,而 EC 值较小或容重适中的蛭石、醋糟、草炭、木薯渣等进行复配,以改良现有的猪发酵床废弃垫料基质。

含量相对较高,显著高于 CK($P < 0.05$);T₈、T₉处理的全氮含量相对较低,显著低于其他处理($P < 0.05$),T₁、T₇、T₁₀、T₁₆处理的全氮含量与 CK 差异不显著($P > 0.05$);T₁₀处理的碱解氮含量相对最高,且显著高于其他处理($P < 0.05$),T₉处理的碱解氮含量相对最低,且显著低于其他处理($P < 0.05$);T₁、T₂、T₃、T₄、T₅、T₆、T₇、T₁₀、T₁₂、T₁₃、T₁₅处理的碱解氮含量显著高于 CK($P < 0.05$),T₈、T₉、T₁₁、T₁₄处理的碱解氮含量显著低于 CK($P < 0.05$)。

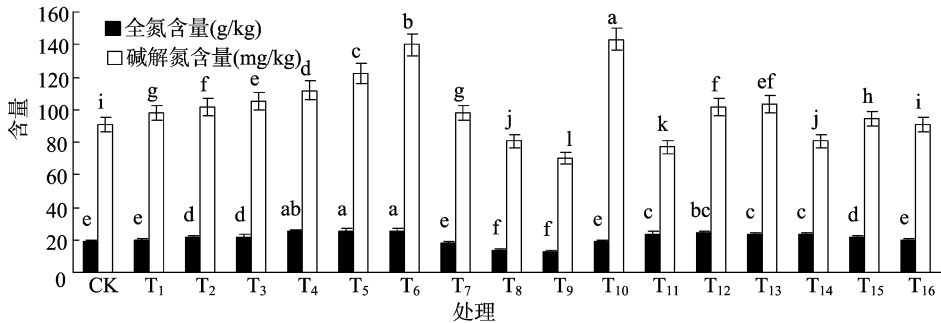
2.3.2 不同基质配比的全磷和速效磷含量 由图 2 可见,16 个复配基质的全磷、速效磷含量均显著高于 CK($P < 0.05$),其中 T₇处理的全磷含量相对最高,T₈处理次之,T₂、T₁₀、T₁₁、T₁₃处理的全磷含量相对较低且差异不显著;T₁₁处理的速效磷含量相对最高,T₁₃处理的速效磷含量次之,与 T₁₁处理差异不显著($P > 0.05$);T₈处理的速效磷含量相对较低,与 T₁₁处理差异显著($P < 0.05$)。

2.3.3 不同基质配比的全钾和速效钾含量 由图 3 可见,T₉处理的全钾含量相对最低,显著低于 T₁、T₃、T₇、T₈、T₁₀、T₁₁、T₁₂、T₁₆($P < 0.05$);T₈处理的全钾含量显著高于 CK($P < 0.05$),T₁、T₇、T₁₀、T₁₁、T₁₂、T₁₆处理的全钾含量与 CK 差异不显著($P > 0.05$);T₅、T₆处理的速效钾含量相对最高,显著高于 CK($P < 0.05$);处理 T₈的速效钾含量显著低于其他处理

表 3 不同复配基质的物理性状

处理	容重(g/cm ³)	持水孔隙(%)	通气孔隙(%)	总孔隙度(%)	水气比
CK	0.32 ± 0.04ab	60.70 ± 0.42de	10.87 ± 0.10j	71.57 ± 0.50j	5.58 ± 0.03a
T ₁	0.31 ± 0.02ab	60.61 ± 0.57de	11.73 ± 0.30i	72.34 ± 0.32i	5.17 ± 0.18b
T ₂	0.29 ± 0.01bc	61.27 ± 0.02cd	12.62 ± 0.09h	73.89 ± 0.10h	4.86 ± 0.03c
T ₃	0.28 ± 0.01bc	60.19 ± 0.06fg	14.06 ± 0.14g	74.26 ± 0.16gh	4.28 ± 0.04d
T ₄	0.26 ± 0.01cd	59.75 ± 0.06fg	15.31 ± 0.10e	75.06 ± 0.15fg	3.90 ± 0.02fg
T ₅	0.25 ± 0.01de	59.51 ± 0.23g	16.26 ± 0.16d	75.77 ± 0.11ef	3.66 ± 0.05hi
T ₆	0.24 ± 0.01e	59.35 ± 0.07g	17.71 ± 0.41c	77.06 ± 0.15cd	3.35 ± 0.23j
T ₇	0.31 ± 0.02ab	63.34 ± 0.13a	12.92 ± 0.36h	76.26 ± 0.10de	4.90 ± 0.02c
T ₈	0.31 ± 0.01ab	60.54 ± 0.11ef	16.32 ± 0.27d	76.86 ± 0.06cd	3.71 ± 0.03h
T ₉	0.35 ± 0.03a	58.34 ± 0.56h	14.48 ± 0.10f	72.83 ± 0.64i	4.03 ± 0.02ef
T ₁₀	0.31 ± 0.04ab	56.53 ± 0.04i	16.03 ± 0.50d	72.56 ± 0.14i	3.53 ± 0.01i
T ₁₁	0.33 ± 0.05ab	61.49 ± 0.16bc	16.11 ± 0.15d	77.60 ± 0.10bc	3.82 ± 0.03gh
T ₁₂	0.32 ± 0.01ab	52.86 ± 0.05k	12.88 ± 0.07h	65.74 ± 0.05k	4.10 ± 0.01e
T ₁₃	0.33 ± 0.01ab	56.27 ± 0.61i	17.59 ± 0.10c	73.86 ± 0.53h	3.20 ± 0.03j
T ₁₄	0.24 ± 0.01e	62.30 ± 0.05b	15.63 ± 0.09e	77.93 ± 0.14ab	3.99 ± 0.03ef
T ₁₅	0.25 ± 0.01de	56.24 ± 0.05i	19.71 ± 0.42b	75.95 ± 0.15e	2.85 ± 0.02k
T ₁₆	0.23 ± 0.01e	54.24 ± 0.25j	24.37 ± 0.12a	78.61 ± 0.16a	2.23 ± 0.05l

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。表 4 同。



柱形图上标注不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。下图同
图1 不同复配基质全氮和碱解氮含量

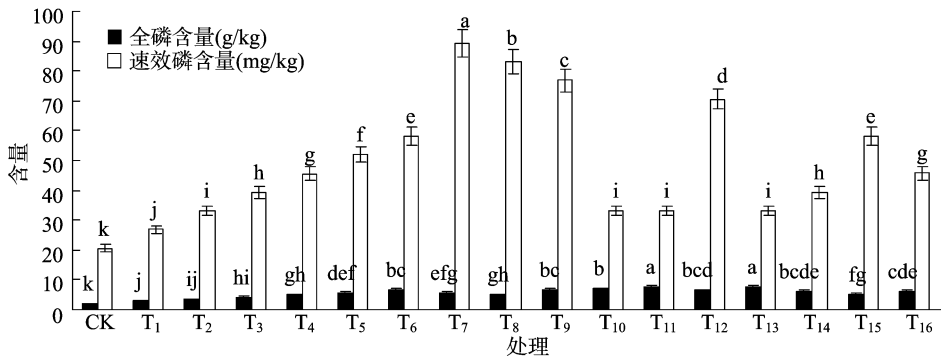


图2 不同复配基质全磷和速效磷含量

($P < 0.05$); T₂、T₃、T₄、T₅、T₆ 处理的速效钾含量显著高于 CK ($P < 0.05$), T₇、T₈、T₉、T₁₀、T₁₁、T₁₂、T₁₃、T₁₄、T₁₅ 处理的速效钾含量显著低于 CK ($P < 0.05$)。

2.3.4 不同复配基质的有机质含量、pH 值、EC 值 有机质含量多的基质,其肥力水平相对较高,不仅能为作物生长提供较丰富的营养,而且基质保水、保肥能力强,能减少养分的流失,节约化肥用量,提高肥料利用率。基质的 pH 值影响植物对必需元素的吸收,pH 值过高将造成微量元素的缺乏和钙的

过量,pH 值过低则会造成微量元素过剩和大量元素缺乏^[11]。EC 值可反映基质中带有可溶性盐分含量高低^[12]。由表 4 可见,16 个复配基质中,T₉、T₁₁ 处理的有机质含量显著高于 CK ($P < 0.05$),其中 T₁₁ 处理的有机质含量相对最高,为 44.52%,其次为 T₉ 处理,2 个处理之间差异不显著 ($P > 0.05$),其他处理的有机质含量均明显低于 CK;16 个复配基质的 pH 值处于 6.0 ~ 7.5 之间,符合理想基质要求;T₁ 处理的 EC 值与 CK 差异不显著 ($P > 0.05$),T₄、T₅、T₆ 处理的 EC

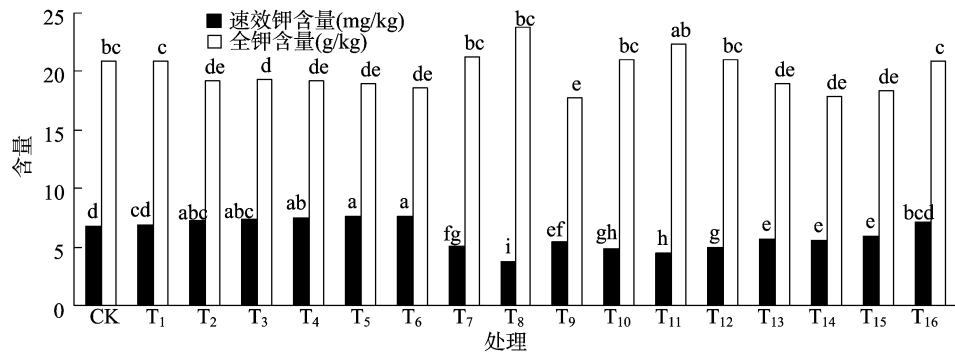


图3 不同复配基质全钾和速效钾含量

表 4 不同复配基质有机质含量、pH 值、EC 值

处理	有机质含量 (%)	pH 值	电导率 (mS/cm)
CK	34.71 ± 2.01b	6.30 ± 0.09cd	4.7 ± 0.07de
T ₁	31.75 ± 0.32bc	6.34 ± 0.04ab	4.7 ± 0.06de
T ₂	30.59 ± 0.59cd	6.43 ± 0.09ab	4.8 ± 0.08cd
T ₃	28.99 ± 0.47de	6.49 ± 0.05ab	4.8 ± 0.08cd
T ₄	27.74 ± 0.53ef	6.52 ± 0.08ab	4.9 ± 0.07bc
T ₅	27.01 ± 1.99fg	6.58 ± 0.07ab	5.1 ± 0.04ab
T ₆	26.43 ± 2.87fg	6.62 ± 0.09ab	5.2 ± 0.05a
T ₇	24.82 ± 0.68gh	6.36 ± 0.08ab	3.7 ± 0.04h
T ₈	30.77 ± 0.34cd	6.63 ± 0.09a	3.3 ± 0.02i
T ₉	42.12 ± 3.02a	6.41 ± 0.05ab	3.5 ± 0.12i
T ₁₀	31.47 ± 4.56c	6.28 ± 0.08d	3.3 ± 0.05i
T ₁₁	44.52 ± 3.22a	6.33 ± 0.08bc	3.8 ± 0.02h
T ₁₂	33.54 ± 0.74bc	6.37 ± 0.07ab	4.3 ± 0.03f
T ₁₃	24.65 ± 0.85h	6.24 ± 0.06d	4.5 ± 0.04e
T ₁₄	26.46 ± 2.74fg	6.43 ± 0.29ab	4.0 ± 0.07g
T ₁₅	31.25 ± 1.66c	6.52 ± 0.03ab	4.3 ± 0.11f
T ₁₆	29.44 ± 2.84de	6.35 ± 0.04ab	4.1 ± 0.03fg

值显著高于 CK ($P < 0.05$), 其可溶性盐分含量相对较高; T₇、T₈、T₉、T₁₀、T₁₁、T₁₂、T₁₄、T₁₅、T₁₆ 处理的 EC 值显著低于 CK ($P < 0.05$), 其可溶性盐分含量相对较低; T₆ 处理的 EC 值相对最高, 为 5.2 mS/cm, T₈、T₁₀ 处理的 EC 值相对最低, 为 3.3 mS/cm。

3 结论与讨论

基质的容重、总孔隙度、水气比、pH 值、EC 值及有机质、各种营养元素的含量直接影响植物栽培的效果。容重可反映基质的疏松、紧实程度, 容重过大, 基质过于紧实, 通气透水性能相对较差, 对作物生长不利, 而容重过小, 则基质过于疏松, 通气透水性能较好, 有利于植物根系伸展, 更有利于降低运输费用, 但不易植物固定。总孔隙度是基质中通气孔隙和持水孔隙的总和, 总孔隙度大的基质容纳空气和水的量大, 有利于植物根系生长, 但固定和支撑植物的效果相对较差, 容易造成

植物倒伏; 反之, 则水分和空气的容纳量小, 不利于根系伸展^[13]。水气孔隙比是指基质中水、气间的相对比值, 是衡量基质优劣的重要指标。pH 值表明基质的酸碱度, 一般以呈中性或者弱酸性为宜。通过研究发现, 蛭石、醋糟、草炭、木薯渣的理化性质适于江苏农业科学院资源与环境保护所制成的第 1 代栽培基质的改良; 16 个复配基质中, 第 1 代猪发酵床废弃垫料基质: 醋糟: 蛭石 = 9 : 2 : 6、第 1 代猪发酵床废弃垫料基质: 醋糟: 蛭石 = 6 : 1 : 3、第 1 代猪发酵床废弃垫料基质: 木薯渣: 草炭 = 3 : 1 : 1 这 3 种是较为理想的基质, 适宜设施蔬菜的生长。

参考文献:

[1] 于 鑫. 北京市园林绿化废弃物再利用调查及堆肥实验研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 2010: 1-16.

[2] 田 赞, 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] 田 赞, 王海燕, 孙向阳. 添加竹酢液和菌剂对园林废弃物堆肥理化性质的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(8): 272-278.

[4] 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.

[5] 吴金山. 两种发酵床养猪技术的比较[J]. 猪业科学, 2010, 27(2): 62-64.

[6] 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.

[7] 郭世荣. 无土栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.

[8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.

[9] 欧阳平, 徐智勇, 曾光荣, 等. 广元泥炭资源生态开发与农业利用[J]. 四川农业科技, 2005(10): 6-7.

[10] 李 卓, 吴普特, 冯 浩, 等. 容重对土壤水分蓄持能力影响模拟试验研究[J]. 土壤学报, 2010, 47(4): 611-620.

[11] 斯泰尔, 科兰斯基. 穴盘苗生产原理与技术[M]. 刘 滨, 等译. 北京: 化学工业出版社, 2006: 84.

[12] 俞继英, 周芳勇, 林建军. 仙客来栽培基质配方的研究[J]. 林业科技开发, 2005, 19(4): 53-55.

[13] 马太源, 蓝炎阳, 洪志方, 等. 花卉栽培介质不同配方理化性状的比较研究[J]. 福建热作科技, 2010, 35(1): 1-5.