



(21) 申请号 202311263592.1

(22) 申请日 2023.09.27

(71) 申请人 北京林业大学

地址 100083 北京市海淀区清华东路35号

申请人 广东省林业科学研究院

(72) 发明人 常智慧 杨洋 孙铜 李东泽

李京儒 谢继红

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司

公司 11002

专利代理师 孙怡

(51) Int. Cl.

A01G 24/20 (2018.01)

A01G 24/17 (2018.01)

A01G 24/23 (2018.01)

A01G 31/00 (2018.01)

权利要求书1页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

一种无土草毯基质及其制备方法与应用

(57) 摘要

本发明涉及无土栽培技术领域,具体公开了一种无土草毯基质及其制备方法与应用。一种基质,其由污泥、煤渣、锯木屑或蘑菇渣中的任一种单一基质按不同粒径区间配比组成;污泥的粒径区间为: $<2\text{mm}, 2-5\text{mm}, >5\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ ;煤渣的粒径区间为: $<1\text{mm}, 1-3\text{mm}, >3\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ ;锯木屑的粒径区间为: $<0.5\text{mm}, 0.5-1\text{mm}, >1\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ ;蘑菇渣粒径的粒径区间为: $<1\text{mm}, 1-3\text{mm}, >3\text{mm}$ 且 $\leq 6\text{mm}, >6\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ 。以本发明的基质作为无土草毯基质,可以优化无土草毯综合质量,提高其应用价值,在相对较高的草坪质量下可有效改善无土草毯的成坪速度、加快成卷速度、降低运输成本,同时利用废弃物,保护环境,降低综合成本增加收益。

1. 一种基质,其特征在於,由污泥、煤渣、锯木屑或蘑菇渣中的任一种单一基质按不同粒径区间配比组成;

污泥的粒径区间为: $<2\text{mm}, 2-5\text{mm}, >5\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ ;

煤渣的粒径区间为: $<1\text{mm}, 1-3\text{mm}, >3\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ ;

锯木屑的粒径区间为: $<0.5\text{mm}, 0.5-1\text{mm}, >1\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ ;

蘑菇渣粒径的粒径区间为: $<1\text{mm}, 1-3\text{mm}, >3\text{mm}$ 且 $\leq 6\text{mm}, >6\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ 。

2. 根据权利要求1所述的基质,其特征在於,当所述基质由污泥组成时,粒径区间为 $<2\text{mm}, 2-5\text{mm}, >5\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ 的污泥的体积比为6:3:1。

3. 根据权利要求1所述的基质,其特征在於,当所述基质由煤渣组成时,粒径区间为 $<1\text{mm}, 1-3\text{mm}, >3\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ 的煤渣的体积比为6:3:1。

4. 根据权利要求1所述的基质,其特征在於,当所述基质由锯木屑组成时,粒径区间为 $<0.5\text{mm}, 0.5-1\text{mm}, >1\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ 的锯木屑的体积比为6:3:1。

5. 根据权利要求1所述的基质,其特征在於,当所述基质由蘑菇渣组成时,粒径区间为 $<1\text{mm}, 1-3\text{mm}, >3\text{mm}$ 且 $\leq 6\text{mm}, >6\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ 的蘑菇渣的体积比为2:4:3:1。

6. 一种制备基质的方法,其特征在於,按粒径区间将污泥、煤渣、锯木屑或蘑菇渣中的任一种进行筛分,所述粒径区间如权利要求1所述。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在於,还包括将筛分后不同粒径区间的污泥、煤渣、锯木屑或蘑菇渣中的任一种按体积比进行单一基质混合的步骤,所述体积比分别如权利要求2-5任一项所述。

8. 权利要求1-5任一项所述的基质作为无土草毯基质的应用。

9. 根据权利要求8所述的应用,其特征在於,所述无土草毯基质用于种植草坪草。

10. 根据权利要求9所述的应用,其特征在於,所述草坪草为高羊茅。

## 一种无土草毯基质及其制备方法与应用

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无土栽培技术领域,具体地说,涉及一种无土草毯基质及其制备方法与应用。

### 背景技术

[0002] 利用无土栽培技术进行草坪草的生产栽培,用无土草毯代替有土草坪,不但可以解决传统有土草坪破坏耕地资源的弊端,而且能够保护环境,将工农业废弃物回收利用,对保护生态环境具有重要的意义。

[0003] 近年来,无土草毯的研究主要在不同基质材料的选择、各种混合基质配方上,在有关废弃物生产无土草毯的研究报道虽较多,但绝大多数停留在基质配方的定性研究,对于基质粒径以及基质粒径对比对无土草毯的影响的研究较少。

[0004] 具体地,无土草毯基质研究大多为种类混合,对于单一基质的最优基质粒径区间研究较少,一般为单一粒径区间基质质量对比,并无粒径区间混合后基质质量的对比研究,目前无土草毯质量参差不齐,忽略粒径粉碎大小会影响基质质量。例如,刘晓波将生活垃圾堆肥分为大于1.6mm、1.6mm-0.8mm、0.8mm-0.4mm、0.4mm-0.2mm、0.2mm-0.1mm共5个颗粒等级。分别与供试土壤1:4混合建植草坪等,其并未对粒径区间进行配比。李苏翼研究了不同粒径对菇渣堆肥基质保水性及高羊茅抗旱性的影响,结果表明,粒径小于3mm菇渣基质栽植的高羊茅叶片在干旱中的渗透调节能力最强,而对于区间配比也并无考量。

[0005] 在无土草皮的生产中,由于无土栽培技术要求较高,并且有关管理的相关要求也较为严格,成本较高,技术不成熟会引发一系列的问题,如忽略基质粒径大小或模糊大概的粉碎,基质厚度不等,草种播量不定,栽培管理措施粗矿不当等,不仅导致草皮生产质量的不一,而且会提高无土草皮的综合生产成本。

[0006] 当前草皮生产对于各种基质通常采用简单粉碎的方法,研究技术不够成熟,这样会影响无土草皮基质品质,使材料资源造成浪费,无土草皮生产的产品质量不稳定,草皮生产与栽培技术附加值较低。对于日益增长的生活品质需要与目前落后的基质生产工艺不匹配,高质量无土草皮的生产显得极为重要。

[0007] 无土栽培基质的粒径是指基质颗粒直径的大小(用mm表示)。基质粒径颗粒的大小直接影响着容重、孔隙度以及大小孔隙比(气水比)、含水量等,颗粒粒径的对比对栽培基质的优良性状具有重要的影响。

[0008] 目前无土草毯生产并无具体粒径粉碎与粒径配比的标准,无土草毯生产忽略了粒径的重要作用,如对生产基质的简单粉碎会影响草毯质量。目前对于提高草毯质量的方法有多种基质混合、调节播种量、改变草毯厚度、加强养护管理等,前人虽对于粒径进行了研究,但都为单区间粒径比较,并无粒径区间混合配比研究。

[0009] 因此,提供一个新的基质配方,在相对较高的草坪质量下产生较低的成本、较高的经济效益是需要解决的问题。

## 发明内容

[0010] 本发明的目的之一在于提供一种性质优良、质量佳、成本低、经济效益好的草坪草无土栽培基质。

[0011] 为了实现该目的,本发明的技术方案如下:

[0012] 一种基质,其由污泥、煤渣、锯木屑或蘑菇渣中的任一种单一基质按不同粒径区间配比组成;

[0013] 污泥的粒径区间为: $<2\text{mm}, 2-5\text{mm}, >5\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ ;

[0014] 煤渣的粒径区间为: $<1\text{mm}, 1-3\text{mm}, >3\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ ;

[0015] 锯木屑的粒径区间为: $<0.5\text{mm}, 0.5-1\text{mm}, >1\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ ;

[0016] 蘑菇渣粒径的粒径区间为: $<1\text{mm}, 1-3\text{mm}, >3\text{mm}$ 且 $\leq 6\text{mm}, >6\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ 。

[0017] 目前对于草毯基质都是单一基质种类筛选或者混合基质配方,主要考虑的是各物质混合比例,着重考虑化学性质和卫生学安全性质,尚没有从粒径角度出发进行研究的报道,而基质粒径直接决定基质的容重、孔隙度以及大小孔隙比(气水比)、含水量等,决定着基质能否满足植物生长的水分需求。故粒度分布在基质育苗生产中植物生长的整体成功中起着不可或缺的作用。粒径对基质的水气特性影响较大,基质粒径的大小对基质的易利用水和通气孔隙影响很大。本发明通过改变单一基质的粒度分布调节基质物理性质,提高了基质性质。

[0018] 本发明具体从单一基质本身出发,在粒径角度调控基质性质,通过改变粒径大小分布改变基质物理性质,从而优化(无土草毯)基质。

[0019] 本发明具体以四种不同的基质为单一研究对象,发现以不同物质单独作为基质组分时,采用不同的粒径区间混合配比可实现更好地综合效果。

[0020] 目前,本领域对于粒径配比少有研究,且尚无前人针对污泥、煤渣、锯木屑、蘑菇渣四种基质不同粒径配比比例的选择标准进行无土草皮的栽培试验。尚未有人发现(研究)上述单一基质不同粒径区间的颗粒按照一定的体积比混配,会影响草皮的质量。

[0021] 本发明针对目前无土草皮生产中不同基质粒径大小不一造成的参差不等问题,提供生产高质量无土草皮的专业化和标准化技术方案,以不同粒径配比的四种废弃物基质为对象,优化无土草皮基质、提供合适的无土草皮生产基质的粒径配比较方、更好的无土草皮生产建植的相关标准,为无机、有机固体废弃物在无土草皮生产中的科学利用提供技术支撑。

[0022] 本发明中,当所述基质由污泥组成时,粒径区间为 $<2\text{mm}, 2-5\text{mm}, >5\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ 的污泥的体积比为6:3:1。

[0023] 当所述基质由煤渣组成时,粒径区间为 $<1\text{mm}, 1-3\text{mm}, >3\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ 的煤渣的体积比为6:3:1。

[0024] 当所述基质由锯木屑组成时,粒径区间为 $<0.5\text{mm}, 0.5-1\text{mm}, >1\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ 的锯木屑的体积比为6:3:1。

[0025] 当所述基质由蘑菇渣组成时,粒径区间为 $<1\text{mm}, 1-3\text{mm}, >3\text{mm}$ 且 $\leq 6\text{mm}, >6\text{mm}$ 且 $<10\text{mm}$ 的蘑菇渣的体积比为2:4:3:1。

[0026] 本发明针对不同组分,对基质进行粒径区间划分,将粒径区间进行特定配比,解决了生产中对基质粒径大小的忽略以及简单的粉碎,导致草毯质量较低、生产成本较高等问

题。

[0027] 本发明还一种制备基质的方法,其按粒径区间将污泥、煤渣、锯木屑或蘑菇渣中的任一种进行筛分,所述粒径区间如上所述。

[0028] 本发明的方法还包括将筛分后不同粒径区间的污泥、煤渣、锯木屑或蘑菇渣中的任一种按体积比进行单一基质混合的步骤,所述体积比分别如上所述。

[0029] 本发明另提供一种上述基质作为无土草毯基质的应用。

[0030] 本发明的应用中,所述无土草毯基质用于种植草坪草,优选,所述草坪草为高羊茅。

[0031] 本发明的有益效果至少在于:

[0032] 本发明提供了可提高草毯综合质量的基质粒径配方,其具有通用性强、安全、成坪成卷速度快、草坪质量高、成本较低、可工厂化生产的优点。

### 附图说明

[0033] 图1为实施例1中各处理容重。

[0034] 图2为实施例1中各处理总孔隙度。

[0035] 图3为实施例1中各处理通气孔隙度。

[0036] 图4为实施例1中各处理持水孔隙度。

[0037] 图5为实施例1中各处理大小孔隙比。

[0038] 图6为实施例1中各处理饱和含水量。

### 具体实施方式

[0039] 下面将结合实施例对本发明的优选实施方式进行详细说明。需要理解的是以下实施例的给出仅是为了起到说明的目的,并不是用于对本发明的范围进行限制。本领域的技术人员在不背离本发明的宗旨和精神的情况下,可以对本发明进行各种修改和替换。

[0040] 下述实施例中所使用的实验方法如无特殊说明,均为常规方法。下述实施例中所用的材料、试剂等,如无特殊说明,均可从商业途径得到或按本领域常规方法制备。

[0041] 本发明具体实施方式部分所用供试草种选用高羊茅,从北京正道生态有限公司购入,品种为rebel,其为冷季型草坪草,抗寒能力强,寿命长,耐修剪,耐践踏,耐贫瘠,耐盐碱等优点,是草坪草无土栽培的优良品种。

[0042] 供试基质中污泥来自北京城市排水集团庞各庄污泥处置厂,煤渣为河南蜂窝煤渣颗粒,锯木屑来自江苏连云港原木加工厂并按本领域常规方法发酵腐熟,蘑菇渣来自山东聊城,四种基质性质见表1。

[0043] 表1四种基质部分性质

	种类	容重 (g/cm <sup>3</sup> )	饱和含水量 (%)	通气孔隙 (%)	持水孔隙 (%)	总孔隙 (%)	气水比 (%)	pH	电导率 (ms·cm <sup>-1</sup> )
[0044]	污泥	0.71	41.22	9.80	39.76	49.56	0.25	6.75	3.70
	煤渣	0.51	87.20	15.34	44.88	60.22	0.34	7.47	1.27
	锯木屑	0.17	75.54	8.23	44.09	52.32	0.19	6.70	0.55
	蘑菇渣	0.28	70.27	21.41	45.55	66.96	0.47	7.87	7.08

[0045] 本发明各项检测方法均为本领域公知方法,如可参见郭世荣.无土栽培学[M].北京:中国农业出版社,2003:134-144.栾亚宁.农林有机废弃物堆腐生产花卉栽培基质研究[D].北京林业大学.2011.2002LYT 1970-2011绿化用有机基质等。具体地,本发明中成坪时间、成卷时间、草毯重的检测方法可参见付玲.蘑菇渣生产狗牙根无土草皮综合技术研究[D].华中农业大学硕士学位论文.2012;密度的检测方法可参见孙吉雄.草坪学.北京:中国农业出版社,2008.188-298;草毯强度的检测方法可参见贾儒康.干旱半干旱地区无土草毯建植技术研究[D].兰州大学硕士学位论文.2017.;饱和含水量的检测方法可参见栾亚宁.农林有机废弃物堆腐生产花卉栽培基质研究[D].北京林业大学.2011.;《花卉栽培基质》北京地方标准LYT 1970-2011绿化用有机基质;关联度的计算方法可参见邓蓉,向清华,张定红.无土栽培中不同基质对草坪草生长的影响[J].贵州农业科学.2000(1):12-14.。

[0046] 实施例1

[0047] 本实施例将四种基质过筛,将粒径区间分为:

[0048] 污泥:<2mm,2-5mm,>5mm且<10mm;

[0049] 煤渣:<1mm,1-3mm,>3mm且<10mm;

[0050] 锯木屑:<0.5mm,0.5-1mm,>1mm且<10mm;

[0051] 蘑菇渣:<1mm,1-3mm,>3mm且≤6mm,>6mm且<10mm。

[0052] 本实施例进一步对过筛粒径区分好的基质进行配比研究。共得到14组处理(具体参见表2-表5),具体对粒径配方进行物理性质、草坪生长综合质量、综合成本三方面的综合验证。

[0053] 污泥粒径配比比例见表2,煤渣粒径配比比例见表3,锯木屑粒径配比比例见表4,蘑菇渣粒径配比比例见表5。

[0054] 表2污泥粒径配比比例

	处理	<2mm (%)	2-5mm (%)	>5mm 且<10mm (%)
[0055]	1	80	10	10
	2	70	20	10
	3	60	30	10

[0056] 表3煤渣粒径配比比例

	处理	<1mm (%)	1-3mm (%)	>3mm 且<10mm (%)
[0057]	1	80	10	10
	2	70	20	10
[0058]	3	60	30	10

[0059] 表4锯木屑粒径配比比例

	处理	<0.5mm (%)	0.5-1mm (%)	>1mm 且<10mm (%)
[0060]	1	70	20	10
	2	60	30	10
	3	50	40	10

[0061] 表5蘑菇渣粒径配比比例

	处理	<1mm (%)	1-3mm (%)	>3 mm 且≤6mm (%)	>6mm 且<10mm (%)
	1	10	30	50	10
[0062]	2	10	50	30	10
	3	20	30	40	10
	4	20	40	30	10
	5	20	20	50	10

## [0063] 1、不同基质不同粒径对比对基质物理性状的验证

[0064] 将基质容重、通气孔隙度、持水孔隙度、总孔隙度、大小孔隙比、饱和含水量指标与未进行过筛配比的各基质原料(CK)进行显著性分析,结果见图1-图6。各图中,柱状图顶端的字母不同,代表相应数据间有显著性差异。

[0065] 基质不同粒径对比对基质容重、通气孔隙度、持水孔隙度、总孔隙度、大小孔隙比、饱和含水量指标大多有显著影响( $P<0.05$ )。根据与未配比处理对比,可以发现粒径配比可以调控基质物理性质,并综合优于未配比基质。对于无土草毯物理性质,容重较轻、含水量与孔隙度较高的基质较好,得到污泥处理3较优,区间为<2mm,2-5mm,>5mm且<10mm,配比为6:3:1;煤渣基质中处理2、处理3相差不大,挑选孔隙度高的最优为处理2(区间为<1mm,1-3mm,>3mm且<10mm,比值为7:2:1),挑选容重低的最优处理为处理3(比值为6:3:1);锯木屑基质中处理2最优,区间<0.5mm,0.5-1mm,>1mm且<10mm,比值为6:3:1;蘑菇渣基质中处理4最优,区间为<1mm,1-3mm,>3mm且≤6mm,>6mm且<10mm,配比为2:4:3:1。

## [0066] 2、不同基质不同粒径对比对草坪生长综合质量影响试验

[0067] 试验地位于北京市海淀区双清路东升镇北京林业大学三顷园,实验小区选择约50平方米区域并对小区内进行清理,每处理小区面积为 $0.9m \times 0.9m$ ,用红砖将每个小区围起来同时作为分割小区10cm的隔离带,在所有小区底部铺设0.04mm厚白色透明塑料地膜用作隔

离层。实验采用单因素随机区组设计。共上述14组处理,三次重复试验,共42个小区。并于2022年8月20日播种,基质铺设厚度2.5cm,高羊茅播种量为 $55\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ,每日浇水保持湿润。

[0068] 将无土草皮看作成一个灰色系统,选择几种处理的成坪时间、成卷时间、草毯重、地上、地下生物量、密度和草毯强度这7个指标为评价指标。将关联度表示草皮综合质量,结果见表6和表7。

[0069] 表6各处理指标之一(三线表)

处理	成坪时间 (天)	成卷时间 (天)	草毯重 ( $\text{g}/\text{dm}^2$ )	地上生物量 ( $\text{g}/\text{dm}^2$ )	地下生物量 ( $\text{g}/\text{dm}^2$ )
污泥 1	33.2±0.45a	40.5±0.37a	196.16±3.08a	1.00±0.02b	1.04±0.01b
污泥 2	29.8±1.16ab	39.2±0.52ab	183.67±2.63b	1.15±0.07a	1.04±0.04ab
污泥 3	27.3±1.91b	39.0±0.60b	177.46±3.36b	1.15±0.10ab	1.16±0.02a
[0070] 煤渣 1	41.6±0.35a	44.9±0.39a	189.48±3.21ab	1.39±0.06ab	0.96±0.04b
煤渣 2	42.4±0.37a	46.9±0.62a	174.22±7.51b	1.52±0.01a	1.10±0.04ab
煤渣 3	39.6±0.39b	43.4±0.23b	197.57±2.83a	1.38±0.01b	1.12±0.04a
木屑 1	67.2±1.46c	73.8±3.02b	128.93±1.61a	1.11±0.07b	1.01±0.09b
木屑 2	75.7±1.61b	85.3±2.53a	130.79±1.46a	1.42±0.01a	1.37±0.04a
木屑 3	81.6±1.08a	88.8±0.32a	118.71±3.21b	1.23±0.03b	0.98±0.14b
蘑菇渣 1	41.6±0.24ab	44.9±0.39a	108.42±1.08b	1.12±0.05a	0.92±0.03b
蘑菇渣 2	42.4±0.21b	42.4±1.08b	121.06±3.10a	1.10±0.03ab	1.01±0.03ab
[0071] 蘑菇渣 3	39.6±0.41a	43.5±0.39a	105.22±3.19bc	0.98±0.04ab	0.92±0.03b
蘑菇渣 4	25.1±0.51c	40.1±1.29b	97.25±3.52c	0.96±0.02b	1.09±0.06a
蘑菇渣 5	26.7±0.03ab	42.6±0.38a	98.86±3.56c	0.95±0.08b	1.00±0.04ab

[0072] 表7各处理指标之二及关联度



处理	密度 (枝/dm <sup>2</sup> )	草毯强度 (kg/dm <sup>2</sup> )	关联度
污泥 1	260.28±12.57b	1.45±0.02b	0.57
污泥 2	282.69±14.03ab	1.39±0.01b	0.52
污泥 3	306.28±9.97a	1.59±0.07a	1
煤渣 1	328.69±14.18b	1.03±0.02b	0.68
煤渣 2	346.39±11.74ab	1.03±0.01b	0.71
煤渣 3	368.01±3.79a	1.30±0.04a	0.68
[0073] 木屑 1	217.43±7.95b	0.96±0.09a	0.56
木屑 2	247.70±10.03a	0.92±0.12b	0.69
木屑 3	213.89±6.64b	0.96±0.10a	0.65
蘑菇渣 1	204.45±2.78b	1.18±0.02b	0.71
蘑菇渣 2	211.92±1.47ab	1.16±0.01b	0.75
蘑菇渣 3	223.72±1.45ab	1.05±0.05c	0.68
蘑菇渣 4	235.90±2.40a	1.28±0.02a	0.55
蘑菇渣 5	233.15±3.55a	1.17±0.01b	0.58

[0074] 在草坪质量方面,通过灰色关联分析草皮综合质量,关联度越大质量越好,故草皮综合质量较好的为污泥处理3(区间为<2mm,2-5mm,>5mm且<10mm,配比6:3:1)、煤渣处理2(区间为<1mm,1-3mm,>3mm且<10mm,配比7:2:1)、锯木屑处理2(<0.5mm,0.5-1mm,>1mm且<10mm,比值为6:3:1)、蘑菇渣处理2(区间为<1mm,1-3mm,>3mm且≤6mm,>6mm且<10mm,配比为1:5:3:1)这四种配方最优。

[0075] 3、不同基质不同粒径配比对综合成本的影响试验

[0076] 本研究采用四种废弃物进行无土栽培试验,材料本身无成本,对四种基质上述14组处理的人工栽培管理成本与运输成本进行综合计算,运输成本以1km为标准定量计算。得出成本结果见表8。

[0077] 表8各处理价格

处理	人工栽培管理 成本 (元/m <sup>2</sup> )	基质运输成本 (元/m <sup>2</sup> )	不同配比总成 本 (元/m <sup>2</sup> )
污泥 1	2.81	0.26	3.07
污泥 2	2.72	0.24	2.96
污泥 3	2.70	0.23	2.93
煤渣 1	3.11	0.25	3.36
煤渣 2	3.25	0.24	3.49
煤渣 3	3.01	0.23	3.24
[0078] 锯木屑 1	5.12	0.17	5.29
锯木屑 2	5.92	0.17	6.09
锯木屑 3	6.16	0.15	6.31
蘑菇渣 1	3.12	0.14	3.26
蘑菇渣 2	2.94	0.16	3.1
蘑菇渣 3	3.02	0.14	3.16
蘑菇渣 4	2.78	0.13	2.91
蘑菇渣 5	2.96	0.13	3.09

[0079] 影响高羊茅无土栽培成本的有人工管理和运输成本。结果得到四种综合成本最低配方:污泥配方3(区间为<2mm,2-5mm,>5mm且<10mm,配比6:3:1)、煤渣配方3(区间为<1mm,1-3mm,>3mm且<10mm,配比6:3:1)、锯木屑配方1(<0.5mm,0.5-1mm,>1mm且<10mm,比值为7:2:1)和蘑菇渣配方4(区间为<1mm,1-3mm,>3mm且≤6mm,>6mm且<10mm,配比为2:4:3:1)。

[0080] 虽然,上文中已经用一般性说明及具体实施方案对本发明作了详尽的描述,但在本发明基础上,可以对之作一些修改或改进,这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此,在不偏离本发明精神的基础上所做的这些修改或改进,均属于本发明要求保护的范围。

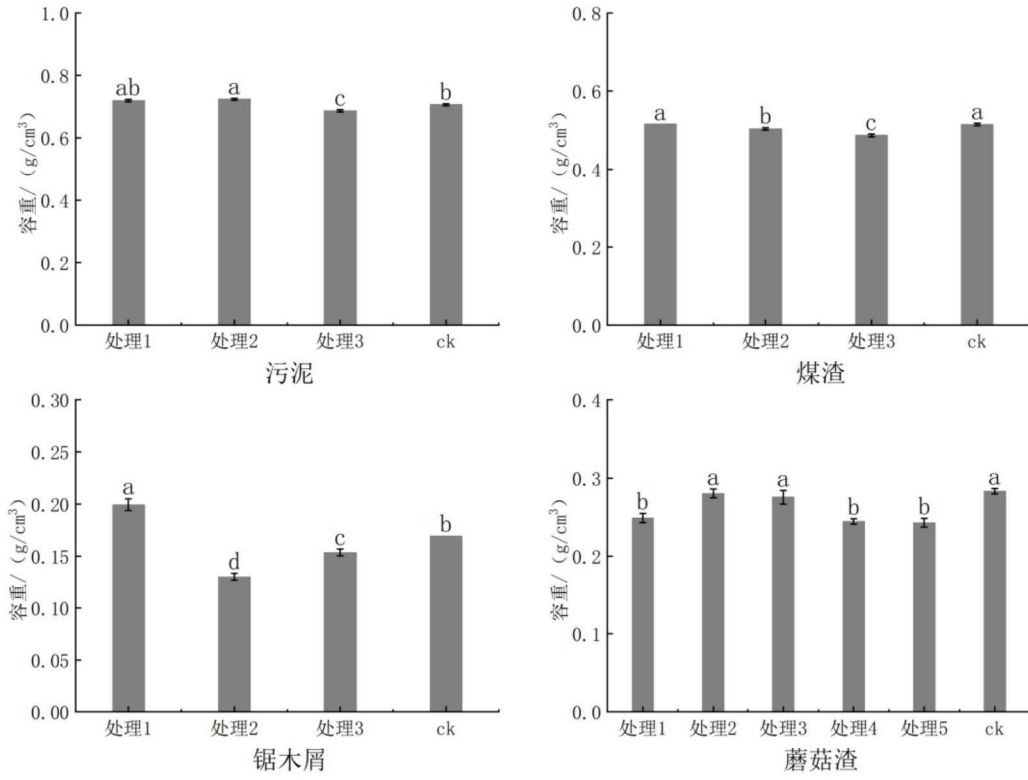


图1

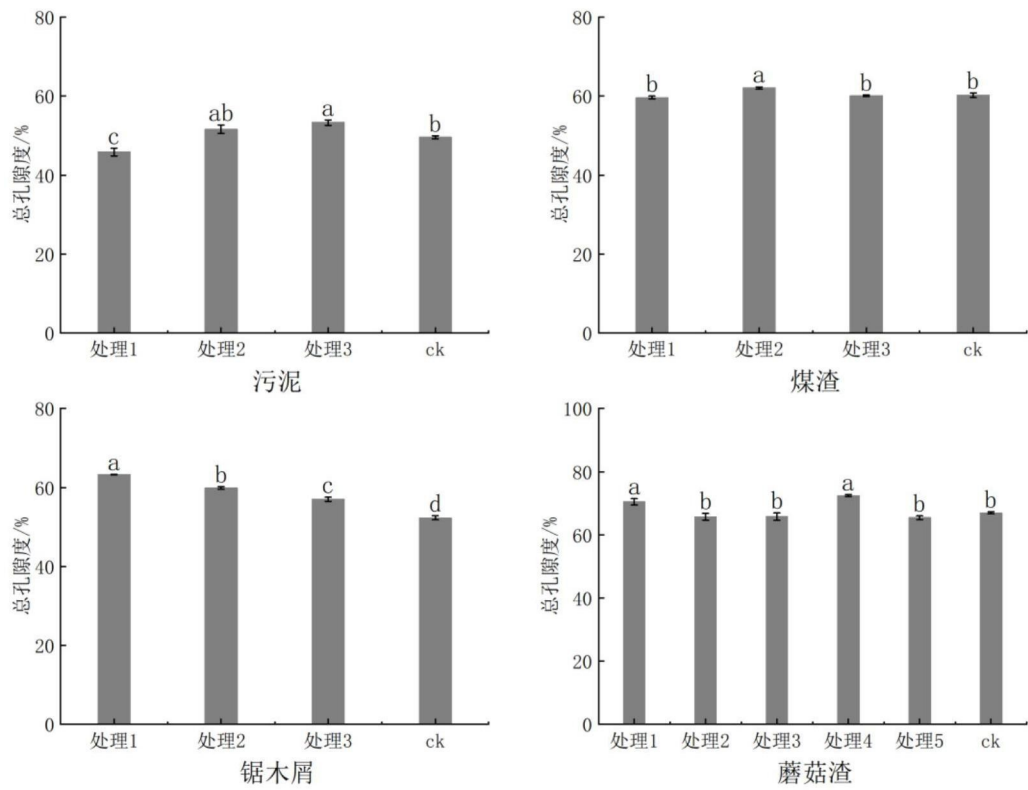


图2

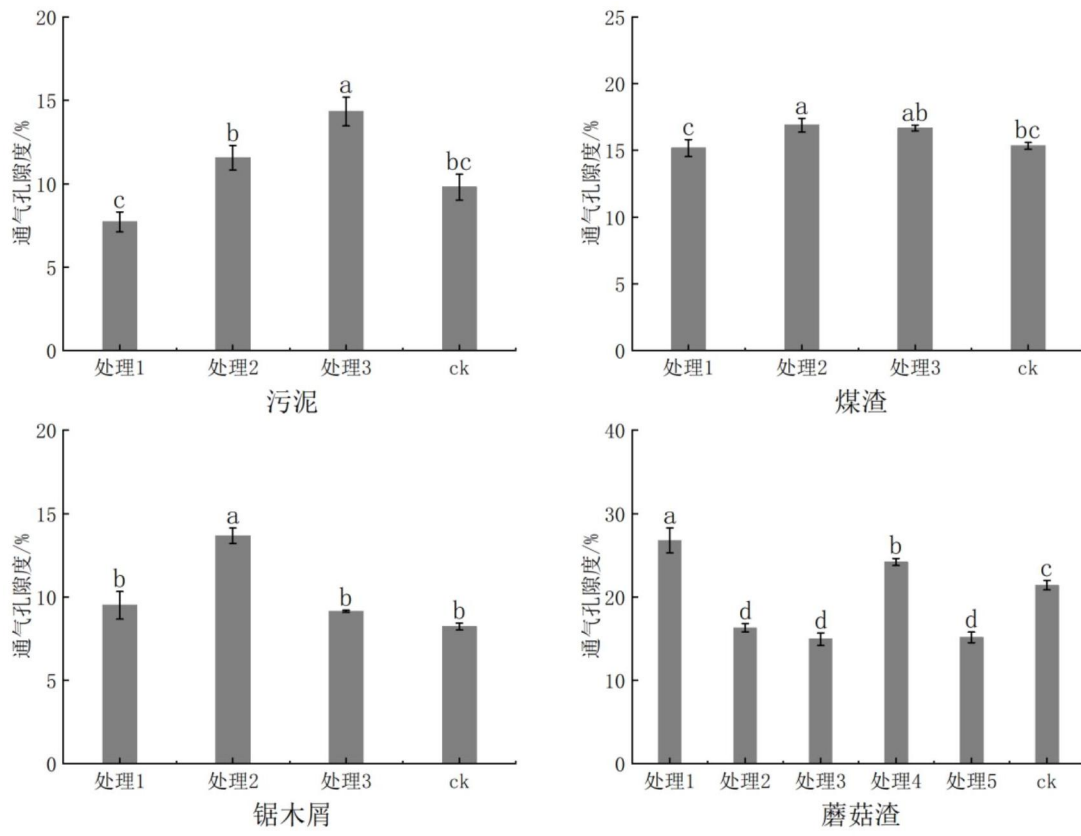


图3

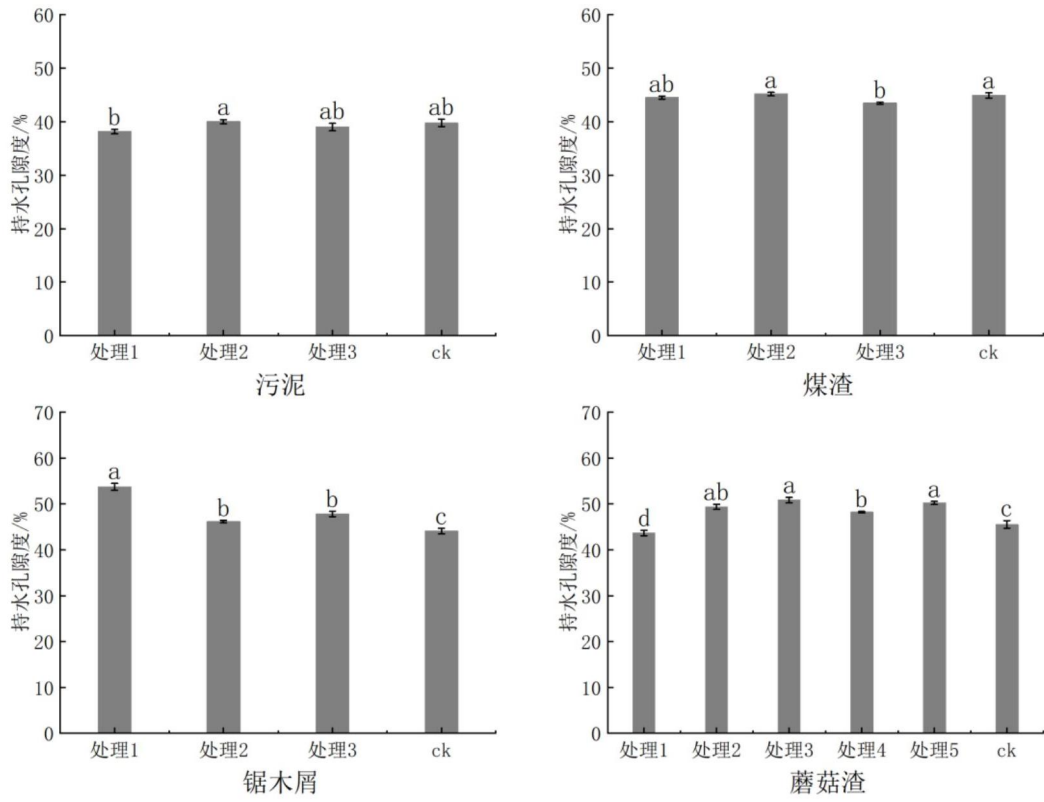


图4

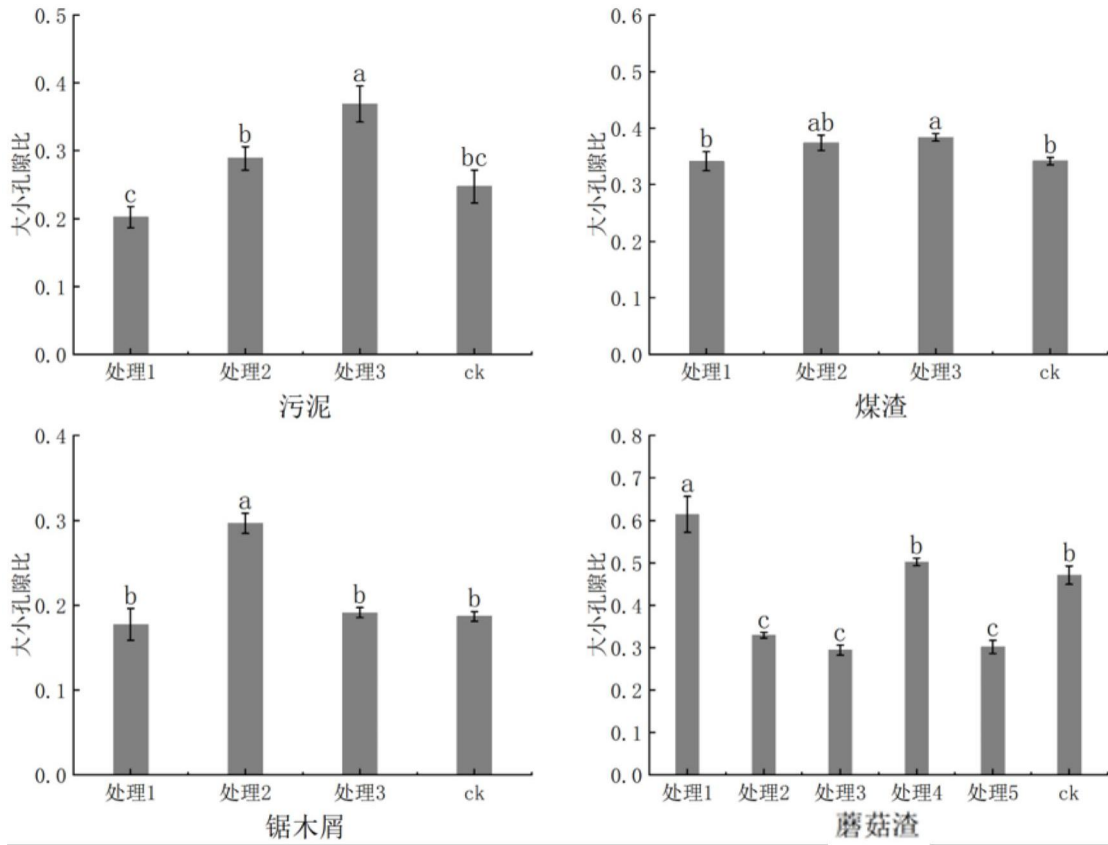


图5

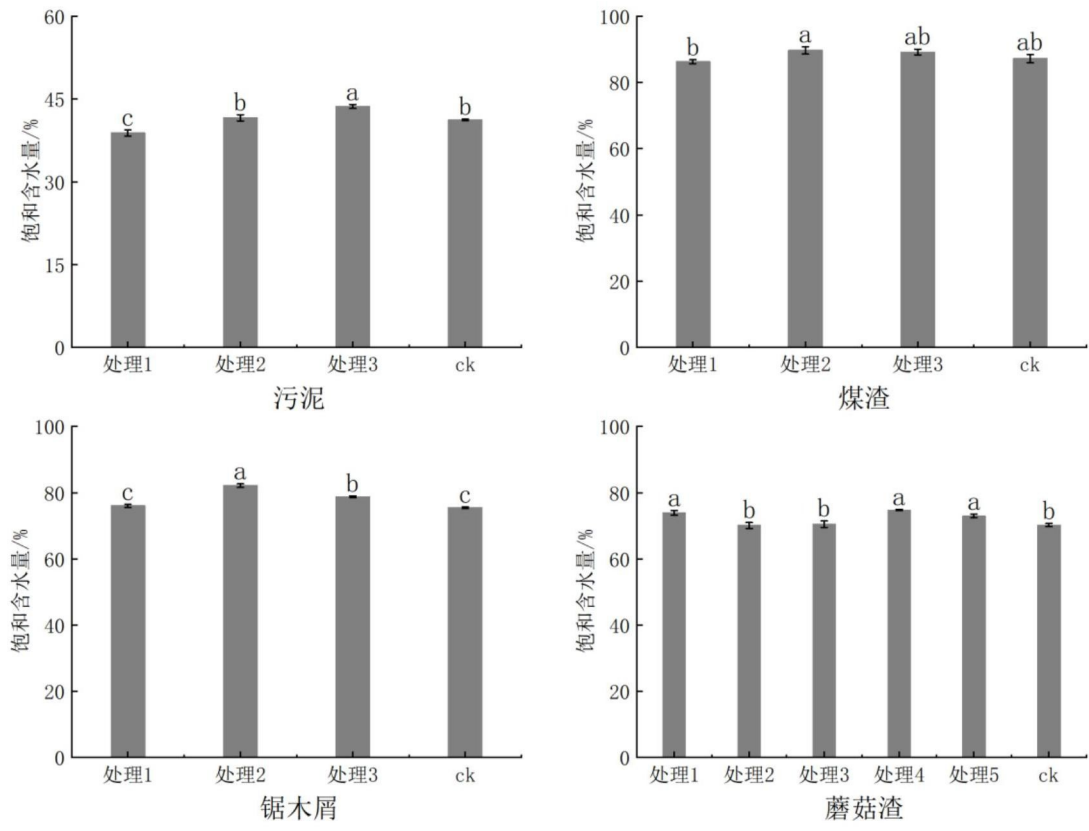


图6