



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209193961 U

(45)授权公告日 2019.08.02

(21)申请号 201821717025.3

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2018.10.22

(73)专利权人 环境保护部南京环境科学研究所
地址 210042 江苏省南京市玄武区蒋王庙8号

(72)发明人 苏良湖 陈玉东 李广宇 孔明
张龙江 刘臣炜 刘茹 陈梅

(74)专利代理机构 江苏致邦律师事务所 32230
代理人 徐蓓

(51) Int. Cl.

C12M 1/16(2006.01)

C12M 1/12(2006.01)

C12M 1/107(2006.01)

C12M 1/04(2006.01)

C12P 5/02(2006.01)

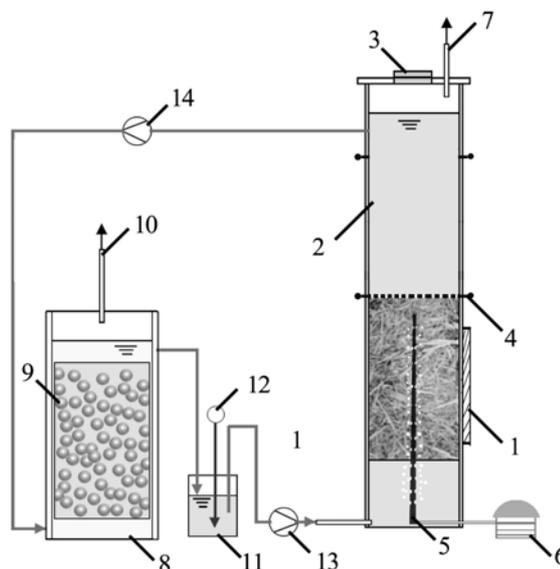
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)实用新型名称

一种人工瘤胃

(57)摘要

本实用新型公开一种人工瘤胃,人工瘤胃包括反应器和过滤器,反应器内中部可上下移动的移动网筛和下部的固定网筛之间形成秸秆反应区,秸秆反应区内竖直地设置有供气管,供气管一端连接气泵,侧壁设置有多个微孔,过滤器内填充有填料,反应器顶部的出液口通过泵连接过滤器底部的进液口,过滤器顶部的出液口通过泵连接反应器底部的进液口,反应器和过滤器内装有瘤胃液。该人工瘤胃,模拟反刍动物的消化机制,可高效降解秸秆,显著提升秸秆降解性能和产甲烷性能。



1. 一种人工瘤胃,其特征在于,包括反应器和过滤器,

所述反应器包括位于底部的第一进液口、位于顶部侧壁的第一出液口、位于顶部的第一沼气出口、秸秆口、固定网筛、移动网筛、供气管,所述固定网筛和所述移动网筛平行地设置于反应器内,所述固定网筛固定设置于所述反应器下部,所述移动网筛在所述反应器中部和所述第一出液口之间往返移动,所述固定网筛和所述移动网筛之间的区域为秸秆反应区,所述秸秆口设置于所述秸秆反应区的侧壁上,所述秸秆口处设置有秸秆口盖,所述供气管竖直地设置于所述秸秆反应区内,所述供气管一端通过管线穿过所述反应器的壁连接气泵,所述供气管侧壁设置有多个微孔,

所述过滤器包括位于底部的第二进液口、位于顶部侧壁的第二出液口、位于顶部的第二沼气出口,所述过滤器内填充有填料,所述第一出液口通过第一泵连接第二进液口,所述第二出液口通过第二泵连接第一进液口,

所述反应器和所述过滤器内装有瘤胃液。

2. 根据权利要求1所述的人工瘤胃,其特征在于,所述第二出液口和所述第二泵之间还设置有缓冲容器,所述缓冲容器的进口连通所述第二出液口,所述缓冲容器的出口连接所述第二泵,所述缓冲容器还包括缓冲液进口。

3. 根据权利要求2所述的人工瘤胃,其特征在于,所述缓冲液为0.01~0.05 mol/L的NaOH或KOH。

4. 根据权利要求1所述的人工瘤胃,其特征在于,所述反应器顶部还设置有敞口和配合所述敞口的敞口盖。

5. 根据权利要求1所述的人工瘤胃,其特征在于,所述微孔从上至下孔径逐渐增大,供气管上的微孔的孔径上小下大,可以实现对秸秆厌氧反应的梯度供氧。

6. 根据权利要求1所述的人工瘤胃,其特征在于,所述气泵为空气泵。

7. 根据权利要求1所述的人工瘤胃,其特征在于,所述第一泵或所述第二泵为蠕动泵。

8. 根据权利要求1所述的人工瘤胃,其特征在于,所述反应器内顶部设置有向下的防水电动推杆,所述电动推杆的顶部连接所述移动筛网。

9. 根据权利要求1所述的人工瘤胃,其特征在于,所述填料为阶梯环填料、鲍尔环填料或球形填料。

10. 根据权利要求1所述的人工瘤胃,其特征在于,所述填料的材质为塑料。

一种人工瘤胃

技术领域

[0001] 本实用新型属于环境技术领域,具体涉及一种玉米秸秆厌氧消化的人工瘤胃。

背景技术

[0002] 全球气候变化和能源安全等原因,近年来促使了可再生能源(尤其是生物质能)的迅速发展。在生物质的众多选项中,规模庞大的木质纤维素材料,特别是作物秸秆,是一个富有吸引力的来源。在众多作物秸秆中,我国玉米秸秆产量位居各类农作物秸秆产量之首,主要分布于东北地区与黄淮海地区,高达2.4亿t(2013年)。厌氧消化(Anaerobic digestion,AD)被广泛认为是生物质能源转化的重要途径,是一种有前景、发展中的作物秸秆综合利用技术。

[0003] 作物秸秆的细胞壁组成包括纤维素(9~80%)、半纤维素(10~50%)和木质素(5~35%)。一般而言,无定型区的纤维素容易被消化,而结晶区的纤维素则难以水解,半纤维素亦具有无定型属性容易被消化。但是,木质素和半纤维素以共价键形式结合,将纤维素分子包埋在其中,形成一种天然屏障,使微生物和酶不易与纤维素分子接触,增加了降解难度。而木质素具有水不溶和光惰性属性,是细胞壁中最难以降解的部分。

[0004] 水解是秸秆厌氧消化的关键限速步骤,而瘤胃微生物可为作物秸秆的快速水解酸化提供解决途径。由于具有较高的纤维素降解活性,相较于传统接种物(如厌氧活性污泥),瘤胃微生物可显著提高木质纤维素的降解率。如有研究显示,在玉米秸秆液相厌氧消化中,较于污水污泥,以瘤胃微生物作接种物可增加28%挥发性脂肪酸产量(Application of rumen microorganisms for enhanced anaerobic fermentation of corn stover.Process Biochemistry,2005,40(7):2371-2377)。

[0005] CN201510961808.0公开了一种利用瘤胃微生物预处理水稻秸秆提高甲烷产量的方法,通过瘤胃微生物对秸秆生物质原料进行预处理,促进其水解酸化,进一步接入一定比例的含产甲烷菌的厌氧消化接种污泥,获得了较高的甲烷产量,缩短了反应时间。以瘤胃微生物进行预处理可以促进其水解酸化,但是该方法具有明显的局限性:预处理时间短则无法发挥瘤胃微生物的潜力;而预处理时间长则既使得大量挥发性脂肪酸被非产甲烷菌消耗,而且延长了整个周期。

[0006] 尽管接种瘤胃微生物可高效降解木质纤维素,但是厌氧消化反应器内环境条件对发酵的抑制远远大于自然瘤胃系统。反刍动物瘤胃系统的pH呈现波动状态,能够通过分泌具有较强缓冲能力的中性唾液,以提高瘤胃液pH值,瘤胃系统降解的产物通过隔膜被吸收,不会形成产物的累积及抑制,瘤胃系统中消化食物再次逆呕至口腔(即反刍作用)与空气接触,使发酵体系处于梯度微氧环境,瘤胃有节奏的蠕动(通过瘤胃液的挤压与回流)形成干式厌氧消化和湿式厌氧消化交替。虽然在厌氧消化反应器中瘤胃液为反应器提供了丰富的接种源,但是以产甲烷为目的和以消化为目的导致两者存在较大的环境差异。

实用新型内容

[0007] 针对上述问题,本实用新型提供一种人工瘤胃及其使用方法,该人工瘤胃模拟动物的消化基质,可高效降解玉米秸秆并提升瘤胃微生物厌氧消化性能。

[0008] 为实现上述目的,本实用新型采用如下的技术方案:

[0009] 一种人工瘤胃,包括反应器和过滤器,

[0010] 所述反应器包括位于底部的第一进液口、位于顶部侧壁的第一出液口、位于顶部的第一沼气出口、秸秆口、固定网筛、移动网筛、供气管,所述固定网筛和所述移动网筛平行地设置于反应器内,所述固定网筛固定设置于所述反应器下部,所述移动网筛在所述反应器中部和所述第一出液口之间往返移动,所述固定网筛和所述移动网筛之间的区域为秸秆反应区,所述秸秆口设置于所述秸秆反应区的侧壁上,所述秸秆口处设置有秸秆口盖,所述供气管竖直地设置于所述秸秆反应区内,所述供气管一端通过管线穿过所述反应器的壁连接气泵,所述供气管侧壁设置有多个微孔,

[0011] 所述过滤器包括位于底部的第二进液口、位于顶部侧壁的第二出液口、位于顶部的第二沼气出口,所述过滤器内填充有填料,所述第一出液口通过第一泵连接第二进液口,所述第二出液口通过第二泵连接第一进液口,

[0012] 所述反应器和所述过滤器内装有瘤胃液。

[0013] 进一步的,所述第二出液口和所述第二泵之间还设置有缓冲容器,所述缓冲容器的进口连通所述第二出液口,所述缓冲容器的出口连接所述第二泵,所述缓冲容器还包括缓冲液进口。使用时,缓冲液经由缓冲容器兑入循环的瘤胃液,可实现模拟中性唾液对瘤胃液pH的调节,避免过度酸化。

[0014] 进一步的,所述缓冲液为0.01~0.05mol/L的NaOH或KOH。

[0015] 进一步的,所述反应器顶部还设置有敞口和配合所述敞口的敞口盖。设置的敞口可以打开,用于清除反应器液体上浮的细小秸秆粉末。秸秆在厌氧降解过程中,部分秸秆会破碎,尺寸会变小,经过移动网筛漂浮于反应器上部,定时清理可提高所述人工瘤胃的效率。

[0016] 进一步的,所述微孔从上至下孔径逐渐增大。供气管上的微孔的孔径上小下大,可以实现对秸秆厌氧反应的梯度供氧。

[0017] 进一步的,所述气泵为空气泵。

[0018] 进一步的,所述第一泵或所述第二泵为蠕动泵。

[0019] 进一步的,所述反应器内顶部设置有向下的防水电动推杆,所述电动推杆的顶部连接所述移动筛网。通过遥控或程序控制电动推杆的方式,可实现移动筛网的上下往返运动。

[0020] 进一步的,所述填料为阶梯环填料、鲍尔环填料或球形填料。

[0021] 进一步的,所述填料的材质为塑料。

[0022] 本实用新型可采用本领域一般方法使用,为获得更好的消化效果,也可以按照下述方法使用:

[0023] 将经过切碎预处理的秸秆与畜禽粪便的混合物经由秸秆口送入反应器,之后关闭秸秆口盖,向反应器和过滤器内注入瘤胃液,之后开启第一泵、第二泵和气泵,秸秆被瘤胃微生物分解。

[0024] 所述秸秆与所述畜禽粪便的干质量比为3~8:1。

[0025] 所述瘤胃液为动物瘤胃内容液与营养液的混合物,所述动物瘤胃内容液与营养液的体积比为1:10~50,所营养液包含:5~10g L⁻¹NaHCO₃,0.01~0.04g L⁻¹CaCl₂,0.5~2g L⁻¹KH₂PO₄,1~4g L⁻¹K₂HPO₄,0.02~0.10g L⁻¹MgCl₂,0.05~0.20g L⁻¹NH₄Cl。

[0026] 所述预处理为揉丝。

[0027] 所述秸秆为玉米秸秆。

[0028] 所述秸秆消化的方法还包括如下步骤:反应一段时间后,关闭第一泵、第二泵和气泵,将人工瘤胃内的瘤胃液抽出保存,然后打开秸秆口盖,将残留的秸秆中下部秸秆取出,将上部秸秆作为新的下部秸秆置于所述秸秆反应区的底部,将待分解的秸秆或待分解的秸秆与畜禽粪便的混合物经由秸秆口送入所述秸秆反应区的上部,然后关闭秸秆口盖,将保存的瘤胃液重新注回人工瘤胃内,然后开启第一泵、第二泵和气泵,继续反应。

[0029] 装置的运行负荷为6~20g_{vs}L_{反应器}⁻¹d⁻¹,固相停留时间是6~12d,水力停留时间10~30小时,厌氧消化的温度为35~55℃。其中g_{vs}为挥发性固体(Volatile Solid,VS)的质量(g),L_{反应器}为反应器有效体积(L),即反应器移动网筛处于最高处时,网筛之间的反应器体积。

[0030] 经过预处理的秸秆和畜禽粪便经秸秆口进入反应器,垂直向上运动并被上部的移动网筛阻隔,形成固相床,固相床的上部及下部,即移动网筛上部和固定网筛下部各存有一个瘤胃液区,反应器顶端的瘤胃液通过第一泵输送至过滤器内,过滤器顶端的瘤胃液出水经过缓冲容器后,进一步通过第二泵输送至反应器的底部。畜禽粪便为反应系统提供产甲烷菌,反应器运行一段时间后,在过滤器中的填料中会形成生物膜,瘤胃微生物分解秸秆产生的挥发性脂肪酸(VFAs)等通过过滤器被产甲烷菌降解,模拟自然瘤胃系统的隔膜吸收作用。

[0031] 本实用新型所述的人工瘤胃,模拟反刍动物的消化机制,秸秆的揉丝预处理用于模拟反刍动物的咀嚼作用,反应器内瘤胃液的pH在反应过程中波动,通过缓冲液模拟中性唾液对瘤胃液pH的调节,可避免过度酸化,反应器中,瘤胃微生物分解秸秆产生的挥发性脂肪酸(VFAs)等通过过滤器被产甲烷菌降解,模拟自然瘤胃系统的隔膜吸收作用,通过气泵和供气管使秸秆反应区处于梯度微氧环境,模拟反刍作用的物料空气接触,移动网筛升降移动,模拟瘤胃的蠕动作用,移动过程会挤压或注入液体,形成湿式厌氧消化和干式厌氧消化的交替。

[0032] 本实用新型仿生反刍动物的消化机制,开发的人工瘤胃反应器可高效降解玉米秸秆,显著提升玉米秸秆降解性能和产甲烷性能。

附图说明

[0033] 图1是本实用新型所述人工瘤胃的结构示意图。

[0034] 其中,1是秸秆口,2是反应器,3是敞口盖,4是移动网筛,5是供气管,6是气泵,7是第一沼气出口,8是过滤器,9是填料,10是第二沼气出口,11是缓冲容器,12是缓冲液进口,13是第二泵,14是第一泵。

具体实施方式

[0035] 实施例1

[0036] 如图1所示的一种人工瘤胃,包括反应器和过滤器,

[0037] 所述反应器包括位于底部的第一进液口、位于顶部侧壁的第一出液口、位于顶部的第一沼气出口、秸秆口、固定网筛、移动网筛、供气管,所述固定网筛和所述移动网筛平行地设置于反应器内,所述固定网筛固定设置于所述反应器下部,所述移动网筛在所述反应器中部和所述第一出液口之间往返移动,所述固定网筛和所述移动网筛之间的区域为秸秆反应区,所述秸秆口设置于所述秸秆反应区的侧壁上,所述秸秆口处设置有秸秆口盖,所述供气管竖直地设置于所述秸秆反应区内,所述供气管一端通过管线穿过所述反应器的壁连接气泵,所述供气管侧壁设置有多个微孔,

[0038] 所述过滤器包括位于底部的第二进液口、位于顶部侧壁的第二出液口、位于顶部的第二沼气出口,所述过滤器内填充有填料,所述第一出液口通过第一泵连接第二进液口,所述第二出液口通过第二泵连接第一进液口,

[0039] 所述反应器和所述过滤器内装有瘤胃液。

[0040] 所述第二出液口和所述第二泵之间还设置有缓冲容器,所述缓冲容器的进口连通所述第二出液口,所述缓冲容器的出口连接所述第二泵,所述缓冲容器还包括缓冲液进口。使用时,缓冲液经由缓冲容器兑入循环的瘤胃液,可实现模拟中性唾液对瘤胃液pH的调节,避免过度酸化。

[0041] 所述缓冲液为0.01mol/L的NaOH。

[0042] 所述反应器顶部还设置有敞口和配合所述敞口的敞口盖。设置的敞口可以打开,用于清除反应器液体上浮的细小秸秆粉末。秸秆在厌氧降解过程中,部分秸秆会破碎,尺寸会变小,经过移动网筛漂浮于反应器上部,定时清理可提高所述人工瘤胃的效率。

[0043] 所述微孔从上至下孔径逐渐增大。供气管上的微孔的孔径上小下大,可以实现对秸秆厌氧反应的梯度供氧。

[0044] 所述气泵为空气泵。

[0045] 所述第一泵或所述第二泵为蠕动泵。

[0046] 所述反应器内顶部设置有向下的防水电动推杆(图上未画出),所述电动推杆的顶部连接所述移动筛网。通过遥控或程序控制电动推杆的方式,可实现移动筛网的上下往返运动。

[0047] 所述填料为阶梯环填料。

[0048] 所述填料的材质为塑料。

[0049] 使用时,将经过切碎揉丝的秸秆与畜禽粪便的混合物经由秸秆口送入反应器,之后关闭秸秆口盖,向反应器和过滤器内注入瘤胃液,之后开启第一泵、第二泵和气泵,秸秆被瘤胃微生物分解。

[0050] 所述秸秆与所述畜禽粪便的干质量比为3~8:1。

[0051] 所述瘤胃液为动物瘤胃内容液与营养液的混合物,所述动物瘤胃内容液与营养液的体积比为1:10,所述营养液包含:10g L⁻¹NaHCO₃,0.04g L⁻¹CaCl₂,2g L⁻¹KH₂PO₄,4g L⁻¹K₂HPO₄,0.02g L⁻¹MgCl₂,0.2g L⁻¹NH₄Cl。

[0052] 所述秸秆为玉米秸秆。

[0053] 反应一段时间后,关闭第一泵、第二泵和气泵,将人工瘤胃内的瘤胃液抽出保存,然后打开秸秆口盖,将残留的秸秆中下部秸秆取出,将上部秸秆作为新的下部秸秆置于所述秸秆反应区的底部,将待分解的秸秆或待分解的秸秆与畜禽粪便的混合物经由秸秆口送入所述秸秆反应区的上部,然后关闭秸秆口盖,将保存的瘤胃液重新注回人工瘤胃内,然后开启第一泵、第二泵和气泵,继续反应。

[0054] 该装置的运行负荷为 $15\text{g}_{\text{vs}}\text{L}_{\text{反应器}}^{-1}\text{d}^{-1}$,固相停留时间为140小时,水力停留时间为20小时。相比传统工艺而言,采用该工艺甲烷产率达 $320\text{mL g}^{-1}\text{VS}^{-1}$,玉米秸秆的VS降解效率达68%,取得较好的产沼性能。

[0055] 实施例2

[0056] 本实施例2与实施例1相比,区别仅在于:缓冲液为 0.05mol/L 的KOH;采用的填料为鲍尔环填料。

[0057] 动物瘤胃内容液与营养液的体积比为1:50,所营养液包含: $5\text{g L}^{-1}\text{NaHCO}_3$, $0.01\text{g L}^{-1}\text{CaCl}_2$, $0.5\text{g L}^{-1}\text{KH}_2\text{PO}_4$, $1\text{g L}^{-1}\text{K}_2\text{HPO}_4$, $0.1\text{g L}^{-1}\text{MgCl}_2$, $0.05\text{g L}^{-1}\text{NH}_4\text{Cl}$ 。

[0058] 该装置的运行负荷为 $20\text{g}_{\text{vs}}\text{L}_{\text{反应器}}^{-1}\text{d}^{-1}$,固相停留时间为180小时,水力停留时间为10小时。相比传统工艺而言,采用该工艺甲烷产率达 $360\text{mL g}^{-1}\text{VS}^{-1}$,玉米秸秆的VS降解效率达72%,取得较好的产沼性能。

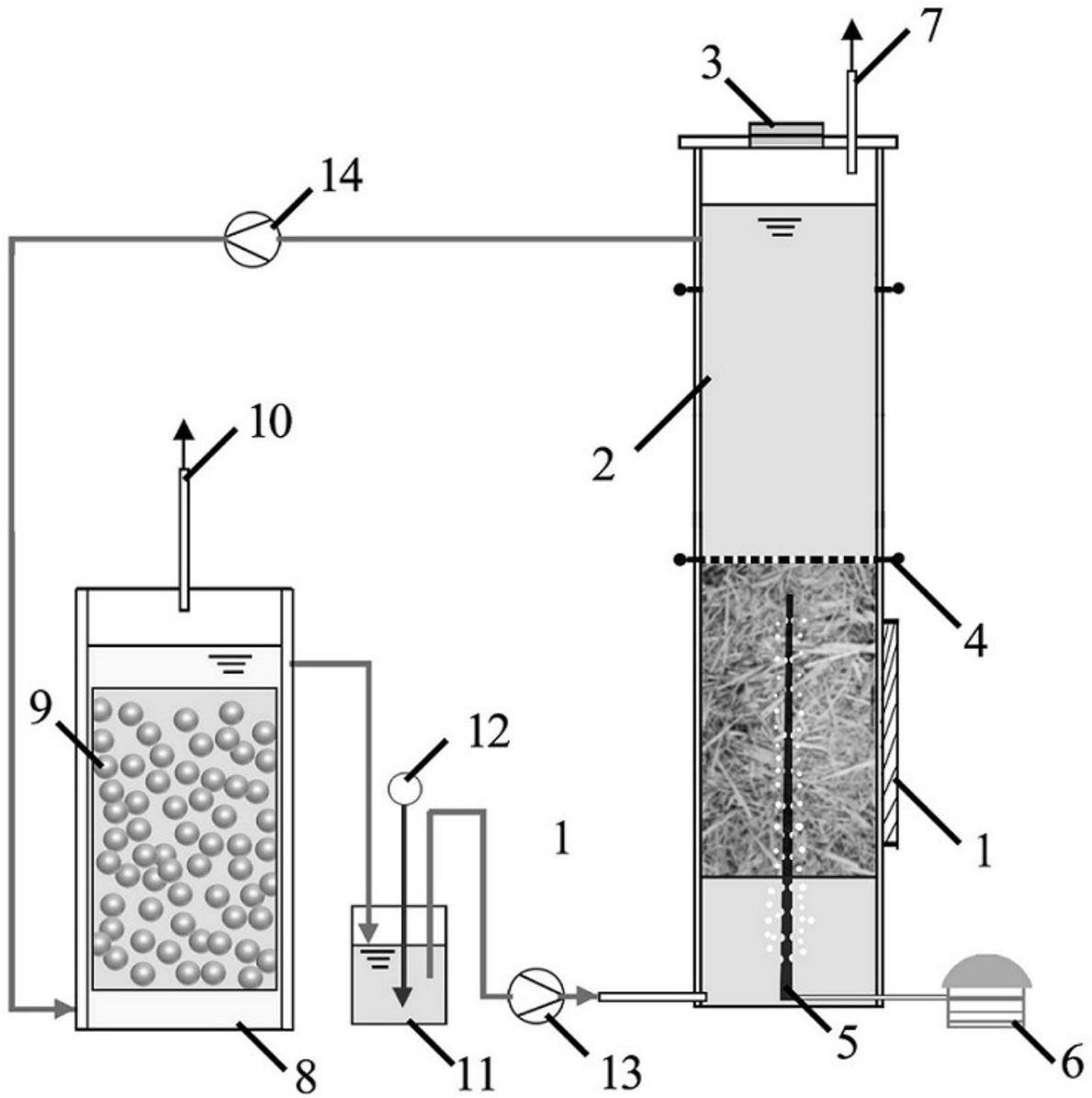


图1