



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108002954 A

(43)申请公布日 2018.05.08

(21)申请号 201711315780.9

(22)申请日 2017.12.12

(71)申请人 农业部规划设计研究院

地址 100125 北京市朝阳区双桥中路11号  
院

(72)发明人 孟海波 赵立欣 沈玉君 丁京涛  
刘焯 王健 程红胜 周海宾  
张曦

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 关畅 王春霞

(51)Int.Cl.

C05G 3/04(2006.01)

C05F 17/00(2006.01)

C12M 1/107(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种农业废弃物厌氧-好氧平衡发酵方法

(57)摘要

本发明公开了一种农业废弃物厌氧-好氧平衡发酵方法。所述发酵方法包括如下步骤:(1)向粉碎后的农业废弃物中加入接种物进行厌氧发酵;(2)厌氧发酵产生的沼气作为生活用气,物料经分离得到沼渣;(3)向沼渣中加入辅料进行好氧发酵,得到生物腐殖酸肥。本发明生产的生物腐殖酸肥,经过厌氧发酵和高温堆肥完全实现无害化,有效控制了病虫害传播,也降低了施用该有机肥的植物在后续生长过程中病虫害的发生概率。本发明利用农业废弃物生产有机肥,是对农业废弃物的高效再利用,拓展了农业废弃物的产业链,延长了资源利用环节,是对农业循环经济的有力推动。

1. 一种农业废弃物厌氧-好氧平衡发酵方法,包括如下步骤:
  - (1) 向粉碎后的农业废弃物中加入接种物进行厌氧发酵;
  - (2) 所述厌氧发酵产生的沼气作为生活用气,物料经分离得到沼渣;
  - (3) 向所述沼渣中加入辅料进行好氧发酵,得到生物腐殖酸肥。
2. 根据权利要求1所述的发酵方法,其特征在于:所述农业废弃物为农业生产加工过程产生的可被降解利用的有机废弃物。
3. 根据权利要求2所述的发酵方法,其特征在于:所述农业废弃物包括植物纤维性废弃物和畜禽粪便。
4. 根据权利要求1-3中任一项所述的发酵方法,其特征在于:所述农业废弃物与所述接种物的混合物的TS为6%~35%。
5. 根据权利要求1-4中任一项所述的发酵方法,其特征在于:步骤(1)中,所述接种物为厌氧发酵罐或沼气池底层的污泥;  
所述接种物的接种量为20%~40%;  
所述接种量指的是所述接种物干物质占发酵物料干物质的质量百分比;  
所述发酵物料为所述农业废弃物与所述接种物的混合物。
6. 根据权利要求1-5中任一项所述的发酵方法,其特征在于:步骤(1)中,所述厌氧发酵的温度为35℃~38℃,经过10~15d达到产气率高峰阶;  
所述产气高峰阶段时的平均容积产气率为 $1.5\sim 2.3\text{m}^3\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ 。
7. 根据权利要求1-6中任一项所述的发酵方法,其特征在于:步骤(2)中,所述沼渣的C/N值为16~27:1,质量含水率为40%~60%。
8. 根据权利要求1-7中任一项所述的发酵方法,其特征在于:步骤(3)中,所述辅料的添加量为所述沼渣质量的5%~30%;  
所述沼渣与所述辅料的混合物的C/N值为20~30:1,质量含水率为50%~70%。
9. 根据权利要求1-8中任一项所述的发酵方法,其特征在于:步骤(3)中,所述好氧发酵的条件如下:  
温度达到55℃以上并至少维持5d;  
每隔半小时鼓风曝气一次,强制通风时间为5~7min,通风量为 $0.1\sim 0.3\text{m}^3\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{m}^{-3}$ ,3~7d翻堆一次。
10. 根据权利要求1-9中任一项所述的发酵方法,其特征在于:步骤(3)中,所述生物腐殖酸肥的参数如下:  
有机质含量为45%~55%,总养分含量为5%~10%,pH值为6.5~8.5。

## 一种农业废弃物厌氧-好氧平衡发酵方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种厌氧-好氧平衡发酵方法,具体涉及一种农业废弃物厌氧-好氧平衡发酵方法,属于农村能源与环保技术领域。

### 背景技术

[0002] 随着农业生产方式和农村用能方式的重大改变,农村沼气能源需求减弱,有机肥需求增加。在序批式厌氧发酵一个周期(约30天)内,第6~15d日产气量能达到最高值,在第14~16d累积产气量能达到整个周期的60%~85%,此后产气量接近最低值,养分大量流入沼液中,延长了厌氧发酵周期。通常沼渣有机质含量为9.05%~42.9%,总养分含量一般为1.79%~3.51%,达不到沼肥行业标准,农民使用意愿不高;沼液中COD浓度为 $3700\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\sim 6800\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,总氮浓度为 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\sim 4500\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,沼液后端处理困难。

[0003] 传统大型沼气工程将产气和产肥视为两个独立阶段,即先进行一个周期(约30d)厌氧发酵生产沼气,然后将沼渣堆肥化处理生产有机肥,沼液经过二次发酵达标排放。经过一个周期的厌氧发酵,沼渣中剩余的有机质难以被降解,高温堆肥启动困难,需添加大量辅料,腐熟周期(约22~35d)较长。一方面厌氧发酵周期长,沼渣养分含量低;另一方面辅料添加过多,腐熟周期长,导致整个产肥周期至少需50~65d。中国专利文献CN 105084957A公开了一种餐厨垃圾厌氧发酵后滤渣制备生物有机肥的方法,将餐厨垃圾沼渣与秸秆的混合物,经过约22d连续高温堆肥得到生物有机肥。该方法中厌氧发酵与高温堆肥不相连,未能涉及厌氧发酵阶段;所用沼渣有机质含量较低,秸秆辅料添加量过大,秸秆与餐厨垃圾沼渣的重量比为(0.5~5):1,导致堆肥周期较长。

[0004] 综上,还存在产气与产肥周期较长、平均产气率低、肥效差等问题,需要提供一种方法缩短厌氧发酵周期,提高产气率和沼渣养分含量,从而减少堆肥辅料添加,促进堆肥腐熟进程,缩短整个产肥周期,既能减少有机肥养分损失,节约能源,又能减少环境污染,实现废弃物资源化高效利用。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种农业废弃物厌氧-好氧平衡发酵方法,该发酵方法解决了现有厌氧发酵周期长、沼肥养分含量低、沼肥肥效差的缺陷,通过厌氧-好氧平衡发酵生产清洁沼气能源和优质有机肥。

[0006] 本发明所提供的农业废弃物厌氧-好氧平衡发酵方法,包括如下步骤:

[0007] (1) 向粉碎后的农业废弃物中加入接种物进行厌氧发酵;

[0008] (2) 所述厌氧发酵产生的沼气作为生活用气,物料经分离得到沼渣;

[0009] (3) 向所述沼渣中加入辅料(即农业废弃物)进行好氧发酵,得到生物腐殖酸肥。

[0010] 上述的发酵方法中,所述农业废弃物为农业生产加工过程产生的可被降解利用的有机废弃物;

[0011] 所述农业废弃物主要包括植物纤维性废弃物和畜禽粪便;

[0012] 所述植物纤维性废弃物包括植物采收和加工过程废弃剩余的秸秆、残株、烂尾蔬菜、果实外壳等植物残体,如玉米秸秆、小麦秸秆、稻壳、花生壳等。

[0013] 所述畜禽粪便包括牲畜和家禽养殖过程的排泄粪尿,如猪粪、鸡粪、马粪、羊粪等。

[0014] 上述的发酵方法中,所述农业废弃物粉碎后的长度为1~5cm。

[0015] 上述的发酵方法中,步骤(1)中,所述农业废弃物的C/N值为20~30:1,C/N 值指的是所述农业废弃物中C元素与N元素的质量比,pH值为6.8~8.0;

[0016] 所述农业废弃物与所述接种物的混合物的TS(总固含量)可为6%~35%。

[0017] 上述的发酵方法中,步骤(1)中,所述接种物为厌氧发酵罐或沼气池底层的污泥;

[0018] 所述接种物的接种量可为20%~40%,具体可为30%或40%;

[0019] 所述接种量指的是所述接种物干物质占发酵物料干物质的质量百分比;

[0020] 所述发酵物料为所述农业废弃物与所述接种物的混合物。

[0021] 上述的发酵方法中,步骤(1)中,所述厌氧发酵可采用序批式中温发酵工艺,温度为35℃~38℃,经过10~15d达到产气率高峰阶段;

[0022] 所述产气高峰阶段即指沼气日产气率上升至高峰然后快速下降的时间段,此时平均容积产气率可为 $1.5\sim 2.3\text{m}^3\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ ,具体可为 $1.53\text{m}^3\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ 、 $1.63\text{m}^3\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ 、 $1.87\text{m}^3\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ 或 $2.07\text{m}^3\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ 。

[0023] 上述的发酵方法中,步骤(2)中,所述沼渣即经过脱水机脱水处理后的厌氧发酵物料的固体部分,有机质含量较一般30天发酵周期产生的沼渣有机质含量提高6.5~30%,其C/N值可为16~26:1,具体可为17.83~21.7:1、17.83:1、19.07:1、21.3:1或21.7:1,质量含水率可为40%~60%,具体可为50.70%、53.53%、57.18%或59.80%。

[0024] 上述的发酵方法中,步骤(2)中,厌氧发酵物料经脱水处理同时得到沼液,其COD浓度为 $1800\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\sim 4880\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,总氮浓度为 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\sim 2500\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,pH为7.02~8.18,较正常30天发酵周期产生的沼液中COD和总氮浓度降低10%~40%和5%~30%。

[0025] 上述的发酵方法中,步骤(3)中,所述辅料的添加量为所述沼渣干物质的质量百分比为5%~30%,具体可为11.7%、17.3%、21.7%或27.3%;

[0026] 所述辅料即为所述农业废弃物;

[0027] 所述沼渣与所述辅料的混合物的C/N值为20~30:1,质量含水率为50%~70%。

[0028] 上述的发酵方法中,步骤(3)中,所述好氧发酵的条件如下:

[0029] 温度达到55℃以上并至少维持5d;

[0030] 每隔半小时鼓风曝气一次,强制通风时间为5~7min,通风量为 $0.1\sim 0.3\text{m}^3\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{m}^{-3}$ ,3~7d翻堆一次;

[0031] 所述好氧发酵的时间为10~15d。

[0032] 上述的发酵方法中,步骤(3)中,所述生物腐殖酸肥的参数如下:

[0033] 有机质含量为45%~55%,总养分含量为5%~10%,pH值为6.5~8.5。

[0034] 本发明与现有传统厌氧发酵技术相比具有以下优点:

[0035] (1) 本发明将清洁能源和有机肥生产结合,减少能源损失,有利于经济发展,是有效推进我国生态农村的有效举措。

[0036] (2) 本发明生产的生物腐殖酸肥可达我国现行有机肥标准,整个产肥周期仅需20

~30d,缩短了25~40d,有效的节省了时间成本。

[0037] (3) 本发明生产的生物腐殖酸肥,经过厌氧发酵和高温堆肥完全实现无害化,有效控制了病虫害传播,也降低了施用该有机肥的植物在后续生长过程中病虫害的发生概率。

[0038] 本发明利用农业废弃物生产有机肥,是对农业废弃物的高效再利用,拓展了农业废弃物的产业链,延长了资源利用环节,是对农业循环经济的有力推动。

## 附图说明

[0039] 图1为本发明农业废弃物厌氧-好氧平衡发酵方法的流程图。

## 具体实施方式

[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。

[0041] 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。

[0042] 实施例1:以某牧场奶牛粪便为研究对象进行发酵

[0043] (1) 收集约20公斤该类别农业废弃物(主要为奶牛喂养过程中排泄的粪便、垫料,但不局限于此),摒弃其中毛发、石块等杂质,加入小麦秸秆调节C/N为25:1,加入厌氧发酵罐底层污泥作为接种物,接种量为30%,调节pH值为7.47,TS为10%。

[0044] (2) 将物料投入50L序批式厌氧发酵反应器中,经过11d,38℃中温厌氧发酵达到产气高峰阶段,收集沼气作为生活用气,发酵过程中的平均容积产气率为 $1.63\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ;物料经固液分离机分离得到沼渣和沼液。其中,沼渣的C/N为19.07,质量含水率为57.18%,沼液的COD浓度为 $4130\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,TN浓度为 $2033\text{mg/L}$ ,pH为7.91,经过二次厌氧发酵达标排放或用于农田灌溉。

[0045] (3) 添加21.7%(占沼渣干物质质量的百分比)的小麦秸秆与沼渣混合均匀,调节混合物料C/N值为26.7:1,质量含水率为67%,在30L好氧发酵罐中经过14d的高温好氧发酵后得到生物腐殖酸肥,其中高温达到55℃以上并能够维持7d,每隔半小时鼓风曝气一次,强制通风时间为5min,通风量为 $0.15\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$ ,5d翻堆一次。

[0046] 本实施例腐熟的生物腐殖酸肥参数如下:

[0047] 有机质含量为47.83%,总养分含量为5.71%,pH值为8.1,符合有机肥标准,可直接施用于农作物或烘干造粒销售。

[0048] 实施例2:以玉米为研究对象进行发酵

[0049] (1) 收集约500公斤该类别农业废弃物(主要为玉米生长过程的废弃尾叶,玉米采收后的残留秸秆),摒弃其中毛发、石块等杂质,加入鸡粪调节C/N为25:1,加入厌氧发酵罐底层污泥作为接种物,接种量为40%,pH值为7.81,TS为25%。

[0050] (2) 将物料投入 $1\text{m}^3$ 容积的序批式厌氧发酵反应器中,经过14d38℃中温厌氧发酵达到产气高峰阶段,收集沼气作为生活用气,发酵过程中的平均容积产气率为 $2.07\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ;物料经固液分离机分离得到沼渣和沼液。其中,沼渣的C/N为21.7,质量含水率为50.7%,沼液的COD浓度为 $3783\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,TN浓度为 $2327\text{mg/L}$ ,pH为7.9,经过二次厌氧发酵达标排放或用于农田灌溉。

[0051] (3) 添加11.7%的玉米秸秆与物料混合均匀,调节混合物料C/N值为26.7:1,含水

率为68%，在好氧发酵罐中经过14d的高温好氧发酵后实现无害化和完全腐熟，其中高温达到55℃以上并能够维持7d，每隔半小时鼓风曝气一次，强制通风时间为5min，通风量为 $1.5\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$ ，5d翻堆一次。

[0052] 本实施例腐熟的生物有机肥参数如下：

[0053] 有机质含量为52.3%，总养分含量为5.17%，pH值为8.1，符合机肥标准，可直接施用于农作物或烘干造粒销售。

[0054] 实施例3：以农村尾菜为研究对象进行发酵

[0055] (1) 收集约1t该类别农业废弃物（主要为农田蔬菜收获后剩下的经济价值不高部分，但不局限于此），粉碎至1~3cm长，加入厌氧发酵池底层污泥作为接种物，接种量为30%，调节物料C/N值为25:1，pH值为7.1，TS为10%。

[0056] (2) 将物料一次性投入 $5\text{m}^3$ 容积的沼气池中，经过12d $38^\circ\text{C}$ 中温厌氧发酵达到产气高峰阶段，收集沼气作为生活用气，发酵过程中的平均容积产气率为 $1.53\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ；物料经固液分离机分离得到沼渣和沼液。其中，沼渣的C/N为17.83，质量含水率为53.53%，沼液的COD浓度为 $2147\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，TN浓度为 $1747\text{mg/L}$ ，pH为7.5，经过二次厌氧发酵达标排放或用于农田灌溉。

[0057] (3) 添加27.3%（占沼渣干物质质量的百分比）的水稻秸秆，调节沼渣与秸秆混合物料C/N值为25:1，含水率为67%，堆制成宽1.5m，高1m的长条状垛堆，经过15d的高温好氧发酵后实现无害化和完全腐熟，其中高温达到55℃以上并能够维持5d，每隔半小时鼓风曝气一次，强制通风时间为7min，通风量为 $0.15\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$ ，5d翻堆一次。

[0058] 本实施例腐熟的生物腐殖酸肥参数如下：

[0059] 有机质含量为46.87%，总养分含量为5.98%，pH值为7.9，符合有机肥标准，可直接施用于农作物或烘干造粒销售。

[0060] 实施例4：以水稻和猪粪为研究对象进行发酵

[0061] (1) 收集约1t公斤该类别农业废弃物（主要为水稻采收剩余的秸秆和生猪养殖过程排放的粪便），稻秸粉碎成1~3cm，加入厌氧发酵池底层污泥作为接种物，接种量为30%，调节水稻和鸡粪比例使混合物料C/N值为25:1，pH值为7.2，并加水调节TS为20%。

[0062] (2) 将物料一次性投入 $5\text{m}^3$ 容积的沼气池中，经过15d、 $38^\circ\text{C}$ 中温厌氧发酵达到产气高峰阶段，收集沼气作为生活用气，发酵过程中的平均容积产气率为 $1.87\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ；物料经固液分离机分离得到沼渣和沼液。其中，沼渣的C/N为21.3，质量含水率为59.8%，沼液的COD浓度为 $3600\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，TN浓度为 $1520\text{mg/L}$ ，pH为7.8，经过二次厌氧发酵达标排放或用于农田灌溉。

[0063] (3) 添加17.3%的水稻秸秆与沼渣混合，调节物料C/N值为24.7:1，含水率为65%，堆制成宽1.7m，高1m的长条状垛堆，经过14d的高温好氧发酵后实现无害化和完全腐熟，其中高温达到55℃以上并能够维持7d，每隔半小时鼓风曝气一次，强制通风时间为7min，通风量为 $0.17\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$ ，5d翻堆一次。

[0064] 本实施例腐熟的生物腐殖酸肥参数如下：

[0065] 有机质含量为48.7%，总养分含量为6.3%，pH值为8.2，符合机肥标准，可直接施用于农作物或烘干造粒销售。

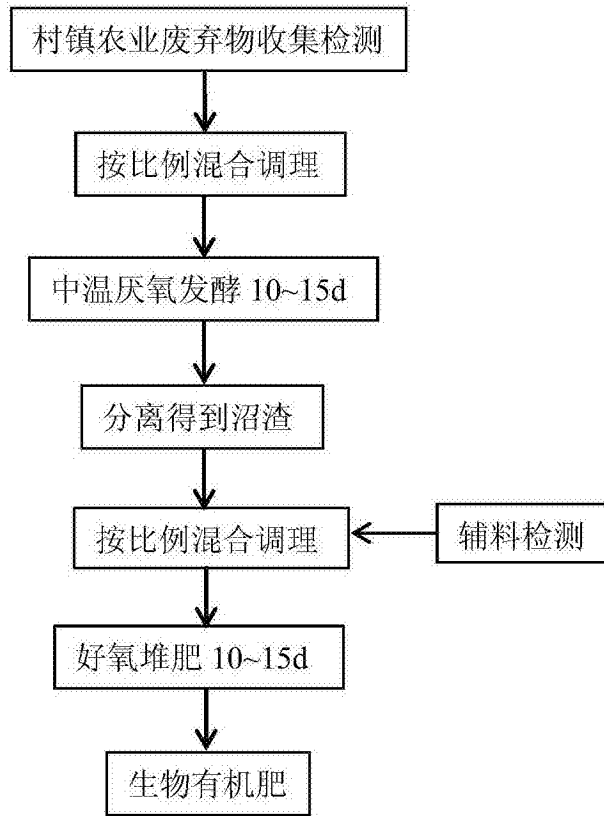


图1