



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106220262 B

(45)授权公告日 2019.08.02

(21)申请号 201610551667.X

(22)申请日 2014.10.16

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106220262 A

(43)申请公布日 2016.12.14

(62)分案原申请数据  
201410551001.5 2014.10.16

(73)专利权人 农业部南京农业机械化研究所  
地址 210014 江苏省南京市玄武区柳营100号

(72)发明人 曲浩丽 陈永生 曹杰 王鹏军  
陈明江 李瑞容 韩柏和 朱德文

(74)专利代理机构 南京同泽专利事务所(特殊普通合伙) 32245  
代理人 赵洪玉 闫彪

(51)Int.Cl.  
C05F 17/00(2006.01)

(56)对比文件

- CN 102603379 A, 2012.07.25,
  - CN 101225003 A, 2008.07.23,
  - CN 101637778 A, 2010.02.03,
  - CN 103204718 A, 2013.07.17,
  - CN 101519319 A, 2009.09.02,
  - KR 20120044313 A, 2012.05.07,
  - CN 101062822 A, 2007.10.31,
  - CN 103773809 A, 2014.05.07,
  - CN 103288504 A, 2013.09.11,
  - CN 102173507 A, 2011.09.07,
  - CN 102212561 A, 2011.10.12,
- 徐霄等. “秸秆干式厌氧发酵渗滤液回流技术研究”. 《农业环境科学学报》. 2009, 第28卷(第6期), 73-76.
- 刘广青等. “两相厌氧消化固体有机废弃物的水解酸化规律”. 《中国农业大学学报》. 2007, 第12卷(第1期), 第1273-1278页.

审查员 于柯

权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种消化处理禽畜粪便与秸秆的方法

(57)摘要

本发明涉及一种消化处理禽畜粪便与秸秆的方法,主要步骤如下:将牛粪分离后的分离液和接种物混合后进行湿式厌氧消化生成第一沼气和消化液;将秸秆和牛粪以外的禽畜粪便混合、翻堆后得到第一混合物料,与所述消化液混合后得到第二混合物料,将所述第二混合物料进行干式消化处理,生成第二沼气、沼液和沼渣;收集所述第一沼气和第二沼气经脱硫脱水后进入发电机组;所述沼渣进入有机肥生产线,所述沼液回收至干式厌氧消化过程内循环使用。本发明采用干湿联合消化,在干式厌氧消化前进行干式好氧消化,同时进行渗滤液回流,加强了物料、微生物和水分间的相互接触和作用,解决了干法发酵过程中物料结壳、发酵液粘稠、传质传热困难的问题。

CN 106220262 B



1. 一种消化处理禽畜粪便与秸秆的方法,按如下步骤进行:

1) 固液分离:

将所述禽畜粪便中的牛粪进行固液分离后得到含水率为40%~50%的固体残渣和分离液,分离液流进预处理池;

2) 湿式厌氧消化:

在上述预处理池内添加30%接种物后搅拌,将得到的所述分离液与所述接种物的混合料输送至CSTR反应器中进行厌氧消化后生成消化液和第一沼气;

3) 预处理:

将秸秆粉碎至长度 $\leq 10\text{cm}$ ,喷洒水将碎秸秆浸湿后添加2‰比例的腐秆剂,之后与所述禽畜粪便中除牛粪以外的其他粪便混合、翻堆,得到C/N比为(20~30):1的第一混合物料;

4) 干式好氧消化:

干式好氧消化前物料准备:压取所述消化液并与所述第一混合物料混合得到55%~65%含水量的第二混合物料;

干式好氧消化过程:在温度50~60℃、供氧量5%~20%的条件下对所述第二混合物料进行好氧消化,将好氧消化过程中的第二混合物料进行渗滤得到第一渗滤液,并用第一渗滤液作为第一回流液对所述第二混合物料进行回流雾喷,生成好氧消化产物;

所述干式好氧消化过程中第一渗滤液的流量为2~4m<sup>3</sup>/min,所述第一回流液的流量是第一渗滤液总量的60%,所述回流雾喷每天1次,每次20~30min,干式好氧消化时间3~6天;

5) 干式厌氧消化:

干式厌氧消化前物料准备:压取所述消化液并与所述好氧消化产物混合得到70%~80%含水量的第三混合物料;

干式厌氧消化过程:在温度30~35℃、压力300~500pa的条件下对所述第三混合物料进行厌氧消化,将厌氧消化过程中的第三混合物料进行渗滤得到第二渗滤液,并用第二渗滤液作为第二回流液,

在第1至10天,用所述第二回流液对所述第三混合物料进行回流雾喷,在第10天至消化过程结束,除继续进行所述的回流雾喷以外,同时压取所述消化液并与所述第二渗滤液1:1混合作为第三回流液对所述第三混合物料进行回流注喷,上述干式厌氧消化过程生成第二沼气、沼渣和沼液,将所述沼液回收至干式厌氧消化过程循环利用;

所述干式厌氧消化过程中第二渗滤液的流量为2~4m<sup>3</sup>/min,所述第二回流液的流量是第二渗滤液总量的60%;

在第1至5天,所述回流雾喷每天2次,每次20~30min;

在第6至10天,所述回流雾喷每隔1天1次,每次20~30min;

在第10天至消化过程结束,所述第三回流液的流量是第二渗滤液总量的30%,所述回流注喷每天1~3次,每次20~30min;

6) 将步骤2)和步骤5)产生的第一沼气和第二沼气收集入CSTR反应器的储气柜中,经脱硫脱水处理后送入发电机组供有机肥生产使用;

7) 将步骤1)得到的固体残渣和步骤5)产生的沼渣送入有机肥生产线,制成有机肥。

2. 根据权利要求1所述消化处理禽畜粪便与秸秆的方法,其特征在于:所述雾喷是指液体从物料上方以雾状均匀喷洒,利用液体的重力作用渗入物料中;所述注喷是指液体在外

力作用下直接注入物料中,使物料在 $1\text{m}^3$ 范围内有液体注入点。

3. 根据权利要求1所述消化处理禽畜粪便与秸秆的方法,其特征在于:所述干式好氧消化过程中,当环境日均气温 $>15^{\circ}\text{C}$ 时,消化时间是3~4天,当环境日均气温 $<15^{\circ}\text{C}$ 时,消化时间是5~6天。

4. 根据权利要求1所述消化处理禽畜粪便与秸秆的方法,其特征在于:所述干式好氧消化过程中,通过鼓风装置进行间歇式通风供氧,通风量是 $2\sim 4\text{m}^3/\text{min}$ 。

5. 根据权利要求1所述消化处理禽畜粪便与秸秆的方法,其特征在于:所述干式厌氧消化过程中,环境日均气温 $<15^{\circ}\text{C}$ 时,将所述第二回流液和第三回流液预先加热至 $35^{\circ}\text{C}$ 。

6. 根据权利要求1所述消化处理禽畜粪便与秸秆的方法,其特征在于:所述第二沼气、沼渣和沼液是在所述干式厌氧消化过程的第40至50天生成。

## 一种消化处理禽畜粪便与秸秆的方法

[0001] 本申请是申请号为201410551001.5、申请日为2014年10月16日、发明名称为“干湿联合消化处理禽畜粪便与秸秆的方法”的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及一种对农牧业有机废弃物进行处理的方法,具体是涉及一种以禽畜粪便和秸秆为原料进行干湿联合消化处理的方法,属于农牧业废弃物处理技术领域。

### 背景技术

[0003] 随着农村经济的巨大发展,农民开始逐步改变了传统的生活用能和生产用肥方式,使得农业废弃物过剩问题日益突出,成为生态环境的重要污染源。生活垃圾和畜禽粪便无害化处理程度很低,就地堆放现象严重;农业废弃物(如秸秆)综合利用率不高,任意焚烧和随意遗弃现象普遍。由此造成了空气、土壤和水体的严重污染,极大地影响了农产品质量,直接威胁着人民群众的身体健康,同时也浪费了大量宝贵的生物质资源,如果这些废弃物得不到妥善处理,将成为农村经济可持续发展的一大障碍。

[0004] 目前我国对这些有机废弃物的处理方式有两种,一种是湿式厌氧发酵处理方式,一种是干式厌氧发酵处理方式。湿式厌氧发酵处理方式,原料的固体含量在15%以下,发酵物料流动性好,便于输送和搅拌,传质传热效果好,物料发酵均匀,产气充分。但该处理方式存在如下问题:原料单一,发酵工艺不适应原料的多元性;且耗水量大,反应产生的沼液沼渣需要进行二次处理;由于有搅拌器及进出料管道,发酵物料的预处理要求比较高。另一种干式厌氧发酵处理方式,原料的固体含量在20%左右,物料中不存在可流动的液体而呈固态。但该处理方式的缺点是:搅拌困难,导致传质传热较差,产气率不高,难以实现连续进出料。无论是哪种工艺对多元农业有机废弃物的处理都存在一定的局限性。

[0005] 在大多干式发酵工程中,由于干物质含量比较高,发酵液稠性大,秸秆类物料易结壳,进出料难度大,大多需要价格较高的柱塞泵进出料,容易堵塞。另有用城市有机垃圾处理的车库式干发酵,存在投资较高,所使用装备结构复杂的缺点。目前用于湿式发酵的连续搅拌反应器系统(CSTR)在国内应用比较广泛,近些年干发酵装备的发展等,这些可以为本方法的应用提供基础。

### 发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是:提出一种干湿联合消化、传质传热效果好的处理禽畜粪便与秸秆的方法。

[0007] 本发明为解决上述技术问题提出的技术方案是:一种消化处理禽畜粪便与秸秆的方法,按如下步骤进行:

[0008] 1) 固液分离:

[0009] 将所述禽畜粪便中的牛粪进行固液分离后得到含水率为40%~50%的固体残渣和分离液,分离液流进预处理池;

[0010] 2) 湿式厌氧消化:

[0011] 在上述预处理池内添加30%接种物后搅拌,将得到的所述分离液与所述接种物的混合料输送至CSTR反应器中进行厌氧消化后生成消化液和第一沼气;

[0012] 3) 预处理:

[0013] 将秸秆粉碎至长度 $\leq 10\text{cm}$ ,喷洒水将碎秸秆浸湿后添加2%比例的腐秆剂,之后与所述畜禽粪便中除牛粪以外的其他粪便混合、翻堆,得到C/N比为(20~30):1的第一混合物料;

[0014] 4) 干式好氧消化:

[0015] 干式好氧消化前物料准备:压取所述消化液并与所述第一混合物料混合得到55%~65%含水量的第二混合物料;

[0016] 干式好氧消化过程:在温度 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ 、供氧量5%~20%的条件下对所述第二混合物料进行好氧消化,将好氧消化过程中的第二混合物料进行渗滤得到第一渗滤液,并用第一渗滤液作为第一回流液对所述第二混合物料进行回流雾喷,生成好氧消化产物;

[0017] 5) 干式厌氧消化:

[0018] 干式厌氧消化前物料准备:压取所述消化液并与所述好氧消化产物混合得到70%~80%含水量的第三混合物料;

[0019] 干式厌氧消化过程:在温度 $30\sim 35^{\circ}\text{C}$ 、压力 $300\sim 500\text{pa}$ 的条件下对所述第三混合物料进行厌氧消化,将厌氧消化过程中的第三混合物料进行渗滤得到第二渗滤液,并用第二渗滤液作为第二回流液,

[0020] 在第1至10天,用所述第二回流液对所述第三混合物料进行回流雾喷,

[0021] 在第10天至消化过程结束,除继续进行所述的回流雾喷以外,同时压取所述消化液并与所述第二渗滤液1:1混合作为第三回流液对所述第三混合物料进行回流注喷,上述干式厌氧消化过程生成第二沼气、沼渣和沼液,将所述沼液回收至干式厌氧消化过程循环利用;

[0022] 6) 将步骤2)和步骤5)产生的第一沼气和第二沼气收集入CSTR反应器的储气柜中,经脱硫脱水处理后送入发电机组供有机肥生产使用;

[0023] 7) 将步骤1)得到的固体残渣和步骤5)产生的沼渣送入有机肥生产线,制成有机肥。

[0024] 进一步的,上述干式好氧消化过程中第一渗滤液的流量为 $2\sim 4\text{m}^3/\text{min}$ ,所述第一回流液的流量是第一渗滤液总量的60%,所述回流雾喷每天1次,每次20~30min,干式好氧消化时间3~6天。

[0025] 进一步的,上述干式厌氧消化过程中第二渗滤液的流量为 $2\sim 4\text{m}^3/\text{min}$ ,所述第二回流液的流量是第二渗滤液总量的60%;

[0026] 在第1至5天,所述回流雾喷每天2次,每次20~30min;

[0027] 在第6至10天,所述回流雾喷每隔1天1次,每次20~30min;

[0028] 在第10天至消化过程结束,所述第三回流液的流量是第二渗滤液总量的30%,所述回流注喷每天1~3次,每次20~30min。

[0029] 上述雾喷是指液体从物料上方以雾状均匀喷洒,利用液体的重力作用渗入物料中;上述注喷是指液体在外力作用下直接注入物料中,使物料在 $1\text{m}^3$ 范围内有液体注入点。

[0030] 上述干式好氧消化过程中,当环境日均气温 $>15^{\circ}\text{C}$ 时,消化时间是3~4天,当环境日均气温 $<15^{\circ}\text{C}$ 时,消化时间是5~6天。

[0031] 上述干式好氧消化过程中,通过鼓风机装置进行间歇式通风供氧,通风量是 $2\sim 4\text{m}^3/\text{min}$ 。

[0032] 上述干式厌氧消化过程中,环境日均气温 $<15^{\circ}\text{C}$ 时,将所述第二回流液和第三回流液预先加热至 $35^{\circ}\text{C}$ 。

[0033] 上述第二沼气、沼渣和沼液是在所述干式厌氧消化过程的第40至50天生成。

[0034] 本发明产生的有益效果为:

[0035] 1. 本发明采用干湿联合消化处理,同时干式消化过程采取在前的干式好氧消化与在后的干式厌氧消化相结合的工艺方法。干式好氧消化过程:一方面,在好氧微生物的作用下破坏难分解纤维质物料(秸秆)的物质结构,转变为后续干式厌氧消化过程厌氧微生物可以利用其生长繁殖的成分,物料的可利用率提高,从而使后续干式厌氧消化过程的产气率得到有效提高;另一方面,干式好氧消化过程产生大量的生物热,使物料快速升温,提高了物料的反应温度,在低温条件下使后续干式厌氧消化过程快速启动,缩短产气时间,提高产气效率。同时,通过对渗滤液的回流雾喷参数的调控,加强了物料、微生物和水分间的相互接触和作用,养分、热量得以较大程度地均匀分布,物料结壳、发酵液粘稠现象得到缓解,有效地增强了传质传热。

[0036] 2. 本发明干式厌氧消化过程中采用回流液预热、回流雾喷和回流注喷的组合方式解决了冬天干式消化过程的物料增温问题,保证发酵正常运行,提高产气率。

[0037] 3. 本发明对牛粪先进行固液分离,分离后得到的分离液总固体含量(TS)显著下降,黏度降低,为后续的高效厌氧消化过程创造了条件;分离液进入CSTR反应器进行湿消化,增大了反应器的有机负荷量,缩短了水停留时间,提高了设备的利用率;分离后的固体残渣可以生产有机肥,提高经济效益。

[0038] 4. 处理加工后的产物有效利用率达到90%以上,物料前处理要求低,降低能耗。

## 附图说明

[0039] 图1是本发明的消化处理禽畜粪便与秸秆的方法的流程方框示意图。

## 具体实施方式

[0040] 以下结合附图对本发明的具体实施例做详细说明,但不作为对本案可实施范围的限定。

[0041] 实施例一

[0042] 本实施例的消化处理禽畜粪便与秸秆的方法,按如下步骤进行:

[0043] 1) 固液分离:

[0044] 将牛粪经螺旋固液分离设备进行固液分离,后得到含水率为40%~50%的固体残渣和分离液,分离液流进预处理池;将得到的固体残渣送入有机肥生产线,制成有机肥。

[0045] 2) 湿式厌氧消化:

[0046] 本发明所使用的湿式厌氧消化装置为CSTR反应器,该CSTR反应器中部留有采液口。在预处理池内添加30%接种物(畜禽粪便厌氧发酵后产生的沼液)后进行搅拌,然后将

得到的所述分离液与所述接种物的混合料输送至CSTR反应器中进行厌氧消化后生成消化液和第一沼气。其中,消化液送入后续干式消化装置中参与干式消化处理,第一沼气收集入CSTR反应器的储气柜中,经脱硫脱水处理后进入发电机组发电供有机肥生产使用。

[0047] 3) 将秸秆用粉碎机粉碎至长度 $\leq 10\text{cm}$ ,喷洒水将碎秸秆浸湿后添加2‰比例的腐秆剂,与猪粪、牛粪、鸡粪等禽畜粪便混合、翻堆,得到C/N比为30:1的第一混合物料。

[0048] 4) 干式消化过程:

[0049] 该工艺依次执行干式好氧消化和干式厌氧消化过程。

[0050] 本发明所使用的干式消化装置采用抓草机(或铲车)进出料,该消化装置顶部设有喷淋系统,底部设有渗滤液存储池,存储池占干式消化装置容积的5%左右。CSTR反应器采液口的位置高于干式消化装置,确保CSTR反应器中产生的消化液能够通过压力差的作用进入干式消化装置中。

[0051] 干式好氧消化前物料准备:通过CSTR反应器的采液口压取所述消化液并与所述第一混合物料混合得到65%含水量的第二混合物料;

[0052] 干式好氧消化过程:在保持消化装置内的温度 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ ,供氧量5%~20%的条件下对所述第二混合物料进行好氧消化,同时将好氧消化过程中的第二混合物料渗滤得到第一渗滤液,并用第一渗滤液作为第一回流液,采用喷淋头、喷淋管将所述第一回流液从所述第二混合物料上方以雾状均匀喷洒(即回流雾喷);第一渗滤液的流量为 $3\text{m}^3/\text{min}$ ,第一回流液的流量是第一渗滤液总量的60%,每天回流雾喷1次,每次25min;所述供氧是通过所述消化装置底部的鼓风装置进行间歇式通风供氧,通风量为 $4\text{m}^3/\text{min}$ ,调整通风频率以满足供氧量要求。环境日均气温 $20^{\circ}\text{C}$ ,好氧消化4天,生成好氧消化产物。

[0053] 干式厌氧消化前物料准备:上述干式好氧消化过程结束后,通过CSTR反应器采液口继续压取所述消化液并与所述好氧消化产物混合得到80%含水量的第三混合物料。

[0054] 干式厌氧消化过程:保持干式消化装置内的压力维持在300pa,温度 $30\sim 35^{\circ}\text{C}$ 的条件下对所述第三混合物料进行厌氧消化,同时将干式厌氧消化过程中的第三混合物料渗滤得到第二渗滤液,并用第二渗滤液作为第二回流液,在第1至10天,采用喷淋头、喷淋管将所述第二回流液从所述第三混合物料上方以雾状均匀喷洒(即回流雾喷),第二渗滤液的流量为 $3\text{m}^3/\text{min}$ ,第二回流液的流量是第二渗滤液总量的60%。

[0055] 在第1至5天(产气初期),每天回流雾喷2次,上下午各1次,每次20min;

[0056] 在第6至10天,每隔1天回流雾喷1次,每次20min;

[0057] 在第10天至消化过程结束(产气量稳定期),除继续进行上述第6至10天的回流雾喷以外,同时压取所述消化液并与所述第二渗滤液1:1混合作为第三回流液对所述第三混合物料进行回流注喷,使物料在 $1\text{m}^3$ 范围内有液体注入点;所述第三回流液的流量是第二渗滤液总量的30%,每天回流注喷3次,每次20min;厌氧消化45天后生成第二沼气、沼渣和沼液,将所述沼液回收至干式厌氧消化过程循环利用。

[0058] 其中,第二沼气经红泥塑料储气膜暂储,后由增压机并入CSTR反应器的储气柜中,经脱水脱硫后发电供有机肥生产使用;沼渣通过抓草机(铲车)出料后场地好氧晾晒,进入有机肥生产线,作为有机肥生产的原料;沼液回收至干式厌氧消化过程内循环使用。

[0059] 干式厌氧消化过程采用全进全出间歇性进出料,进出料单元交替进行,新旧物料比3:1,保证连续化运行。本发明的干、湿消化装置均设有热平衡循环系统装置,以保障温度

较低时提供正常的反应温度。

[0060] 实施例二

[0061] 本实施例的消化处理禽畜粪便与秸秆的方法其余部分与实施例一相同,不同之处在于:

[0062] 上述步骤3)中得到的第一混合物料C/N比为25:1。

[0063] 上述步骤4)中,所述干式好氧消化前物料准备阶段,第二混合物料的含水量是60%;所述干式好氧消化过程中,鼓风装置的供氧通风量是 $3\text{m}^3/\text{min}$ ,第一渗滤液的流量是 $4\text{m}^3/\text{min}$ ,每天回流雾喷1次,每次30min,环境日均气温 $10^\circ\text{C}$ ,好氧消化5天,生成好氧消化产物。

[0064] 上述步骤4)中,所述干式厌氧消化前物料准备阶段,第三混合物料的含水量是75%;所述干式厌氧消化过程中,干式消化装置内的压力维持在400pa;环境日均气温 $10^\circ\text{C}$ ,需要将干式厌氧消化过程用到的第二和第三回流液提前预热至 $35^\circ\text{C}$ ,所述第二渗滤液的流量为 $4\text{m}^3/\text{min}$ ;

[0065] 在第1至5天(产气初期),每天回流雾喷2次,上下午各1次,每次25min;

[0066] 在第6至10天,每隔1天回流雾喷1次,每次25min。

[0067] 在第10天至消化过程结束(产气量稳定期),每天回流注喷2次,每次25min;厌氧消化时间50天。

[0068] 实施例三

[0069] 本实施例的消化处理禽畜粪便与秸秆的方法其余部分与实施例一相同,不同之处在于:

[0070] 上述步骤3)中得到的第一混合物料C/N比为20:1。

[0071] 上述步骤4)中,所述干式好氧消化前物料准备阶段,第二混合物料的含水量是55%;所述干式好氧消化过程中,鼓风装置的供氧通风量是 $2\text{m}^3/\text{min}$ ,第一渗滤液的流量为 $2\text{m}^3/\text{min}$ ,每天回流雾喷1次,每次20min,环境日均气温 $25^\circ\text{C}$ ,好氧消化3天,生成好氧消化产物。

[0072] 上述步骤4)中,所述干式厌氧消化前物料准备阶段,第三混合物料的含水量是70%;所述干式厌氧消化过程中,干式消化装置内的压力维持在500pa,所述第二渗滤液的流量为 $2\text{m}^3/\text{min}$ ,

[0073] 在第1至5天(产气初期),每天回流雾喷2次,上下午各1次,每次30min;

[0074] 在第6至10天,每隔1天回流雾喷1次,每次30min。

[0075] 在第10天至消化过程结束(产气量稳定期),每天回流注喷1次,每次30min,厌氧消化40天。

[0076] 本发明不局限于上述实施例,凡采用等同替换形成的技术方案,均落在本发明要求的保护范围内。

