



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102351581 B

(45) 授权公告日 2013.12.11

(21) 申请号 201110175724.6

审查员 苏伟

(22) 申请日 2011.06.27

(73) 专利权人 福建省亚热带植物研究所
地址 361000 福建省厦门市嘉禾路 800 号
专利权人 许文江

(72) 发明人 许文江 刘美龄 李金雨 谢小青
戴兰华 张洪 黄明强 张雪芹
陈志峰

(74) 专利代理机构 厦门市首创君合专利事务所
有限公司 35204
代理人 张松亭

(51) Int. Cl.

C05F 17/00 (2006.01)

C02F 11/02 (2006.01)

C05G 1/00 (2006.01)

权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种污泥发酵方法

(57) 摘要

本发明公开了一种污泥发酵方法及采用该方法制备的有机肥料,该污泥发酵方法包括以下步骤:A、将污泥调整至水分含量 55-65%、C/N 值 27-33 ;B、第一次发酵堆肥:搅拌均匀后送到发酵装置建成发酵堆,发酵温度 52-57℃,pH 值 7-8,时间 60-80h ;C、第二次发酵堆肥:温度 58-63℃,pH 值 7-8,时间 50-80h。本发明采用二步好氧堆肥,将传统的条垛污泥堆肥法的腐熟时间 30-40 天减少为 110-160h,缩短发酵周期,大大提高了堆肥效率,提高了污泥的处理能力。本发明适用于中小污泥厂及家畜养殖场等场所的快速堆肥,由于无需集中堆肥,减少了运输等过程的二次污染。采用该方法制备的有机肥料,其质量符合卫生标准。

1. 一种污泥发酵方法,包括以下步骤:
 - A、将污泥调整至水分含量 55-65%、C/N 值 27-33;
 - B、第一次发酵堆肥:搅拌均匀后送到发酵装置建成发酵堆,升温,在发酵温度 52-57℃,pH 值 7-8 的条件下,发酵 60-80h;
 - C、第二次发酵堆肥:在发酵温度 58-63℃,pH 值 7-8 的条件下,发酵 50-80h。
2. 如权利要求 1 所述的一种污泥发酵方法,其特征在于:第一次发酵堆肥温度 55℃,pH7.7。
3. 如权利要求 1 或 2 所述的一种污泥发酵方法,其特征在于:第二次发酵堆肥温度 60℃,pH 值 7.7。
4. 如权利要求 1 所述的一种污泥发酵方法,其特征在于:堆肥采用发酵池式、仓式或隧道式堆肥装置。
5. 如权利要求 1 所述的一种污泥发酵方法,其特征在于:步骤 A 的调整为加入农业有机废弃物。
6. 如权利要求 1 所述的一种污泥发酵方法,其特征在于:步骤 B 和步骤 C 中分别加入腐熟调理剂,腐熟调理剂的加入量为,按重量比,8-15% 堆肥重量。
7. 如权利要求 6 所述的一种污泥发酵方法,其特征在于:步骤 B 中加入的腐熟调理剂,其主要成分包括豆饼粉 27-31%、淀粉 68-72%、 KH_2PO_4 0.8-1.2%,调制为水分 44-46%、pH7.1-7.3;步骤 C 中加入的腐熟调理剂,其主要成分包括豆饼粉 19-23%、淀粉 76-80%、 KH_2PO_4 0.8-1.2%,调制为水分 50-54%、pH7.3-7.6。
8. 如权利要求 6 所述的一种污泥发酵方法,其特征在于:第一次发酵堆肥结束之后,第二次发酵堆肥之前,对堆肥进行完全翻料。

一种污泥发酵方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种污泥发酵方法,具体地涉及一种污泥二步好氧发酵的处理方法。

背景技术

[0002] 随着我国农村城市化及城市规模扩大,每年产生的生活污水不断增多,而将生活污水转化为肥料,既绿色环保又能资源循环利用。传统的条垛污泥堆肥法一般利用原料中的土著微生物在常温下降解有机物,但处理量少、腐熟时间较长(30-40天)、容易有二次污染。

[0003] 目前,国内污泥肥料化处置大多采用集中堆肥,集中堆肥方式比较适合大城市的大型污水处理厂,而适合中小型污水处理厂的污泥就地肥料化技术尚未见详细的研究报道。例如,厦门的8个中型城市污水处理厂分布在不同区域,污泥集中处置会产生存放、运输中的二次污染,可见,污泥就地肥料化是较好的选择。因此,探索一种合适的污泥堆肥工艺,对我国几千个中小城市的污水处理具有重要的现实意义。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供通风、控温等二步法发酵堆肥技术,并提供快速腐熟技术在中小型污水处理厂、畜牧养殖厂的运用。

[0005] 本发明提供的技术方案如下:

[0006] 一种污泥发酵方法,包括以下步骤:

[0007] A、将污泥调整至水分含量55-65%、C/N值27-33;

[0008] B、第一次发酵堆肥:搅拌均匀后送到发酵装置建成发酵堆,升温,在发酵温度52-57°C,PH值7-8的条件下,发酵60-80h;

[0009] C、第二次发酵堆肥:在发酵温度58-63°C,PH值7-8的条件下,发酵50-80h。

[0010] 更佳地,第一次发酵堆肥温度55°C,PH7.7。

[0011] 更佳地,第二次发酵堆肥温度60°C,PH值7.7。

[0012] 在本发明的较佳实施例中,堆肥可以采用发酵池式、仓式或隧道式等堆肥装置。这些堆肥装置为现有技术并可购买得到。

[0013] 在本发明的较佳实施例中,步骤A的调整为加入农业有机废弃物,所述的农业有机废弃物包括食用菌培养基下脚料、烟叶渣、玉米芯、农作物秸秆中的一种或是其混合物。

[0014] 在本发明的较佳实施例中,步骤B和步骤C中分别加入腐熟调理剂,腐熟调理剂的加入量为:按重量比,8-15%堆肥重量。腐熟调理剂的作用是为发酵微生物提供更良好的生长环境。

[0015] 在本发明的较佳实施例中,步骤B中加入的腐熟调理剂,步骤B中加入的腐熟调理剂,其主要成分包括豆饼粉27-31%、淀粉68-72%、 KH_2PO_4 0.8-1.2%,调制为水分44-46%、PH7.1-7.3;步骤C中加入的腐熟调理剂,其主要成分包括豆饼粉19-23%、淀粉76-80%、

KH_2PO_4 0.8-1.2%，调制为水分 50-54%、PH 7.3-7.6。本发明的这些成分根据不同发酵阶段的不同微生物的营养生长而定，可让发酵微生物充分生长。

[0016] 在本发明的较佳实施例中，第一次发酵堆肥结束之后，第二次发酵堆肥之前，对堆肥进行完全翻料。翻料处理可促进原料与空气接触，增强好氧发酵堆体中微生物的活力，从而提高堆肥效率和堆肥质量。

[0017] 本发明在步骤 B 和 / 或步骤 C 中，还可以加入适量用于发酵的腐熟生物制剂。这些制剂中含有腐败梭状芽孢杆菌等微生物。这些制剂目前已商品化，可从市场购买得到。这些生物制剂可以增强或补充发酵的生物菌种，调节堆肥生产中的菌群结构。在本发明的实施例中，则是利用污泥中自身携带的微生物进行发酵，未另行添加腐熟生物制剂。

[0018] 一种有机肥料的制备方法，其采用前述的污泥发酵方法制备。

[0019] 目前，国内外报道缩短堆肥发酵时间的研究，大多在大型好氧条垛、隧道发酵中添加菌剂和倒仓处理方面。本发明提供的二步法静态堆肥发酵工艺，即：一步发酵堆肥温度 52-57℃，二步发酵堆肥温度 58-63℃；两次堆肥温度充分覆盖了多种高温腐熟微生物的生长温度范围；又实时根据底物腐熟过程的全碳变化、温度变化、种子发芽率指数调整其通气量；从而，提供了一种投资少、工艺简易、发酵周期短、占地少的污泥就地堆肥方法。

[0020] 本发明采用二步好氧堆肥，将传统的条垛污泥堆肥法的腐熟时间 30-40 天减少为 110-160h，缩短发酵周期，大大提高了堆肥效率，提高了污泥的处理能力。本发明适用于中小污泥厂及家畜养殖场等场所的快速堆肥，由于无需集中堆肥，减少了运输等过程的二次污染。由于本发明的发酵温度高，在 52-63℃，可以有效去除病原体、寄生虫卵，因此本发明制成的有机肥料可安全使用。

附图说明

[0021] 图 1 为腐熟过程的生长曲线；

[0022] 图 2 为腐熟效果与温度的关系。

具体实施方式

[0023] 实施例一

[0024] 1 材料与方法

[0025] 1.1 材料、设备

[0026] 11.1 腐熟调理剂：腐熟调理剂 M501、MA502，M501 主要由豆饼粉 29%、淀粉 70%、 KH_2PO_4 1% 构成，调制为水分 45%、PH7.1-7.3；MA502 主要由豆饼粉 21%、淀粉 78%、 KH_2PO_4 1% 构成，调制为水分 52%、PH7.3-7.6。

[0027] 11.2 培养基、堆肥材料：牛肉膏蛋白胨培养基，改良高氏一号培养基，马丁氏培养基，细菌、真菌、放线菌的淀粉水解试验、明胶水解试验、纤维素酶活性测定的培养基及其计数培养基。生活污水来自厦门石渭头污水处理厂，水分 59 ~ 81%、全碳 52%（干基）、全氮 1.9%（干基）；菇土来自厦门绿标生物科技公司（食用菌培养基下脚料添加适量烟叶渣等调理剂），水分 21 ~ 29%、全碳 30 ~ 39%（干基）、全氮 1.1%（干基）。污泥与菇土配成 13 : 7(w/w)、全碳 41%、水分 60%、C/N 值 27 ~ 33，作为堆肥原料。

[0028] 11.3 仪器设备：WDP 微生物多用培养箱，智能光照培养箱，细菌计数器、菌落计数

器和塑料浅盘等。仓式堆肥反应器长 4.6m、宽 2.0m、高 2.1m,配置风量 $21\text{m}^3/\text{min}$ 的热风机(常温至 90°C)及时间继电器,购自厦门绿标生物科技公司。其中,底部 0.2m 高作为鼓气、气流缓冲、导污层,以使风流均匀地通过通风孔道进入堆肥仓,并可收集渗滤液将其排出;仓壁用保温板制成,并做防腐保护,持续使用二年仍完好;十个反应器的堆肥车间占地约 200m^2 ,年处理污泥约 1500 吨。

[0029] 1.2 方法

[0030] 1.2.1 试验过程:本试验从 2009 年 2 月至 2010 年 11 月持续进行,使用仓式堆肥反应器,采用二步法静态发酵堆肥、强制通风及控温的工艺方式。一步发酵堆肥时,加入 8-15% (w/w) 腐熟调理剂 MA502;二步发酵堆肥时,加入 8-15% (w/w) 腐熟调理剂 M501。由热风机、温度控制仪、时间继电器控制发酵堆肥的温度、通风量。在各测温点分别取等量样品进行混匀,样品分成 2 份,一份为鲜样,贮存在 4°C 冰箱中,用于含水率的测定及菌悬液制备等,另一份样品风干贮存备用。

[0031] 1.2.2 一步发酵堆肥的最佳温度、pH 值及其生长曲线的测定:将堆肥原料,分别在培养温度 ($^\circ\text{C}$) 为 50、52、55、58、60 下一步仓式静态堆肥,75h 下准确移取样品。每个处理 6 次重复(下同)。将原料的 pH 分别调节为 6.0,6.5,7.0,7.5,7.7,8.0,8.5,温度 55°C 下一步仓式静态堆肥,71h 下准确移取样品。一步仓式静态堆肥生长曲线的测定,在培养时间(h) 为 5、10、15、20、24、28、33、36、40、45、50、55、60、65、70、75、80 下,准确移取样品。用显微镜直接计数法、平板菌落计数法分别测定细菌、放线菌和真菌数量及其总菌数^[20-21];用重铬酸钾容量法测定全碳,用半微量凯氏定氮法测定全氮^[22]。测定总菌数并通过 DPS 软件进行数据分析,确定其最佳温度范围和 pH 值。

[0032] 1.2.3 二步发酵堆肥的最佳温度及其生长曲线的测定:将 pH7.7 的堆肥原料,在 55°C 下一步仓式静态堆肥;在 71h 将堆肥原料完全翻料,进行二步仓式静态堆肥,分别继续在温度 ($^\circ\text{C}$) 为 55、58、60、63、65,含水率 50% 下,65h 时准确移取样品。二步仓式静态堆肥生长曲线的测定同前。检测方法同前,以此确定二步发酵堆肥的最佳温度。

[0033] 1.2.4 二步法静态发酵堆肥的最佳通气量的测定:将 pH7.7 的堆肥原料,在 55°C 下一步仓式静态堆肥,进行循环吹风(适时热风)和停吹风。在 71h 将堆肥原料完全翻料,在 60°C 下一步仓式静态堆肥,在 71h 至 136h 时间段循环吹风(适时热风)和停吹风。根据底物腐熟过程全碳变化、温度变化、种子发芽率指数确定其最佳通气量。种子发芽率指数(GI)测定^[6]采用黄瓜种子(中科 968)。

[0034] 2 结果与分析

[0035] 2.1 一步发酵堆肥的最佳温度、pH 值及其菌群生长曲线的测定

[0036] 对一步发酵堆肥的温度、pH 值作了测定,结果见表 1~2。

[0037] 温度影响微生物的生长、生存;只有在合适的温度下,微生物腐熟菌剂才能有较强的分解有机物的作用。表 1 数据表明,在 52°C ~ 58°C 之间,菌体增殖都较快,总菌数为 1.4×10^7 个/g~ 2.1×10^7 个/g;底物全碳降为 34~36%。由此可确定该菌群的最适生长温度是 55°C 。

[0038] 影响堆肥过程中堆体温度的因素主要有,堆肥原料、水分含量、有机质含量、pH 值、C/N 值、通气量、容重、孔隙和环境温度变化率等;而且,固体热导性差,在产热高峰,堆体温度急剧上升,容易出现温度梯度。研究表明,反应器良好的温度监测和控制可提高堆肥的

成功率和堆肥产品的质量。因此,本试验的仓式堆肥反应器采用空气对流的散热作用来平衡微生物代谢活动产热的累积。

[0039] 表 2 数据表明,在 pH7 ~ 8 之间均可生长,在 pH7.7 时菌数最多,达 2.6×10^7 个/g。pH8.5 以上和 pH6 以下时,该菌群生长较差,菌数明显较少,菌体增殖、碳消耗都较慢。

[0040] 表 1 一步发酵堆肥的菌量与温度的关系

[0041] Table 1 Relationship between the biomass and the temperature of the first-step compost

[0042]

| 温度 | Lg (菌量/CFU·g ⁻¹) | 标准差 | 差异显著性 | |
|----|---------------------------------|------|--------|--------|
| | | | a=0.05 | a=0.01 |
| 50 | 6.88 | 0.03 | b | C |
| 52 | 7.16 | 0.06 | a | AB |
| 55 | 7.32 | 0.08 | a | A |
| 58 | 7.17 | 0.05 | a | AB |
| 60 | 6.90 | 0.10 | b | BC |

[0043] 注:显著性 $P < 0.05$ 差异显著,用小写字母表示; $P < 0.01$ 差异极显著,用大写字母表示;下同。Note: $P < 0.05$: significant difference, expressed by small letter; $P < 0.01$: very significant difference, expressed by capital letter; the same blow.

[0044] 表 2 一步发酵堆肥的菌量与 pH 的关系

[0045] Table 2 Relationship between the biomass and the pH of the first-step compost

[0046]

| pH | Lg (菌量/CFU·g ⁻¹) | 标准差 | 差异显著性 | |
|-----|---------------------------------|------|--------|--------|
| | | | a=0.05 | a=0.01 |
| 6 | 6.52 | 0.09 | d | E |
| 6.5 | 6.86 | 0.04 | c | D |
| 7 | 7.12 | 0.08 | b | BC |
| 7.5 | 7.26 | 0.06 | ab | AB |
| 7.7 | 7.41 | 0.06 | a | A |
| 8 | 7.21 | 0.07 | b | AB |
| 8.5 | 6.91 | 0.04 | c | CD |

[0047] 2.3 二步发酵堆肥的最佳温度及其菌群生长曲线的测定

[0048] 实验表明,在 58℃ ~ 63℃ 之间,菌体增殖都较快,总菌数为 2.3×10^7 个/g ~

2.6×10^7 个 /g, 放线菌、真菌也较好地生长; 底物全碳降为 29 ~ 31%。由此可确定生长温度是 60°C, 结果见图 2。

[0049] 腐败梭状芽孢杆菌对污泥中的蛋白质分解起着重要的作用, 嗜热脂肪芽孢杆菌、黑曲霉对淀粉的水解是在其分泌的淀粉酶催化进行的^[20-22]。可见, 腐熟菌剂必须由多菌株或菌类组成, 它们必须相互配合、协同作用, 才能达到腐熟效果。

[0050] 2.4 二步法静态发酵堆肥的最佳通气量的测定

[0051] 条垛好氧堆肥体积较大, 堆肥的温度、含氧量比较不好控制, 为此, 该试验的堆肥反应器体积设计适中, 能够让空气与原料均匀充分地接触。实验表明, 在 0h ~ 24h, 堆肥菌株调整期需氧量较少, 通气 3min、停止 25min, 堆体不需要热空气就可以升温到 55°C, 其升温曲线与条垛好氧堆肥相同。在 24h ~ 71h, 堆肥菌株在对数生长期、平衡期需氧量较多, 一般情况下只须调整通气时间就可以控制温度在 55°C 上下, 可见, 一步堆肥过程的温度曲线与条垛好氧堆肥相似。本试验的二步堆肥工艺设计是基于条垛好氧堆肥的温度曲线与菌株生长条件修正的。在 71h ~ 113h, 此时水溶性有机碳等营养成分减少了, 腐熟产生的热能也不足维持底物腐熟温度 60°C, 这时就需要少量的热空气。在堆肥后期, 微生物代谢活动减慢, 该仓式堆肥反应器要通过热空气的加热作用使得堆体温度基本恒定。但也必须考虑空气对流对水分蒸发的影响, 防止水分过度损失。结果见表 3。

[0052] 表 3 仓式好氧堆肥的通气量实验与结果

[0053] Table 3 Experiments and results of ventilation volume in storage aerobic compost of sludge

[0054]

| 腐熟时间 (h) | 0~24 | | 24~71 | | 71~136 | |
|----------------------|------------------|----|-------|----|-------------------|----|
| 通气控制 | 通气 | 停止 | 通气 | 停止 | 通气 | 停止 |
| 运行时间 (min) | 3 | 25 | 2.5 | 12 | 3 | 15 |
| 全碳 (%) | 35 (一次腐熟 71 h 时) | | | | 31 (二次腐熟 136 h 时) | |
| GI (%) | 67 (一次腐熟 71 h 时) | | | | 82 (二次腐熟 136h) | |
| H ₂ O (%) | 43 (一次腐熟 71 h 时) | | | | 19 (二次腐熟 136h) | |

[0055] 通过以上处理, 污泥转变成有机肥料后, 可用于农业用肥。

[0056] 实施例二

[0057] 一种污泥发酵方法, 包括以下步骤:

[0058] A、用食用菌培养基下脚料将污泥调整至水分含量 55%、全碳比 45%, C/N 值 27;

[0059] B、第一次发酵堆肥: 调整后的污泥加入 10% (w/w) 腐熟调理剂, 该腐熟调理剂其主要成分包括豆饼粉 27%、淀粉 72%、KH₂PO₄ 1%, 调制为水分 44%、PH7.1, 搅拌均匀后送到发酵装置建成发酵堆, 升温, 在发酵温度 52°C, PH 值 7 的条件下, 发酵 80h;

[0060] C、第二次发酵堆肥: 第一次发酵后的堆肥加入 12% (w/w) 腐熟调理剂, 其主要成分包括豆饼粉 20%、淀粉 78.8%、KH₂PO₄ 1.2%, 调制为水分 50%、PH 7.6, 翻堆搅拌后, 在发酵温度 63°C, PH 值 8 的条件下, 发酵 50h。

[0061] 本实施例的其它方法和操作和实施例一基本相同。通过以上处理, 污泥转变成有

机肥料后,可用于农业用肥。

[0062] 实施例三

[0063] 一种污泥发酵方法,包括以下步骤:

[0064] A 用食用菌培养基下脚料将污泥调整至水分含量 65%、全碳比 40-44%, C/N 值 33;

[0065] B、第一次发酵堆肥:调整后的污泥加入 8% (w/w) 腐熟调理剂,该腐熟调理剂其主要成分包括豆饼粉 31%、淀粉 68.2%、 KH_2PO_4 0.8%,调制为水分 46%、PH7.3,搅拌均匀后送到发酵装置建成发酵堆,升温,在发酵温度 57°C,PH 值 7.3 的条件下,发酵 60h;

[0066] C、第二次发酵堆肥:第一次发酵后的堆肥加入 15% (w/w) 腐熟调理剂,其主要成分包括豆饼粉 23%、淀粉 76%、 KH_2PO_4 1%,调制为水分 50%、PH 7.6,翻堆搅拌后,在发酵温度 58°C,PH 值 8 的条件下,发酵 80h。

[0067] 本实施例的其它方法和操作和实施例一基本相同。通过以上处理,污泥转变成有机肥料后,可用于农业用肥。

[0068] 上述仅为本发明的具体实施例,但本发明的设计构思并不局限于此,凡利用此构思对本发明进行非实质性的改动,均应属于侵犯本发明保护范围的行为。

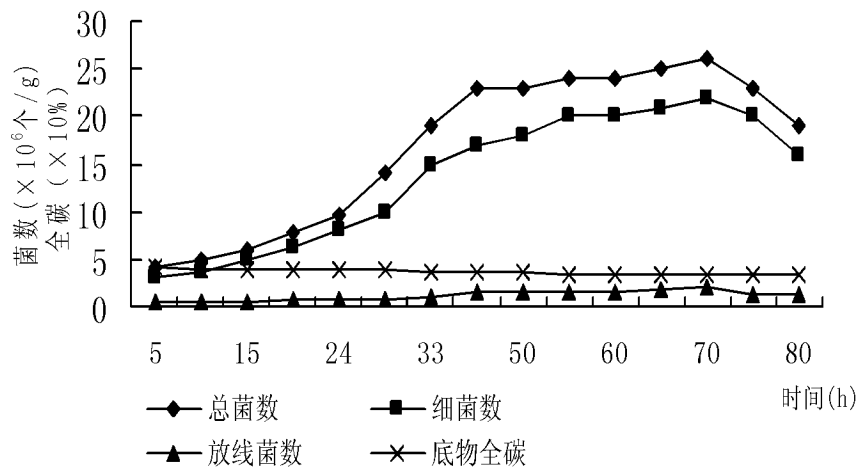


图 1

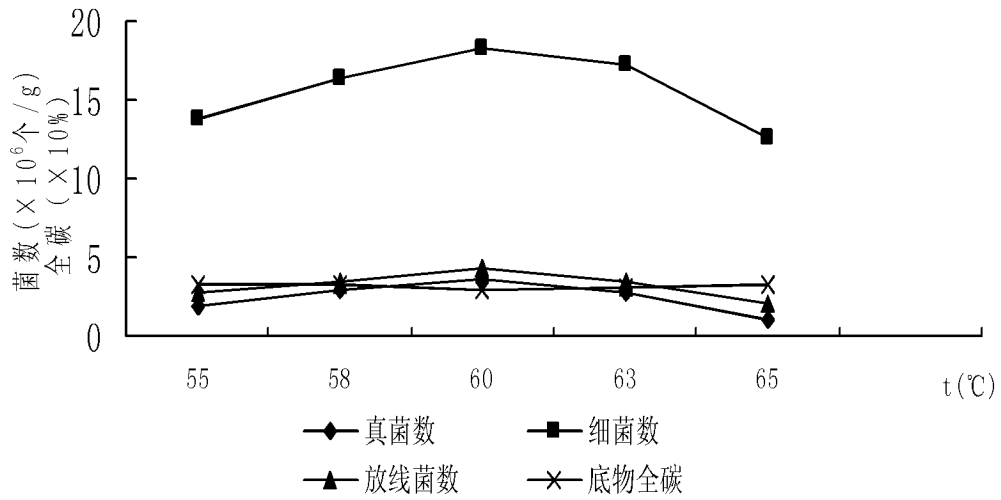


图 2