



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102351584 B

(45) 授权公告日 2013.12.18

(21) 申请号 201110200464.3

C05F 7/00 (2006.01)

(22) 申请日 2011.07.15

A01G 1/00 (2006.01)

(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

审查员 苏伟

(72) 发明人 许文江 刘美龄 李金雨 谢小青
戴兰华 余淑蓉 黄明强 张雪芹
郑晓倩 陈志峰 谢鸿根

(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)

权利要求书1页 说明书9页

(54) 发明名称

一种红壤土质用污泥有机肥料及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种红壤土质用污泥有机肥料及其制备方法,该有机肥料采用污泥发酵而得:A、将污泥调整至水分含量 55-65%、C/N 值 27-33,全碳 35-45%;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 9-11 的条件下,发酵 65-75h;C、第二次发酵堆肥:在发酵温度 58-63℃,pH 值 7-9 的条件下,发酵 55-75h。本发明采用二步好氧堆肥制备有机肥料,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使用碱性凝聚剂的快速堆肥,特别适用在处理碱性污泥上。采用本发明方法制备的有机肥料偏碱性,适用在略酸性土质,对火龙果在红壤土质上生长具有良好的效果。

1. 一种红壤土质用污泥有机肥料,该肥料由污泥发酵而成,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,全碳 35-45%;

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 9-11 的条件下,发酵 65-75h;

C、第二次发酵堆肥:在发酵温度 58-63℃,pH 值 7-9 的条件下,发酵 55-75h;

其中,所述的污泥为使用碱性凝聚剂处理的污泥。

2. 如权利要求 1 所述的一种红壤土质用污泥有机肥料,其特征在于:第一次发酵堆肥温度 55℃,pH9.7,时间 71h。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的一种红壤土质用污泥有机肥料,其特征在于:第二次发酵堆肥温度 60℃,pH 值 8.7,时间 65h。

4. 如权利要求 1 所述的一种红壤土质用污泥有机肥料,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 所述的一种红壤土质用污泥有机肥料,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 所述的一种红壤土质用污泥有机肥料,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 所述的一种红壤土质用污泥有机肥料,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 所述的一种红壤土质用污泥有机肥料,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。

9. 如权利要求 1 所述的一种红壤土质用污泥有机肥料的应用,其应用于火龙果的生长。

一种红壤土质用污泥有机肥料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种有机肥料及其制备方法,具体地涉及一种红壤土质用污泥有机肥料成份配方及制备方法。

背景技术

[0002] 农业生产提倡使用有机肥、菌肥,从而增加土壤的有机质含量及土壤酶活性。国内外研究认为,施用有机肥可以增加土壤团聚体的数量、提高土壤微生物生物量和土壤酶活性,以及提高氮磷钾等速效养分含量,达到保持土壤肥力和作物可持续高产的作用。目前,商品有机肥的原料有农产品废弃物、畜牧污泥(粪便)、城市生活污水泥等。

[0003] 随着我国人口快速城市化以及畜牧产业的规模化,城市每年产生的生活污水泥和畜牧污泥也日益增多;国内很多学者在污泥无害化、资源化上做了大量的研究。目前,我国污泥处置的主要途径之一是采用条堆工艺将污泥转化为肥料;条堆工艺处理量大,但堆肥周期长、容易产生二次污染。

[0004] 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

[0005] 本发明的目的在于提供一种红壤土质用污泥有机肥料成份配方及制备方法,该肥料利用污泥发酵制成,可充分利用污泥,变废为宝。

[0006] 本发明提供的技术方案如下:

[0007] 一种红壤土质用污泥有机肥料,该肥料由污泥发酵而成,包括以下步骤:

[0008] A、将污泥调整至水分含量 55-65%、C/N 值 27-33,全碳 35-45%;

[0009] 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 9-11 的条件下,发酵 65-75h;

[0010] C、第二次发酵堆肥:在发酵温度 58-63℃,PH 值 7-9 的条件下,发酵 55-75h。

[0011] 其中,所述的污泥为使用碱性凝聚剂处理的污泥,所述的污泥可来自污水处理厂,畜牧养殖业等。在污水处理过程中,其工艺分为添加碱性凝聚剂处理和不添加碱性凝聚剂处理两种工艺,碱性凝聚剂如 CaO 等用于沉降污水中的颗粒杂质等,本发明所用的污泥为使用碱性凝聚剂处理的污泥,其 PH 值偏碱性。

[0012] 更佳地,第一次发酵堆肥温度 55℃,PH9.7,时间 71h。发酵之后,堆肥的 PH 值自然下降。

[0013] 更佳地,第二次发酵堆肥温度 60℃,PH 值 8.7,时间 65h。

[0014] 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。

[0015] 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、农作物秸秆等中的一种或是其混合物。

[0016] 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。

[0017] 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。

[0018] 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。

[0019] 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。

[0020] 前述有机肥料的应用,其应用于火龙果的生长。

[0021] 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。

[0022] 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使用碱性凝聚剂的快速堆肥,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。且本发明的有机肥料偏碱性,适合于改进红壤土质,尤其是生长于红壤土质的火龙果生长使用。

具体实施方式

[0023] 实施例一 肥料制备

[0024] 1 材料与方法

[0025] 1.1 材料、设备

[0026] 1.1.1 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] 1.1.2 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厝头污水处理厂，其采用碱性凝聚剂处理，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 11%（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] 1.1.3 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 21m³/min 的热风机（常温至 90℃）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 200m²，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℃ 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（℃）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 8.7、9.0、9.5、9.7、10.5、11.0、11.5，温度 55℃ 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；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 pH9.7 的堆肥原料，在 55℃ 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（℃）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 pH9.7 的堆肥原料，在 55℃ 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℃ 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 发酵堆肥的最佳温度、pH 值及其菌群生长曲线的测定

[0036] 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。实验表明，在 52℃～58℃ 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一步发酵最适生长温度是 55℃。同样，可确定二步发酵的生长条件。

[0037] 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。

[0038] 2.2 二步法静态发酵堆肥的最佳通气量的测定

[0039] 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℃，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℃ 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℃，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 1。

[0040] 表 1 仓式好氧堆肥的通气量实验与结果

[0041]

腐熟时间 (h)	0～24		24～71		71～136	
	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 (%)	37 (一次腐熟 71 h 时)				32 (二次腐熟 136 h 时)	
GI (%)	64 (一次腐熟 71 h 时)				80 (二次腐熟 136h)	
H ₂ O (%)	45 (一次腐熟 71 h 时)				21 (二次腐熟 136h)	

[0042] 通过以上处理，污泥转变成有机肥料后，可用于农业用肥。

[0043] 实施例二

[0044] 一种污泥发酵方法，包括以下步骤：

[0045] 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；

[0046] 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℃，PH 值 9.5 的条件下，发酵 80h；

[0047] 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%、 KH_2PO_4 1.2%，调制为水分 50%、PH 7.6，翻堆搅拌后，在发酵温度 63℃，PH 值 8.7 的条件下，发酵 50h。

[0048] 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。

[0049] 实施例三

[0050] 一种污泥发酵方法，包括以下步骤：

[0051] 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；

[0052] 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%、PH 7.3，搅拌均匀后送到发酵装置建成发酵堆，升温，在发酵温度 57℃，PH 值 10.5 的条件下，发酵 60h；

[0053] 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℃，PH 值 8 的条件下，发酵 80h。

[0054] 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。

[0055] 实施例 4 肥料的应用

[0056] 1. 材料与方法

[0057] 1.1 供试材料

[0058] 火龙果系福建省亚热带植物研究所引自台湾嘉义县的台湾火龙果种果。

[0059] 火龙果 (*Hylocereus undatus*) 又称红龙果、仙人掌果、黄龙果，属仙人掌科量天尺属 (*Hylocereus*)，为多年生攀援性多肉植物，蔓茎呈三角状；原产南墨西哥、中美洲诸国；花蕾及果实可食用。因其营养丰富，产量高，经济效益较好，目前我国海南、福建等地栽培量逐年增多。

[0060] 仓式（生活）污泥肥、仓式猪粪肥、条垛（生活）污泥肥、条垛猪粪肥、条垛菜籽饼肥都含有有机质 30%（干基），由福建省农业科学院、福建省亚热带植物研究所、厦门水务中环污水处理公司、厦门绿标生物科技公司研制，产品符合国家肥料质量及安全标准。其中，仓式污泥肥、仓式猪粪肥、条垛式污泥肥的原料来自厦门水务中环污水处理公司和厦门绿标生物科技公司，生产仓式有机肥采用实施例 1 至 3 中的二步法仓式好氧堆肥工艺，生产条垛有机肥采用常规条垛堆肥工艺。污泥肥、猪粪肥、菜籽饼肥都含有有机质 30%、 $\text{N}_3.6\%$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5 4.1\%$ 、 $\text{K}_2\text{O} 3.3\%$ 、 $\text{CaO} 3.4\%$ 。

[0061] 1.2 试验设计

[0062] 试验地设在福建省厦门市凤南农场，属南亚热带气候；供试土壤为红壤，有机质 C $10.3\text{g} \cdot \text{Kg}^{-1}$ ，全 N $0.88\text{g} \cdot \text{Kg}^{-1}$ ，全 P $0.87\text{g} \cdot \text{Kg}^{-1}$ ，全 K $16.73\text{g} \cdot \text{Kg}^{-1}$ ，碱解 N $72.49\text{mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$ ，速效 P $32.38\text{mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$ ，速效 K $121.6\text{mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$ ，pH 5.1；Ni $0.55\text{mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$ ，Cd $0.043\text{mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$ ，Cr $0.59\text{mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$ 。2008 年 6 月火龙果扦插苗定植于栽培园，搭砖柱及石柱，柱间距 2.5m，绕柱堆土高约 30cm，直径约 1m，以防积水。每柱种 4 株，进行棚架式栽培，观察蔓茎生长及开花结果情况。各处理栽植 10 柱，每小区随机选定 5 柱作为观测株，见表 1。每个处理号施入的 N、 P_2O_5 、 K_2O 养分都相同；其它田间管理按常规进行。

[0063] 1.3 样品采集与分析方法

[0064] 2010年6月至11月果实成熟时分次摘收、合计测产。在10月摘收期,对所有处理各观测株采样果4个、切10cm的1年生成熟营养茎4段,按常规法进行生化分析;最后1次采收时,取0~40cm土样进行土壤养分及重金属分析。所有测定均重复3次,取其平均值进行统计分析。

[0065] 表2 火龙果施用有机肥的试验

处 理 号	肥料	基肥施用量 (Kg / 柱)	蔓茎生长期 追肥施用量 (Kg / 柱)	开花、结果期 追肥施用量 (Kg / 柱)	合计施入有机质 (Kg / 柱)
1	对照	0	0	0	0
[0066] 2	仓式污泥肥	1.56	3.11	6.22	10.89
3	仓式污泥肥	1.73	3.46	6.91	12.10
4	条垛菜籽肥	1.92	3.84	7.68	13.44
5	条垛猪粪肥	1.92	3.84	7.68	13.44
6	条垛污泥肥	1.92	3.84	7.68	13.44
7	仓式猪粪肥	1.92	3.84	7.68	13.44
[0067] 8	仓式污泥肥	1.92	3.84	7.68	13.44
9	仓式污泥肥	2.11	4.22	8.44	14.77

[0068] 2 结果与分析

[0069] 2.1 仓式有机肥对土壤有效养分和火龙果蔓茎碳、氮养分含量的影响

[0070] 施放有机肥的土壤,其保水、保肥效果明显优于单质化肥。从表2可知,施用有机肥的土壤有效养分及火龙果蔓茎碳、氮养分比对照(不施用有机肥)都有极显著增加($P < 0.01$);其中,仓式有机肥与条垛粪肥的肥效没有显著差异,比菜籽饼肥的肥效略好;猪粪肥、污泥肥都是以动物排泄物为原料,含有丰富的有机质和作物所需的各种营养物质,属优质完全肥料。因此,从肥效实验上可以初步认为,采用二步法仓式好氧堆肥工艺将生活污水泥转化成有机肥是可行的。二步法仓式好氧堆肥工艺的特点是,腐熟高温菌发酵温度控制在 52°C - 57°C 、 58°C - 63°C 二个阶段,充分覆盖了腐熟微生物菌剂的生长温度范围,因此,腐熟效果会更好。

[0071] 本实验的供试土壤为红壤,土壤中黏粒和铁、铝含量均较高,而有机质含量较低,不利于土壤的团聚作用及微生物的生长;本实验通过施用偏碱性的有机肥提高了土壤的有效养分,火龙果蔓茎碳、氮养分也得到提高。

[0072] 表3 仓式有机肥对土壤有效养分和火龙果蔓茎碳、氮养分含量的影响

处理号	碱确氮	速效磷	速效钾	氮	蛋白质	糖	淀粉
	mg·Kg ⁻¹	mg·Kg ⁻¹	mg·Kg ⁻¹	%	%	%	%
1	78.3F	37.5D	130.8C	1.4b	9.1e	5.5e	14.1d
2	87.8E	38.9D	135.2BC	1.5ab	9.5de	7.2d	15.2c
[0073] 3	90.4D	40.5C	138.9ABC	1.5ab	9.6cd	7.9c	16.9b
4	93.2C	41.8BC	140.4ABC	1.6ab	10.2c	8.3bc	17.5b
5	95.7B	43.2AB	144.5ABC	1.7ab	11.0b	8.8ab	18.7a
6	96.6AB	44.0A	146.7AB	1.9a	11.8a	9.3a	19.6a
7	96.1AB	43.6A	145.6AB	1.8ab	11.9a	9.1a	19.4a
8	96.7A	43.4A	146.1AB	1.8ab	11.8a	9.1a	19.3a
[0074] 9	96.9A	43.7A	152.3A	1.8ab	11.8a	9.2a	19.6a

[0075] 注：以干基计。

[0076] 2.2 仓式有机肥对火龙果生长和结果的影响

[0077] 实验表明,施仓式有机肥的火龙果蔓茎生长、开花数量和产量都比施单质化肥的有极显著增加 ($P < 0.01$);而仓式有机肥与条朵粪肥的肥效没有显著差异,比菜籽饼肥的肥效略好;结果见表3。本试验未采取疏花疏果措施,因此着果较多,果较小,影响了单果重及产量。

[0078] 表4 仓式有机肥对火龙果植株生长及开花结果的影响

处理号	12个月蔓茎生长		开花	产量
	长度 (cm)	宽度 (cm)	开花数 (朵·柱 ⁻¹)	(Kg·柱 ⁻¹)
1	186d	5.2e	24d	5.7e
2	194cd	6.6d	31cd	7.1d
3	202bcd	7.9c	33bc	7.9c
[0079] 4	207abc	8.1bc	35abc	8.1bc
5	212ab	8.7ab	37abc	8.5abc
6	211abc	8.8a	36abc	8.7ab
7	213ab	8.7ab	38abc	8.6ab
8	221a	9.1a	40ab	8.9a
9	222a	9.2a	42a	9.1a

[0080] 2.3 仓式有机肥对火龙果果肉品质的影响

[0081] 植物生长期的养分供给直接影响其的果肉品质。实验表明,火龙果果肉品质与火龙果的蔓茎碳、氮养分及蔓茎生长呈正相关关系;施用仓式有机肥的火龙果果肉水分、糖、蛋白质等品质与施用条朵粪肥的没有显著差异,结果见表 4。外源有机质能促进土壤、植物根际微生物的生长繁殖,产生更多养分供给植物根系吸收,从而提高了果实品质。

[0082] 表 5 仓式有机肥对火龙果果肉品质的影响

处 理 号	Vc mg·Kg ⁻¹	胡萝卜 素 mg·Kg ⁻¹	水分 %	脂肪 %	蛋白质 %	糖 %	酸 %
1	61.3d	0.36e	81.8c	0.55c	0.85f	8.11e	0.50e
2	73.4c	0.49d	82.2b	0.58bc	0.93e	8.87d	0.55de
[0083] 3	81.8b	0.58c	82.7abc	0.58bc	0.97d	9.36c	0.61cd
4	83.6ab	0.67b	82.9ab	0.59abc	1.02c	9.43bc	0.67bc
5	87.7a	0.71ab	83.2ab	0.62abc	1.18b	9.56ab	0.74ab
6	87.6a	0.73ab	83.4a	0.63abc	1.19ab	9.54ab	0.73ab
7	88.2a	0.72ab	83.6a	0.64ab	1.21ab	9.61a	0.74ab
8	88.1a	0.74ab	83.5a	0.64ab	1.20ab	9.63a	0.76ab
9	88.2a	0.75a	83.6a	0.65a	1.22a	9.64a	0.78a

[0084] 注:以鲜重计。

[0085] 2.4 仓式有机肥对火龙果果肉矿质营养及果肉的影响

[0086] 不同土壤性质及施肥的差异会影响植物根系吸收矿质元素的能力。从表 5 可知,施用污泥有机肥与对照组的相比,提高了火龙果果肉的 Fe、Ca、P 含量。

[0087] 表 6 仓式有机肥对火龙果矿质成分的影响

	处理号	果肉Fe	果肉Ca	果肉P
		mg · Kg ⁻¹	mg · Kg ⁻¹	mg · Kg ⁻¹
[0088]	1	18c	114d	256e
	2	20bc	122cd	261de
	3	21ab	125bc	268cd
	4	22ab	133ab	273bc
	5	21ab	138a	281a
	6	21ab	136a	277ab
	7	22ab	137a	280ab
[0089]	8	22ab	139a	282a
	9	23a	139a	284a

[0090] 注：果肉以鲜重计，土壤以干基计。

[0091] 福建省种植火龙果的土壤大多是红壤土、砂质土，常规需要多施有机肥。仓式有机肥对种植火龙果具有良好的肥效，体现在蔓茎生长、花数、坐果数、产量、果肉品质均显著高于单纯使用无机肥。

[0092] 仓式有机肥提高了土壤的速效养分，随着我国畜牧业的集约式发展以及农村城镇化的开展，一方面，大量的污泥因缺少合理利用造成环境污染，另一方面，农民缺少自给的农家肥等因素导致农田有机质含量呈下降趋势。二步法仓式好氧堆肥工艺投资少，适用中小型城市污水处理厂、大型畜牧养殖厂的污泥处置，生产的有机肥可以增加土壤的有机质，有利植物生长，从而体现了生态平衡、循环经济的理念。

[0093] 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。