



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101229984 B

(45) 授权公告日 2011.03.16

(21) 申请号 200810300315.2

US 2006101882 A, 2006.05.18, 英文摘要.

(22) 申请日 2008.02.01

WO 03091160 A, 2003.11.06, 英文摘要.

(73) 专利权人 中国科学院地球化学研究所
地址 550002 贵州省贵阳市观水路 46 号

CN 101100400 A, 全文.

审查员 余爱丽

(72) 发明人 连宾

(74) 专利代理机构 贵阳中新专利商标事务所
52100

代理人 郭防

(51) Int. Cl.

C05G 1/00 (2006.01)

C05D 1/04 (2006.01)

C05F 7/00 (2006.01)

C05F 17/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1911865 A, 2007.02.14, 全文.

权利要求书 1 页 说明书 6 页

(54) 发明名称

利用低品味含钾岩石生产的生物钾肥及其生产方法

(57) 摘要

本发明提供了一种利用低品味含钾岩石生产的生物钾肥及其生产方法,生物钾肥是由低品味含钾岩石、农副加工废料、水、蚯蚓和复合菌剂经固态发酵处理、蚯蚓或蝇蛆作用下的生物转化以及生物浸出等步骤制备而成,本发明在两步转化法(固态发酵和生物浸出)生产生物钾肥的基础上增加了生物转化步骤,在固态发酵后接种具有生物转化功能的生物,提高低品位含钾岩石中钾的转化率,使含钾岩石矿粉和农业废弃物经生物多途径转化后成为很好的有机肥料,提高所得钾肥中其它微量元素的含量,在经济实用的同时又能获得具有很好肥力的钾肥,具有非常好的市场推广前景。

1. 一种利用低品味含钾岩石生产生物钾肥的生产方法,将低品位含钾矿粉 4~6 份、农副加工废料 3~5 份和发酵辅料 0.5~1.5 份混合,加水 10~13 份拌匀,采用堆制发酵法进行固态发酵处理,然后转入生物浸出池,加入 5~15%复合菌剂进行生物浸出,浸出液浓缩得多元液体钾肥,固体部分干燥造粒,即得固体生物复合肥,其特征在于:在固态发酵处理结束后,将固态发酵产物平铺于地,接入 0.1~0.3%的蚯蚓或蝇蛆,在湿度 60~80%、室温条件下进行生物转化,生物转化后转入生物浸出池进行生物浸出,其中,所述农副加工废料为酒糟、废糖蜜、豆饼粉、食用菌栽培废菌渣、麸皮、米糠、玉米芯粉、甘蔗渣粉中的两种或多种;所述发酵辅料为重量比=2:1 的废糖蜜和豆饼粉;所述复合菌剂为等量的胶质芽孢杆菌、巨大芽孢杆菌和 EM 制剂。

2. 按照权利要求 1 所述利用低品味含钾岩石生产生物钾肥的方法,其特征在于:按照重量份计算,它是用低品味含钾岩石 6 份、农副加工废料 4 份和发酵辅料 1 份加入水 10~13 份,然后接入 0.2%的蚯蚓和 10%的复合菌剂制备而成。

3. 按照权利要求 1 或 2 所述利用低品味含钾岩石生产生物钾肥的方法,其特征在于:所述低品味含钾岩石中钾含量以 K_2O 计为 8~12%。

4. 按照权利要求 1 或 2 所述利用低品位含钾岩石生产钾肥的方法,其特征在于:(1) 固态发酵:将含钾岩石粉碎至 200~400 目的矿粉,农副加工废料打散、暴晒,然后将含钾岩石矿粉、农副加工废料和发酵辅料混合,加入水,按 6%~8%的接种量向配制好的发酵底料中接入 EM 制剂,搅拌均匀后堆制发酵,发酵温度 40~70℃,湿度 70~80%,发酵时间 15 天,前 6 天每 2 天翻堆通气 1 次,此后每天翻堆通气 1 次,每次通气 0.1~0.3h;(2) 生物转化:固态发酵结束后,将发酵产物平铺于地,厚度为 8~12cm,接入 0.1~0.3%的蚯蚓或蝇蛆,在湿度 70%、室温条件下进行生物转化,转化时间为 15~20 天;(3) 生物浸出:生物转化结束后,将转化产物转移至生物浸出池,加入水和复合菌剂,在搅拌的同时进行生物浸出,搅拌速率 10rpm,浸出时间 10 天,每 8h 通气一次,每次 1h,每次通气量为 $0.30m^3/m^3 \cdot min$;每 5 天进水一次,同时排出浸出液,排出浸出液前 1h 停止通气并停止搅拌,使物料沉积;(4) 后续处理:生物浸出结束后,进行固液分离,浸出液浓缩得多元液体钾肥,固体部分在小于 40℃的条件下干燥造粒,即得固体生物钾肥。

利用低品味含钾岩石生产的生物钾肥及其生产方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种钾肥及其生产方法,特别是涉及一种利用低品位含钾岩石生产的生物钾肥及其生产方法。

背景技术

[0002] 我国是一个可溶性钾矿资源极为缺乏的国家,钾盐储量 4.57 亿吨,仅占世界的 2.6%,可溶性钾资源的缺乏导致我国缺钾耕地面积已占耕地总面积的 56%,70~80%的耕地钾养分不足,农业投入的钾养分也仅为发达国家的 43% (张晓卫,2006)。在钾肥供需方面,对外依存度达 70%以上,预测到 2010 年,我国钾肥需求量 1262 万吨,供需缺口非常大。目前,钾肥的缺乏和国外钾肥生产企业的价格垄断,不仅使得我国的钾肥供需矛盾越发突出,增加了农业生产的成本,同时对我国粮食生产安全也造成了一定的冲击。为了缓解我国钾肥匮乏和充分利用该类资源,我国自 50 年代就开始探索利用含钾岩石制取钾肥的工艺。虽然曾先后采用不同的方法(主要是热法和湿化学法)进行钾肥开发,但由于工艺过程存在能耗大、物耗大、产品含钾量低、引起土壤酸化、环境污染和破坏等问题而形成工业化生产的技术不多,已经投产的项目也被陆续关闭(陈履安,1996)。

[0003] 随着微生物技术的发展,微生物技术在处理低品位含钾岩石,提高其生物有效性方面的应用越来越受瞩目,目前在基础研究方面已取得丰硕成果,主要集中在菌种筛选、有效性试验、机理和菌剂应用等方面(Monib, et al. 1984; Avakyan, 1984; Rozanova, 1986; Groudev, et al., 1987; Malinovskaya, 1988; Malinoskaya, 1990; Mel'nikova, et al., 1990; Friedrich, 1991; 连宾, 1998; Welch, 1999; 连宾等, 2002)。在真菌解钾方面的研究也有进展(Ling Yuan et al., 2004; Wallander & Tonie, 1999; Glowka, et al., 2003; Lian, et al., 2008)。

[0004] 本发明申请人在 2007 年 7 月 3 号申请了公开号为 CN101100400 的发明专利,采用固态发酵和生物浸出结合的方法生产生物钾肥,可以有效的提高低品位含钾岩石中钾的转化率,取得了非常满意的效果,这种方法虽然能够有效地提高钾的转化率,但还是利用微生物进行分解处理的。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供一种利用低品位含钾岩石生产的生物钾肥及其生产方法,克服现有技术只是利用微生物进行解钾的缺陷,提供一种在微生物解钾的基础上增加生物转化步骤来生产生物钾肥的方法。

[0006] 本发明解决上述技术问题的思路:土壤中生存的某些生物使得土地本身具有恢复肥力的能力,例如蚯蚓等。蚯蚓吞食泥土和腐殖质,其排泄物是非常好的有机肥料,受此启发,本申请对利用低品位含钾岩石生产钾肥的方法进行了改进。

[0007] 为了解决上述技术问题,基于上述的思路,本发明采用如下的技术方案:

[0008] 按照重量份计算,利用低品味含钾岩石生产的生物钾肥是用低品味含钾岩石 4~

6份、农副加工废料3~5份和发酵辅料0.5~1.5份加入水10~13份,然后接入0.1~0.3%的蚯蚓和5~15%的复合菌剂制备而成。蚯蚓以泥土和有机物为食物源,并同时摄取及破碎无机物质。蚯蚓吞进的矿物颗粒及有机物经消化后所排泄出来的呈颗粒状的粪便含有一些类似蚓激酶那样对于土地恢复肥力有效的物质,是极佳的有机肥料。蚯蚓本身又是很值钱的药材原料。因此用蚯蚓将废料转化为有机矿物肥,这种处理方法实现了资源合理化利用,适合我国国情。

[0009] 优选的,它是用低品味含钾岩石6份、农副加工废料4份和发酵辅料1份加入水10~13份,然后接入0.2%的蚯蚓和10%的复合菌剂制备而成。

[0010] 前面所述的低品味含钾岩石中钾含量以 K_2O 计为8~12%。农副加工废料为酒糟、废糖蜜、豆饼粉、食用菌栽培废菌渣、麸皮、米糠、玉米芯粉、甘蔗渣粉中的两种或多种。发酵辅料为重量比=2:1的废糖蜜和豆饼粉。复合菌剂为等量的胶质芽孢杆菌、巨大芽孢杆菌和EM制剂。使用农副加工废料为生产原料,很好的利用了资源,提高了其价值,实现了农业生态系统的良性循环。

[0011] 在前述利用低品味含钾岩石生产的生物钾肥中,蚯蚓可以用蝇蛆代替。蝇蛆在其生长发育过程中,会产生大量的代谢产物和分泌物,这些代谢产物和分泌物中具有能够刺激作物生长的有益生长调节剂,以及具有驱避害虫作用的物质,重金属含量低、不含病原生物,对提高土地的肥力有非常好的效果。蛆在发育成苍蝇的过程中会脱壳,所脱的壳中含有丰富的甲壳素,甲壳素在增加土地肥力方面具有很好的效果,它可以促进植物组织器官发育,具有促进根系生长、膨大果实的作用;甲壳素可以大大提高作物抗霜冻抗高温的作用,相对延长作物的生长周期和采收期;还可以提高肥料利用率,它能提高氮、磷、钾的利用率,能把土壤中固化的磷、钾元素重新激活,且二次被作物吸收,阻止氮元素流失,从而大大减少化肥用量,节约成本;甲壳素既能够改良土壤,培肥地力,使土壤疏松不板结,抗重茬,又能把土壤中被固定的养分释放出来供作物吸收,还能够改善土壤品质,并提高果树及葱、姜、蒜等农作物的抗逆性;甲壳素还具有抗病杀虫作用,能抑制并杀灭根线虫和蠕虫,对根腐、枯萎、疫病、灰霉、霜霉、姜瘟、炭疽等疾病具有明显抑制作用。而且蝇蛆的尸体也可以为农作物的生长提供大量的营养物质。

[0012] 本发明还提供了一种生产前述利用低品味含钾岩石生产的生物钾肥的优选方法,将低品位含钾矿粉、农副加工废料和发酵辅料混合,加水拌匀,采用堆制发酵法进行固态发酵处理,然后转入生物浸出池,加入复合菌剂进行生物浸出,浸出液浓缩得多元液体钾肥,固体部分干燥造粒,即得固体生物复合肥,其特征在于:在固态发酵处理结束后,转入生物浸出池进行生物浸出前,接种蚯蚓进行生物转化。

[0013] 上述生物转化为:将固态发酵产物平铺于地,接入0.1~0.3%的蚯蚓或蝇蛆,在湿度60~80%、室温条件下进行生物转化。

[0014] 具体地,利用低品位含钾岩石生产钾肥的方法:(1) 固态发酵:将含钾岩石粉碎至200~400目的矿粉,农副加工废料打散、暴晒,然后将含钾岩石矿粉、农副加工废料和发酵辅料混合,加入水,按6%~8%的接种量向配制好的发酵底料中接入EM制剂,搅拌均匀后堆制发酵,发酵温度40~70℃,湿度70~80%,发酵时间15天,前6天每2天翻堆通气1次,此后每天翻堆通气1次,每次通气0.1~0.3h;(2) 生物转化:固态发酵结束后,将发酵产物平铺于地,厚度为8~12cm,接入0.1~0.3%的蚯蚓或蝇蛆,在湿度70%、室温条件

下进行生物转化,转化时间为 15 ~ 20 天;(3) 生物浸出:生物转化结束后,将转化产物转移至生物浸出池,加入水和复合菌剂,在搅拌的同时进行生物浸出,搅拌速率 10rpm,浸出时间 10 天,每 8h 通气一次,每次 1h,每次通气量为 $0.30\text{m}^3/\text{m}^3\text{min}$;每 5 天进水一次,同时排出浸出液,排出浸出液前 1h 停止通气并停止搅拌,使物料沉积;(4) 后续处理:生物浸出结束后,进行固液分离,浸出液浓缩得多元液体钾肥,固体部分在小于 40°C 的条件下干燥造粒,即得固体生物钾肥。

[0015] 发明人在探索本发明的技术方案时,做了大量的工作,曾在固态发酵时接种蚯蚓,发现这样做蚯蚓不易繁殖,容易死亡,所得效果不好,后来探索出在固态发酵结束后接种蚯蚓进行生物转化效果很好,这是因为:(1) 蚯蚓喜欢以吞食腐殖化的植物性有机质或发酵过的动物粪便,在固体发酵过程中,微生物分解有机质时其中的碳素一部分被化为微生物体,还有一部分挥发,减低了碳氮比,而多量的微生物个体及经软化的纤维素正是蚯蚓的最佳食料;(2) 有机物分解时常产生高热量、甲烷、氢气等,这些将影响蚯蚓的呼吸作用,且发酵时产生的有机酸中间产物亦常使蚯蚓中毒,因此若事先经发酵可减轻这些危害,提高蚯蚓的成活率;(3) 发酵过程所产生的高温可将很多病原菌虫卵肃清,可以减轻蚯蚓培养时的困难;(4) 堆肥经堆积发酵处理后,可溶性的养分增多,蚯蚓吞食较为容易,提高了繁殖生长速度。

[0016] 本发明中蚯蚓的接种量是发明人经过大量的实验筛选出来的,当蚯蚓的接种量高于 0.3% 时,不够经济实用,而当蚯蚓的接种量小于 0.1% 时,对低品味含钾岩石固态发酵产物的转化率过低,达不到所述的效果,所以,经过实验的筛选,本发明技术方案所选择的蚯蚓的接种量为 0.1 ~ 0.3%,当蚯蚓的接种量为 0.2 ~ 0.3% 时,所得效果最好。

[0017] 经实验证明,本发明方法与公开号为 CN101100400 所述的方法相比,提高了低品味含钾岩石中钾的转化率,所得的生物钾肥中有效钾和微量元素的含量均高于两步法所生产的生物钾肥。

[0018] 与现有技术相比,本发明在两步转化法(固态发酵和生物浸出)生产生物钾肥的基础上增加了生物转化步骤,在固态发酵后接种具有生物转化功能的生物,例如:蚯蚓或蝇蛆,提高低品位含钾岩石中钾的转化率,使含钾岩石矿粉和农业废弃物经生物转化后成为很好的有机肥料,提高所得钾肥中其它微量元素的含量。本发明所提供的方法利用蚯蚓等生物可以吞食矿粉和农业废弃物,蚯蚓等又是土壤中存在的常见的生物,在生产过程中无需加入其它的营养成分和制剂,蚯蚓等可以通过自身的生存能力进行繁殖和转化,在经济实用的同时又能获得具有很好肥力的钾肥,具有非常好的市场推广前景。

具体实施方式

[0019] 复合菌剂的制备:胶质芽孢杆菌 (*Bacillus mucilaginosus*, AS1.231; ACCC 10012) 在斜面试管培养基(培养基组成:蔗糖 5.0g、 Na_2HPO_4 2.0g、 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.5g、 CaCO_3 0.1g、 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 5mg、琼脂 18.0 ~ 20.0g、蒸馏水 1L, pH 值 7.0 ~ 7.3) 中活化 4-5 天,然后转接入发酵培养基(培养基组成:蔗糖 10g、酵母膏 0.5g、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.5g、 MgSO_4 0.1g、 KCl 0.1g、 Na_2HPO_4 0.1g、 CaCO_3 1.0g、蒸馏水 1L, pH 值 6.8 ~ 7.2) 中,摇瓶培养 5-6 天。巨大芽孢杆菌 (*Bacillus megaterium*, AS1.459; ACCC 10008) 在斜面试管培养基(培养基组成:蛋白胨 5g、牛肉膏 3g、琼脂粉 15 ~ 18g、蒸馏水 1L, pH 值 6.8 ~ 7.2) 中活化 2 天,然后转

接入发酵培养基（培养基组成：葡萄糖 10g、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.5g、 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.3g、NaCl 0.3g、KCl 0.3g、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.03g、 $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.03g、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 5g、蒸馏水 1L，pH 值 7.0 ~ 7.3）中，摇瓶培养 3-4 天。将以上两种细菌培养液以及市售 EM 制剂按体积比等量混合即得复合菌剂。

[0020] 实施例 1

[0021] 固态发酵：将低品位含钾岩石粉碎至 300 目的矿粉（钾含量以 K_2O 计为 10%），酒糟打散、曝晒，含钾矿粉、酒糟和发酵辅料以 5 : 4 : 1 的重量比混合，其中发酵辅料为重量比 = 2 : 1 的废糖蜜和豆饼粉，然后按 1 : 1.1 的料水比加水拌匀，按 8% 的接种量向配制好的发酵底料中接入 EM 制剂，搅拌均匀后堆制发酵，发酵温度 60℃，湿度 70%，发酵时间 15 天，前 6 天每 2 天翻堆通气 1 次，此后每天翻堆通气 1 次，每次通气 0.1 ~ 0.3h；

[0022] 生物转化：固态发酵结束后，将发酵产物平铺于地，厚度为 10cm，接入发酵产物重量 0.2% 的蚯蚓，在湿度 70%、室温条件下进行生物转化，转化时间为 18 天；

[0023] 生物浸出：生物转化结束后，将产物转入生物浸出池，加入 10% 的复合菌剂和水（水面高出物料表面 3 ~ 5cm）进行生物浸出，每隔 8h 搅拌 0.5 小时，搅拌速率 10rpm；浸出时间 10 天，通过浸出池底部的通气管网进行通气，每 8h 通气一次，每次 1h，每次通气量为 $0.30\text{m}^3/\text{m}^3\text{min}$ ；每 5 天进水一次，同时排出浸出液，排出浸出液前 3h 停止通气及搅拌，使物料沉积，有利于浸出液顺利排出；每次进水须保证浸出池中水面高出物料表面 3 ~ 5cm。

[0024] 后续加工：浸出液浓缩至其中速效钾含量为 10g/L，即得多元液体钾肥，回收水通入浸出池循环利用；浸出 10 天后，当浸出池中的物料被作用后将其进行固液分离，液体部分浓缩至其中速效钾含量为 10g/L，得多元液体钾肥，可视情况配入其他无机元素制成强化多元液体钾肥；固体部分在 $\leq 40^\circ\text{C}$ 的条件下干燥造粒，即得固体生物复合肥。所得固体生物复合肥可视情况或具体要求配入无机肥制成有机无机复混肥。

[0025] 实施例 2

[0026] 固态发酵：将低品位含钾岩石粉碎至 200 目的矿粉（钾含量以 K_2O 计为 8%），麸皮与米糠混合、打散、曝晒，含钾矿粉、麸皮与米糠的混合物和发酵辅料以 6 : 3 : 1 的重量比混合，其中发酵辅料为重量比 = 2 : 1 的废糖蜜和豆饼粉，然后按 1 : 1 的料水比加水拌匀，按 6% 的接种量向配制好的发酵底料中接入 EM 制剂，搅拌均匀后堆制发酵，发酵温度 40℃，湿度 80%，发酵时间 15 天，前 6 天每 2 天翻堆通气 1 次，此后每天翻堆通气 1 次，每次通气 0.3h；

[0027] 生物转化：固态发酵结束后，将发酵产物平铺于地，厚度为 8cm，接入发酵产物重量 0.1% 的蚯蚓，在湿度 60%、室温条件下进行生物转化，转化时间为 20 天；

[0028] 生物浸出：生物转化结束后，将产物转入生物浸出池，加入产物重量 10% 的复合菌剂和水（水面高出物料表面 3 ~ 5cm）进行生物浸出，每隔 8h 搅拌 0.5 小时，搅拌速率 10rpm；浸出时间 10 天，通过浸出池底部的通气管网进行通气，每 8h 通气一次，每次 1h，每次通气量为 $0.30\text{m}^3/\text{m}^3\text{min}$ ；每 5 天进水一次，同时排出浸出液，排出浸出液前 3h 停止通气及搅拌，使物料沉积，有利于浸出液顺利排出；每次进水须保证浸出池中水面高出物料表面 3 ~ 5cm。

[0029] 后续加工：浸出液浓缩至其中速效钾含量为 10g/L，即得多元液体钾肥，回收水通入浸出池循环利用；浸出 10 天后，当浸出池中的物料被作用后将其进行固液分离，液体部

分浓缩至其中速效钾含量为 10g/L,得多元液体钾肥,可视情况配入其他无机元素制成强化多元液体钾肥;固体部分在 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ 的条件下干燥造粒,即得固体生物复合肥。所得固体生物复合肥可视情况或需求配入无机肥制成有机无机复混肥。

[0030] 实施例 3

[0031] 固态发酵:将低品位含钾岩石粉碎至 400 目的矿粉(钾含量以 K_2O 计为 12%),豆饼粉打散、曝晒,含钾矿粉、麸皮与米糠的混合物和发酵辅料以 5 : 4 : 1 的重量比混合,其中发酵辅料为重量比 = 2 : 1 的废糖蜜和豆饼粉,然后按 1 : 1.3 的料水比加水拌匀,堆成 $5.0\text{m} \times 2.0\text{m} \times 0.5\text{m}$ 的堆状,排成多行平行的堆垛,上面覆盖稻草或塑料薄膜,以保持堆制物料的温度;发酵温度 $40 \sim 70^{\circ}\text{C}$,湿度 70 ~ 80%,发酵时间 15 天,第 1 ~ 6 天每 2 天翻堆通气 1 次,每次 0.1 ~ 0.3h;第 7 ~ 15 天每天翻堆通气 1 次,每次 0.1 ~ 0.3h。

[0032] 生物转化:固态发酵结束后,将发酵产物平铺于地,厚度为 12cm,接入发酵产物重量 0.3% 的蚯蚓,在湿度 80%、室温条件下进行生物转化,转化时间为 15 天;

[0033] 生物浸出:生物转化结束后,将产物转入生物浸出池,加入产物重量 10% 的复合菌剂和水(水面高出物料表面 3 ~ 5cm)进行生物浸出,每隔 8h 搅拌 0.5 小时,搅拌速率 10rpm;浸出时间 10 天,通过浸出池底部的通气管网进行通气,每 8h 通气一次,每次 1h,每次通气量为 $0.30\text{m}^3/\text{m}^3\text{min}$;每 5 天进水一次,同时排出浸出液,排出浸出液前 3h 停止通气及搅拌,使物料沉积,有利于浸出液顺利排出;每次进水须保证浸出池中水面高出物料表面 3 ~ 5cm。

[0034] 后续加工:浸出液浓缩至其中速效钾含量为 10g/L,即得多元液体钾肥,回收水通入浸出池循环利用;浸出 10 天后,当浸出池中的物料被作用后将其进行固液分离,液体部分浓缩至其中速效钾含量为 10g/L,得多元液体钾肥,可视情况配入其他无机元素制成强化多元液体钾肥;固体部分在 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ 的条件下干燥造粒,即得固体生物复合肥。所得固体生物复合肥可视情况或需求配入无机肥制成有机无机复混肥。

[0035] 实施例 4

[0036] 固态发酵:将低品位含钾岩石粉碎至 200 ~ 400 目的矿粉,食用菌栽培废菌渣打散、曝晒,含钾矿粉、食用菌栽培废菌渣和发酵辅料以 4 : 5 : 1 的重量比混合,其中发酵辅料为重量比 = 2 : 1 的废糖蜜和豆饼粉,然后按 1 : 1.2 的料水比加水拌匀,堆制发酵,发酵温度 $40 \sim 70^{\circ}\text{C}$,湿度 70 ~ 80%,发酵时间 15 天,前 6 天每 2 天翻堆通气 1 次,此后每天翻堆通气 1 次,每次 0.1 ~ 0.3h。

[0037] 生物转化:固态发酵结束后,将发酵产物平铺于地,厚度 10cm 左右,接入产物重量 0.2% 的蝇蛆,在湿度 70%、室温条件下进行蝇蛆的生物转化,转化时间为 20 天。

[0038] 生物浸出:生物转化结束后,将产物转入生物浸出池,加入 10% 的复合菌剂和水进行生物浸出,每隔 8h 搅拌 0.5 小时,搅拌速率 10rpm;浸出时间 10 天,每 8h 通气 1 次,每次 1h,每次通气量为 $0.30\text{m}^3/\text{m}^3\text{min}$;每 5 天进水一次,同时排出浸出液,排出浸出液前 3h 停止通气和搅拌,使物料沉积,有利于浸出液顺利排出。

[0039] 后续加工:浸出液浓缩至其中速效钾含量为 10g/L,即得多元液体钾肥,回收水通入浸出池循环利用;浸出 10 天后,当浸出池中的物料被作用后将其进行固液分离,液体部分浓缩至其中速效钾含量为 10g/L,得多元液体钾肥,可视情况配入其他无机元素制成强化多元液体钾肥;固体部分在 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ 的条件下干燥造粒,即得固体生物复合肥。所得固体生

物复合肥可视情况或需求配入无机肥制成有机无机复混肥。