



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101913747 B

(45) 授权公告日 2012.06.27

(21) 申请号 201010229805.5

(22) 申请日 2010.07.16

(73) 专利权人 华南农业大学

地址 510642 广东省广州市天河区五山路
483 号

(72) 发明人 林云琴 王德汉 李庆 黄利坚

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

代理人 陈卫

(51) Int. Cl.

C02F 11/04 (2006.01)

C12M 1/107 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1931749 A, 2007.03.21, 权利要求 1-5.

H.M. Poggi-Varaldo et al. Solid

substrate anaerobic co-digestion of paper mill sludge, biosolids, and municipal solid waste. 《Water Science and Technology》. 1997, 第 35 卷 (第 2-3 期), 197-204.

审查员 李鹏

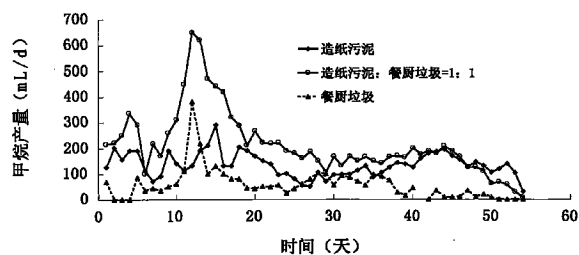
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种利用造纸污泥和餐厨垃圾联合发酵产甲烷的方法

(57) 摘要

本发明属于可再生能源与环境保护领域,涉及一种利用造纸污泥和餐厨垃圾联合发酵产甲烷的方法,是将造纸污泥和破碎后的餐厨垃圾按照可挥发性物质质量比 1 ~ 25 : 5 的比例混合均匀,加入接种物,形成发酵物料并稀释后,在在 37±2℃、厌氧条件下进行发酵 30 ~ 50 天。本发明将造纸污泥与餐厨垃圾混合厌氧发酵产甲烷,不仅同时处理了两大固体废弃物,而且还提高了原料的生物转化率,获得了较高的甲烷产率;由于造纸污泥通常是呈碱性,餐厨垃圾通常是呈酸性,两者混合发酵可以避免发酵过程对物料进行的 pH 调节;本发明利用以废治废的原理,同时有效地实现了造纸污泥和餐厨垃圾两大固体废弃物的“无害化、减量化和资源化”。



1. 一种利用造纸污泥和餐厨垃圾联合发酵产甲烷的方法,其特征在于将造纸污泥和破碎后的餐厨垃圾按照可挥发性物质质量比 1 ~ 3 : 1 的比例混合均匀并稀释后,在厌氧条件下进行发酵。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于在所述的造纸污泥和餐厨垃圾混合后,还加入接种物,形成发酵物料,所述的接种物为粪池污泥、腐败河泥或城市污水处理厂的厌氧消化污泥中的一种或多种经造纸污泥和餐厨垃圾混合物驯化后得到的种泥。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于所述的接种物的加入量为造纸污泥和餐厨垃圾混合物干重的 5 ~ 20%。

4. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于在所述的稀释是在所述的发酵物料中加水至发酵原料中的固含量为 5 ~ 15%。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于在所述的发酵是在反应温度 $37 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下进行的。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于在所述的发酵过程持续 30 ~ 50 天。

7. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于在所述的造纸污泥是指造纸厂的制浆废水、造纸废水和造纸厂的生活污水中的一种或几种,在生化处理过程中,于初沉池和二沉池中得到的混合脱水污泥,污泥的含水率在 70 ~ 80%。

8. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于在所述的餐厨垃圾破碎前先挑除塑料制品,破碎后的颗粒粒径能通过 40 目筛。

9. 一种发酵产甲烷的物料,其特征在于含有造纸污泥、餐厨垃圾和接种物,其中造纸污泥和餐厨垃圾按照可挥发性物质质量计的比例为 1 ~ 3 : 1,接种物为粪池污泥、腐败河泥或城市污水处理厂的厌氧消化污泥中的一种或多种经造纸污泥和餐厨垃圾混合物驯化后得到的种泥,含量占造纸污泥和餐厨垃圾干重的 5 ~ 20%。

一种利用造纸污泥和餐厨垃圾联合发酵产甲烷的方法

技术领域

[0001] 本发明属于可再生能源与环境保护领域,涉及一种利用造纸污泥和餐厨垃圾联合发酵产甲烷的方法。

背景技术

[0002] 造纸污泥是指造纸厂废水在生化处理过程中于初沉池和二沉池中得到的混合污泥,不包括造纸厂废纸脱墨得到的脱墨污泥。由于造纸工业是耗水大户,因此大量的造纸废水在生化处理过程中产生了大量的造纸污泥,据统计,2007 年我国大约产生 2389 万 t 脱水造纸污泥(含水率为 80%),478 万 t 干污泥,预计到 2020 年,我国大约将产生 3088 万 t 脱水造纸污泥(含水率为 80%,618 万 t 干污泥。面对如此大量的造纸污泥,传统的处理处置方法是:焚烧、填埋和土地利用等;造纸废水在处理过程中,由于混凝、吸附等作用将废水中大部分的污染物质富集到污泥中,影响其直接施用;填埋造纸污泥不但耗费资金,占用土地,而且对土壤、地下水及空气容易造成二次污染;焚烧造纸污泥则需提高污泥脱水率,但锅炉焚烧系统投资及运行费用较高,易产生烟气污染,不适合一般的中小型造纸企业。由于造纸污泥中富含细小纤维、木质素及其衍生物、糖类和盐,生物处理成为造纸污泥资源化利用的一个重要途径。专利 CN 01429066A 利用造纸污泥进行好氧堆肥,并将制得的堆肥用做有价值的肥料、土壤改良剂和调节剂,但造纸污泥堆肥过程中存在挥发性气体产量大、能耗高、恶臭无法解决等问题。

[0003] 餐厨垃圾是人们日常生活中产生的一种易腐性有机固体废弃物,一般产生于家庭、宾馆、饭店及机关企事业单位等饮食单位。餐厨垃圾成分十分复杂,含有油脂、水分、米面、菜蔬、果皮、鱼、肉、骨等以淀粉类、食物纤维类、动物脂肪类等有机物质为主要成分。餐厨垃圾的产生量巨大,以北京、上海、广州等大城市为例,其餐厨垃圾日产量均超过了 1000 吨,且随着人口的增加和人民生活水平的提高,餐厨垃圾的产生量呈逐年递增的趋势。由于餐厨垃圾易腐、变质、产生大量毒素,散发恶臭气体,严重污染了周边环境。餐厨垃圾已成为城市生活垃圾的重要污染源,急需妥善处理。目前,我国的餐厨垃圾除了用作饲养生猪以外,绝大部分都是以填埋的形式处理,不仅占用了大量宝贵的土地资源,而且污染周边环境;少部分的餐厨垃圾通过堆肥进行处理,但同造纸污泥存在同样的问题;因此,开发一种餐厨垃圾资源化利用程度高、二次污染少、运行可靠的技术方法尤为重要。

[0004] 由于造纸污泥和餐厨垃圾均为可生物降解的有机固体废物,生物处理的另一种方式是厌氧消化产甲烷,由于厌氧消化能耗低、二次污染少,同时较好氧堆肥能减少 CO_2 排放,又能产生甲烷代替部分石油燃料,在全球温室效应加剧、能源紧缺的当今社会,具有重要的战略意义。但由于造纸污泥中二次纤维含量高,蛋白质含量低,较高的 C/N 不利于厌氧消化过程的正常进行,制约了其厌氧消化应用。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于针对现有技术的不足,提供一种能有效处理造纸污泥和餐厨垃

圾,减轻环境负担并实现资源再利用的方法。

[0006] 本发明通过以下技术方案实现上述目的:

[0007] 本发明提供了一种利用造纸污泥和餐厨垃圾混合发酵产甲烷的方法,是将造纸污泥和破碎后的餐厨垃圾按照可挥发性物质质量比 1 ~ 25 : 5 (优选的比例为 1 ~ 3 : 1) 的比例混合均匀并稀释后,在厌氧条件下进行发酵。其具体步骤如下:

[0008] (1) 将收集到的餐厨垃圾进行分选,去除其中较大粒径的固体(如玉米芯、塑料袋等),然后与水按一定比例混合,用食物破碎机进行破碎,破碎后的颗粒粒径以能通过 40 目筛为宜。

[0009] (2) 将取自造纸厂的新鲜造纸污泥,进行均匀分散;

[0010] (3) 将步骤(1)破碎好的餐厨垃圾与步骤(2)分散好的造纸污泥按照可挥发性物质(VS)质量比 1 ~ 25 : 5 (优选的比例为 1 ~ 3 : 1) 的比例混合均匀;可挥发性物质质量比是指原料扣除水分和灰分后的剩余物;

[0011] (4) 将步骤(3)所得的混合物投加到厌氧反应器中,然后加入接种物(接种物是化粪池污泥、腐败河泥或城市污水处理厂的厌氧消化污泥中的一种或多种经驯化后得到的种泥)进行接种、混合,按照干重计,接种物的加入量为造纸污泥和餐厨垃圾干重(指原材料扣除水分后的质量)的 5 ~ 20%,最后添加适量的水,调节厌氧反应器中的发酵物料(造纸污泥、餐厨垃圾和接种污泥)固含量为 5 ~ 15%;优选的方案为稀释至发酵物料的固含量为 10%。

[0012] (5) 利用橡胶塞盖紧反应瓶口,并用石蜡封住通气管与胶塞的接口处,反应开始前向反应器内通入氮气 2min,保证反应系统处于严格的厌氧状态,反应器的出气口通过排气管与储气装置连接,反应温度控制在 $37 \pm 2^{\circ}\text{C}$,发酵过程无需进行 pH 值调整,通过搅拌装置对发酵物进行定时搅拌;试验开始后的第一天内即有甲烷产生。

[0013] (6) 经过 30 ~ 50 天的发酵可完成发酵过程:在经过 30 ~ 50 天后,系统的甲烷产量明显下降,可以采用测气量的方法来确定停止发酵的时间,当测得的日产气量低于平均日产气量(指累积产气量/发酵天数所得的数值)的 25%时,可结束该反应,进行新一轮的厌氧发酵。

[0014] 本发明中,造纸污泥是指造纸厂的制浆废水、造纸废水和造纸厂的生活污水中的一种或几种,在生化处理过程中,于初沉池和二沉池中得到的混合脱水污泥,污泥的含水率在 70 ~ 80%。

[0015] 本发明中,餐厨垃圾是指家庭、宾馆、饭店及机关企事业单位等饮食单位产生的餐厨垃圾中的一种或几种。

[0016] 目前造纸污泥和餐厨垃圾产量大、环境污染严重、急需妥善处理的现状。

[0017] 本发明首次将造纸污泥和餐厨垃圾进行混合发酵,将 C/N 比高的原料与 C/N 比低的原料进行混合发酵,为发酵体系微生物生长提供最佳的营养结构,并加入一定的接种物,使得发酵物料的生物转化率进一步提高。由于餐厨垃圾中蛋白质含量较高,原料的 C/N 比较高,利用原料性质优势互补的原则,将餐厨垃圾与造纸污泥进行混合发酵,将有助于提高系统的甲烷产率。

[0018] 本发明所提供的发酵物料的组合及其配比,对于产甲烷效果是一个重要的影响因素,同属于本发明的保护范围,该发酵产甲烷的物料含有造纸污泥、餐厨垃圾和接种物,其

中造纸污泥和餐厨垃圾按照可挥发性物质质量计的比例为 1 ~ 25 : 5, 优选的比例为 1 ~ 3 : 1, 接种物为粪池污泥、腐败河泥或城市污水处理厂的厌氧消化污泥中的一种或多种经造纸污泥和餐厨垃圾混合物 (按可挥发性物质质量比 1 ~ 3 : 1) 驯化后得到的种泥, 含量占造纸污泥和餐厨垃圾干重的 5 ~ 20%。

[0019] 与现有技术相比, 本发明具有如下优点:

[0020] 1、工艺简单, 可操作性强;

[0021] 2、将造纸污泥与餐厨垃圾混合厌氧发酵产甲烷, 不仅同时处理了两大固体废弃物, 而且还提高了原料的生物转化率, 获得了较高的甲烷产率;

[0022] 3、由于造纸污泥通常是呈碱性, 餐厨垃圾通常是呈酸性, 两者混合发酵可以避免发酵过程对物料进行的 pH 调节;

[0023] 4、将造纸污泥和餐厨垃圾进行联合发酵, 可以有效提高系统的缓冲能力, 还可以从营养结构方面改善微生物的生存环境, 促进产气高峰的到来, 缩短发酵周期, 从而提高反应器的处理能力和处理效率。

[0024] 5、本发明利用以废治废的原理, 同时有效地实现了造纸污泥和餐厨垃圾两大固体废弃物的“无害化、减量化和资源化”。

附图说明

[0025] 图 1 为实施例 1 混合发酵过程的日产气量随时间的变化。

[0026] 图 2 为实施例 1 混合发酵过程的累积产气量随时间的变化。

[0027] 图 3 为实施例 1 混合发酵过程中挥发性有机酸 (VFA) 随时间的变化。

具体实施方式

[0028] 以下通过具体的实施例进一步说明本发明的技术方案。

[0029] 实施例 1

[0030] (1) 试验用造纸污泥取自广东省某造纸厂污泥脱水车间, 取回的新鲜污泥进行分散均匀;

[0031] (2) 试验用餐厨垃圾取自广东省某高校学生饭堂, 取回的新鲜餐厨垃圾先进行分选, 去除其中较大粒径的固体 (如玉米芯、塑料袋等), 然后与水按一定比例混合, 用食物破碎机进行破碎, 破碎至颗粒粒径可通过 40 目筛为宜;

[0032] (3) 将步骤 (1) 分散好的造纸污泥和步骤 (2) 预处理后的餐厨垃圾按照可挥发性物质 (VS) 质量比 1 : 1 进行均匀混合, 其中造纸污泥的添加量为 114.6g, 餐厨垃圾中的添加量为 94.7g; 混合物的总挥发性物质含量为 29.3g;

[0033] (4) 将步骤 (3) 所得混合物、步骤 (1) 所得的造纸污泥 (挥发性物质质量为 29.3g) 和步骤 (2) 所得的餐厨垃圾 ((挥发性物质质量为 29.3g) 分别投加到三个 1000mL 的厌氧反应器中, 按照接种污泥的干物质质量为发酵原料干重的 10% 计, 则加入 70g 含水量为 89.42% 的厌氧污泥 (指化粪池污泥、腐败河泥或城市污水处理厂的厌氧消化污泥中的一种或多种经驯化后得到的种泥) 进行接种, 并与反应器内物料混合均匀;

[0034] (5) 往步骤 (4) 所得的混合物中添加水, 使得反应器内物料 (造纸污泥 + 餐厨垃圾 + 接种污泥) 的总干重 (TS) 为 10%;

[0035] (6) 利用橡胶塞盖紧反应瓶口,并用石蜡封住通气管与胶塞的接口处,反应开始前向反应器内通入氮气,保证反应系统处于严格的厌氧状态,反应器的出气口通过排气管与储气装置连接,反应温度控制在 $37 \pm 2^\circ\text{C}$,发酵过程无需进行 pH 值调整,通过搅拌装置对发酵物进行定时搅拌;

[0036] (7) 试验进行过程中,每天测定甲烷产率以及系统的挥发性脂肪酸 (VFA) 产量,判断系统是否出现酸累积现象,经过一段时间发酵后,系统的甲烷产量明显下降,当测得的日产气量低于平均日产气量 (指累积产气量 / 发酵天数所得的数值) 的 25% 时,则结束反应。

[0037] 造纸污泥与餐厨垃圾按照不同比例混合发酵过程中的甲烷产量和挥发性脂肪酸 (VFA) 浓度如图 1、图 2 和图 3 所示。在厌氧发酵过程中,造纸污泥与餐厨垃圾按照 1 : 1 (以 VS 计) 混合发酵产气效果最佳,其累积甲烷产量比造纸污泥和餐厨垃圾单独厌氧消化的累积甲烷产量分别提高了 60% 和 74%;各处理的 VFA 浓度均在第 9 天达到最大值,而此时各系统的产气量均显著降低,说明系统出现了酸累积现象,此后由于 VFA 浓度降低,系统产气逐渐升高,各系统到第 12 天左右均达到产气峰值;以餐厨垃圾单一底物的反应系统在整个发酵过程中,由于餐厨垃圾中易生物降解的有机物含量较高,因此系统中的 VFA 浓度都较高 (大于 5000mg/L),酸累积现象严重,系统的甲烷产量最低;以造纸污泥为单一底物的反应系统在厌氧发酵后期产甲烷潜力同造纸污泥 : 餐厨垃圾 = 1 : 1 处理相当,甚至超过后者,主要原因是造纸污泥中难降解的有机物含量比餐厨垃圾的高,这些较难分解的有机物主要在发酵后期产生部分降解。

[0038] 实施例 2

[0039] (1) 试验用造纸污泥取自广东省某造纸厂污泥脱水车间,取回的新鲜污泥进行分散均匀;

[0040] (2) 试验用餐厨垃圾取自广东省某高校学生饭堂,取回的新鲜餐厨垃圾先进行分选,去除其中较大粒径的固体,然后用食物破碎机进行破碎至颗粒粒径可通过 40 目筛;

[0041] (3) 将步骤 (1) 分散好的造纸污泥和步骤 (2) 预处理后的餐厨垃圾按照可挥发性物质 (VS) 质量比 5 : 1, 3 : 1, 1 : 1, 1 : 3, 1 : 5 进行均匀混合。

[0042] (4) 将步骤 (3) 所得混合物分别投加到 1000mL 的厌氧反应器中,按照接种污泥的干物质质量为发酵原料干重的 10% 计,则加入 70g 含水量为 90.71% 的厌氧污泥进行接种,并与反应器内物料混合均匀;

[0043] (5) 往步骤 (4) 所得的混合物中添加水,使得反应器内总物料干重 (TS) 为 10%;

[0044] (6) 密封厌氧反应器,反应开始前向反应器内通入氮气,保证反应系统处于严格的厌氧状态,反应器的出气口通过排气管与储气装置连接,反应温度控制在 $37 \pm 2^\circ\text{C}$,发酵过程无需进行 pH 值调整,通过搅拌装置对发酵物进行定时搅拌;

[0045] (7) 试验进行过程中,每天测定甲烷产率以及系统的挥发性脂肪酸 (VFA) 产量,经过一段时间发酵后,系统的甲烷产量明显下降,当测得的日产气量低于平均日产气量 (指累积产气量 / 发酵天数所得的数值) 的 25% 时,则结束反应。各处理的累积甲烷产量如表 1 所示。

[0046] 表 1 : 不同物料配比的产甲烷量

[0047]

造纸污泥：餐厨垃圾	5 : 1	3 : 1	1 : 1	1 : 3	1 : 5
累积甲烷产量 (mL)	3106	7259	11577	3962	1579

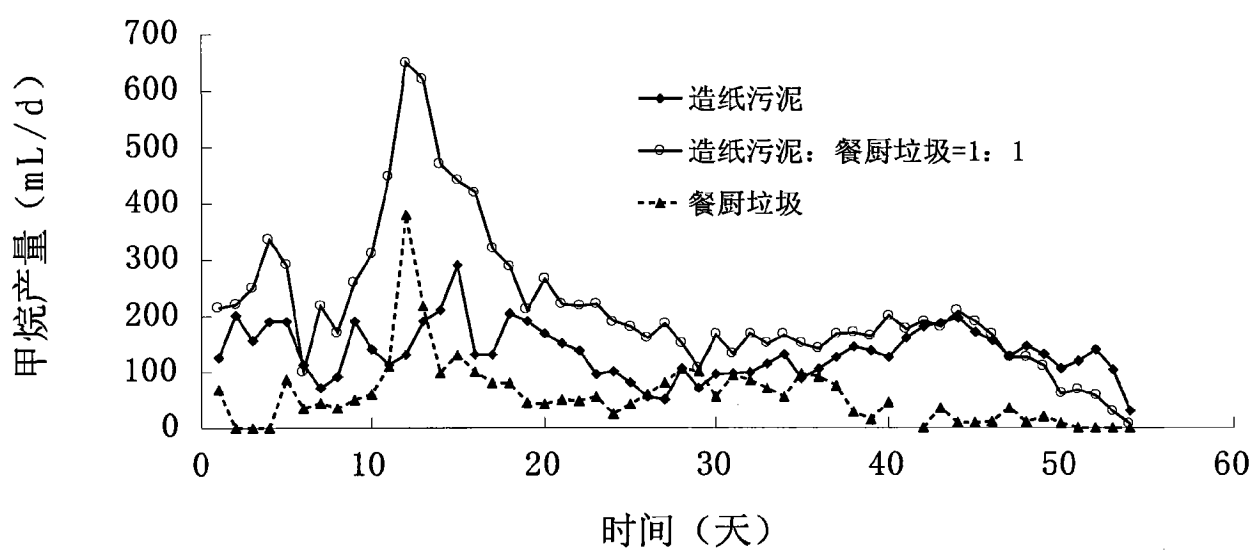


图 1

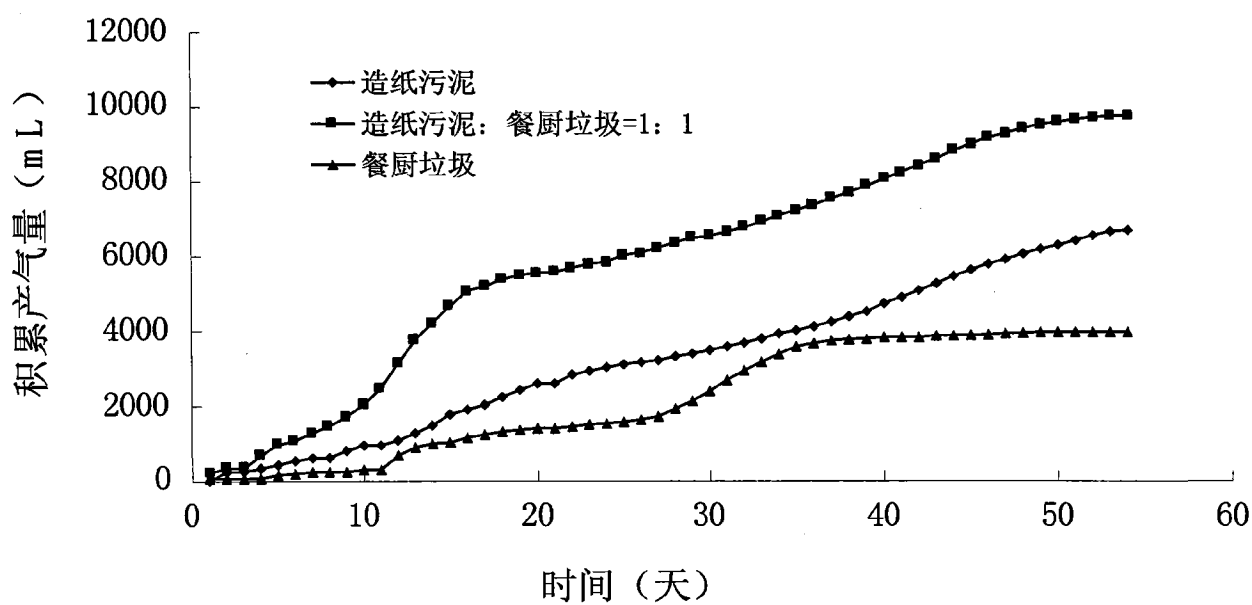


图 2

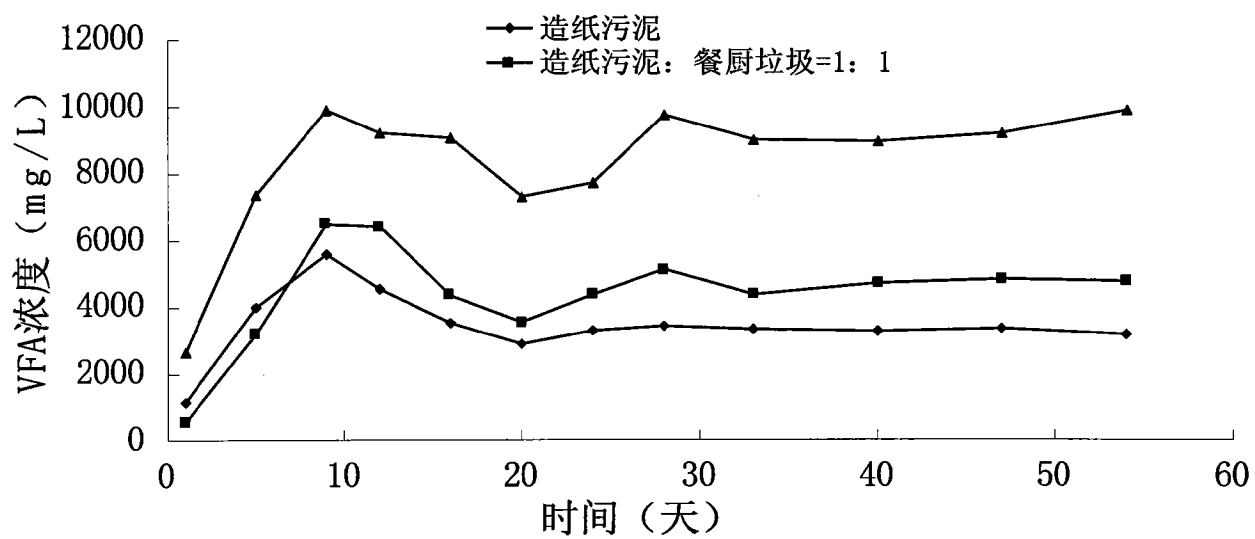


图 3