

利用麦秸兼制沼气和氨化饲料的工艺

庄贵阳^① 孙金世

(水利与土木工程学院)

摘要 秸秆经发酵制沼气和氨化制取氨化饲料是提高秸秆利用价值的2种方法。对利用麦秸兼制沼气和氨化饲料的结合工艺进行了研究。实验证明,固体床酸化两步发酵及氨化工艺实现了秸秆能流和物流的分流转化,工艺是可行的。提出了牛粪和麦秸共同处理的新工艺。

关键词 发酵;酸化;氨化;固体床

中图分类号 S816.53

A Study on Combined Technology for Producing Biogas and Ammoniated Forage by Straw

Zhuang Guiyang Sun Jinshi

(College of Water Conservancy and Civil Engineering, CAU)

Abstract Producing biogas and ammoniated forage are two methods to improve the utilization of straw. The combined technology of producing biogas and ammoniated forage by straw is studied. The results of experiments show that the process of solid bed acidification, two phase anuerobic digestion and ammoniation is feasible, which makes the separation of energy from matter of straw possible. A new process is proposed for combined treatment of straw and manure.

Key words fermentation; acidification; ammoniation; solid bed

秸秆经发酵制取沼气和经氨化获取氨化饲料是提高秸秆利用价值的2条途径。如能将这2种工艺结合起来,那么秸秆的利用价值将大大提高。有关这方面的资料尚未见到。笔者在实验室小试和模拟装置试验的基础上,对利用麦秸兼制沼气和氨化饲料的工艺进行了研究。

1 固体床酸化两步发酵及氨化工艺的确定

我国农村的家用沼气池多为水压式结构,比较适合于畜禽粪便等的发酵,而对秸秆等固体原料则存在着进出料难的问题。近年来研究成功的沼气干发酵工艺,对解决利用秸秆进行沼气发酵有一定好处,但存在一些难以克服的缺点。如在发酵启动时需要大量接种物,所需原料

收稿日期:1996-01-12

^①庄贵阳,北京清华东路17号中国农业大学(东校区)56信箱,100083

要进行堆沤处理,否则容易酸化而导致发酵失败。据资料,秸秆经堆沤损失的有机物,正是厌氧发酵时易产生沼气的那部分物质。同时,干发酵只能采用成批投料方式,无法对日产气量进行控制。在沼气发酵过程中明显地出现酸化阶段和甲烷化阶段,这2个阶段分别是由酸化菌群和甲烷化菌群引起的。两阶段发酵就是把酸化阶段和甲烷化阶段分开进行,分别给予特定的滞留期和负荷。在以作物秸秆为原料的常规沼气发酵及干发酵研究过程中,经常出现酸化现象,挥发酸的积累可达 $10\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 以上,pH值严重下降,经常因酸化而抑制沼气发酵的正常进行。如果能将所产生的挥发酸淋洗出来,让酸水进入甲烷化消化器产生沼气,秸秆就可以不必进入沼气池。固体床以喷淋方式洗出酸液。在淋洗固体床时,固体床内酸浓度不断降低。当pH值达到一定限度时,加入一定剂量的碳酸氢铵对固体床内的秸秆进行氨化。由于固体床内存在两步发酵的酸化阶段和氨化阶段,因此,整个工艺定为固体床酸化两步发酵及氨化工艺。

2 模拟装置试验

2.1 装置和材料

固体酸化床由8个容积为 3.8 L ($d=16\text{ cm}$, $h=25\text{ cm}$)的聚氯乙烯罐组成,其内用相应大的滤布(40目)做成口袋模拟网箱。网袋可由旋转滑轮起吊。固体床所淋洗出的酸水汇入贮酸池中。

甲烷化消化器采用厌氧折流板反应器(ABR)。ABR是一种投资少、运行管理方便,而且能有效处理有机废水的厌氧装置。ABR模型用有机玻璃加工制成,总长度 596 mm ,总宽度 218 mm ,总高度 212 mm ,有效容积为 17.8 L 。在反应器内沿水流方向设置了多块折流板,污水进入反应器后在折流板的导流作用下,上下呈锯齿形绕流,水流流经的总长度加大了。折流板上附有水工织布,由于折流板的阻挡及污泥的沉降作用,微生物被有效地截留在反应器内。ABR是连续的多室结构,流水进入1室,经过2,3,4,⋯,由10室排出,污水中的有机物沿水流过程逐渐被降解,整个系统的微生物形成良好配合。反应器内气泡不断上浮,促使反应器内的污水充分混合,微生物与基质接触机会增加,反应器的去除效率大大提高。ABR工艺流程见图1。

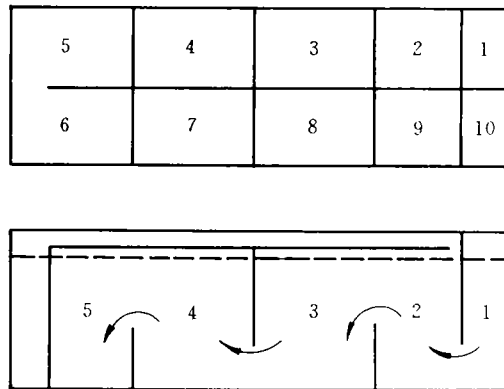


图1 ABR工艺流程图

2.2 启动与运转

ABR是用猪圈中的污泥、秸秆酸化的酸水和河北霸州临北养牛场沼气池中的沼液共同进行接种启动的。污泥中的无机杂质用细纱布滤除。接种后经富集总容积为ABR的有效容积。

8个固体床各装有 400 g 干麦秸,用部分酸液和热水在 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度条件下以25%的TS浓度启动。前4天不洗酸。固体床开始洗酸后,每天循环喷淋液2~3次,每次都把循环液加热至 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。固体床和厌氧折流板反应器用水工织布保温。固体床内温度与室温大体相等,为 $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。厌氧折流板反应器在1室局部加热,由控温仪控制在 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$,通过管道泵的循环(从10室

抽出,从 1 室进入)来达到整个反应器内的温度均衡。管道泵每天循环 2~3 次,每次约 3 min。固体床每天用清水和出料液间换喷淋(35 ℃),一来为固体床提供产酸菌,二来沼液拌和饲料同样可以喂牛。根据首都师范大学的经验^[1],固体床与甲烷化消化器的体积比以 10:1 左右为宜。为了提高厌氧折流板反应器的负荷,每天进 1 250 mL 酸水和 1 250 mL 猪粪水(混合液 TS 浓度为 6%)。混合液在厌氧折流板反应器中的滞留期为 7 d。当固体床淋洗出来的挥发酸浓度达到最高,即 pH 值最低时,固体床由酸化阶段转为氨化阶段。固体床中酸化的麦秸加入 12% 的碳酸氢铵,在常温(21 ℃)下简易氨化 8 d。

3 试验结果与分析

固体酸化床启动后第 5 天开始淋洗酸液,第 16 天时淋洗出的挥发酸浓度达到最高值,为 6.83 g·L⁻¹,pH 值相应降到 5.5 左右。厌氧折流板反应器的产气量和产气率见表 1,酸化氨化后麦秸的营养指标见表 2,酸水和猪粪水的混合液经厌氧折流板反应器后 COD 的变化情况见表 3。

表 1 厌氧折流板反应器的产气量和产气率

产气量/Ld ⁻¹		产气率/L(Ld) ⁻¹	
平均值	高峰期	平均值	高峰期
12.48	15.90	0.69	0.89

表 2 麦秸处理前后的营养指标 %

处理前后	粗蛋白占干物质总量的百分比	48 h 瘤胃干物质消化率
处理前	3.11	39
处理后	7.04	49

表 3 混合料液反应前后 COD 的变化情况

第 n 天	酸水 COD	粪水 COD	出水 COD	消化率/%
5	4.00	19.0	3.2	86.1
7	6.60	19.0	4.9	80.9
9	7.50	19.0	5.2	80.4
11	9.70	19.0	5.7	80.1
13	12.00	19.0	6.8	77.7
15	12.60	19.0	8.7	72.5

根据实验数据,COD 的降解率为 79.6%,沼气中甲烷含量高达 85% 以上;洗酸后麦秸在室温(20 ℃)下简易氨化 8 d 粗蛋白含量提高了 1.32 倍,48 h 瘤胃干物质消化率提高了近 10 个百分点。虽然消化率提高不是很多,但根据有关资料^[2],麦秸在 21 ℃ 时需氨化 15 d 以上,本试验是在氨化时间比它少一半的条件下进行的,说明麦秸在洗酸之后仍然具有饲用价值。固体床酸化制气、制饲料,实现了秸秆能流和物流的分流转化,说明该工艺是可行的。同时,该工艺也为秸秆和粪便的共同处理提供了一种新方法。

本实验由于条件所限,将猪粪与麦秸共同处理。如果在养牛场,将牛粪与麦秸共同处理,那么工艺路线将更合理。工艺流程如图 2。

本工艺可同步获得能源、饲料和肥料,资源利用率提高,实现了无废弃物生产过程,互补效益较强,具有实用推广价值。

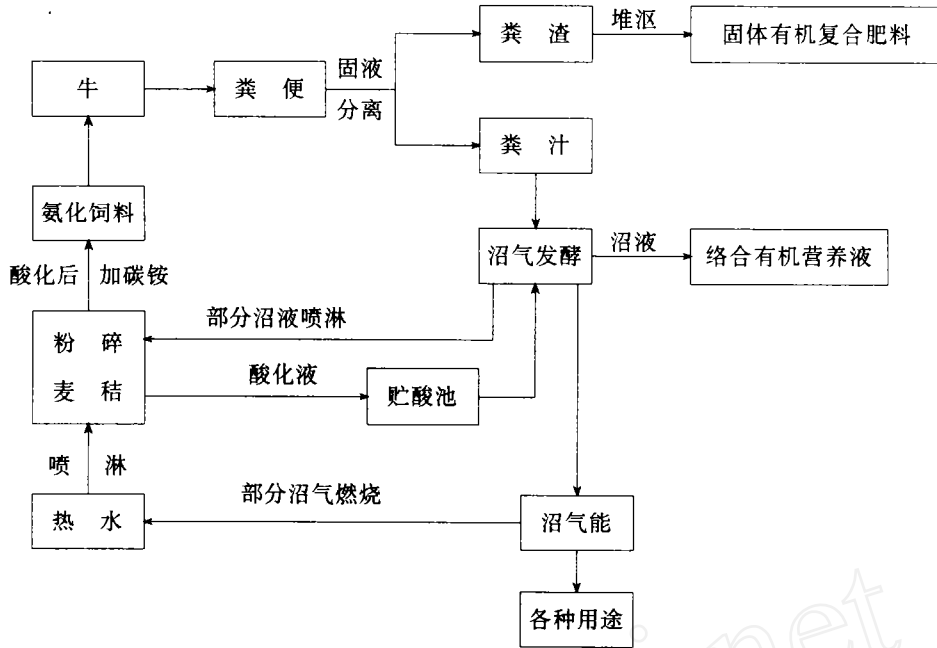


图2 牛粪和麦秸共同处理工艺流程图

4 结 论

1) 利用麦秸兼制沼气和氨化饲料的工艺是可行的。采用固体床酸化两步发酵及氨化工艺, 实现了秸秆能流和物流的分流转化, 提高了秸秆的利用层次和价值。

2) 在工艺实现过程中的一些控制条件还有不完善之处, 有待于进一步研究。

参 考 文 献

- 1 周孟津. 沼气发酵. 北京: 北京师范学院出版社, 1986. 92~94
- 2 郭 静, 郑培福, 杨秀文, 等. 厌氧折流板反应器处理高浓度有机废水的研究. 中国给水排水, 1993, (5): 1~8