

# 牛粪、秸秆混合厌氧发酵制沼气研究

姜庆宏<sup>1</sup>, 姜月<sup>2</sup>, 张宝心<sup>2</sup>

(1.内蒙古科技大学 能源与环境学院, 内蒙古 包头 014010; 2.辽宁省能源研究所, 辽宁 营口 115003)

**摘要:** 利用自行设计的恒温厌氧发酵装置研究了秸秆和牛粪配比、温度、初始 pH 对沼气发酵的影响。结果表明, 发酵物秸秆和牛粪比例为 1:1 时, 发酵效果最好, 累积总产气量为 3 059 ml; 温度为 45 °C 时, 发酵效果最好, 累积总产气量为 3 308 ml; 初始 pH 为 7.0 时, 发酵效果最好, 累积总产气量为 3 857 ml, 甲烷含量为 55.2%。

**关键词:** 牛粪; 温度; pH 值

**中图分类号:** TK6; S216.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-5292(2013)01-0057-03

## Research on the biogas fermentation with corn stalk and cow dung

JIANG Qing-hong<sup>1</sup>, JIANG Yue<sup>2</sup>, ZHANG Bao-xin<sup>2</sup>

(1.School of Energy Resource and Environment Science, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010, China; 2.Liaoning Institute of Energy Resource, Yingkou 115003, China)

**Abstract:** This study used self-designed constant temperature anaerobic fermentation device. The effects of temperature and initial pH value to the anaerobic fermentation with different proportion of corn stalk and cow dung were studied. The results showed that the best anaerobic fermentation effect when proportion of corn stalk and cow dung was 1:1, the total gas production was 3 059 mL. When the temperature was 45 °C, anaerobic fermentation effect was the best, the total gas production was 3 308 mL. When the initial pH value was 7.0, anaerobic fermentation effect was the best, the total gas production was 3 857 mL, methane volume fraction was up to 55.2%.

**Key words:** cow dung; temperature; pH value

### 0 引言

内蒙古是畜牧业发展规模比较大的地区, 在畜牧业发展的同时, 面临着严重的环境污染问题, 畜粪尿的大量排放易传播疾病, 破坏生态平衡。利用牲畜粪尿发酵制沼气, 不但能解决环境污染问题, 还能缓解能源危机。近年来, 伊利集团利用沼气发电技术, 利用草原牧场的大量牛粪废弃物经厌氧发酵处理产生的沼气进行发电, 每年处理粪污 25 万 t, 年产生沼气 438 万 m<sup>3</sup>, 年可发电 876 万 kWh。蒙牛乳业公司也于 2007 年 4 月投资 4 500 万元建设了装机容量为 1.36 MW 的牛粪沼气发电项目。“绿色产业链”战略不仅保障了企业持续稳健的业绩发展, 而且创造了新的效益增长点。

关于牛粪发酵产沼气, 刘声远认为, 中温发酵产沼气率明显高于常温发酵<sup>[1]</sup>; 李轶研究了温度和 pH 值对餐厨垃圾和牛粪混合厌氧发酵的影响, 在温度为 50 °C 和初始 pH 值为 7 时, 厌氧发酵效果均最佳<sup>[2]</sup>。杨立以猪粪为接种物, 以水稻秆、玉米秸秆和棉花秸秆为发酵原料, 在严格控制发酵温度[(37±1) °C]的条件下进行厌氧发酵产沼气研究, 结果表明, 棉花秸秆的平均日产气量最高, 玉米秸秆次之<sup>[3]</sup>。为了提高沼气池发酵原料的利用率和产气量, 国内外很多学者都进行了牛粪和不同物质混合发酵产沼气的研究<sup>[4-8]</sup>。

本试验研究了秸秆和牛粪不同配比和不同环境条件下产沼气的情况, 期望通过这些研究能够

收稿日期: 2012-10-16。

基金项目: 内蒙古科技大学创新基金(2011NCL067)。

作者简介: 姜庆宏(1976-), 男, 汉族, 内蒙古呼伦贝尔人, 讲师, 硕士, 研究方向为污染物降解。E-mail: xiaoge888@sohu.com

通讯作者: 姜月(1982-), 女, 汉族, 黑龙江五常人, 助理研究员, 硕士, 主要从事生物质能的研究与开发工作。

E-mail: jiangyue831224@126.com

提高牛粪发酵的沼气产量。

1 材料与与方法

1.1 材料

秸秆取自包头市市郊农田，将秸秆粉碎成粉末备用；牛粪取自包头市市郊某养牛场；菌种取自包头市北郊污水处理厂污泥驯化而得。发酵原料的碳氮含量见表 1。

表 1 发酵原料碳氮含量  
Table 1 Carbon and nitrogen content of the fermentation materials

含量	牛粪	秸秆	接种物
C/%	30.37	42.90	7.03
N/%	1.19	1.65	0.5
C/N	25.52	26	14.06

1.2 方法

1.2.1 秸秆、牛粪配比

将秸秆和牛粪分别按 0.5:1, 1:1, 2:1, 3:1 放入发酵罐，在温度为 35 °C 条件下发酵 30 d，每 24 h 测一次产气量。

1.2.2 环境条件

将上述配比得到的产气量最高的秸秆和牛粪混合物添加于发酵罐中，研究不同温度、不同初始 pH 对秸秆和牛粪混合厌氧发酵的影响。每个因素设定 5 个水平，试验水平如下：

- (1)温度:30,35,40,45,50 °C；
- (2)初始 pH 值:6.0,6.5,7.0,7.5,8.0。

试验采用 2 000 ml 广口瓶，原料总质量为 200 g/L，发酵 30 d。

1.2.3 产气量及甲烷含量测定

采用水压法收集发酵产生的气体，根据排出饱和食盐水的体积计算每天产生的气体体积<sup>[3]</sup>。从发酵第 1 天起，每天定时测定产气量，以 3 个平行样的平均产气量作为最终产气量。利用便携式沼气分析仪测定沼气中的甲烷含量。

2 结果与分析

2.1 秸秆、牛粪不同配比产气量比较

秸秆、牛粪不同配比日产气量变化如图 1 所示。由图 1 可知，秸秆和牛粪配比为 0.5:1 和 1:1 时产气启动最快，在厌氧发酵的第 9 天产气量达到最大值，日产气量分别为 177 ml 和 183 ml，随后缓慢下降。秸秆和牛粪配比为 2:1 时，在厌氧发酵的第 12 天日产气量达到最大值，为 169 ml。秸秆和牛粪配比为 3:1 时，产气启动最慢，在厌氧发

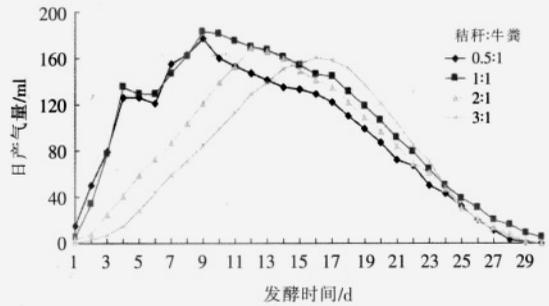


图 1 秸秆、牛粪不同配比时的日产气量  
Fig.1 The variation of daily gas production at different proportion of corn stalk and cow dung

酵的第 16 天日产气量达到最大值，为 160 ml。

秸秆、牛粪不同配比时的累积产气量如图 2 所示。由图 2 可知，秸秆、牛粪配比不同时，厌氧发酵累积产气量大小顺序为 1:1>0.5:1>2:1>3:1。秸秆:牛粪为 1:1 时累积总产气量最多，为 3 059 ml；牛粪:秸秆为 3:1 时累积总产气量最少，为 2 205 ml，累积总产气量明显减少。

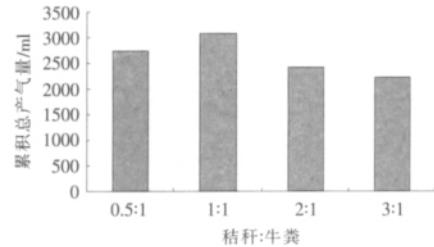


图 2 秸秆、牛粪不同配比时的累积总产气量  
Fig.2 The variation of total gas production at different proportion of corn stalk and cow dung

2.2 不同温度条件下产气量的变化

图 3 为不同温度条件下日产气量的变化图。由图 3 可见，发酵温度为 35,40,45 °C 时，产气启动较快。不同温度条件下的日产气量均增长较快，达到产气高峰后平缓下降。在 30 °C 条件下，产气量在第 11 天达到峰值 150 ml；在 35 °C 条件下，产气量在第 9 天达到峰值 185 ml；在 40 °C 条件

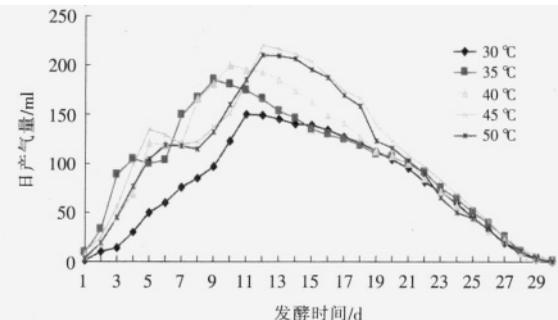


图 3 不同温度条件下的日产气量  
Fig.3 The variation of daily gas production at different temperature

下,产气量在第10天达到峰值200 ml;在45℃和50℃条件下,产气量均在第12天达到峰值,分别为220 ml和210 ml。

不同温度条件下的累积总产气量如图4所示。由图4可知,发酵温度不同时,厌氧发酵累积总产气量大小顺序为45℃>50℃>40℃>35℃>30℃。30℃时累积总产气量(2281 ml)明显少于其他温度,45℃时累积总产气量(3308 ml)最多。

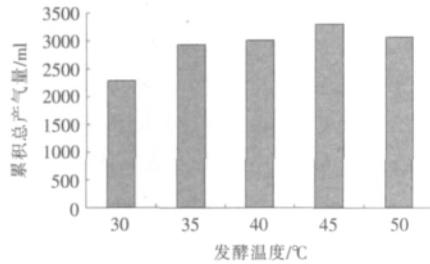


图4 不同温度条件下的累积总产气量

Fig.4 The variation of total gas production at different temperature

### 2.3 不同初始 pH 下产气量的变化

秸秆:牛粪为1:1,发酵温度为45℃时,不同发酵初始pH下日产气量变化如图5所示。由图可知,不同初始pH条件下,厌氧发酵都能正常启动,日产气量的变化出现两个产气高峰,第一个高峰在厌氧发酵的第4~5天,第二个高峰在第10~12天。pH为7.0时,日产气量最高,分别在第4天和第12天出现产气高峰,分别为167 ml和241 ml。

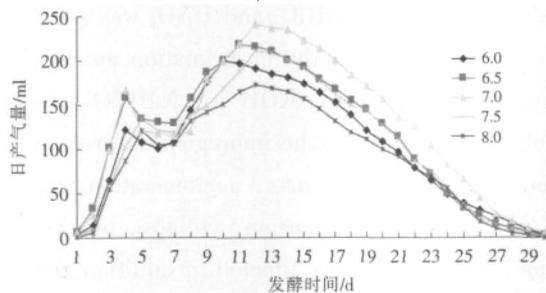


图5 不同初始 pH 下的日产气量

Fig.5 The variation of daily gas production at different initial pH value

不同初始pH下的累积总产气量变化如图6

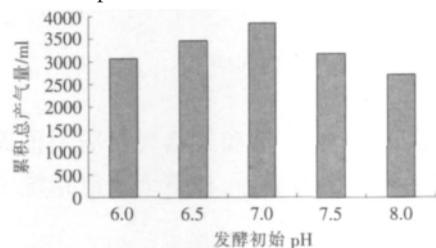


图6 不同初始 pH 下的总产气量

Fig.6 The variation of total gas production at different initial pH value

所示。由图6可知,发酵初始pH不同时,厌氧发酵累积总产气量大小顺序为pH7.0>6.5>7.5>6.0>8.0。初始pH为7.0时,发酵30d累积总产气量为3857 ml,其中甲烷含量为55.2%;初始pH为8.0时,发酵30d累积总产气量为2709 ml。

### 3 结论与讨论

在试验条件下,秸秆:牛粪为1:1时,厌氧发酵的日产气量最大,为183 ml,累积总产气量也最大,为3059 ml。

秸秆:牛粪为1:1时,在试验设定的温度条件下,厌氧发酵均能正常产气。在45℃和50℃条件下,厌氧发酵效果最好,最高日产气量分别为220 ml和210 ml,累积总产气量分别为3308 ml和3068 ml。

秸秆:牛粪为1:1,发酵温度为45℃时,在设定的初始pH条件下,厌氧发酵均能正常启动。在初始pH为6.5和7.0时,厌氧发酵效果较好,最高日产气量分别为216 ml和241 ml,累积总产气量分别为3470 ml和3857 ml。

由以上试验可以看出,在逐步优化发酵物质和发酵条件的过程中,秸秆和牛粪混合厌氧发酵的日产气量和累积总产气量都得到了大幅度的提高。

### 参考文献:

- [1] 刘声远,陈祖洁,曹淡君.牛粪中温厌氧发酵制沼气[J].沈阳农业大学学报,1987,18:98-104.
- [2] 李轶,熊菊元,寇巍,等.温度和pH值对餐厨垃圾和牛粪混合厌氧发酵的影响[J].可再生能源,2012,30(6):54-58.
- [3] 杨立,张婷,王永泽,等.不同秸秆厌氧发酵产沼气的比较[J].可再生能源,2008,26(5):46-48.
- [4] 何志刚,牛世伟,于涛.低温条件下牛粪沼气产甲烷菌多样性初步研究[J].中国农学通报,2012,28(6):189-193.
- [5] 杨明珍.规模养牛场粪污厌氧发酵制沼气工程设计研究[J].安徽农业科学,2011,39(18):11072-11073.
- [6] 林端旭,李润东,冯磊,等.TS对牛粪与有机垃圾联合厌氧消化特性的影响研究[J].可再生能源,2011,29(4):40-43.
- [7] 李杰,李文哲,王永成,等.不同载体对牛粪30℃厌氧处理性能的影响[J].农业环境科学学报,2006,25(S):613-616.
- [8] 胡启春,宋立.奶牛养殖场粪污处理沼气工程技术与模式[J].中国沼气,2005,23(4):22-25.