

# 酒糟和果渣厌氧发酵产沼气特性研究

邢颖<sup>1</sup>, 李菽琳<sup>1</sup>, 石艳<sup>1</sup>, 任广鑫<sup>1,2\*</sup>

(1. 西北农林科技大学 农学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 陕西省循环农业工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 酒糟和果渣的优化处理是实现废弃物资源化利用的基础。探求酒糟和果渣厌氧发酵特性, 以期为解决酒糟、果渣的清洁处理及再利用问题提供理论依据。试验采用自行研究设计的可控性恒温厌氧发酵装置, 分别以工厂产生的果渣和酒糟为原料, 常温厌氧发酵池的底物为接种物, 在 25~45℃ 温度范围内, 每 5℃ 设 1 个温度梯度进行试验。结果表明: 2 种原料在所设温度范围内均能够发酵产生沼气, 但二者产气量峰值出现时的温度不同, 在 1000 mL 发酵壶内, 酒糟在 30℃ 时累积产气量最大, 为 10 122.4 mL, 25℃ 时的累积产气量次之; 果渣在 35℃ 时累积产气量最大, 为 11 113.3 mL, 40℃ 时的累积产气量次之。可见用酒糟厌氧发酵生产沼气以 25~30℃ 为佳, 而果渣以 35~40℃ 为佳。

**关键词:** 果渣; 酒糟; 厌氧发酵; 沼气

**中图分类号:** S216.4 X797 X792 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2011)12-0088-03

## Aerogenic Characteristics of Anaerobic Fermentation Using Vinasse and Marc

XING Ying<sup>1</sup>, LI Shu-lin<sup>1</sup>, SHI Yan<sup>1</sup>, REN Guang-xin<sup>1,2\*</sup>

(1. College of Agronomy, Northwest A&amp;F University, Yangling 712100 China; 2. The Research Center of Recycle Agricultural Engineering and Technology of Shaanxi Province, Yangling 712100, China)

**Abstract:** Optimal use of vinasse and marc is a basis for waste utilization as resources. This experiment explored the characteristics of anaerobic fermentation using vinasse and marc, with the expectancy to resolve their cleaning and reusing problems. A self-designed constant-temperature anaerobic fermentation device was used and temperature was set at 25—45℃ with 5℃ as a gradient. Vinasse and marc from industrial production were used as materials while the substrate for constant temperature fermentation pool was used as the inoculation substances. The results showed that both materials could produce biogas through anaerobic fermentation within the experimental temperature range, but the peak value of cumulative biogas production appeared at different temperatures. In a 1000 mL fermentation pot, the maximum cumulative biogas (10 122.4 mL) produced by vinasse occurred at 30℃, followed by 25℃. The maximum cumulative biogas (11 113.3 mL) produced by marc occurred at 35℃, followed by 40℃. It concluded that 25—30℃ was appropriate for vinasse anaerobic fermentation while 35—40℃ was for marc anaerobic fermentation.

**Key words:** Vinasse; Marc; Anaerobic fermentation; Biogas

全世界每年经光合作用产生的生物质能约 1700 亿 t, 其能量相当于世界主要燃料的 10 倍, 而利用量还不到 1%<sup>[1-2]</sup>, 在目前能源紧缺的情况下,

利用再生能源是必然趋势。我国拥有丰富的生物质能源, 主要包括农作物秸秆、禽畜粪便、生活垃圾等<sup>[1]</sup>。我国水果年产量达 2400 万 t<sup>[3]</sup>, 随着水果种

收稿日期: 2011-06-11

基金项目: 陕西省 13115 重大科技专项(2010ZDKG-06); 陕西省自然科学基金研究计划项目(2009JM3004); 西北农林科技大学大学生科技创新项目

作者简介: 邢颖(1988-), 女, 陕西西安人, 在读本科生, 研究方向: 植物资源与生态环境。E-mail: yingxing19881217@126.com

\* 通讯作者: 任广鑫(1969-), 男, 甘肃镇原人, 副教授, 博士, 主要从事植物资源与生态环境研究。E-mail: rengx@nwsuaf.edu.cn

植业和加工业的发展,产生了大量果渣;而我国白酒年产量约为 500 万 t<sup>[4]</sup>,每年约产生酒糟 1500 万 t。沼气发酵工程可使有机质在厌氧微生物的作用下产生一种可替代石油能源的清洁燃料——沼气。美国、希腊、瑞典以及一些发展中国家都对秸秆沼气化利用进行了大量研究<sup>[5]</sup>,但对酒糟和果渣的厌氧发酵涉及仍较少。若对酒糟和果渣进行充分有效的利用,既可减轻环境污染,又可为当今的能源危机提供新的解决途径。鉴于此,进行了酒糟、果渣的厌氧发酵试验,以期对酒糟和果渣的资源利用提供理论依据。

## 1 材料和方法

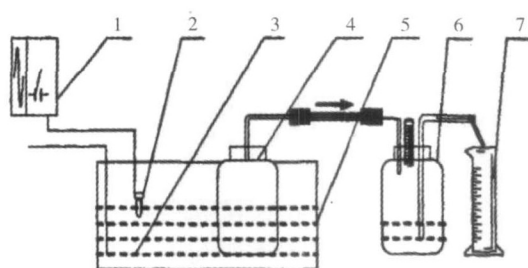
### 1.1 试验材料

试验原料:①风干酒糟(制造白酒的酒糟,干物质量 73.51%)取自西凤酒厂。②风干苹果果渣(干物质量 84.97%)取自宝鸡某果汁厂,利用轧碎机将果渣压到颗粒直径约为 3~5 cm,便于生物降解。

试验接种物:常温厌氧发酵沼气的发酵底物,取自西北农林科技大学附近沼气示范村(崔西沟村)。

### 1.2 厌氧发酵试验装置

试验装置为陕西省循环农业工程技术研究中心自行设计的可控恒温厌氧发酵装置<sup>[6]</sup>,主要由发酵装置、集气装置及控温装置 3 部分组成,装置如图 1 所示。为了便于实际操作和节约成本,选用 1000 mL 三角瓶作为发酵瓶。集气装置由 1000 mL 三角瓶和 2.5 L 塑料壶连接而成,发酵装置和集气装置由橡胶管连接。将发酵装置放置于恒温水槽内,用 1000 W 电热丝加热,智能温度控制仪(型号为 PC-1000)、继电器控制和显示发酵温度,温度波动范围为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。



1. 控温箱; 2. 温度传感器; 3. 加热丝; 4. 发酵瓶;  
5. 恒温水槽; 6. 集气瓶; 7. 集水瓶

图 1 可控性恒温厌氧发酵装置

### 1.3 试验设计

将酒糟果渣风干 2~3 d,再用粉碎机粉碎至颗粒直径约 3~5 cm,取酒糟 105.7 g,果渣 96.4 g 分别装入发酵壶内,并加入沼液 210 g 以接种常温厌氧发

酵沼气的发酵底物,用水补充至 635 g,配置成发酵液发酵固体质量分数为 15%。在 25℃、30℃、35℃、40℃和 45℃等 5 个温度条件下进行试验<sup>[7-8]</sup>,以排水法测定每日产气量。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同温度对酒糟和果渣累积产气量的影响

适宜的温度是微生物生长的必要条件,所以沼气的产量因温度而异。酒糟和果渣的累积产量随温度升高均先增加后减小,但最大累积产气量所处的温度不同。酒糟和果渣在设定的温度下均能厌氧发酵,具有产气迅速,周期短的特性(图 2)。由图 2 可以看出,酒糟在不同温度下的累积产气量顺序为:30℃>25℃>35℃>40℃>45℃,随温度的增加,酒糟累积产气量增加幅度分别为 21.66%、-38.0%、-145.7%、-24.2%。在不同温度下的果渣累积产气量顺序为:35℃>40℃>30℃>25℃>45℃,从 25~45℃,果渣累积产气量增加幅度分别为 5.4%、22.1%、-3.0%、-90.0%。在 25~45℃下,2 种原料都能正常产气,除在 30℃恒温厌氧发酵条件下,酒糟的累积产气量大于果渣外,酒糟的累计产气量均小于果渣,即说明果渣的产气性能较酒糟优越。

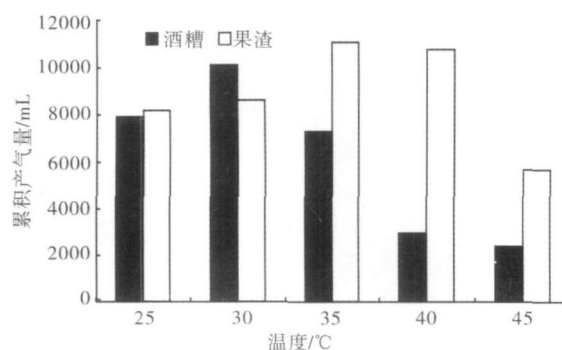


图 2 不同温度下 2 种原料的累积产气量比较

### 2.2 不同温度下酒糟、果渣产气特性比较

2 种不同工业废料均能在 25~45℃进行厌氧发酵产生沼气,不同的原料在不同的温度下其发酵时间、累积产气量均不同,随温度的升高累积产气量呈先增加后降低的趋势(表 1)。由表 1 可以看出,酒糟在 30℃的累积产气量最大(10122.4 mL),单位干物质累积产气量也最大,所以 30℃是酒糟的最适宜发酵温度,果渣在 35℃的累积产气量最大(11113.3 mL),单位干物质累积产气量也最大,即 35℃是果渣的最适宜发酵温度。本试验的产气时间较短,酒糟和果渣的最长产气时间分别为 33 d 和 29 d,但单位干物质日平均产气量明显大于普通的厌氧发酵的日均产气量<sup>[8]</sup>。

表 1 2 种发酵原料在不同温度下产气特性的比较

原料	温度/℃	累积产气量/ mL	发酵反应物 质量/g	产气时间/d	单位干物质累积 产气量/(mL/g)	单位干物质日平均 产气量/(mL/(g·d))
酒糟	25	7 929.5	105.7	7	75.02	10.72
	30	10 122.4	105.7	33	95.77	2.90
	35	7 286.7	105.7	19	68.94	3.63
	40	2 965.8	105.7	16	28.06	1.75
	45	2 387.7	105.7	14	22.59	1.61
果渣	25	8 183.2	96.4	23	84.89	3.69
	30	8 652.8	96.4	18	89.76	4.99
	35	11 113.3	96.4	29	115.28	3.98
	40	10 789.1	96.4	25	111.92	4.48
	45	5 677.9	96.4	6	58.90	9.82

单位干物质累积产气量反映了原料产气的 ability。从表 1 可知,酒糟在不同温度下的单位干物质产气量之和为 290.38 mL/g,果渣在不同温度下的单位干物质产气量之和为 460.75 mL/g,所以,果渣在不同温度下的单位干物质累积产气量多大于相应温度的酒糟,即果渣的产气量能力大于酒糟。

当酒糟发酵温度处在 25℃、果渣处在 45℃ 时的单位干物质日均产气量均高于其他厌氧发酵温度时的单位干物质日均产气量,可能是因为过高或过低的温度对厌氧发酵的微生物都是外源刺激<sup>[10-11]</sup>,此时微生物表现出应激反应,间接表现为单位干物质日均产气量的骤增或骤减,在 25℃ 恒温厌氧发酵条件下,酒糟的单位干物质日均产气量最大,随着温度的升高,单位干物质日均产气量呈减小趋势,在 45℃ 恒温厌氧发酵条件下,果渣的单位干物质日均产气量达到最大,随温度降低单位干物质日均产气量呈减小趋势。

### 3 结论与讨论

酒糟、果渣在常温条件下均能够正常发酵产生沼气。在本试验条件下,酒糟累积产气量在 30℃ 时达到最大,为 10 122.4 mL,其次为 25℃;果渣累积产气量 35℃ 时达到最大(11 113.3 mL),其次为 40℃ 时。可见,酒糟厌氧发酵产生沼气以 25~30℃ 为宜,而果渣以 35~40℃ 为宜,且 2 种原料产气时间均较短,但单位干物质日平均产气量充足。

本试验充分说明,酒糟和果渣这 2 种工业废料可以进行厌氧发酵产生沼气,且产气量充足。因此,对工厂产生的酒糟、果渣收集后进行干式厌氧发酵生产沼气是可行的并且能产生较好的效果,但对试

验中 2 种原料产气总量产生差异的原因和 2 种原料厌氧发酵产气的最适温度条件还需作进一步探究。

### 参考文献:

- [1] 孙振钧. 中国生物质产业及发展取向[J]. 农业工程学报, 2004, 20(5): 1-5.
- [2] 陈小华, 朱洪光. 农作物秸秆产沼气研究进展与展望[J]. 农业工程学报, 2007, 23(3): 279-283.
- [3] 辜青青, 罗来春, 徐回林. 我国果业生产现状及发展趋势[J]. 现代园艺, 2009(8): 20-21.
- [4] 蔡玉波, 张国豪, 武振业. 我国白酒业发展趋势[J]. 酿酒, 2007(4): 18-22.
- [5] 吴创之. 欧洲生物质能利用的研究现状及探讨[J]. 新能源, 1999, 21(3): 30-35.
- [6] 宋籽霖, 李轶冰, 杨改河, 等. 总固体质量分数对玉米和小麦秸秆中温发酵产气效果的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2010, 38(12): 81-86.
- [7] 李轶冰, 张翠丽, 杨改河, 等. 温度对粪便与玉米秸秆混合厌氧消化产生特性的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2009, 37(1): 66-72.
- [8] 楚莉莉, 杨改河, 张翠丽, 等. 不同温度条件下农作物秸秆产气效率研究[J]. 干旱地区农业研究, 2008(2): 190-193.
- [9] 孙树贵, 翟宁宁, 王诺菡, 等. 中温下 3 种落叶厌氧发酵产气量研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(19): 10164-10166.
- [10] 何荣玉, 刘晓风, 袁月祥, 等. 沼气发酵外源添加物的研究进展[J]. 中国沼气, 2007(5): 8-10.
- [11] 王杏文, 邱兴天, 季更生, 等. 发酵抑制物和环境因子对游离及固定化酵母发酵的影响[J]. 江西农业大学学报, 2007, 29(5): 833-836.