

# 白腐菌对玉米秸秆产沼气的试验研究

刘庆玉<sup>1</sup>, 边义<sup>2,3\*</sup>, 李金洋<sup>1</sup>

(1. 沈阳农业大学, 辽宁沈阳 110161; 2. 辽阳市农村经济委员会, 辽宁辽阳 111000; 3. 辽阳市农村广播电视学校, 辽宁辽阳 111000)

**摘要** [目的] 研究白腐菌对玉米秸秆产沼气效果的影响。[方法] 采用4株不同的白腐菌在相同的条件下对玉米秸秆进行预处理, 预处理后的原料再进行干发酵制取沼气的试验研究。[结果] 结果表明: 原料以 Cv 处理后沼气产量最高, 纤维素的降解效果最好, 其总产气量是 42 187 ml(按 60 d 计), 产气率为 703.1 ml/d, 纤维素降解率为 54.2%。[结论] 木质纤维素降解率越高, 沼气产量也越多。

**关键词** 白腐菌; 玉米秸秆; 沼气; 试验研究

**中图分类号** S216.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2008)29-12841-02

## Experimental Study on the Effects of White-rot Fungus on the Production Ability of Methane with Corn Straw Stalk

LIU Qing-yu et al (Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161)

**Abstract** [Objective] The aim of the research was to study the effects of white-rot fungus on the production ability of methane with corn straw stalk. [Method] Four different white-rot fungi was used to carry on the pretreatment under the same condition, after pretreatment raw material in the fermentation system was used to take methane. [Result] The results indicated that, raw material after Cv processing had highest methane output, the cellulose degeneration effect was best, total output spirit was 42 187 ml (according to 60 days ideas), gas production rate was 703.1 ml/d, the cellulose degeneration rate was 54.2%. [Conclusion] The higher the lignocellulose degeneration ratio was, the more the methane output.

**Key words** White-rot fungus; Corn straw stalk; Methane; Experimental study

木质素是细胞壁的主要成分, 是地球上含量第二丰富的自然聚合物。但木质素是一种无定形的不易降解的芳香族物质, 部分真菌能降解并利用木质素。白腐菌便是少数的能选择性降解木质素的真菌之一, 因其腐生在树木或木材上, 引起木质白色腐烂而得名<sup>[1]</sup>。白腐菌通过次生代谢物包括各种胞外酶、过氧化物酶、二价锰过氧化物酶以及漆酶的催化作用而降解木质素<sup>[2]</sup>。白腐菌对木质素的降解分 2 个步骤进行: 一是白腐菌利用菌丝体对木质素进行吸附; 二是白腐菌利用分泌出的过氧化物酶对木质素进行催化氧化反应, 从而降解木质素分子。据相关文献报道<sup>[3-4]</sup>, 对白腐菌的研究遍及全球, 主要包括英、美、法、德、瑞士、瑞典及日本等国, 我国也进行了大量研究。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 玉米秸秆取自沈阳农业大学试验基地, 为当年秸秆, 粉碎到长度为 1~2 mm。沼渣取自沈阳农业大学北方“四位一体”生态模式试验基地。4 株白腐菌分别是: 糙皮侧耳 (*Pleurotus ostreatus*), 编号为 Ps; 黄孢原毛平革菌 (*Phanerochaete chrysosporium*), 编号为 Pc; 杂色灵芝 (*Coriolus versicolor*), 编号为 Cv; 烟管菌 (*Bjerkandera adusta*), 编号为 Ba。

**1.2 试验仪器设备** 恒温水浴锅, 高温灭菌锅, 无菌操作台, 恒温培养箱, 水浴振荡器等。

## 1.3 试验方法

### 1.3.1 培养基配制。

**1.3.1.1 PDA 培养基的配制方法。** 取去皮马铃薯 200 g 切成小块, 加水煮沸 30 min 后滤去马铃薯块, 将滤液补足 1 000 ml, 加葡萄糖 20 g, 琼脂 20 g 溶化后分装, 高温蒸汽 121~125 °C 灭菌 30 min。

将白腐菌在无菌操作台里接种到 PDA 培养基上, 放于

恒温培养箱内培养 5 d, 制备固体培养基后将其贮存。

**1.3.1.2 液体培养基配制方法。** 按照制备 PDA 培养基方法 (不加琼脂) 制备液体培养基, 放于三角瓶内, 用接种环取固体培养基 1~2 环于三角瓶内, 并将其放在水浴振荡器内培养 3 d。

**1.3.2 发酵条件。** 该试验在厌氧条件下进行, 保持发酵浓度为 20%, 中温发酵温度 37 °C, pH 值为 7.0, 碳氮比调节为 30:1, 原料浓度为 100 g/L, 原料粒径为 1~2 mm, 接种物浓度为 50%。

**1.4 测定项目** 沼气的测定时间为 9:00 和 17:00, 记录当时的环境温度, 以其平均温度作为发酵温度试验中温度为 37.2 °C。

## 2 结果与分析

**2.1 木质纤维素的含量变化** 未经过预处理的玉米秸秆和沼渣中的木质纤维素的测定结果见表 1。玉米秸秆经过 Ps、Pc、Cv、Ba 4 种白腐菌处理后到发酵结束, 原料中的纤维素、半纤维素、木质素的含量如表 2 所示。根据表 1 和表 2 的测

表 1 预处理前原料中木质纤维素的含量

Table 1 The raw material content of lignin cellulose before pretreatment %

材料	纤维素	半纤维素	木质素	灰分
Material	Cellulose	Hemicellulose	Lignin	Ash
玉米秸秆 Corn stalk	40.70	27.18	19.50	4.42
沼渣 Biogas residue	40.30	30.64	20.18	6.92

表 2 不同处理下原料中纤维素、半纤维素与木质素含量

Table 2 The contents of cellulose, hemicellulose and lignin in raw materials under different treatments %

处理	纤维素	半纤维素	木质素	灰分
Treatment	Cellulose	Hemicellulose	Lignin	Ash
Ps	39.6	25.16	25.53	3.07
Pc	38.3	23.63	33.62	4.18
Cv	37.5	31.44	25.74	2.96
Ba	32.6	33.80	28.81	3.59

**基金项目** 农业部农村能源建设项目。

**作者简介** 刘庆玉 (1967-), 男, 内蒙古赤峰人, 教授, 从事农业生物环境与能源工程研究。\*通讯作者, E-mail: bianyi\_2001@sina.com。

**收稿日期** 2008-08-04

定数据可知,经过 Ps、Pc、Cv、Ba 4 种白腐菌处理后的原料,发酵结束后木质纤维素的降解率分别为 50.6%、51.4%、54.2%、54.1%。试验结果表明,经 Cv 处理后的纤维素降解率最高,其次依次为 Ba、Pc、Ps。

**2.2 不同预处理对沼气产量的影响** 玉米秸秆经过 Ps、Pc、Cv、Ba 4 种白腐菌处理后,原料发酵的整个过程中沼气产量与发酵天数(以 60 d 计)的关系用图 1 表示。试验测得玉米

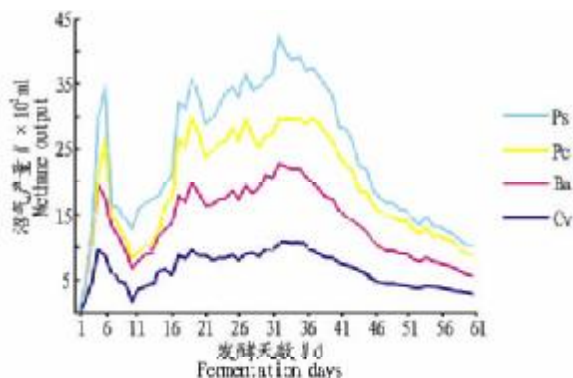


图 1 沼气产量与不同白腐菌菌株发酵天数关系

Fig. 1 The relation between methane output and fermentation days

秸秆经过 Ps、Pc、Cv、Ba 4 种白腐菌处理后发酵对沼气产量的影响如下:Ps 处理后原料发酵的总产气量(以 60 d 计)是 28 893.5 ml,产气率是 481.6 ml/d;Pc 处理后原料发酵的总

产气量是 33 970.5 ml,产气率是 566.2 ml/d;Cv 处理后原料发酵的总产气量是 42 187 ml,产气率是 703.1 ml/d;Ba 处理后原料发酵的总产气量是 39 271.8 ml,产气率是 654.5 ml/d。

试验结果表明,经 Cv 处理后的沼气产量最高,其次依次为 Ba、Pc、Ps。

### 3 结论

(1)在同一试验条件下,不同白腐菌处理后产气效果不同。经 Cv 处理后原料发酵制取沼气的量最高,达到 42 187 ml(按 60 d 计),产气率是 703.1 ml/d,其次依次为 Ba、Pc、Ps。

(2)在实验室条件下,不同白腐菌处理后木质纤维素的降解率不同。经 Cv 处理后的纤维素降解率最高,其次依次为 Ba、Pc、Ps。

(3)通过该试验可知,木质纤维素降解率越高,沼气产量也越多。

### 参考文献

- [1] HIGHLEY T L. Biochemical aspects of white-rot and brown-rot decay[R]. The Inter Res Group on Wood Preserv, 1987, Document No. IRC/WP/1319.
- [2] 王佳玲. 白腐菌漆酶的研究进展[J]. 微生物学通报, 1998, 25(4): 28-29.
- [3] 李慧蓉. 白腐真菌的研究进展[J]. 环境科学进展, 1996, 4(6): 69-77.
- [4] ANDRE F, JAIME R, JUANITA F, et al. Biodegradation of *Pinus radiata* softwood by white and brownrot fungi[J]. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 2001, 17: 31-34.

(上接第 12834 页)

早 2 h。南风增大时,烟台沿海比南隍城要早约 1 h。南隍城由于下垫面单一,海面阻力较小,风增大时,比沿海站点增幅大,增速快。

**3.5 最大风速对比** 在抛去时间差因素的前提下,偏北大风(图 5)南隍城最大风速一般要比长岛大 3~5 m/s,比烟台大 6~8 m/s。一般认为,西南大风,陆地和海面差别不大,甚至大于海面;但从对比可以看出,南隍城最大风速要比蓬莱、长岛大 3~6 m/s,比烟台大 7~9 m/s。

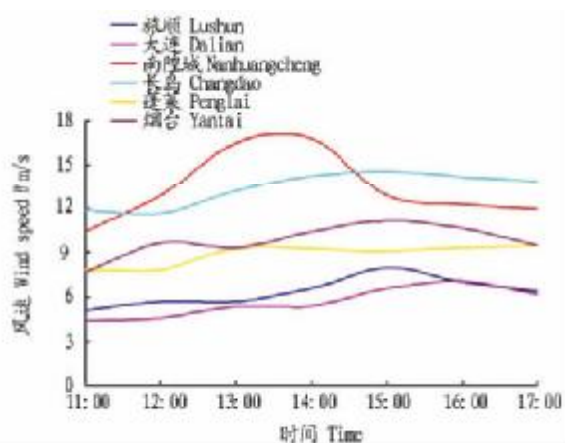


图 5 2005 年 1 月 31 日渤海海峡最大风速对比

Fig. 5 Contrast of the maximum wind speed over Bohai Straits at Jan. 31st, 2005

### 4 结论与讨论

(1)大连沿海比烟台沿海(不包括长岛)大风日数偏多,风力偏大。蓬莱不仅大风日数少,而且风力偏小。长岛比大连沿海和烟台沿海风多而强。所以,渤海海峡大风的预报应更多地考虑长岛、旅顺等海岛站的情况。

(2)大连沿海以北大风为主,既使春季,旅顺仍以北大风居多;烟台沿海春秋季节南大风次数明显增多,在冬季,蓬莱的南大风也占据优势。

(3)渤海海峡全年大风的主导风向为 NW-NNE。冬季以偏北大风为主,春季南大风开始占主导地位,夏季以南大风为主,秋季北大风开始占主导地位。

(4)南隍城由于下垫面单一,海面阻力较小,风增大时,比沿海站点增幅大、增速快,大风日数明显比长岛多,风力比长岛大。偏北大风南隍城一般要比长岛大 3~5 m/s,比烟台大 6~8 m/s,西南大风南隍城要比蓬莱、长岛大 3~6 m/s,比烟台大 7~9 m/s。渤海海峡大风增大时间存在明显的时间差。北风增大时,大连沿海比南隍城早,南隍城比长岛、蓬莱、烟台早;南风增大时,烟台沿海比南隍城早。

### 参考文献

- [1] 刘学萍. 烟台海域海难事故气象条件分析及预防对策[J]. 气象, 2001, 27(3): 55-57.
- [2] 黄少军, 薛海波, 石磊, 等. 渤海海峡客滚船海难事故与大风事件关系分析[J]. 气象与环境学报, 2006, 22(3): 30-32.
- [3] 中央气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京: 气象出版社, 1979: 21-27.