

引用格式:魏宝程,王立功,王珏,等.碱预处理促进椰衣纤维厌氧消化产气研究[J].北京化工大学学报(自然科学版),2021,48(5):17-23.

WEI BaoCheng, WANG LiGong, WANG Jue, et al. Effect of alkaline pretreatment on biogas production from coconut fiber by anaerobic digestion[J]. Journal of Beijing University of Chemical Technology (Natural Science), 2021, 48(5): 17-23.

碱预处理促进椰衣纤维厌氧消化产气研究

魏宝程¹ 王立功¹ 王珏² 刘广青^{1*} 陈畅^{1*}

(1. 北京化工大学 化学工程学院, 北京 100029;

2. 中国交通建设集团股份有限公司 第三公路工程局有限公司, 北京 100010)

摘要:针对当前存在的椰衣纤维量大且难处理的问题,研究了NaOH、KOH、Ca(OH)₂和碱性H₂O₂(AHP)预处理对其厌氧消化性能的影响。结果表明,碱预处理可以缩短椰衣纤维厌氧消化反应的迟滞期,提高累积沼气产量。采用7% NaOH和7% AHP预处理可显著去除木质素,累积产气量(基于挥发性固体含量,VS)可达218.3 mL/g和217.8 mL/g,较未预处理的椰衣纤维(累积产气量为101.1 mL/g)提升了115.9%和115.4%。

关键词:椰衣纤维;碱预处理;产气性能

中图分类号: X713 **DOI:** 10.13543/j.bhxbzr.2021.05.003

引言

椰子是一种深受大众欢迎的热带作物,我国每年产量约2.5亿个。椰子在加工过程中会产生大量的椰衣废弃物^[1-2],而目前椰衣大多被直接丢弃,造成了严重的资源浪费和环境污染,因此寻找合适的椰衣处理方法成为亟待解决的问题。

椰衣含有丰富的可降解有机物^[3],利用厌氧消化处理椰衣不但可以生产清洁能源和有机肥料,还可以缓解环境污染,兼顾经济效益和环境效益。然而,椰衣中复杂致密的木质纤维结构带来了消化启动缓慢、发酵周期长、生物降解率低、产气量低等问题,限制了椰衣生物物质的高效转化利用和沼气的规模化发展^[1]。纤维素和半纤维素的高效转化是提高椰衣生物物质产气效率的核心,而如何利用预处理技术破除其致密结构和降低木质素阻滞是其中的关

键环节。

常见的预处理方法主要分为物理法、化学法和生物法3种方式。物理预处理尽管可以提高产气量,但能耗较高,且在应用过程中很难实现装备的大型化,成本居高不下^[4]。生物预处理能耗较低,有利于后续的酶解,但预处理周期较长。相较之下,化学预处理的效果良好,常用试剂包括酸、碱、氧化剂、尿素等。其中碱常被用于木质纤维素的预处理,如NaOH、KOH、Ca(OH)₂和碱性过氧化氢(AHP),它们可有效破坏木质素与其他化合物之间的结合,去除木质素,使得微生物更易接触纤维素和半纤维素,显著提高后续的产气量。使用碱预处理玉米、小麦等秸秆用来提高产气性能的效果已被证实^[5-6]。覃国栋等^[7]的研究表明,6%(质量分数,下同)NaOH溶液对稻草产气量的提升最大,较未预处理提高了716.8%。Siddhu等^[8]的研究结果表明经KOH预处理后玉米秸秆的累积甲烷产量为243.1 mL/g(除特殊说明外,本文产气量单位均基于挥发性固体含量即VS),较未预处理的玉米秸秆提高了56.4%。Li等^[9]发现Ca(OH)₂预处理有利于玉米秸秆的厌氧消化,在Ca(OH)₂质量分数为4%的条件下,沼气产量最高可达427.1 mL/g。然而过高的碱浓度可能对微生物活性有抑制作用,从而影响沼气的产生^[10]。因此,对于不同的原料需要确定预处理过程中合适

收稿日期:2021-04-02

基金项目:中国交通建设集团股份有限公司第三工程局有限公司科研项目

第一作者:男,1996年生,硕士生

*通信联系人

E-mail: 刘广青, gqliu@mail.buct.edu.cn; 陈畅, chenchang@mail.buct.edu.cn

的碱浓度,从而得到高的沼气产量,以实现有机废弃物的高效利用。目前关于椰衣预处理的研究比较匮乏,不同碱预处理下椰衣的消化效果如何、哪种预处理条件下的产气效果最好、预处理过程中椰衣的组分与结构会发生怎样的变化等问题值得深入研究。

因此,本文利用 NaOH、KOH、Ca(OH)₂ 与 AHP 4 种试剂对椰衣纤维进行预处理,评估不同的预处理方法、碱浓度对椰衣厌氧消化性能的影响;对预处理前后椰衣结构及主要成分的变化进行表征,并结合产甲烷动力学综合揭示预处理的作用机制。本文工作有望为今后椰衣厌氧消化制备生物燃气技术的工艺开发与应用奠定基础。

1 实验部分

1.1 实验材料

椰子购自海南某水果基地,椰衣纤维经搅拌机搅碎后,装袋冷冻封存;接种物为取自北京市某沼气站的厌氧活性污泥。原料和接种物的化学组成见表 1。NaOH,福晨(天津)化学试剂有限公司;KOH,过氧化氢,北京化工厂;Ca(OH)₂,西陇化工股份有限公司。以上试剂均为分析纯。

表 1 椰衣纤维与接种物的化学组成

Table 1 Chemical composition of coconut fibers and inoculum

组分	质量分数(质量比)/%	
	椰衣纤维	污泥
TS ^{a)}	25.13 ± 0.15	6.53 ± 0.29
VS ^{a)}	24.12 ± 0.28	4.02 ± 0.21
VS/TS	96.07	61.56
C ^{b)}	47.4	NA
N ^{b)}	0.34	NA
H ^{b)}	5.43	NA
O ^{b)}	42.4	NA
C/N	139.4	NA
纤维素 ^{b)}	35.72 ± 0.98	NA
半纤维素 ^{b)}	12.43 ± 1.21	NA
木质素 ^{b)}	17.36 ± 0.09	NA

TS—总固体;a—基于椰衣纤维总质量;b—基于椰衣纤维干重;NA—未测定。

1.2 实验方法

1.2.1 预处理实验

在 1L 塑料盒中进行预处理。将搅碎后的椰衣纤维浸泡在质量分数分别为 1%、3%、5% 和 7% 的 NaOH、KOH、Ca(OH)₂ 和 AHP 溶液(共 16 组)中,系统含水率设定为 90%,在 25℃ 下放置 24 h 并每隔 6 h 手动搅拌一次。含水率计算如式(1)所示。

$$w_{MC} = \left(1 - \frac{m_0}{m_1 + m_2 + m_3}\right) \times 100\%$$
 (1)

式(1)中, w_{MC} 为预处理系统含水率,%; m_0 为椰衣纤维干重,g; m_1 为椰衣纤维总质量,g; m_2 为试剂质量,g; m_3 为添加的水质量,g。

1.2.2 厌氧消化实验

使用 500 mL 血清瓶作为厌氧消化反应器,工作体积设置为 250 mL,接种比(原料与接种物的质量比,基于挥发性固体含量)为 1,有机负荷为 20 g/L(基于挥发性固体含量)。消化温度为 37℃,初始 pH 调节至 7.0 ~ 7.5。每组实验设置两个平行,同时为消除接种物产沼气的影响,设置两个只含污泥和水的空白对照组。

1.3 分析方法

木质素、半纤维素和纤维素的含量使用纤维素测定仪(A2000,美国 ANKOM 公司)测定^[11]。C、N、H 和 S 元素含量由元素分析仪(Vario EL cube,德国 Elementar Analysensysteme GmbH 公司)测得;O 元素含量根据 C、H、O、N 元素含量之和为 99.5%(基于 VS)计算得出^[12]。反应器的压力由数字压力计(3151WAL-BMP-Test,德国 WAL Mess-und Regelsysteme GmbH 公司)测定,并通过式(2)计算日沼气产量^[13]。沼气中甲烷的体积分数通过气相色谱仪(GC-2014C,日本岛津公司)测定^[14]。总固体含量(TS)与挥发性固体含量(VS)根据文献方法^[12]测定。

$$V_{biogas} = \frac{\Delta p V_{head} C}{RT}$$
 (2)

式中, V_{biogas} 为产沼气量,mL; Δp 为厌氧消化反应器排气前后测得的压力差,kPa; V_{head} 为厌氧消化反应器顶空体积,L; C 为标准摩尔体积,22.4 L/mol; R 为理想气体常数,8.314 J/(K·mol); T 为绝对温度,K。

取预处理前后的椰衣纤维烘干后粉碎,过 0.2 mm 筛后通过扫描电子显微镜(SEM)(JSM-7800F,日本 JEOL)、X-射线衍射分析仪(XRD)(D8 ADVANCE,德国 Bruker AXS 公司)和傅里叶变换红外光谱仪(FT-IR)(Nicolet 6700,美国 Nicolet 公司)观测原料的形貌和结构的变化情况^[15]。其中纤维素的结晶度指数 I_c 由式(3)计算得出^[16]。

$$I_c = \frac{I_{002} - I_{AM}}{I_{002}} \times 100\%$$
 (3)

式中, I_{002} 为(002)面的最大衍射峰强度; I_{AM} 为衍射角 $2\theta = 18^\circ$ 处的衍射峰强度。

1.4 动力学模型

本文实验采用修正的 Gompertz 模型^[17]对椰衣纤维厌氧消化过程进行动力学分析,具体公式如下。

$$B = B_0 \exp \left\{ - \exp \left[\frac{\mu_M e}{B_0} (\lambda - t) + 1 \right] \right\} \quad (4)$$

式中, B 为拟合的累积甲烷产量, mL/g ; B_0 为拟合的最大甲烷产量, mL/g ; t 为消化时间, d ; μ_M 为最大产甲烷速率, $\text{mL/(g}\cdot\text{d)}$; λ 为产甲烷停滞期, d 。

2 结果与讨论

2.1 甲烷体积分数

图 1 为不同碱预处理椰衣纤维经厌氧消化后甲

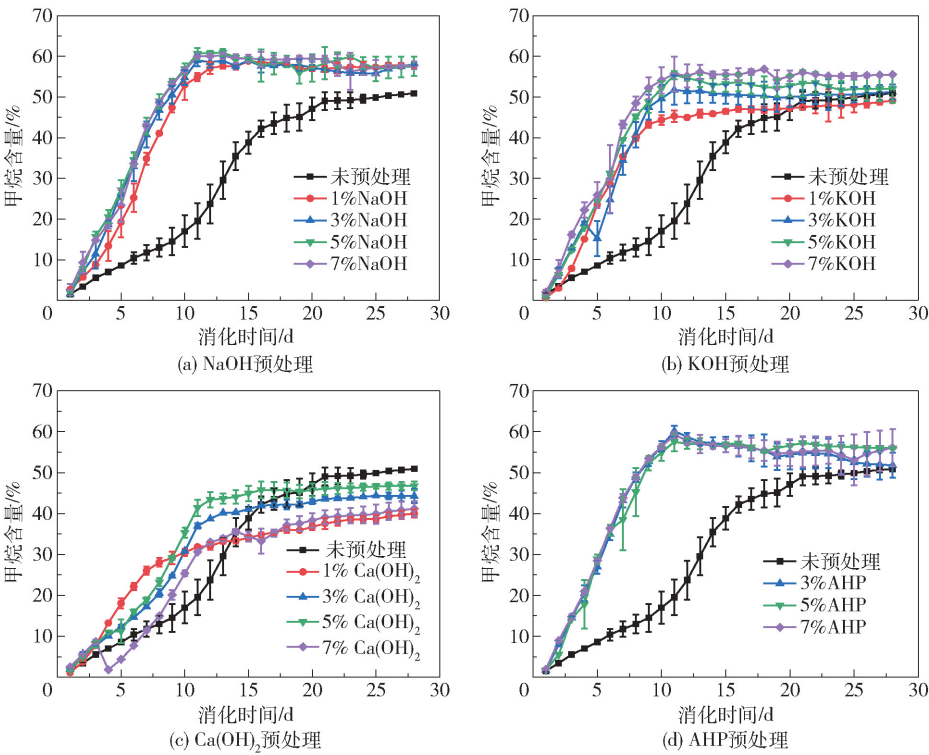


图 1 不同碱预处理下椰衣纤维厌氧消化后甲烷含量
Fig. 1 Methane content of coconut fiber after pretreatment with different alkalis

产量(daily biogas yield, DBY)如图 2 所示。从日产气图中可看出未预处理组产气峰出现的时间较晚,在第 14 天出现,这可能是椰衣纤维中木质素含量高,组分不易被降解所致。经预处理后,所有预处理组的产气峰出现时间提前至第 7~12 天,且峰高大幅增加($\text{Ca}(\text{OH})_2$ 预处理组除外)。其中在 NaOH 预处理实验组中,7% NaOH 预处理组的产气峰最高,于第 7 天出现,最大日沼气产量为 18.1 mL/g 。KOH 预处理组的产气峰在第 8~9 天出现,且随着预处理溶液浓度的降低,产气峰高度减小,最大日沼

烷体积分数随时间的变化情况。可看出未预处理椰衣纤维所产甲烷体积分数在实验开始后缓慢增长,从第 10 天开始迅速增加,到第 21 天稳定在 49% 左右。NaOH、KOH 和 AHP 预处理椰衣纤维实验组在初始阶段甲烷体积分数迅速增加,后趋于平稳,最终稳定在 50%~60%,说明这 3 种碱预处理方式可有效破坏木质纤维的复杂结构,减小微生物与易降解组分间的阻碍,缩短厌氧消化迟滞期。其中, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 预处理椰衣纤维的甲烷体积分数较其他预处理的要低,厌氧消化启动时间长,预处理效果较差。

2.2 厌氧消化沼气产量

不同预处理条件下椰衣纤维厌氧消化的日沼气

气产量为 7% KOH 预处理的 18.0 mL/g 。AHP 预处理实验中,当预处理溶液质量分数为 3%、5% 和 7% 时,椰衣纤维的最大日沼气产量较未预处理提升明显,分别为 16.5 mL/g 、 16.4 mL/g 和 16.9 mL/g 。

不同预处理条件下椰衣纤维厌氧消化的累积沼气产量(cumulative biogas yield, CBY)如图 3 所示。对于每种预处理方式来说,椰衣纤维的最高累积沼气产量分别为 7% NaOH 预处理的 218.3 mL/g 、7% KOH 预处理的 195.6 mL/g 、7% AHP 预处理的 217.8 mL/g 和 5% $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 预处理的 107.1 mL/g ,

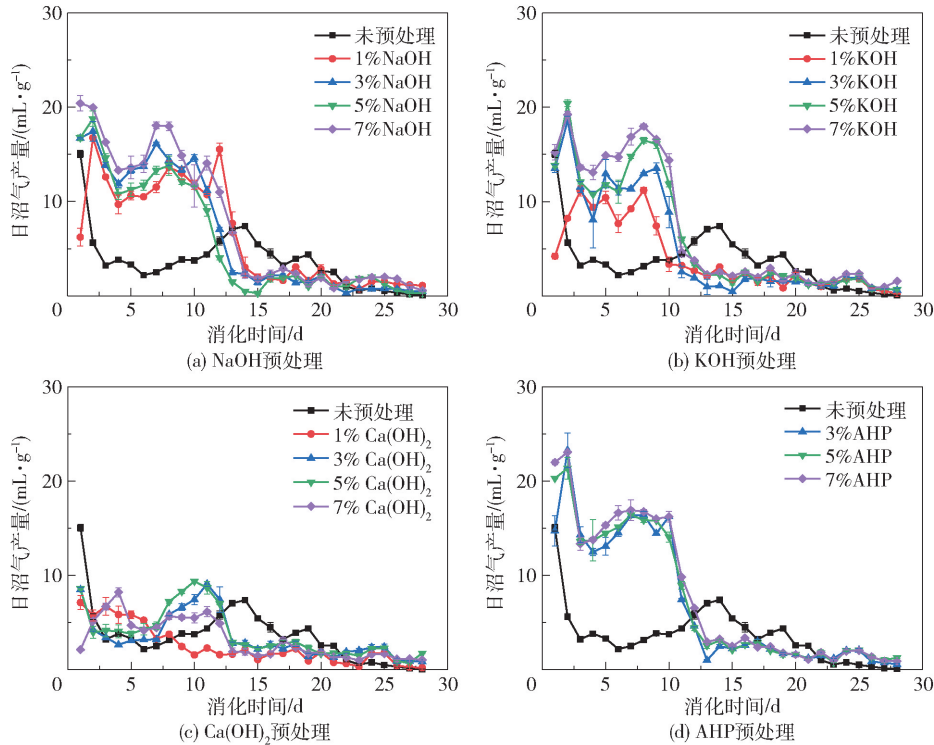


图 2 不同碱预处理后椰衣纤维日沼气产量

Fig. 2 DBY of coconut fiber after pretreatment with different alkalis

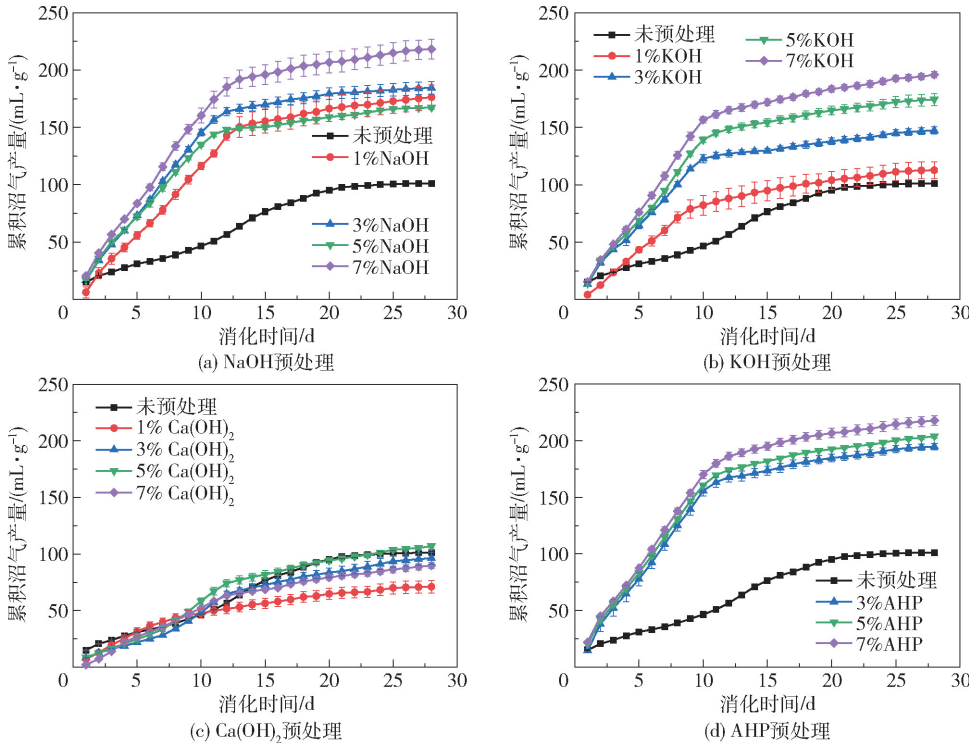


图 3 不同碱预处理后椰衣纤维累积沼气产量

Fig. 3 CBY of coconut fiber after pretreatment with different alkalis

较未预处理 (101.1 mL/g) 分别提升了 115.9%、93.5%、115.4% 和 5.9%。在预处理实验中, NaOH、KOH 和 AHP 这 3 种预处理试剂均能明显提

升椰衣纤维的累积沼气产量,而 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 预处理效果一般,这可能是由于 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶解度低、碱性弱,致使预处理效果差。

2.3 预处理后椰衣纤维木质纤维素的变化

本文对产气效果较好的 7% NaOH 和 7% AHP 预处理的椰衣纤维的木质纤维素组成和结构变化进行了研究。

2.3.1 木质纤维素含量

对经 7% NaOH、7% AHP 预处理后椰衣纤维的木质纤维素含量进行测定,结果如表 2 所示。7% NaOH 与 7% AHP 预处理椰衣纤维能显著去除木质素 ($P < 0.05$, 差异性显著),使木质素含量由 17.4% 分别降低至 11.5% 和 8.6%,去除率达到 33.9% 和 50.6%,说明这两种预处理方法有效地破坏了椰衣纤维的木质纤维结构,使微生物更容易接触纤维素和半纤维素,从而提高了椰衣纤维的沼气产量。

表 2 预处理前后椰衣纤维的木质素含量
Table 2 Lignocellulosic contents of coconut fibers before and after pretreatment

样品	含量(质量分数)/%		
	纤维素	半纤维素	木质素
椰衣纤维	35.7 ± 1.0	12.4 ± 1.2	17.4 ± 0.1
7% NaOH 预处理椰衣纤维	46.2 ± 0.4	17.5 ± 0.3	11.5 ± 0.6
7% AHP 预处理椰衣纤维	42.6 ± 0.4	17.5 ± 0.1	8.6 ± 0.8

2.3.2 木质纤维素结构

利用扫描电子显微镜对 7% NaOH、7% AHP 预处理前后椰衣纤维的微观结构进行观察,结果如图 4 所示。可以看出,未预处理的椰衣纤维表面较为平整,经 7% NaOH、7% AHP 预处理后,椰衣纤维

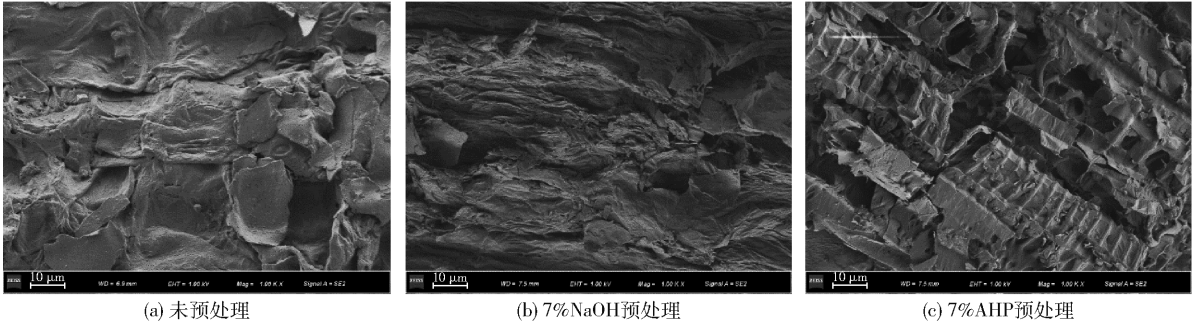


图 4 不同预处理条件下椰衣纤维的扫描电镜图

Fig. 4 SEM images of coconut fiber after different pretreatment conditions

的结构变得疏松散乱,表面粗糙,具有明显的裂缝,说明 7% NaOH、7% AHP 两种预处理方式可以有效地破坏椰衣纤维的木质纤维结构,提高了微生物对易降解组分的可及性。

针对预处理前后椰衣纤维纤维素晶型进行 XRD 表征的结果如图 5 所示。 2θ 在 16° 、 22° 和 35° 左右的衍射峰对应的是纤维素 I 型的 (101)、(002) 和 (004) 晶面^[18]。未预处理的椰衣纤维在 16° 左右的峰极小, 22° 出现明显的峰, 35° 处无峰出现。经 7% NaOH、7% AHP 预处理后, 16° 、 22° 处的特征峰强度增加, 35° 处出现特征峰,特征峰的位置均没有变化。 16° 、 22° 和 35° 处的衍射峰均对应纤维素 I 型晶面,说明预处理并未改变纤维素晶型。经 7% NaOH、7% AHP 预处理的椰衣纤维的结晶度由原来的 24.7% 分别增加至 37.0%、33.6%,说明这两种预处理方法去除了椰衣纤维中大部分的无定型组分(木质素等)。

预处理前后椰衣纤维的 FT-IR 谱图如图 6 所示。其中, 1261 cm^{-1} 处的峰为木质素中 C—O 键的

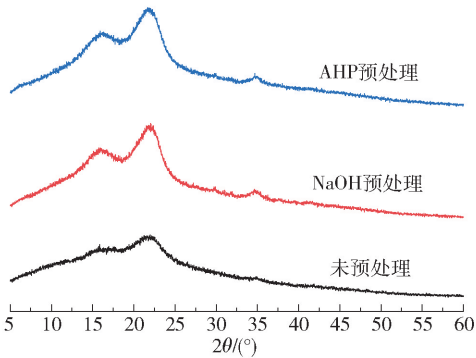


图 5 预处理前后椰衣纤维的 XRD 谱图

Fig. 5 XRD patterns of coconut fibers before and after pretreatment

伸缩振动^[19]; 1517 、 1610 cm^{-1} 处的峰分别代表木质素中芳香环的伸缩振动和 C=C 键的弯曲振动; 1733 cm^{-1} 处的峰代表羧酸中羰基及木质素中的乙酰基的伸缩振动。预处理后 1517 、 1610 cm^{-1} 处的峰明显减弱, 1261 cm^{-1} 和 1733 cm^{-1} 处的峰消失,也说明了预处理可有效地去除木质素。

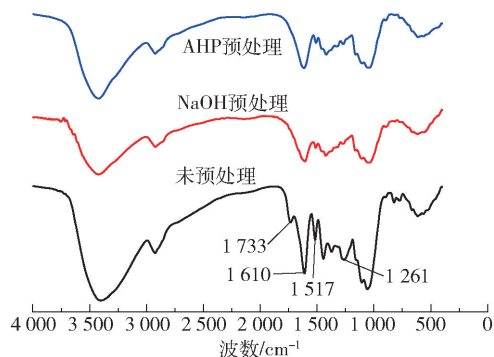


图6 预处理前后椰衣纤维的 FT-IR 谱图

Fig. 6 FT-IR spectra of coconut fibers before and after pretreatment

2.4 产甲烷动力学分析

为了更加清晰地认识预处理后椰衣纤维厌氧消化过程,使用修正的 Gompertz 模型对椰衣纤维厌氧产甲烷过程进行模拟,相应的动力学拟合曲线如图 7 所示。各实验组拟合的 R^2 在 0.985 ~ 0.997 之间,表明采用修正的 Gompertz 模型拟合产甲烷过程效果较好。所有预处理实验组得到的最大累积甲烷产量 B_0 均与实验所得的累积甲烷产量接近,进一步说明该模型的拟合效果好,适于拟合椰衣纤维的厌氧消化产甲烷过程。

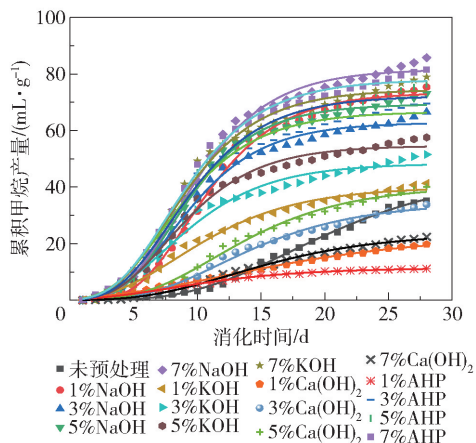


图7 修正的 Gompertz 模型动力学拟合曲线

Fig. 7 Kinetic curves of the modified Gompertz model

3 结论

本文研究了不同碱预处理方法对椰衣纤维厌氧消化性能的影响,发现碱预处理后椰衣纤维的结构变得疏松散乱并产生明显裂缝,且木质素含量降低,表明预处理可有效去除椰衣纤维中的木质素,破坏其致密的木质纤维结构,提高微生物对椰衣纤维的可及性,从而有效缩短厌氧消化反应的迟滞期,提高

沼气产量。其中,未预处理椰衣纤维厌氧消化累积产气量为 101.1 mL/g,而 7% NaOH 和 7% AHP 预处理后椰衣纤维的累积产气量分别达 218.3 mL/g 和 217.8 mL/g,较未预处理提升了 115.9% 和 115.4%。动力学拟合结果显示修正的 Gompertz 模型适用于拟合椰衣纤维的厌氧消化产甲烷过程。综上所述,适宜的碱预处理方法可有效提高椰衣纤维的厌氧消化产气能力。本文工作为今后推进椰衣纤维厌氧消化技术的工艺开发与应用奠定了基础。

参考文献:

- [1] 郑侃, 梁栋, 张喜瑞, 等. 椰子废弃物干法厌氧发酵工艺研究[J]. 农机化研究, 2014, 36(6): 228-232. ZHENG K, LIANG D, ZHANG X R, et al. Research on dry anaerobic fermentation technology of coconut waste [J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2014, 36(6): 228-232. (in Chinese)
- [2] 周琦, 藕志强, 饶鑫, 等. 椰子果皮废弃物的高值化利用现状及发展趋势[J]. 广州化工, 2020, 48(18): 16-19. ZHOU Q, OU Z Q, RAO X, et al. Status and development trend of higher value utilization of coconut waste husk [J]. Guangzhou Chemical Industry, 2020, 48(18): 16-19. (in Chinese)
- [3] EBRAHIMI M, CAPARANGA A R, ORDONO E E, et al. Evaluation of organosolv pretreatment on the enzymatic digestibility of coconut coir fibers and bioethanol production via simultaneous saccharification and fermentation [J]. Renewable Energy, 2017, 109: 41-48.
- [4] 崔文文, 梁军锋, 杜连柱, 等. 中国规模化秸秆沼气工程现状及存在问题[J]. 中国农学通报, 2013, 29(11): 121-125. CUI W W, LIANG J F, DU L Z, et al. The current situation and problems of the large-scale biogas plants for straw in China [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2013, 29(11): 121-125. (in Chinese)
- [5] MONLAU F, SAMBUSTI C, BARAKAT A, et al. Predictive models of biohydrogen and biomethane production based on the compositional and structural features of lignocellulosic materials [J]. Environmental Science & Technology, 2012, 46(21): 12217-12225.
- [6] DAI B L, GUO X J, YUAN D H, et al. Comparison of different pretreatments of rice straw substrate to improve biogas production [J]. Waste and Biomass Valorization, 2018, 9(9): 1503-1512.
- [7] 覃国栋, 刘荣厚, 孙辰. NaOH 预处理对水稻秸秆沼气发酵的影响 [J]. 农业工程学报, 2011, 27(增刊 1): 59-63. QIN G D, LIU R H, SUN C. Effects of different concen-

- trations of NaOH pretreatment on anaerobic digestion of rice straw for biogas production[J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(Suppl 1): 59–63. (in Chinese)
- [8] SIDDHU M A H, LI J H, ZHANG J F, et al. Improve the anaerobic biodegradability by copretreatment of thermal alkali and steam explosion of lignocellulosic waste[J]. BioMed Research International, 2016, 2016: 2786598.
- [9] LI X J, DANG F, ZHANG Y T, et al. Anaerobic digestion performance and mechanism of ammoniation pretreatment of corn stover[J]. Bioresources, 2015, 10(3): 5777–5790.
- [10] SUN C, LIU R H, CAO W X, et al. Optimization of sodium hydroxide pretreatment conditions to improve biogas production from asparagus stover[J]. Waste and Biomass Valorization, 2019, 10(1): 121–129.
- [11] VAN SOEST P J, ROBERTSON J B, LEWIS B A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition[J]. Journal of Dairy Science, 1991, 74(10): 3583–3597.
- [12] RINCÓN B, HEAVEN S, BANKS C J, et al. Anaerobic digestion of whole-crop winter wheat silage for renewable energy production[J]. Energy & Fuels, 2012, 26(4): 2357–2364.
- [13] EI-MASHAD H M, ZHANG R H. Biogas production from co-digestion of dairy manure and food waste[J]. Bioresource Technology, 2010, 101(11): 4021–4028.
- [14] 师杨蕾, 蔡凡凡, 宁志芳, 等. 碱性过氧化氢预处理对醋渣厌氧消化性能的影响[J]. 北京化工大学学报(自然科学版), 2020, 47(1): 1–7.
- SHI Y L, CAI F F, NING Z F, et al. Impact of alkaline hydrogen peroxide pretreatment on the anaerobic digestion of vinegar residues[J]. Journal of Beijing University of Chemical Technology (Natural Science), 2020, 47(1): 1–7. (in Chinese)
- [15] 蔡凡凡. 设施蔬菜废弃物厌氧消化产甲烷性能的研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2019.
- CAI F F. Study on the methane production performance of facilities vegetable wastes during anaerobic digestion[D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2019. (in Chinese)
- [16] ZHANG H, NING Z F, KHALID H, et al. Enhancement of methane production from cotton stalk using different pretreatment techniques[J]. Scientific Reports, 2018, 8(1): 3463.
- [17] NIELFA A, CANO R, VINOT M, et al. Anaerobic digestion modeling of the main components of organic fraction of municipal solid waste[J]. Process Safety and Environmental Protection, 2015, 94: 180–187.
- [18] 于蕾, 江皓, 钱名字, 等. 沼气工程厌氧发酵过程的监测与控制[J]. 中国沼气, 2014, 32(6): 59–64.
- YU L, JIANG H, QIAN M Y, et al. Monitor and control of anaerobic fermentation in biogas plant[J]. China Biogas, 2014, 32(6): 59–64. (in Chinese)
- [19] KANG X H, SUN Y M, LI L H, et al. Improving methane production from anaerobic digestion of *Pennisetum Hybrid* by alkaline pretreatment[J]. Bioresource Technology, 2018, 255: 205–212.

Effect of alkaline pretreatment on biogas production from coconut fiber by anaerobic digestion

WEI BaoCheng¹ WANG LiGong¹ WANG Jue² LIU GuangQing^{1*} CHEN Chang^{1*}

(1. College of Chemical Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029;

2. Third Highway Engineering Co., Ltd., China Communications Construction Co., Ltd., Beijing 100010, China)

Abstract: In order to fully use coconut fiber, this study explored the effect of alkaline pretreatment using NaOH, KOH, Ca(OH)₂ and alkaline H₂O₂ (AHP) on improving methane production of this feedstock by anaerobic digestion. The results showed that alkaline pretreatment could shorten the lag phase time and increase the cumulative biogas yield. The lignin contents of coconut fibers were significantly reduced by pretreatment with 7% NaOH and 7% AHP, with biogas yields (based on volatile solid content) of 218.3 mL/g and 217.8 mL/g, representing increases of 115.9% and 115.4%, respectively, compared with the untreated feedstock (101.1 mL/g). This study provides a theoretical basis for the recycling of coconut fiber to produce renewable energy.

Key words: coconut fibers; alkaline pretreatment; biogas yield

(责任编辑: 吴万玲)