

# 原料比例和 pH 值对厨余垃圾和废纸联合厌氧消化的影响

李东<sup>1,2</sup>, 孙永明<sup>1</sup>, 袁振宏<sup>1</sup>, 张宇<sup>1,2</sup>, 孔晓英<sup>1</sup>, 李连华<sup>1</sup>

(1. 中国科学院广州能源研究所可再生能源与天然气水合物重点实验室, 广东 广州 510640; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

**摘要:** 以厨余垃圾和废纸为原料, 考察了不同原料比例和酸化阶段 pH 对消化稳定性及产甲烷性能的影响. 结果表明, 原料比例为厨余垃圾/废纸 100:0 的厌氧消化由于挥发性脂肪酸抑制不能形成稳定的产甲烷过程. 原料比例 83:17 时, 酸化阶段 pH 为 6.5, 7.2 和 7.9 的 3 组厌氧消化甲烷产率(以挥发性固体计)分别为 313, 346 和 360 mL/g, COD 去除率为 86.3%, 93.2% 和 95.2%, 甲烷含量稳定在 70%~80%. 原料比例 62:38、pH 为 6.5, 7.2 和 7.9 的 3 组厌氧消化甲烷产率分别为 97, 247 和 279 mL/g, COD 去除率为 32.6%, 80.5% 和 86.8%, 甲烷含量稳定在 60%~80%.

**关键词:** 厨余垃圾; 废纸; 联合厌氧消化; 消化抑制

**中图分类号:** X705 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-606X(2009)01-0053-06

## 1 前言

多年以来, 利用厌氧消化技术处理垃圾的同时为人类提供了大量的能源. 目前, 厌氧消化工艺主要应用于以下 4 个领域: (1) 城市生活污水好氧处理产生的大量初级污泥和剩余活性污泥的转化; (2) 处理生物制品、食品加工或发酵工业产生的大量废水; (3) 处理农业垃圾和禽畜粪便以获得能源和高质量肥料; (4) 处理城市生活垃圾有机部分(Organic Fraction of Municipal Solid Waste, OFMSW). 前三个领域的厌氧消化工程已非常成熟, 但在最后一个领域的应用还不成熟<sup>[1]</sup>, 然而 OFMSW 含有丰富的有机质, 蕴藏着巨大的生物质能, 采用厌氧消化产甲烷技术可能提高垃圾处理的经济可行性.

随着我国生活水平的提高, 城市生活垃圾中的有机部分显著增加, 厨余垃圾和废纸(包括纸板)构成了 OFMSW 的主要成分. 许多研究者对厨余垃圾的厌氧消化进行了研究, 马磊等<sup>[2]</sup>对餐厨垃圾高温厌氧消化的接种物进行了驯化研究, Ghanem 等<sup>[3]</sup>对厨余垃圾进行干发酵研究, 付胜涛等<sup>[4]</sup>研究了厨余垃圾和剩余活性污泥的中温联合厌氧消化, Clarkson 等<sup>[5]</sup>利用报纸和办公用纸进行了厌氧消化产能研究, Yen 等<sup>[6]</sup>研究了海藻污泥和废纸的中温联合厌氧消化. 迄今为止, 厨余垃圾和废纸的联合厌氧消化鲜见报道. 另外, 鉴于 pH 对厌氧消

化的影响较大, 尤其是在启动阶段(酸化阶段), 合适的 pH 有利于产甲烷微生物的生长代谢, 并建立产酸与产甲烷微生物群落之间的平衡. 因此, 本研究以厨余垃圾和废纸为原料, 考察原料比例和酸化阶段 pH 值对厌氧消化产甲烷稳定性及性能的影响, 旨在为规模化处理城市生活有机垃圾提供依据.

## 2 实验

### 2.1 原料和接种剂来源及特性

厨余垃圾取自某单位公共食堂, 主要包括米饭、蔬菜、肉、蛋和土豆等, 其中米饭和土豆含量大于 50%, 新鲜厨余垃圾经过小型搅碎机破碎后搅拌均匀备用; 将超市售卖的餐巾纸放入某单位垃圾箱存放 1 d 取出后经过破碎作为模拟废纸, 厨余垃圾和废纸的主要特性见表 1. 厌氧消化污泥来源于广州番禺一座养猪场沼气池, 污泥取回后用厨余垃圾驯化 1 个月, 停止产气后, 将发酵液用孔径 1 mm 的筛网过滤后取滤液作为本实验的接种剂.

### 2.2 实验设计

上海等大城市的厨余垃圾和废纸分别约占总城市生活垃圾的 60% 和 13%(湿基)<sup>[7]</sup>, 而全国的废纸平均含量较低, 约为 4%<sup>[8]</sup>. 根据表 1 的垃圾特性, 计算出相应实验处理的总固体(TS)和挥发性固体(VS)比例, 同时设

表 1 垃圾原料及接种剂的特性

Table 1 Characteristics of wastes and inoculum

Material	Particle size (mm)	Total solid (TS) (g/kg)	Volatile solid (VS) (g/kg)	pH	Ammonia (mg/L)	C (% TS)	H (% TS)	O (% TS)	N (% TS)	C/N
Kitchen waste	<2	234	203	4.5	62	48.3	6.4	29.4	1.95	24.8
Waste paper	<4	576	575	-	-	41.4	6.2	51.9	0.01	3264
Inoculum	<1	13.2	9.5	7.4	1531	-	-	-	-	-

收稿日期: 2008-10-07, 修回日期: 2008-11-17

基金项目: 广东省科技计划基金资助项目(编号: 0711031100011)

作者简介: 李东(1982-), 男, 云南省玉溪市人, 博士研究生, 主要从事生物质能和城市生活有机垃圾处理研究, E-mail: lidong@ms.giec.ac.cn; 袁振宏, 通讯联系人, E-mail: yuanzh@ms.giec.ac.cn.

表2 实验设计  
Table 2 Design of experiments

Kitchen waste/waste paper (wet basis)	Kitchen waste/waste paper (TS basis)	Kitchen waste/waste paper (VS basis)	Total material addition, VS (g)	pH adjustment acidification stage
60:0	100:0	100:0	32.48	6.5, 7.2, 7.9
60:4	85:15	83:17	29.36	6.5, 7.2, 7.9
60:13	65:35	62:38	26.24	6.5, 7.2, 7.9

置一组单独利用厨余垃圾的厌氧消化实验处理作为对照。pH 是厌氧消化的一个重要影响因素, 通常产甲烷的最佳 pH 值为 6.5~7.2, 但 Chugh 等<sup>[9]</sup>认为产甲烷阶段 pH 稳定在 7.2~8.2. 本研究酸化阶段调节 pH 为 6.5, 7.2 和 7.9. 实验设计见表 2.

### 2.3 实验条件和操作

实验装置见图 1. 500 mL 的血清瓶作为反应瓶, 气体采用排饱和食盐水法计量, 反应瓶放入恒温(35℃)水浴锅中. 按实验原料与接种剂质量比 10:1 的比例接种. 进料后补充蒸馏水调节进料总固体浓度为 80 g/L, 然后充入高纯 N<sub>2</sub> 排出反应器顶部的空气. 实验期间每天搅拌 2 次, 采用注射器添加 2 mol/L HCl 或 5 mol/L KOH 调节 pH 到设定值, 调节之前测定消化液中的 pH 及液相末端产物, 3 种原料比例的最后一次调节分别在第 13, 10 和 11 d 进行. 整个消化过程到无气体产出为止.

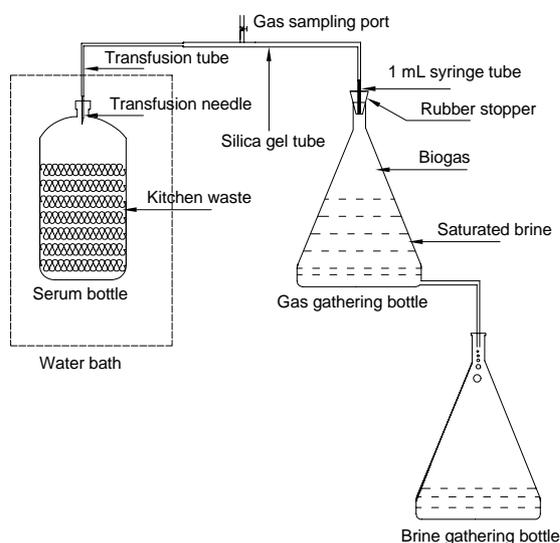


图1 实验装置示意图

Fig.1 Schematic diagram of experimental setup

### 2.4 分析方法

总固体(TS)和挥发性固体(VS)采用烘干法测定<sup>[10]</sup>, C, H, N 和 S 含量采用 Vario EL 元素分析仪测定, pH 采用雷磁 PHS-3C 型 pH 计测定, 氨氮由 FC-100 型台式氨氮测定仪测定. 液相末端产物采样后离心(6000 r/min, 0~4℃), 取上清液过滤(0.45 μm 过滤器)后采用 HP-6820 型气相色谱测定, DB-FFAP 色谱柱, 载气 He, 进样口

温度 250℃, 分流比 1:50, FID 检测器温度 300℃; 柱箱采用程序升温, 初始温度 40℃保持 5 min, 然后以 10℃/min 的速率升到 140℃, 保持 1 min, 再以 5℃/min 的速率升到 250℃, 随后保持 3 min. 生物气成分由 HP-6890 型气相色谱测定, TCD 检测器, 载气为 Ar, 进样口和检测器温度分别为 100 和 150℃, 柱箱采用程序升温, 初始温度 40℃保持 2 min, 然后以 10℃/min 的速率升到 80℃并保持 1 min.

## 3 结果与讨论

### 3.1 原料比例对厌氧消化稳定性的影响

原料比例厨余垃圾/废纸为 100:0 的厌氧消化, 整个过程的 pH 在 5.7~7.0 之间波动[见图 2(a)]. 3 组厌氧消化均未能形成稳定的产甲烷过程, 生物气的主要成分为 CO<sub>2</sub> 和少量 H<sub>2</sub>, 且于第 15 d 停止产气. 调节酸化阶段 pH 为 7.9 的厌氧消化中间产物(VFAs 和乙醇)浓度见表 3. 总挥发性脂肪酸(Volatile Fatty Acids, VFAs)和丙酸浓度于第 4 d 达到最高, 分别为 15528 和 2805 mg/L. 同时液相末端产物中伴有大量的乙醇生成, 这主要是因为, 在较低的 pH 或较高的 VFAs 浓度下, 为避免进一步酸化, 产酸微生物的代谢从产酸途径转化为产醇途径, 乙醇作为中性物质不会降低发酵液中的 pH.

对于原料比例 83:17 的厌氧消化, pH 经过酸化阶段(前 18 d)的骤降和逐渐上升后, 在产甲烷阶段稳定在 7.4~8.0[见图 2(b), 2(c)]. 调节酸化阶段 pH 为 7.9 的厌氧消化, 酸化阶段的总 VFAs 和丙酸浓度分别为 3000~7000 和 700~1000 mg/L, 在产甲烷阶段两者浓度分别稳定在 400~900 和 100~550 mg/L, 而且没有检测到乙醇生成(见表 3). 对于原料比例为 62:38 的厌氧消化, 调节酸化阶段 pH 为 7.9 的厌氧消化, 酸化阶段总 VFAs 与丙酸浓度分别为 1800~4600 和 400~700 mg/L; 产甲烷稳定后, 总 VFAs 为 500~1000 mg/L, 其中丙酸浓度为 100~300 mg/L, 同样没有乙醇生成, 液相 pH 稳定在 7.1~8.0[见图 2(b), 2(c)], 这与 Chugh 等<sup>[9]</sup>的研究结果相符. 由于在产甲烷阶段产酸作用与产甲烷作用已经达到平衡, 前者生成的 VFAs 能够及时地被后者消耗掉, 不会形成 VFAs 的累积, 而且 pH 处于偏碱性范围, 此时的产酸微生物代谢为产酸途径, 因此产甲烷阶段没有乙

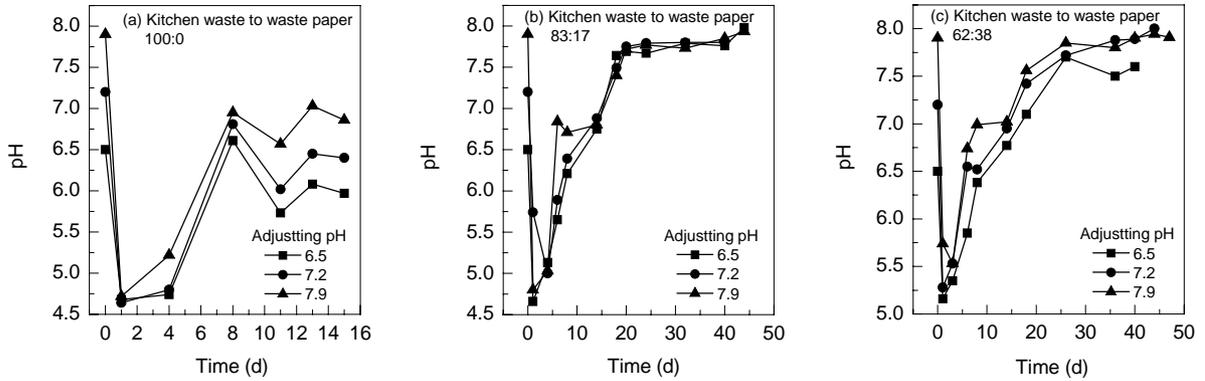


图 2 不同厨余垃圾和废纸比例厌氧消化 pH 变化曲线  
Fig.2 Profiles of pH for anaerobic co-digestion of kitchen waste and waste paper at different ratios

表 3 酸化阶段调节 pH=7.9 的不同厨余垃圾和废纸比例厌氧消化的 VFAs 和乙醇的浓度变化

Table 3 Variations of individual VFAs and ethanol in anaerobic co-digestion at various ratios of kitchen waste to waste paper with adjusting pH value at 7.9 in acidification stage

Kitchen waste/waste paper	Time (d)	VFAs (mg/L)	Acetate (mg/L)	Propionate (mg/L)	Butyrate <sup>1)</sup> (mg/L)	Valerate <sup>2)</sup> (mg/L)	Ethanol (mg/L)
100:0	0	8 190	2 710	1 682	3 707	91	1 680
	4	15 528	6 520	2 805	5 774	429	5 153
	8	12 304	4 497	2 712	4 586	509	3 283
	13	9 869	3 771	1 900	3 396	802	2 696
	15	8 375	3 426	1 018	3 055	876	2 080
83:17	0	3 435	1 354	750	1 268	63	612
	4	6 477	3 597	949	1 784	147	1 426
	8	3 507	511	898	1 804	294	514
	12	707	296	198	153	60	0
	14	455	252	125	48	30	0
	26	501	166	90	127	118	0
	37	640	193	178	170	99	0
44	520	151	135	179	55	0	
62:38	0	1 853	1 035	447	330	41	307
	3	4 545	1 800	581	1 978	186	775
	6	4 587	2 302	595	1 571	119	742
	8	4 340	1 683	667	1 844	146	0
	18	912	385	268	157	102	0
	26	660	281	185	125	69	0
	36	602	325	132	102	43	0
44	501	66	272	113	50	0	

Note: 1) Including *n*-butyrate and iso-butyrate; 2) Including *n*-valerate and iso-valerate.

醇产生。

### 3.2 原料比例和 pH 对厌氧消化性能的影响

由于严重的 VFAs 抑制, 原料比例为 100:0 的厌氧消化未能形成稳定的产甲烷过程; 原料比例为 83:17, 酸化阶段调节 pH 为 6.5, 7.2 和 7.9 三组厌氧消化的甲烷产率(以 VS 计)分别为 313, 346 和 360 mL/g, 产甲烷阶段的甲烷含量稳定在 70%~80%, 累积产甲烷曲线和甲烷含量变化曲线见图 3 和 4。以 1 g VS 相当于 1.1 g COD 计算<sup>[11]</sup>, COD 去除率分别为 86.3%, 93.2%和 95.2%(见表 4)。原料比例为 62:38, 产甲烷稳定后, 酸化阶段调节 pH 为 6.5 的甲烷含量为 60%~70%, 而调节 pH 为 7.2 和 7.9 的甲烷含量为 70%~80%, 三者的甲烷产率分别为

97, 247 和 279 mL/g, COD 去除率为 32.6%, 80.5%和 86.8%。

酸化阶段调节 pH 为 7.2 和 7.9 的厌氧消化的甲烷产率和 COD 去除率相差不多, 但高于 pH 为 6.5 的结果, 这说明控制酸化阶段 pH 偏碱性可以提高厌氧消化性能。

比较图 4 可以看出, 在水解酸化的前 6 d, 原料比例为 83:17 的 CH<sub>4</sub> 含量比 62:38 时的 CH<sub>4</sub> 含量高。这是由于有机底物在产酸过程中会产生大量的 CO<sub>2</sub>, 而厨余垃圾的水解产酸作用比废纸容易进行, 所以厨余垃圾比例较大的厌氧消化将产生更多 CO<sub>2</sub>, 导致生物气中甲烷含量较低。在本实验的前 6 d, 原料比例为 62:38 的 CO<sub>2</sub> 含量确实比 83:17 时的 CO<sub>2</sub> 含量高(实验数据未列出)。

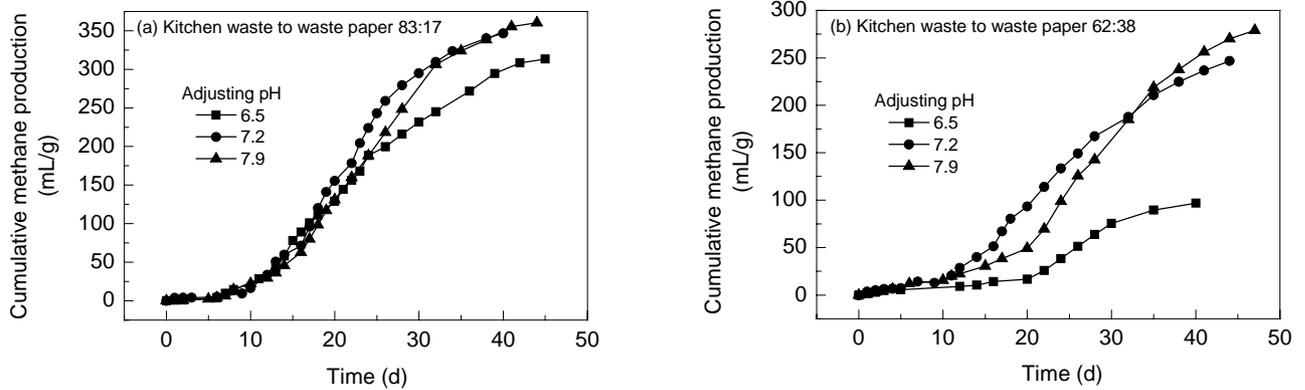


图3 不同厨余垃圾和废纸比例累积产甲烷曲线

Fig.3 Cumulative methane production in anaerobic co-digestion with different ratios of kitchen waste to waste paper

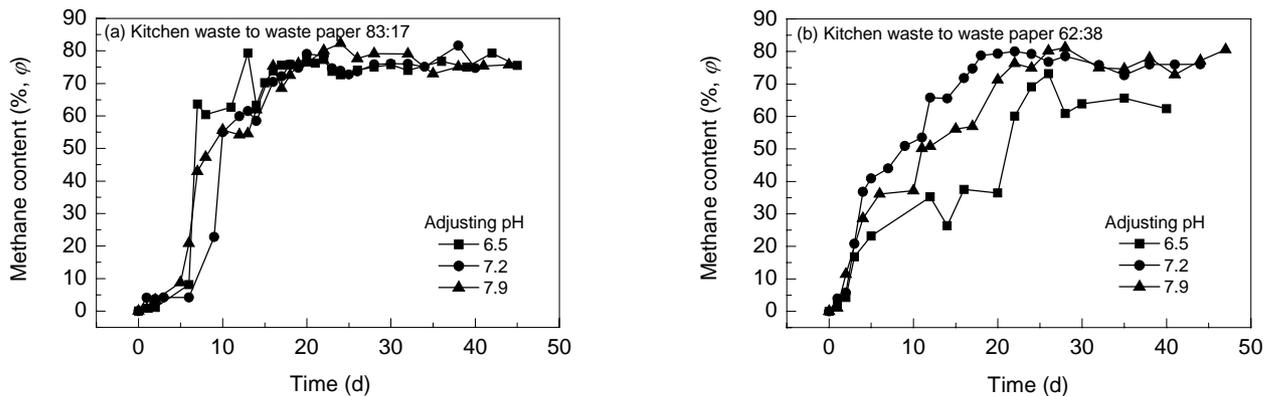


图4 不同厨余垃圾与废纸比例的甲烷含量变化曲线

Fig.4 Profiles of methane content in anaerobic co-digestion with different ratios of kitchen waste to waste paper

表4 厌氧消化的COD平衡

Table 4 COD balance for different anaerobic digestions

	Kitchen waste to waste paper 83:17			Kitchen waste to waste paper 62:38		
	pH=6.5	pH=7.2	pH=7.9	pH=6.5	pH=7.2	pH=7.9
Substrate addition (g COD)	32.30	32.30	32.30	28.86	28.86	28.86
	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Substrate removal (g COD)	27.87	30.10	30.74	9.4	23.23	25.06
	86.3%	93.2%	95.2%	32.6%	80.5%	86.8%
H <sub>2</sub> production (g COD)	0.69	0.75	0.86	0.80	0.94	0.55
	2.1%	2.3%	2.7%	2.8%	3.2%	1.9%
CH <sub>4</sub> production (g COD)	26.29	29.07	30.23	7.24	18.48	20.91
	81.4%	90.0%	93.6%	25.1%	64.0%	72.4%
VFAs production (g COD)	0.49	0.53	0.65	0.56	0.52	0.60
	1.5%	1.6%	2.0%	2.0%	1.8%	2.1%
Substrate residual (g COD)	4.43	2.20	1.6	19.46	5.63	3.8
	13.7%	6.8%	4.8%	67.4%	19.5%	13.2%

### 3.3 厨余垃圾和废纸联合厌氧消化机理

挥发性脂肪酸是有机质水解酸化的重要产物,同时也是产甲烷菌的主要底物. 温度<sup>[12]</sup>、接种物<sup>[13]</sup>、搅拌<sup>[14]</sup>及有机负载率<sup>[15]</sup>等均会影响微生物群落结构、代谢途径及代谢活性, 改变 VFAs 浓度和 pH, 最终影响消化稳定性, 因此 VFAs 和 pH 是厌氧消化的两个关键因素. 高浓

度的 VFAs 是产甲烷活性的主要抑制因子, Vieitez 等<sup>[16]</sup>指出, 总 VFAs 浓度超过 13000 mg/L 时厌氧消化就停止, 其中丙酸的抑制性最强, 它是许多细菌的中间代谢产物, 与丁酸和戊酸相比, 丙酸分解为乙酸的速度最慢, 产甲烷菌对其耐受浓度在 1000 mg/L 以下<sup>[17]</sup>.

淀粉质原料(大米和土豆)含量大于 50% 的厨余垃圾

的水解和酸化速度较快,在酸化阶段产生大量的 VFA,但产甲烷菌的生长速率较慢,产甲烷菌不能及时有效地将 VFAs 转化为甲烷,相对于酸化步骤,产甲烷是限速步骤.因此在本实验中,完全为厨余垃圾(原料比例为 100:0)的厌氧消化水解和酸化较容易进行,总 VFAs 和丙酸浓度远大于产甲烷菌所能接受的浓度,造成不可逆的挥发性脂肪酸抑制,即使调节 pH 至 7.9 也不能从根本上解除抑制.

对于主要由纤维素构成的废纸原料,纤维素酶水解是限速步骤<sup>[18]</sup>,可溶性底物(如葡萄糖)的生成量有限,限制了产纤维素酶细菌的生长,降低了溶液中纤维素酶的浓度.同时,较低的水解速率限制了酸化的进行,因此对于纤维类原料一般不会发生 VFAs 抑制.在本实验中,添加了废纸(厨余垃圾/废纸为 83:17 和 62:38)的厌氧消化,由于加入了难水解原料,降低了总原料的水解与酸化速率,整个厌氧消化过程的总 VFAs 和丙酸浓度均分别在 13000 和 1000 mg/L 以下,没有造成 VFAs 抑制.

在处理相同质量有机质原料的前提下,厨余垃圾和废纸联合厌氧消化不仅避免出现挥发性脂肪酸抑制,而且,厨余垃圾的快速水解为产纤维素酶微生物的生长提供了丰富的可溶性底物,微生物的大量生长能够分泌出更多的胞外纤维素酶.根据 South 等<sup>[19]</sup>提出的酶吸附动力学模型(ABK 模型),提高酶的浓度能够提高纤维素类原料的水解速率.因此,调节适当的原料比例,既可控制水解酸化阶段的 VFA 产量,避免酸抑制,又可缩短废纸原料的降解时间;同时,适当调节 pH 值即可保证产甲烷稳定性和提高消化性能.

## 4 结 论

单独采用厨余垃圾作为批式厌氧消化产甲烷的原料,会形成严重的挥发性脂肪酸抑制,不能实现稳定的产甲烷过程.厨余垃圾与废纸(包括造纸废液)联合厌氧消化能够避免挥发性脂肪酸抑制并提高消化性能.厨余垃圾/废纸为 83:17 时,酸化阶段 pH 为 6.5, 7.2 和 7.9 的 3 组厌氧消化甲烷产率(以挥发性固体计)分别为 313, 346 和 360 mL/g, COD 去除率为 86.3%, 93.2% 和 95.2%, 甲烷含量稳定在 70%~80%.厨余垃圾/废纸为 62:38 的 3 组厌氧消化甲烷产率分别为 97, 247 和 279 mL/g, COD 去除率为 32.6%, 80.5% 和 86.8%, 甲烷含量稳定在 60%~80%.

### 参考文献:

[1] Angelidaki I, Ellegaard L, Ahring B K. Applications of the Anaerobic Digestion Process [J]. *Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.*, 2003, 82: 1-33.

- [2] 马磊, 王德汉, 杨文杰, 等. 餐厨垃圾高温厌氧消化接种物的驯化研究 [J]. *农业工程学报*, 2007, 23(6): 203-207.
- [3] Ghanem III, Gu G W, Zhu J F. Leachate Production and Disposal of Kitchen Food Solid Waste by Dry Fermentation for Biogas Generation [J]. *Renewable Energy*, 2001, 23(3/4): 673-684.
- [4] 付胜涛, 于水利, 严晓菊, 等. 剩余活性污泥和厨余垃圾的混合中温厌氧消化 [J]. *环境科学*, 2006, 27(7): 1459-1463.
- [5] Clarkson W W, Xiao W. Bench-scale Anaerobic Bioconversion of Newsprint and Office Paper [J]. *Water Sci. Technol.*, 2000, 41(3): 93-100.
- [6] Yen H W, Brune D E. Anaerobic Co-digestion of Algal Sludge and Waste Paper to Produce Methane [J]. *Bioresour. Technol.*, 2007, 98(1): 130-134.
- [7] 吕凡, 何晶晶, 邵立明, 等. 易腐性有机垃圾的产生与处理技术途径比较 [J]. *环境污染治理技术与设备*, 2003, 4(8): 46-50.
- [8] 徐文龙, 卢云方, Walder Rudolf, 等. 城市生活垃圾管理与处理技术 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006. 70-71.
- [9] Chugh S, Chynoweth D P, Clarke W, et al. Degradation of Unsorted Municipal Solid Waste by Leached-bed Process [J]. *Bioresour. Technol.*, 1999, 69(2): 103-115.
- [10] 贺延龄. 废水的厌氧生物处理 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998. 536-537.
- [11] Han S K, Shin H S. Biohydrogen Production by Anaerobic Fermentation of Kitchen Waste [J]. *Int. J. Hydrogen Energy*, 2004, 29(6): 569-577.
- [12] 赵杰红, 张波, 蔡伟民. 温度对厨余垃圾两相厌氧消化中水解和酸化过程的影响 [J]. *环境科学*, 2006, 27(8): 1682-1686.
- [13] Forster C T, Perez M, Romero L I, et al. Dry-thermophilic Anaerobic Digestion of Organic Fraction of the Municipal Solid Waste: Focusing on the Inoculum Sources [J]. *Bioresour. Technol.*, 2007, 98(17): 3195-3203.
- [14] Kim M, Ahn Y H, Speece R E. Comparative Process Stability and Efficiency of Anaerobic Digestion: Mesophilic vs. Thermophilic [J]. *Water Res.*, 2002, 36(17): 4369-4385.
- [15] Bolzonella D, Innocenti L, Pavan P, et al. Semi-dry Thermophilic Anaerobic Digestion of the Organic Fraction of Municipal Solid Waste: Focusing on the Start-up Phase [J]. *Bioresour. Technol.*, 2003, 86(2): 123-129.
- [16] Vieitez E R, Ghosh S. Biogasification of Solid Waste by Two-phase Anaerobic Fermentation [J]. *Biomass Bioenergy*, 1999, 16(5): 299-309.
- [17] Hanaki K, Hirunmasuwan S, Matsuo T. Protection of Methanogenic Bacteria from Low pH and Toxic Materials by Immobilization Using Polyvinyl Alcohol [J]. *Water Res.*, 1994, 28(4): 877-885.
- [18] Lynd L R, Weimer P J, Van Zyl W H, et al. Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals and Biotechnology [J]. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 2002, 66(3): 506-577.
- [19] South C R, Hogsett D A L, Lynd D L R. Modeling Simultaneous Saccharification and Fermentation of Lignocellulose to Ethanol in Batch and Continuous Reactors [J]. *Enzyme Microb. Technol.*, 1995, 17: 797-803.

## Influences of Feedstock Proportion and pH Value on Anaerobic Co-digestion of Kitchen Waste and Waste Paper

LI Dong<sup>1,2</sup>, SUN Yong-ming<sup>1</sup>, YUAN Zhen-hong<sup>1</sup>, ZHANG Yu<sup>1,2</sup>, KONG Xiao-ying<sup>1</sup>, LI Lian-hua<sup>1</sup>

(1. Guangzhou Institute of Energy Conversion, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** Using kitchen waste and waste paper as anaerobic co-digestion material, the influences of feedstock proportion (ratio of kitchen waste to waste paper at 100:0, 83:17 and 62:38, calculated by volatile solid) and pH value adjustment (6.5, 7.2 and 7.9) in the acidification stage on anaerobic digestion stability and performance was investigated. Experimental results showed that the proportion of 100:0 can not realize stable methane production due to the inhibition of volatile fatty acids. For the proportion of 83:17, methane yields were 313, 346 and 360 mL/g VS for three digestions with adjusting pH value at 6.5, 7.2 and 7.9 in the acidification stage. Methane contents of three digestions were 70%~80%. COD reductions were 86.3%, 93.2% and 95.2%. For the proportion of 62:38, methane yields were 97, 247 and 279 mL/g VS respectively, methane contents were 70%~80% for pH adjustment at 7.2 and 7.9 (60%~70% for pH adjustment at 6.5), COD reductions were 32.6%, 80.5% and 86.8%. Compared with pure kitchen waste, the anaerobic co-digestion of kitchen waste and waste paper could avoid the inhibition of volatile fatty acids and improve good performance of digestions.

**Key words:** kitchen waste; waste paper; anaerobic co-digestion; digestion inhibition