

C/N 比对厌氧颗粒污泥生理生化影响

陈晨¹, 马邕文^{1,2*}, 万金泉^{1,2}, 黄明智^{1,3} (1.华南理工大学环境科学与工程学院, 广东 广州 510006; 2.华南理工大学制浆造纸工程国家重点实验室, 广东 广州 510006; 3.华南理工大学化学与化工学院, 广东 广州 510006)

摘要: 研究了进水的初始 C/N 对厌氧颗粒污泥发酵类型及产甲烷活性的影响。投加钼酸钠抑制产甲烷菌的一组实验主要研究产酸阶段 C/N 比对厌氧颗粒污泥的作用, 发现初始 C/N 为 12、56、156 时, 形成的是丁酸型发酵; 当初始 C/N 为 200 时, 可实现乙醇型发酵。不同的 C/N 比对产酸阶段微生物的胞外聚合物也有一定的影响。随着 C/N 比的减少, 胞外聚合物的总量、胞外多糖以及胞外蛋白质都呈现先增大后减少的趋势, C/N 比为 56 时达到最大值。未加钼酸钠的一组实验研究了 C/N 比对产甲烷活性的影响, 发现 C/N 比为 200 时有最高的 COD 去除率和产甲烷活性; 随着 C/N 比的减小胞外聚合物的总量先减少后增加, 厌氧颗粒污泥胞外聚合物在 C/N 比为 200 时总量达到最大值。在 C/N 比为 156 时胞外蛋白质达到最大值。通过红外光谱发现, C/N 比对厌氧颗粒污泥表面基团也有一定的影响, C/N 比为 200 时, 出现 1350~1260 cm⁻¹ 波段的峰。其他 3 种 C/N 比下无该波段的峰。

关键词: 厌氧颗粒污泥; C/N; 发酵类型; 产甲烷活性; 胞外聚合物

中图分类号: X703 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6923(2012)03-0478-07

Effects of C/N ratio on physiological biochemical characteristics of anaerobic granular sludge. CHEN Chen¹, MA Yong-wen^{1,2*}, WAN Jin-quan^{1,2}, HUANG Ming-zhi^{1,3} (1.College of Environmental Science and Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510006, China; 2.National Key Laboratory of Guangzhou of Pulp and Papermaking Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510006, China; 3.Chemistry and Chemical Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510006, China). *China Environmental Science*, 2012,32(3): 478-484

Abstract: Effects of initial influent carbon-nitrogen ratio on fermentative types and methanogenic activity of anaerobic granular sludge were studied using the group of experiment which adding molybdate to restrain the activity of methanogens to study the effect of C/N ratio on anaerobic granular sludge during the acidification period, when the initial C/N ratio was 12, 56, 156, the type of fermentation was butyric acid type fermentation and when the initial C/N ratio was 200, forming ethanol type fermentation. Different C/N ratio had influence on EPS of anaerobic granular sludge during acidification period. With the C/N ratio decreased, the total amount of EPS, extracellular polysaccharide and extracellular proteins had shown a decreasing trend after the first increase, reaching maximum when C/N ratio was 56. Using the group of experiment which did not add molybdate to study the effect of methanogenic activity of anaerobic granular sludge, it had the highest COD removal efficiency and methanogenic activity when C/N ratio was 200. With the C/N ratio decreased, the total amount of EPS had shown a increasing trend after the first decrease. The total amount of EPS reached maximum when C/N ratio was 200 and the extracellular proteins reached maximum when C/N ratio was 156. The analysis of functional group of surface of anaerobic granular sludge with Fourier transform infrared dspectrometry showed when C/N ratio was 200, there was 1350~1260 band peak. The other three C/N ratio had no 1350~1260 band peaks.

Key words: anaerobic granular sludge; C/N; fermentative types; methanogenic activity; extracellular polymeric substance (EPS)

上流式厌氧反应器处理废水以及资源化效果与厌氧颗粒污泥活性有直接的关系^[1-3]。我国厌氧处理工艺开发的水平和国外仍然存在一定的差距^[4-7]。

不同的培养条件对厌氧颗粒污泥的生理生

收稿日期: 2011-05-26

基金项目: 广东省节能减排重大专项(2008A080800003); 广东省自然科学基金(S2011040000389); 中央高校基本科研业务费专项资金资助(2011ZM0049)

* 责任作者, 教授, ppywma@scut.edu.cn

化特性有着显著的影响,而厌氧颗粒污泥的生理生化直接影响厌氧处理效果.厌氧反应器处理效果好主要体现在 2 个方面,一是反应器内无酸化现象,即无丙酸,丁酸等积累.二是反应器内厌氧颗粒污泥产甲烷活性高,出水 COD 低.产酸阶段包括不同的发酵类型——乙醇型发酵、丁酸型发酵、丙酸型发酵和混合酸型发酵^[8],由于乙醇相对于丙酸、丁酸最易转化成乙酸,有利于产甲烷菌生长,提高产甲烷活性,同时又是中性物质,能避免反应器酸化,因此乙醇型发酵是最佳的产酸发酵类型.研究表明,C/N 比可以影响发酵类型的改变^[16],且 C/N 比是比较容易控制的生态因子.因此本文研究通过控制进水初始 C/N 比的大小,来研究厌氧颗粒泥污在不同 C/N 下的生理生化变化,特别是产酸阶段发酵产物的种类和组分,从而找到最适 C/N 比,避免反应器酸化和提高产甲烷量,更大可能实现废水处理资源化.

1 材料与方法

1.1 实验装置与运行方法

取 8 支 250mL 的厌氧反应瓶(带塞的锥形瓶),每只厌氧反应瓶中投加 100mL IC 厌氧反应器(稳定运行)内的厌氧颗粒污泥做间歇实验,8 支厌氧反应瓶分为 2 组,每组 4 个,每组进水除了 C/N 比不同,其他的主要元素,如钾,磷等,以及微量元素均相同.其中一组,4 个厌氧反应瓶内加入以上元素外,进水另外投加钼酸钠溶液,使厌氧反应瓶内钼酸钠浓度为 2mmol/L,用于抑制产甲烷菌^[9],观察水解产酸菌在不同 C/N 比下的生理生化特性,称 I 组,未加钼酸钠溶液的一组则用于不同进水 C/N 比下产甲烷活性的研究,称 II 组.8 支厌氧反应瓶均密封后置于 30℃恒温摇床中进行实验,实验运行方式:瞬间进水-反应(8h)-出水(在厌氧操作箱里人工倒出)-静置,这 4 个进程共用 24h.

1.2 进水水质

I 组和 II 组进水按表 1 进行配制,8 只厌氧反应瓶进水 130mL,主要元素在 120mL 水中配制成表 1 中的浓度,微量元素每组加入 10mL.不同的 C/N 比通过葡萄糖和氯化铵配制,保持 120mL 水中加入 0.3g 葡萄糖(COD 约为 2500mg/L),分别

称取氯化铵 0.038、0.008、0.003、0.002g 配制 C/N 质量比为 12、56、156、200.

表 1 人工进水成份
Table 1 Characteristics of synthetic influent

主要元素浓度(mg/L)		微量元素母液浓度(g/L)	
KH ₂ PO ₄	45	FeSO ₄ ·7H ₂ O	1.12
NH ₄ Cl	60	MnCl ₂ ·4H ₂ O	0.20
CaCl ₂	4	NiCl ₂ ·6H ₂ O	0.02
MgSO ₄	8	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	3.60
NaHCO ₃	2000	CoCl ₂ ·6H ₂ O	0.80
酵母膏	80	ZnCl ₂	0.02
钼酸钠	0.437	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.018
		H ₃ BO ₃	0.02
		乙二胺四乙酸	0.40

1.3 分析方法

COD 采用 COD 消解仪(型号 XJ-III,厂家西化仪(北京)科技有限公司)测定;胞外聚合物采用稀硫酸法提取^[10],分别采用苯酚-硫酸法和考马斯亮蓝法测定胞外聚合物中多糖和蛋白质^[11];SS 和 VSS 采用重量法测定;pH 值采用 pH 计测定(型号 PHS-3C,厂家深圳市卡迪亚科技有限公司);污泥的最大比产甲烷活性表示厌氧颗粒污泥活性,采用排水法测定;VFA 的组分与种类采用采用安捷伦 Angilent 6 890N 气相色谱仪测定^[12-13],样品 15000r/min 离心 10min,上清液甲酸酸化至 pH<2,取上清液微滤,进样分析,色谱柱 DB2WAX,FID 检测器,进样口温度 200℃,检测器 250℃,柱温初始温度 60℃保持 2min,程序升温 10℃/min,升温至 180℃保持 2min;颗粒污泥表面特征采用扫描电镜分析^[14-15],扫描电镜样品制备方法:厌氧颗粒污泥,用 2.5%磷酸缓冲戊二醛固定液在 4℃黑暗中固定 24h,然后用 30%、50%、70%、80%、90%和 100%乙醇依次脱水 10min 后自然干燥、镀金观察;颗粒污泥表面基团采用 NEXUS 670 型傅立叶变换红外光谱仪分析.

2 结果与讨论

2.1 I 组 C/N 比对厌氧颗粒污泥的影响

2.1.1 I 组不同 C/N 比下出水 COD 的变化情况 由图 1 可以看出,加入钼酸钠抑制剂的厌氧

反应瓶内的 COD 去除率比较低,厌氧反应瓶运行 20d,在第 8d 达到稳定,稳定后,C/N 比为 200,156,56,12 时 COD 去除率分别为为 19%~27%,25%~34%,24%~29%,23%~28%.

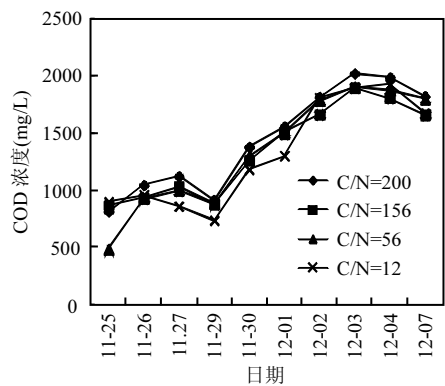


图 1 I 组不同 C/N 比与 COD 去除的关系
Fig.1 The relationship between different C/N ratio and removal of influent COD in I group

表 2 I 组不同 C/N 比下产酸阶段 VFA 的变化情况(%)
Table 2 The changes of the volatile fatty acid during acidification period under different of C/N ratio in I group (%)

C/N	乙醇	乙酸	丙酸	正丁酸	异丁酸	正戊酸	异戊酸
200	19	80	n.d.	n.d.	1	n.d.	n.d.
156	n.d.	74	n.d.	16	8	n.d.	2
56	n.d.	72	n.d.	18	4	6	n.d.
12	n.d.	76	n.d.	19	n.d.	n.d.	5

注:n.d.表示未检出

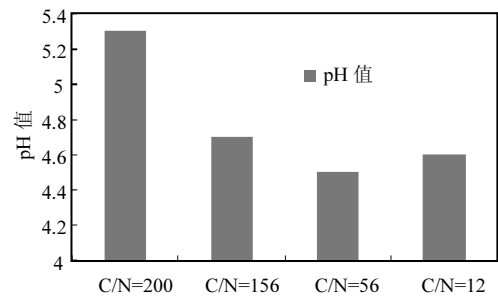


图 2 I 组不同 C/N 比与厌氧瓶内 pH 值的关系
Fig.2 The relationship of different C/N ratio and pH of anaerobic bottle in I group

2.1.2 I 组不同 C/N 比下产酸发酵类型变化 由表 2 可以看出,C/N 比为 200 时主要发酵

产物为乙醇和乙酸,形成乙醇型发酵.C/N 比为 156,56,12 时主要产物为丁酸和乙酸,形成丁酸型发酵.图 2 可以看出,厌氧瓶内的 pH 值(运行稳定后瓶内 pH 值的平均值)随着 C/N 比的升高,呈现出先降低后增高的趋势.C/N 比为 200,156,56,12 瓶内的 pH 值分别为 5.3、4.7、4.5、4.6.

2.1.3 I 组不同 C/N 比对产酸微生物表面特征及 EPS 的影响

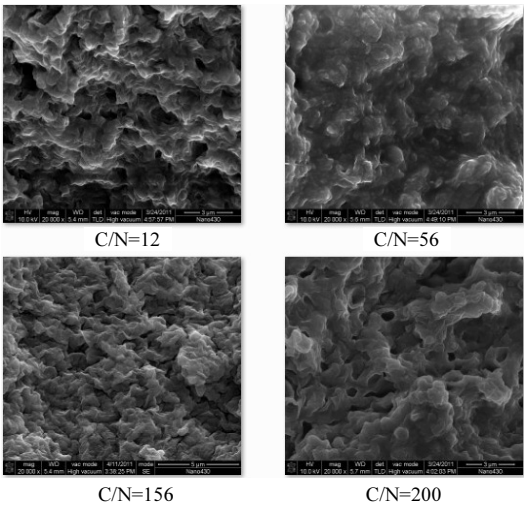


图 3 I 组不同 C/N 比下厌氧颗粒污泥表面特征
Fig.3 The surface features of anaerobic granular sludge under the different C/N ratio in I group

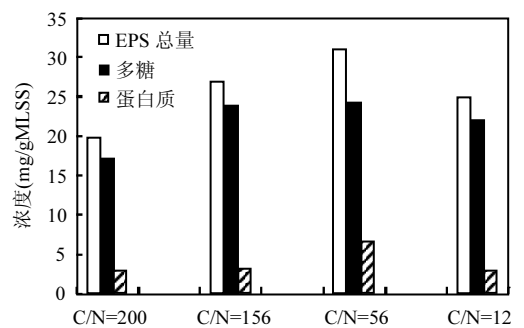


图 4 I 组不同 C/N 与颗粒污泥 EPS 的关系
Fig.4 The relationship between different C/N ratio and EPS of anaerobic granular sludge in I group

C/N 比为 200,156,56,12 时胞外聚合物中多糖含量分别 17.23,23.98,31.09,25.12mg/gMLSS,蛋白质含量分别为 2.77,3.02,6.57,2.92mg/gMLSS.图 3 说明,不同 C/N 比情况下,产酸阶段厌

氧颗粒污泥有明显的表面特征变化.C/N 比为 56 时表面紧实,通道与孔隙少.C/N 比为 200,156,12 时较疏松.由图 4 可以看出,随着 C/N 比的降低,胞外聚合物的总量,多糖含量,蛋白质含量呈现先增加后减少的趋势,C/N 比为 56 时,胞外聚合物的总量、多糖、蛋白质都达到最大值.

2.2 II 组 C/N 比对厌氧颗粒污泥的影响

2.2.1 C/N 比对厌氧颗粒污泥去除 COD 的影响 由图 5 可以看出,II 组厌氧反应瓶运行 20d,第 10d 达到稳定,C/N 比为 200,156,56,12 时的 COD 去除率分别为 87%~92%,80%~85%,79%~82%,82%~88%,产甲烷活性分别为 523.99,274.1,250.78,320.73 gCODCH₄/(g VSS·d),C/N 比为 200 时有最高的产甲烷活性.

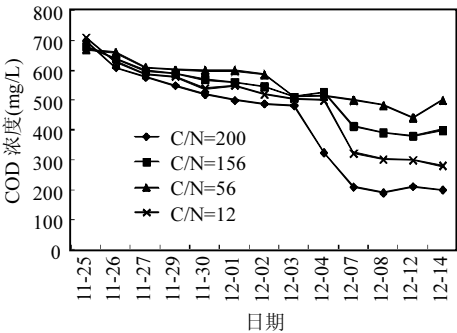


图 5 II 组不同 C/N 比与去除 COD 的关系

Fig.5 The relationship between different C/N ratio and removal of influent COD in II group

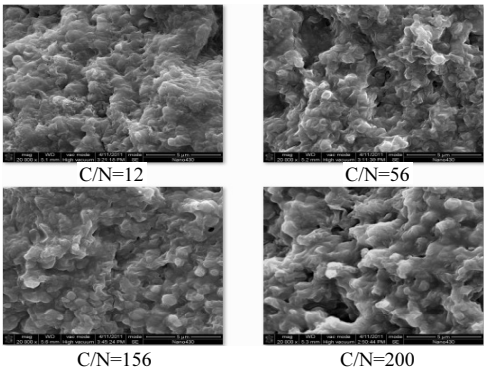


图 6 II 组不同 C/N 表下厌氧颗粒污泥表面特征

Fig.6 The surface features of anaerobic granular sludge under the different C/N ratio in II group

2.2.2 C/N 比对微生物表面特征及 EPS 的影响 从图 6 可以看出,C/N 比为 156 时厌氧颗粒

污泥最紧实.C/N 比为 200,56,12 时较疏松.

由图 7 可以看出,II 组胞外聚合物总量,随首 C/N 比的降低先减少后增加,C/N 比为 200 时胞外聚合物总量达到最大值,C/N 为 156 时厌氧粒污泥的胞外聚合物中蛋白质的含量最高.C/N 比为 200,156,56,12 胞外多糖含量分别为 38.30,29.09,25.44,28.20mg/gMLSS,蛋白质分别为 4.01,9.12,4.56,5.79mg/gMLSS.

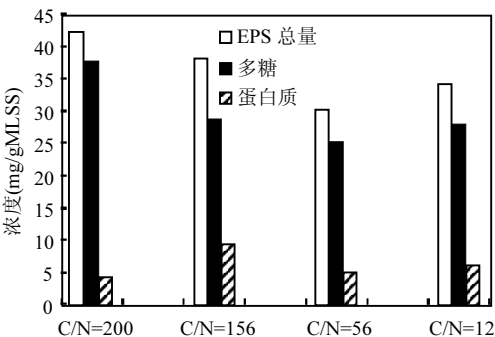


图 7 II 组不同 C/N 与颗粒污泥 EPS 的关系

Fig.7 The relationship between different C/N ratio and EPS of anaerobic granular sludge in II group

2.2.3 C/N 比对厌氧颗粒污泥表面基团的影响 图 8 显示,不同 C/N 比下 1350~1260cm⁻¹波段发生了变化,在 C/N 比为 200 时出现了 1350~1260cm⁻¹波段的峰,该波段是醇的特征峰.而其他 3 种 C/N 比下无此波段的特征峰.不同 C/N 比下,1350~1260cm⁻¹波段外,其他波段峰基本相同^[20].

表 3 IR 观察到的主要基团

Table 3 Main functional groups observed in IR spectra

波数(cm ⁻¹)	振动类型	基团类型
3000~4000	OH 伸缩振动	EPS 中的 OH
2 926±10	CH ₂ 不对称收缩振动	
1720	C=O 伸缩振动	羧酸
1630~1680	C=O 伸缩振动	酰胺 I (蛋白质肽键)
1580~1630	C—H 伸缩振动	酰胺 II (蛋白质肽键)
	N—H 弯曲振动	
1400	C=O 伸缩振动	羧基
1350~1260	OH 伸缩振动	醇和酚
1240	C=O 弯曲振动	羧酸
	OH 伸缩振动	酚
1230	C=O 弯曲振动	羧酸
	OH 伸缩振动	酚
1030~1050	C—O—C 伸缩振动	多聚糖
950~1120	CH 面内弯曲振动	苯环
<1000	指纹区	含硫、磷基团

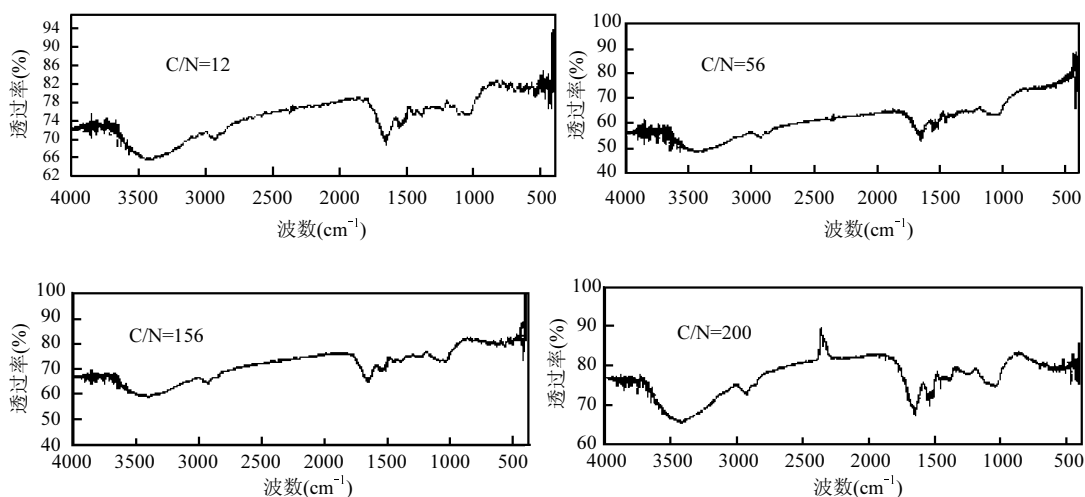


图8 不同 C/N 比下颗粒污泥表面基团红外分析结果

Fig.8 FTIR spectra of functional group of surface of anaerobic granular sludge at various phenol concentration

3 讨论

3.1 C/N 比对 I 组厌氧颗粒污泥的影响

3.1.1 C/N 比对厌氧颗粒污泥的影响 I 组投加了钼酸钠,对产甲烷菌有抑制作用,该阶段主要优势种群是产酸菌,在这个过程中,由于底物氧化不彻底,葡萄糖被降解为醇类以及有机酸,大部分能量依然留在发酵产物中,故产能效率低并且 COD 去除率也较低.基本无甲烷气体产生.C/N 比为 200 时去除率最低,这是因为,一方面氮源的不足对产酸细菌的生长产生了一定影响,从进水中获取有机物的量减少导致 COD 去除率低,另一方面低氮的情况下,厌氧微生物细胞合成代谢处于低水平,因此对有机物的降解也处于低水平导致 COD 去除率低.随着 C/N 比的降低,COD 去除率有所升高,C/N 比为 156 时达到最高,之后又有所下降,可能是较高的氨氮含量对微生物有一定的抑制作用.

3.1.2 不同 C/N 比下产酸发酵类型变化 C/N 比为 200 时,形成乙醇型发酵,这与任南琪^[13]的研究一致,而乙醇型发酵过程中由于物质和能量转化高度平衡,实现乙醇型发酵需要细胞合成代谢处于低水平,当进水含氮量很低时,恰好使厌氧微生物的细胞代谢处于较低的水平,有利于实现乙醇

型发酵.过剩的 N 源物质进一步促进了微生物细胞的合成代谢,而丁酸型发酵过程中产生过多的 NADH(还原型辅酶 I),使得合成代谢水平处于较高的水平.因此当氮素含量提高时,发酵类型转化成丁酸型,这也是微生物种群维持“内平衡”的适应性结果.乙醇型发酵产物之一是乙醇,为中性,所以反应瓶内的 pH 值较其他 3 种 C/N 比时高一些.

3.1.3 不同 C/N 比对产酸微生物表面特征及 EPS 的影响 不同的进水 C/N 比,即不同的基质会影响微生物胞外聚合物的含量,C/N 比为 56 时有最高的胞外聚合物含量,胞外聚合物的来源有 4 种^[17]:细胞的分泌物、脱落的细胞表面物质、细胞自溶物以及从环境中吸附的物质.本实验中,实验进水水质相似,所以从环境中吸附的物质不是 EPS 变化的主要原因.C/N 比为 200 时由于微生物代谢水平低,所以细胞分泌物少,形成胞外聚合物也是最低的,在实验过程中发现 C/N 比为 200 的污泥解体程度最大,这又加速了胞外聚合物溶解在水中而导致厌氧颗粒污泥胞外聚合物含量最低.C/N 比为 156,56,12 时细胞代谢水平高,因此胞外聚合物含量比 C/N 比为 200 时的高,由于细胞分泌物质较多以及最适投加铵量的协同结果导致 C/N 比为 56 时外聚合物含量最高,C/N 比为 56 时胞外聚合物中的蛋白质含量也是最高,

因此疏水性能好,所以沉降性和絮凝性好.且在实验中 C/N 比为 56 的污泥沉降效果最好,从扫描电镜也可以看出污泥表面紧实.

3.2 C/N 比对 II 组厌氧颗粒污泥的影响

3.2.1 C/N 比对厌氧颗粒污泥去除 COD 的影响 C/N 比为 200 时 COD 去除率最高,这是由 2 方面因素造成的,一方面 C/N 比为 200 时产酸阶段为乙醇型发酵,该类型产物相对丙酸,丁酸容易转化为乙酸,甲烷菌只能利用一碳化合物和乙酸,因此乙醇型发酵能够促进产甲烷菌产甲烷,从而提高 COD 去除率.另一方面该类型发酵产物无转化为丙酸的可能性,不易造成丙酸积累,乙醇属于又中性物质,因此反应器不会造成酸化现象,可为产甲烷菌提供有利的生长环境,因此具有最高的 COD 去除率和产甲烷活性.

其他 3 种 C/N 比下形成丁酸型发酵,COD 去除率较低,但是 C/N 比为 12 时产乙酸量相对于 C/N 比为 156 和 56 时高,因此相对有较高的 COD 去除率和产甲烷活性.

3.2.2 C/N 比对厌氧颗粒污泥表面特征以及 EPS 的影响 此时胞外聚合物含量最高,主要是多糖含量高,这与产酸阶段不同,可能由于 C/N 比 200 时为产甲烷菌提供了较好的生存环境,产甲烷菌生长最好,产生的细胞分泌物多糖也最多.但仍然可以看出 C/N 比为 200 时,胞外聚合物中蛋白质含量最低,这是当水中无氨基酸时,可以通过糖类物质的代谢中间产物和吸收溶液中的铵来合成氨基酸,形成胞外聚合物中的蛋白质,C/N 比为 200 时水中铵的含量较少,因此胞外聚合物中蛋白质的含量较少,所以 C/N 比为 200 时扫描电镜显示出厌氧颗粒表面疏松.C/N 比为 56 时有胞外聚合物的含量最低,是由于产甲烷菌活性最差导致的.C/N 比为 156 时胞外聚合物中蛋白质含量最高,因为此时氮素的含量最有利于细胞合成分泌蛋白质.此时厌氧颗粒污泥表面最紧实,这是由于胞外蛋白质含量高,疏水性好导致^[18-19].

3.2.3 不同 C/N 比下厌氧颗粒污泥表面基团的变化情况 C/N 比为 200 时出现了 1350~1260 波段的峰,而其他 3 种 C/N 比在此波段无峰,此波

段的峰是醇的特征峰,这是由于 C/N 比为 200 时产乙醇导致的.由于培养条件基本相同,其他波数段厌氧颗粒污泥含有的基团大致相同.

将 C/N 比做为可控生态因子,通过对厌氧颗粒污泥生理生化的影响的研究,用来进一步提高厌氧反应器处理效果是简单可行的.

4 结论

4.1 初始 C/N 在 200 时,可实现乙醇型发酵,能有效避免反应器酸化,提高产甲烷率和出水 COD 去除率.

4.2 不同的 C/N 比对微生物的胞外聚合物也有一定的影响,表现在胞外多糖和蛋白质的含量不同,从而颗粒污泥表面特征发生变化,并且也对污泥的沉降性有一定的影响.对不同的 C/N 比培养的厌氧颗粒污泥进行扫描电镜观察,微生物群落表面特征不同,主要表现在紧实度不同.

4.3 通过红外光谱发现,C/N 比对厌氧颗粒污泥表面基团也有一定的影响,C/N 比为 200 时,出现 1350~1260cm⁻¹ 波段的峰,该波段为醇的特征峰.

参考文献:

- [1] 仲海涛,胡勇有,张宪宁,等.颗粒污泥技术在污水处理中的应用研究进展 [J]. 江苏环境科技, 2006,19(4):35-38.
- [2] Nicoletta J C, van Loosdrecht M C M, Heijnen J J. Wastewater treatment with particulate biofilm reactors [J]. Biotechnology, 2000,80:2-32.
- [3] 赵一章,张 辉.高活性厌氧颗粒污泥微生物特性和形成机理的研究 [J]. 微生物学报, 1994,34(1):45-54.
- [4] Speece R E. 工业废水的厌氧生物技术 [M]. 北京:建筑工业出版社, 2001.
- [5] 吴 平,吴慧芳.废水厌氧处理工艺的发展 [J]. 工业安全与环保, 2006,32(9):23-24.
- [6] 王凯军.厌氧工艺的发展和新型厌氧反应器 [J]. 环境科学, 1998,19(1):96-97.
- [7] 周莉莉,季 民.IC 反应器处理制药废水的颗粒污泥驯化和快速启动 [J]. 中国环境科学, 2010,30(6):760-762.
- [8] 李白昆,吕炳南,任南琪,等.产酸相乙醇型发酵的影响因素研究 [J]. 哈尔滨建筑大学学报, 1996,29(5):44-46.
- [9] 谭钦文,徐中慧.钼酸盐在两相厌氧反应器分相中的应用研究 [J]. 工业水处理, 2010,30(3):22-24
- [10] 刘志杰,谢 华,俞毓馨,陆正禹.厌氧污泥胞外多聚物的提取、测定法选择 [J]. 环境科学, 1993,15(4):26-27.

- [11] 宁正祥.食品成分分析手册 [M]. 北京:中国轻工业出版社, 1998.
- [12] Wang Q H, Kun Inobu M, Ogawa H I, et al. Degradation of volatile fatty acids in highly efficient anaerobic digestion [J]. Biomass and Bioenergy, 1999(16):408-415.
- [13] Tsuyoshi I, Masao U, Jun L. Advanced start up of UASB reactors by adding of water absorbing polymer [J]. Water Sci. Technol., 1997,36:399-406.
- [14] 成雯.厌氧颗粒污泥对水中染料的吸附和去除研究 [D]. 济南:山东大学, 2009.
- [15] 郑蕾,田禹,孙德. pH 值对活性污泥胞外聚合物分子结构和表面特征影响研究 [J]. 环境科学, 2007,28(7):1508-1509.
- [16] 王勇,孙寓姣,任南琪,李建政. C/N 对细菌产氢发酵类型及产氢能力的影响 [J]. 太阳能学报, 2004,25(3):375-377.
- [17] 关伟,肖蕾,周晓铁,丁春. 污泥中胞外聚合物(EPS)的研究进展 [J]. 化学工程师, 2009,165(6):36-38.
- [18] 林志福,伍健东,周兴求,牛晓君. 厌氧颗粒污泥胞外聚合物的影响因素研究 [J]. 环境工程学报, 2009,3(7):1311-1315.
- [19] 包常华. 污水生物处理过程中胞外聚合物的生成与控制 [D]. 济南:山东建筑大学, 2007.
- [20] Sanin L S, Sanin F D, Bryers J D. Effect of starvation on the adhesive properties of xenobiotic degrading bacteria [J]. Process Biochemistry, 2003,38(6):909-914.
- 作者简介:** 陈晨(1988-),女,安徽六安人,华南理工大学硕士研究生,主要从事水污染控制的研究.发表论文 1 篇.

温家宝主持召开国务院常务会议

同意发布新修订的《环境空气质量标准》部署加强大气污染防治重点工作

国务院总理温家宝 2012 年 2 月 29 日主持召开国务院常务会议,同意发布新修订的《环境空气质量标准》,部署加强大气污染防治重点工作。

为使环境空气质量评价结果更加符合实际状况,更加接近人民群众切身感受,会议同意发布新修订的《环境空气质量标准》.新标准增加了细颗粒物(PM_{2.5})和臭氧(O₃)8h 浓度限值监测指标.会议要求 2012 年在京津冀、长三角、珠三角等重点区域以及直辖市和省会城市开展细颗粒物与臭氧等项目监测,2013 年在 113 个环境保护重点城市和环境保护模范城市开展监测,2015 年覆盖所有地级以上城市。

会议指出,党中央、国务院高度重视大气污染防治工作。“十一五”以来,全国大气环境质量基本稳定,部分城市空气质量有所好转,大气中二氧化硫(SO₂)和可吸入颗粒物(PM₁₀)等持续下降.但同时要看到,当前我国污染物排放总量依然较大,区域性大气污染问题仍很突出,大气环境形势严峻.要以更大的决心、更高的标准、更有力的措施,切实加强大气污染防治,推动空气质量持续改善.一要加快淘汰电力、钢铁、建材、有色、石化、化工等行业的落后产能.在大气污染联防联控重点区域积极推进使用清洁能源.对城区重污染企业实施搬迁和节能环保技术改造,优化工业布局.二要提高环境准入门槛.在重点区域实施更加严格的大气污染物排放特别限值,禁止新建、扩建除热电联产以外的燃煤电厂、钢铁厂、水泥厂.严把新建项目准入关,严格环境执法监管.充分发挥市场机制作用,大力发展环保产业.三要深化污染减排.推进电力行业和钢铁、石化等非电行业二氧化硫减排治理.加快燃煤机组脱硝设施建设,加强水泥行业氮氧化物治理.四要突出抓好机动车污染防治.提高车用燃油品质与机动车排放标准.到 2015 年,基本淘汰 2005 年以前注册运营的“黄标车”.五要加强协同防控.在京津冀、长三角、珠三角等重点区域,实施大气污染联防联控.建立极端气象条件下大气污染预警体系。

会议强调,我国是发展中大国,正处于工业化、城镇化快速发展时期,保护环境、改善空气质量,需要全社会长期不懈的共同努力.要加强环境法制建设,加强科学宣传和教育引导,增强公众环保意识,落实机关企事业单位、社会组织和公民的环保责任,大力倡导和践行绿色环保的生产生活方式。

会议听取了北京市 2012~2020 年大气污染治理措施的汇报。

摘自《中国环境报》

2012-03-01