

随着研究的深入,美国在《消毒剂与消毒副产物法》中对饮用水总卤乙酸的限量值要求越来越严格,并将 DCA 的最大污染水平目标值(MCLG)定为 0。然而,在中国现行的《生活饮用水卫生标准》(GB5749-85)中,还没有卤乙酸类的含量标准。鉴于 DCA 的致癌性和本研究中显示的遗传毒理学作用,为保障饮水安全,加强相关研究、严格限制饮用水中 DCA 的含量很有必要。

DCA 和 TCA 在啮齿动物长期致癌试验中,均可致小鼠肝癌,但在大鼠只有 DCA 才表现出致癌性,未检测到 TCA 的致癌性。在本试验中,也只检测到 DCA 对大鼠肝细胞 *p53* 基因有损伤作用,未检测到 TCA 的损伤作用。表明应用 RDPCR 技术检测氯乙酸类消毒副产物对靶组织 *p53* 基因的损伤效应得到的结果与大鼠长期致癌试验结果有很好的 consistency。

4 参考文献

1 张晓健,李爽. 消毒副产物总致癌风险的首要指标参数——卤乙

酸. 给水排水, 2000, 26(8): 1-6

2 IARC. Dry cleaning, some chlorinated solvents and other industrial chemicals. Lyon: International Agency for Research on Cancer, 1995

3 杨媛,衡正昌. 二氯乙酸对小鼠肝细胞 DNA 损伤效应研究. 现代预防医学, 2004, 31(3): 324-325

4 熊开容,张治位,衡正昌. 应用依赖随机化末端连接物聚合酶链反应技术研究重铬酸钾对大鼠肺 *p53* 基因 DNA 损伤. 卫生研究, 2003, 32(3): 189-191

5 Zhang Zhi-wei, Heng Zheng-chang. Randomized terminal-dependent PCR: a versatile and sensitive method for detection of DNA damage. Biomedical Environ Sci, 2002, 15(3): 10-15

6 饶朝龙,衡正昌. 重铬酸钾致 N-ras 基因 DNA 损伤作用研究. 卫生研究, 2005, 34(3): 297-299

7 Hollstein M, Shomer B, Greenblatt M, et al. Somatic point mutations in P53 gene of human tumors and cell lines: updated compilation. Nucl Acids Res, 1996, 24: 141-146

8 袁晶,戴文涛,李晓燕,等. 饮水有机致突变物染毒病理学变化与 *p53* 突变. 中国肿瘤, 2000, 9(4): 188-190

(2005-12-28 收稿)

文章编号: 1000-8020(2006)06-0685-02

·调查报告·

有机垃圾厌氧消化处理卫生学效果评价

祝学礼 屈志云¹ 李霞 杨毅¹ 余昆鹏¹ 罗添 樊荣涛 徐海云 徐文龙¹

中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所, 北京 100050

随着城市化规模不断扩大,人口剧增,中国年产垃圾已高达 1.5 亿吨,每年还要以 10% 的速度递增,全国城乡都面临着垃圾污染环境,特别是有机垃圾是蚊蝇和鼠害孳生场所,传播疾病、危害健康,同时也严重影响市容生活环境。垃圾处理方式主要采用卫生填埋、高温堆肥、焚烧、厌氧消化 4 种处理方式,每种方式处理都有利弊。而城市生活垃圾厌氧发酵生物处理尚处于试验阶段,未能得到广泛应用。本研究目的探讨利用生物厌氧发酵技术加速有机垃圾分解,提供清洁能源和优质有机肥料,以推动废弃物资源化、减量化和无害化,改善生活环境质量^[1]。

1 材料与方法

1.1 实验室模拟试验

收集厨房残渣剩饭有机垃圾,以活性污泥为接种物,混匀后,投入 70L 体积厌氧发酵罐内,厌氧发酵罐具有自动控温(35 ± 1)、搅拌、检测 CO₂、pH、CH₄ 浓度等功能。进行 30 天厌氧消化处理,获取试验参数和经验后再进行现场试验。

1.2 现场试验

收集社区生活垃圾,进行人工分拣剔除废铁、玻璃、塑料制品等杂物后,进行机械粉碎,用回流液稀释搅拌成浆状,注入 100m³ (有效容积 75m³) 厌氧发酵罐内,每天注入 5m³,固液比(以干重计)含 5% 左右的有机垃圾,用蒸汽加热发酵罐内

温度维持在 55 左右,以原发酵罐内的鸡粪为接种物,连续 15 天为一个周期,用有机垃圾置换出原有的鸡粪原料,所产生的沼气经脱水、脱硫后进入储气罐,经管网系统输送入户作为生活能源,通过 4 个月连续运转试验,取得一些试验结果。

1.3 微生物学评价指标

采用粪大肠菌值、细菌总数、酵母菌值作为垃圾厌氧消化处理卫生学效果的评价指标。

1.4 理化评价指标

采用温度、pH 值、甲烷浓度和产气量等作为评价指标。

1.5 微生物检测方法

1.5.1 粪大肠菌监测方法 按《粪便无害化卫生标准》(GB7959-87)中堆肥、粪稀中粪大肠菌群检测方法进行。

1.5.2 细菌总数和酵母菌测定方法 按《水和废水监测分析》一书中的水中细菌总数的测定方法进行。

2 结果与讨论

2.1 现场有机垃圾厌氧消化处理试验结果

2.1.1 细菌总数、酵母菌去除率见附表 虽然没有列入细菌总数和酵母菌值的卫生标准。但本研究仍进行了细菌总数、酵母菌值检测,其检测结果作为卫生学效果评价的参考依据。根据实验室模拟试验检测结果,活性污泥细菌总数含量高达 10⁷ 以上,经过厌氧消化处理后,细菌总数明显降低,粪大肠菌和酵母菌能已达到未检出良好的灭活效果。一般情况下,微生物普遍存在自然环境中,除非经过高温消毒等措施,粪大肠菌、细菌和酵母菌才能被完全灭活。但试验室内模拟试验出现了这一结果,可能是在实验室模拟试验中,采用了厨房垃

基金项目: 科技部社会公益研究项目 (No. 2000DB30116)

作者简介: 祝学礼,男,研究员

1 中国城市建设研究院

圾(主要是剩饭剩菜酸性食物)作为材料进行生物厌氧发酵处理,有机物分解产生大量的有机酸,在酸性状态下,粪大肠菌、酵母菌被灭活所致。

同时根据现场试验检测结果也表明,有机垃圾经过高温厌氧发酵生物处理后,出口消化液中细菌总数也能降低两个数量级以上,酵母菌未检出良好的除菌效果。由此可见,有机垃圾厌氧消化处理完全能达到了无害化的要求。

附表 现场试验微生物指标检验结果 cfu/ml					
进口样品			出口样品		
粪大肠菌值(×10 ⁴)	细菌总数	酵母菌值	粪大肠菌值(×10 ⁴)	细菌总数	酵母菌值
≥1.6	1.4 ×10 ⁴	3.0 ×10 ³	≤16	1.1 ×10 ³	未检出
≥1.6	1.1 ×10 ⁴	未检出	≤16	1.1 ×10 ³	未检出
≥1.6	5.8 ×10 ⁴	未检出	≤16	5.4 ×10 ³	未检出
≥1.6	5.8 ×10 ⁴	未检出	≤16	5.0 ×10 ³	未检出
≥1.6	4.3 ×10 ⁴	未检出	≤16	3.9 ×10 ³	未检出
≥1.6	3.0 ×10 ⁴	未检出	≤16	2.5 ×10 ³	未检出
≥1.6	1.8 ×10 ⁴	未检出	≤16	7.8 ×10 ²	未检出
≥1.6	1.6 ×10 ⁴	未检出	≤16	6.7 ×10 ²	未检出
- -	- -	- -	≤16	9.7 ×10 ²	未检出
- -	- -	- -	≤16	2.3 ×10 ³	未检出

2.1.2 理化检测指标结果 厌氧消化出口液温度(55 ± 1.0) ,PH 进料口 6.3、出料口 7.5;COD 原料 80000mg/L 进料 32135mg/L 出料 16464mg/L;COD 降解率平均为 48.8%,产气甲烷浓度平均为 60.5%,1 吨有机垃圾计算产气量为 73.4m³。

2.2 卫生学效果评价

2.2.1 有机垃圾在厌氧消化过程中滞留时间 根据现场试验研究,发酵罐体积为 100m³,而厌氧消化有效体积大于 75m³,每天注入有机垃圾液为 3 ~ 5m³,由于在冬季同时采取蒸汽增温措施,能有效维持温度在 55 范围,有机垃圾滞留时间达到 15 天以上,完全符合国家《粪便无害化标准》中规定的粪便高温厌氧消化(53 ±2) ,持续 2 天的要求。

2.2.2 粪大肠菌去除率 根据实验室内模拟试验检测结果,有机垃圾在 35 中温厌氧消化状态下,经过活性污泥接种微生物菌种以后,加速了有机物快速分解,出口消化液中粪大肠菌达到未检出良好效果,粪大肠菌去除率接近 100%,能远远满足《粪便无害化标准》中规定的常温沼气发酵粪大肠菌值 10⁻⁴的要求。同时根据现场有机垃圾高温厌氧消化处理试验检测的结果表明,在 55 高温厌氧发酵状态下,有机垃圾出口消化液粪大肠菌值仅为 16cfu/ml,去除率也接近 100%,也符合标准规定高温沼气发酵 10⁻¹ ~ 10⁻²的要求。

2.3 有机垃圾与人畜粪厌氧发酵处理效果比较

新鲜有机垃圾中生物病原体含量要比人畜粪便中生物病原体低得多,据 1997 年在湖南调查结果,户厕沼气池进口处

人畜粪大肠菌值率高达 10⁻¹⁰以上,而新鲜的有机垃圾中粪便大肠菌值在 10⁻⁴ ~ 10⁻²范围,比人畜粪便低得多。粪便经过常温厌氧发酵处理后,粪大肠菌去除率可达 99%以上,寄生虫的灭活率也可达 99%以上,完全能达到粪便无害化卫生标准的要求,因此有机垃圾同样经过厌氧消化处理,也一定能达到垃圾无害化的要求^[2,3]。

2.4 环境卫生质量的改善

有机垃圾极易腐烂,产生恶臭,特别是在夏季成为蚊蝇孳生场所,有机垃圾中大量生物病原体通过各种途径污染水体、大气、土壤环境,直接或间接地影响、危害人群健康。发展有机垃圾厌氧消化处理技术,可以加速有机物快速分解,消灭蚊蝇孳生场所,切断病原体传播途径,试验结果计算出 COD 去除率平均为 48.8%,同时也能提供沼气能源和优质的有机肥料,更有利于改善城市生活环境质量。

2.5 制约垃圾厌氧消化处理技术应用的因素

在国外,城市有机垃圾厌氧发酵生物处理技术已得到广泛应用,所产生的沼气被用于发电,而我国城市有机垃圾厌氧消化处理仍处于试验阶段。追究其原因,主要存在三方面问题:首先是城市垃圾数量巨大,厌氧消化处理的能力有限,不能满足城市垃圾日益增长量的需求;其次是有机垃圾在厌氧消化处理中需要进行预处理,要剔除不能分解的杂物。由于我国人群生活习惯、卫生素质不同,致使垃圾尚未普及分类收集,混合垃圾不能直接采取湿式厌氧消化来处理,需要进行预筛选,这样增加垃圾处理难度;第三点是厌氧消化处理还需要有配套设施,如蒸汽锅炉、储气罐、脱水脱硫装置,同时还要建立输气管网系统,一次性投资较大,运营成本也很高,这些因素严重制约了有机垃圾厌氧消化处理技术的应用,导致我国城市垃圾主要采用卫生填埋处理措施来控制垃圾污染环境。

综上所述,城市有机垃圾厌氧消化处理技术应用从卫生学效果评价角度来讲,厌氧消化处理技术是可行的,能达到无害化目标,特别适用于大型饲养场家禽、家畜粪便无害化处理。也可以作为补充城市垃圾无害化处理另一种形式,各地区根据城乡垃圾组分不同,可以采取不同的方式处理,最终达到有机垃圾无害化的目标,提高城市居民生活环境质量,有利于保障人民健康。

3 参考文献

1 阎振生. 城市生活垃圾清运状况对居民区蝇密度及肠道传染病的影响. 中国公共卫生杂志,1999,15(1):48
2 祝学礼,徐文龙. 我国固体废物污染与无害化处理技术. 卫生研究,2002,31(4):331-332
3 凌波,左家铮,高菊香,等. 血吸虫病区粪便处理的卫生效果评价,卫生研究,1997 26(1):20-22

(2005-12-18 收稿)