

城市有机生活垃圾资源化的研究

高风彩 张学才 陈明功

(淮南工业学院 化学工程系 安徽 淮南 232001)

摘要:介绍了城市有机生活垃圾资源化的研究,实验结果表明城市有机生活垃圾的生物气化是可行的,在严格厌氧的条件下,可以制取含甲烷65%左右的沼气。

关键词:城市有机生活垃圾;厌氧发酵;微生物;沼气;泥炭

中图分类号:X705

文献标识码:A

文章编号:1008-4495(2000)05-0031-02

1 引言

随着我国经济的持续增长,城市大型化的发展和人口的高密度集中,人们面临着日趋严重的环境问题,特别是城市生活垃圾问题,已经成为当今世界最严重的公害之一。垃圾的不合理处置会产生一系列的影响,加剧环境污染,严重危害城市环境和居民生活条件。自然填埋的处理方式对土壤、地下水、大气等都会造成现实的影响和潜在的危害^[1]。直接焚烧发电的处理方式会产生烟尘及有毒气体二噁英而形成二次污染,二噁英是一类急性剧毒物质,其毒性是氰化钾的一千倍以上,即使在很微量的情况下长期摄取也可引起癌变、畸形等顽症^[2]。本研究采用厌氧发酵法处理城市有机生活垃圾,并产生洁净能源——沼气,为人类提供了一种绿色生物能源,具有成本低、环境效益好等特点。其发酵底物不仅是优质的农作物有机肥料,而且因其富含微生物菌体、氨基酸等活性物质,经加工可作为优良的鱼、鸡等动物饲料。可见这种方法是城市有机生活垃圾资源化处理的有效途径之一。对于我国的中小城市,由于垃圾中的可燃成分较少、热值低,不易焚烧,所以采用厌氧消化的方法较为有利。

2 实验部分

2.1 实验原料及器材

2.1.1 发酵原料

菌种(自选),生活垃圾(基本组成见表1),粪便,阜新泥炭(基本组成见表2)。分检后的有机垃圾用于厌氧发酵。

表1 淮南生活垃圾基本组成

组成物	桐余树叶	废纸	废塑料	炉灰	碎布竹木	玻璃金属等
百分比(%)	32.6	1.2	1.1	61.9	2.5	0.6

表2 阜新大德乡泥炭基本组成

组成物	水分	水溶物	纤维素+半纤维素	腐殖酸	灰分
百分比(%)	14.1	8.06	18.29	20.25	40.38

2.1.2 实验器材

发酵瓶(3000ml三口烧瓶),集气瓶(1000ml玻璃瓶)等玻璃器皿,电磁继电器,架盘天平,烘箱,温室,气体分析器(QF1904)等。

2.2 有机物生物气化原理^[3]

有机生活垃圾的厌氧发酵是微生物在厌氧条件下分解有机物产生沼气的过程,涉及多种交替作用的菌群,形成较复杂的相互作用体系。沼气发酵一般分三个阶段:

(1)液化阶段 在液化阶段,复杂有机物(纤维素、蛋白质、脂肪等)在兼性微生物及少数厌氧微生物的作用下降解至基本结构单位或简单有机酸、醇等;

(2)产酸阶段 液化的产物被微生物吸收到菌体内,并在胞内酸的催化作用下,将它们转化为低分子化合物,其中主要是挥发酸,如乙酸、丙酸、丁酸及乳酸等,还有乙醇、甲醇以及氢等。乙酸数量最大,约占80%;

(3)产甲烷阶段 由于产甲烷的基质已很丰富,以及产氨细菌的活动而使氨态氮浓度增高,使发酵液中的氧化还原电势(E_h)降低,为产甲烷细菌提供了适宜的环境条件,促进产甲烷细菌迅速生长繁殖,将乙酸、甲酸、甲醇、氢气及二氧化碳等转化为甲烷。

产甲烷菌的营养物质与产甲烷基质都是来自各类分解菌对有机物进行分解而形成的代谢产物。分解菌源源不断地提供乙酸、 H_2 、 CO_2 和 NH_3 等基质,产甲烷菌则利用这些物质进行代谢活动并产生甲烷。这样使产甲烷菌与不产甲烷菌的生长达到平衡,产甲烷与产酸达到平衡。

沼气发酵的一般进程是:发酵初期,分解菌及产

收稿日期:1999-12-06

作者简介:高风彩(1950-),女,工程师,1973年毕业于合肥工业大学化工系,现从事教学及环境化工研究工作。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

酸菌生长旺盛,是占优势的菌群。当产氨细菌大量产生氨后,其酸碱度(pH值)与氧化还原电位(E_h)都有利于产甲烷菌的生长与繁殖。发酵过程中微生物的消长与生化反应均能达到平衡。

2.3 实验方案

2.3.1 采用三套装置进行对比实验

- 1#垃圾/粪便为3/1,固/液为1/9;
- 2#垃圾/粪便/泥炭为2/1/1,固/液为1/9;
- 3#垃圾/粪便/泥炭为3/1/1,固/液为1/9。

2.3.2 方法与步骤

(1)将不同配比的原料称量并分装入各发酵瓶中,装料体积占总容量的80%;

(2)加入菌种(10%),接种后适量添加石灰乳,调节pH值在7~8范围内;

(3)严格检查发酵装置各联接处的密封情况,不得漏气。置于温室中培养;

(4)从接种之日起逐日观察发酵及产气情况,并记录日产气率和温度;

(5)用排水集气法收集气体,当收集到一定量的气体后,做点燃试验,当离开火焰仍能燃烧时,再做气体组成分析试验;

(6)气体组成分析采用QF1904型气体分析仪;

(7)隔一定时间由取样口取少量发酵液检测pH值,必要时调节至7~8。

2.4 实验结果与分析

由1#、2#实验数据作出图1,由3#实验数据作出图2,由气体组成分析结果作出甲烷含量与时间的关系图3。

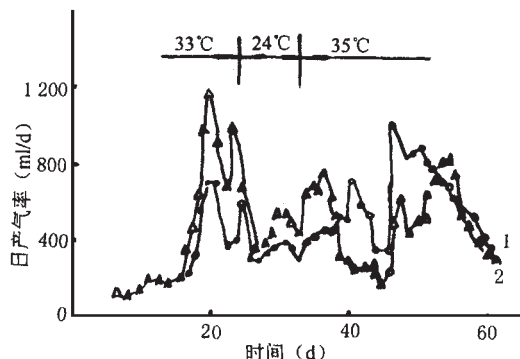


图1 1#、2#装置日产气率与时间的关系

(1)日产气率与配比的关系 据资料^[3]介绍,沼气发酵原料中的C/N比以(20~30)/1为宜。由图1、图2可见,各组均有较好的产气状况,说明三套实验装置中的原料配比基本上合适。但2#、3#装置产气较快,前期日产气率明显高于1#装置,这是因为泥炭中已经含有一定量的活性物质,有利于甲烷菌发

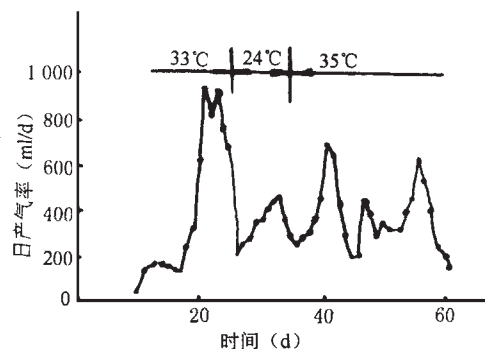


图2 3#装置日产气率与时间的关系

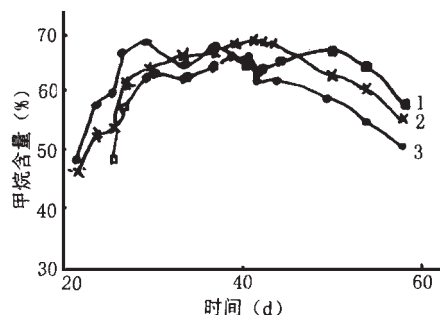


图3 甲烷含量与时间的关系

酵。因此加入适量的泥炭有利于城市有机生活垃圾的厌氧消化。

(2)产气率与温度的关系 为模拟自然环境温度不高的特点,提高菌种的适应性,本实验采用低温变温发酵。温度变化见图1、图2,从中可以看出:①温度的高低对产气率有显著影响,温度升高,产气率明显增大,温度降低,产气率下降显著。2~3°C的温差变化就能引起产气率较大的波动。②在某一温度范围内,产气率都是逐渐增大,并达到某一峰值,可见沼气发酵过程呈周期性变化规律,且说明微生物对温度变化有个适应过程。③实验表明在每个恒温阶段产气率仍呈波动性变化,这种现象符合微生物对环境的适应性和沼气发酵的三阶段理论。

(3)气体组成、日产气率与时间的关系

由图3可知,在正常发酵阶段,沼气中的甲烷含量均在65%左右,加上少量的氢气和一氧化碳,可燃气体含量均在70%左右。

在57d以内,日产气率随着温度的升降而变化。57d以后,虽然温度仍维持在35°C左右,但由于发酵液中有有机物逐渐减少,日产气率及沼气质量也逐渐降低。发酵至第61d,虽然还继续产气,但已接近尾声。

(4)日产气率与pH值的关系

通过检测发酵液的pH值,发现酸碱度对产气情况有较大影响,当pH值在7~8时,产气状况良好,偏高或偏低都不利于甲烷菌的生长,影响正常产气。

(下转第34页)

JC/T517-93《粉刷石膏》，部分性能指标对比见表3；

按JG/T3049-1998《建筑室内用腻子》标准，脱硫石膏腻子性能指标如表4所示。

表3 脱硫石膏腻子与107胶滑石粉腻子部分性能指标

名称	胶灰比	初凝时间(t_1)	抗折强度(MPa)	抗压强度(MPa)	保水性(ζ)
107胶滑石粉腻子	1:1	数天未凝	0.86	0.76	0.5
脱硫石膏腻子	0.5	5	3.71	9.0	0.1

* 保水性测定为滤纸法。

表4 脱硫石膏腻子技术指标

检测项目	技术指标	检测结果
容器中状态	无结块、均匀	无结块、均匀
打磨性($\%$)	20~80	60
施工性	刮涂无障碍	刮涂无障碍
干燥时间(t_1)	表干 <5	<2
粘结强度(MPa)(标准状态)	>0.25	1.1

4 特点及应用前景

脱硫石膏腻子有如下优点：

(1) 工厂化生产。由合格的建筑石膏粉与复合外加剂搅拌均匀而成，成袋供应，施工前加水调和即可，性能稳定，使用方便，不但适合于建筑工程，对于家庭装修更为卫生方便。

(2) 干燥硬化快，且可在潮湿的墙体基面上施工，施工周期明显比107胶滑石粉腻子短，特别适于冬季室内装修。

(3) 强度高、粘结力强，防潮防霉，不易空鼓、脱落，耐久性好。

(4) 体积稳定，抹灰厚度范围大，除应用于砂浆基面外，还可直接用于石膏砌块，石膏空心条板，纸面石膏板，GRC空心条板等多种新型墙材表面，适应当前新型墙体材料的发展趋势。

(5) 产品为白色粉末（也可根据需要进行调配成各种颜色），无毒无害，为绿色环保产品。

(6) 与107胶滑石粉腻子相比材料成本降低

(上接第32页)

3 结论

综合分析实验结果，可以得出以下结论：

(1) 城市有机生活垃圾的生物气化在技术上是可行的，开辟了资源化利用的新途径。

(2) 加入适量的泥炭有利于沼气发酵。

(3) 实验结果表明，要使城市有机生活垃圾生物气化能够顺利进行，并获得较高产气率，需要满足以下几个基本条件：①严格的缺氧环境；②适当的发酵温度，即24~35℃。若能保持在35℃左右则更好，能

30%以上。

在建筑及装饰工程中，腻子材料需要量很大，由于107胶中甲醛对人体健康危害极大，国家建材局制定的1999~2001年新型建筑材料及制品发展导向目录中，已将107胶列入禁止发展类。我国大部分地区107胶已经或即将被禁止使用。腻子材料的更新换代已成为必然趋势。因此，脱硫石膏腻子的应用前景广阔。据测算：年产1万t脱硫石膏腻子，投资约100万元，年利税可达300万元；年产量5000t，投资约25万元，年利润约100万元。另外，这种腻子也可外购天然石膏炒制的建筑石膏生产。该研究成果已在重庆市投产应用。

5 结语

(1) 烟气脱硫石膏是一种质优价廉的石膏资源，大量而有效地处理烟气脱硫石膏将推动烟气脱硫工艺推广，对减少酸沉降、保护环境、减少堆场占地等具有重要作用。

(2) 烟气脱硫石膏资源化的最佳途径是生产石膏建材。脱硫石膏腻子是利用烟气脱硫石膏生产的一种新型绿色建筑装饰材料，它既处理、利用了工业生产固体废弃物，又取代了危害人体健康的107胶滑石粉腻子，具有双重环保作用。

(3) 脱硫石膏腻子粉由脱硫建筑石膏掺入多种改性组分制成，使用方便、性能优良，生产工艺简单，成本低廉，是一种投资少、市场广阔、经济和环境效益显著的新型环保腻子材料。

参考文献：

- [1] 法国石膏工业协会. 石膏[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1987
- [2] 林芳辉, 等. 粉刷石膏的有机与无机复合外加剂[J]. 新型建筑材料, 1993(7)

(责任编辑 熊云威)

获得较高的产气率和较好的气体组成，同时可缩短发酵周期；③合适的C/N比：(20~30)/1；④适宜的酸碱度，即pH=7~8。

参考文献：

- [1] 朱丽兰. 减少污染, 保护环境, 提高垃圾的综合利用水平[N]. 科技日报, 1998-12-8
- [2] 全浩, 黄业茹. 垃圾焚烧与二噁英[J]. 环境科学研究, 1998(3): 8
- [3] 赵秦生, 胡海南. 新材料与新能源[M]. 北京: 轻工业出版社, 1987. 425-455

(责任编辑 熊云威)