

玉米酒精糟液综合利用的研究

韩玉珍 杨 军 姜福民
(吉林省农业环保监测站)

田晓东
(吉林省能源研究所)

刘国喜 董良杰
(吉林农业大学)

提 要 论述了玉米酒精糟液的综合利用。以通过分离获得的干糟作为饲料,利用上流式过滤器与厌氧污泥床相结合的发酵罐处理余下的高悬浮物、高浓度废液来制取沼气、供居民生活用气或生产发电。发酵后排出的残液经三级氧化塘处理后引水上山浇灌果树,不仅增加土壤养分,而且果树不生腻虫。研究表明:上流式过滤器与厌氧污泥床相结合的发酵罐对于处理高浓度废液具有良好的效果,作好保温,发酵系统在冬天正常稳定运行,全系统达到了消除污染,废物多层次利用的目的。

关键词 糟液 换热 分离 发酵 沼气 施肥

1 引 言

吉林市果树场酒精分厂在搞糟液综合利用之前,排放的糟液污染了稻田,毒死了鱼苗,严重污染了周围环境,1987年,开展了酒精糟液处理的生态工程设施建设,现在已建成3个发酵容积为400 m³上流式过滤器与厌氧污泥床相结合的发酵罐和8.5万 m³三级氧化塘。经三年的试验研究,分离获得干糟作饲料,稀糟液生产沼气,供给场区职工生活用能及生产发电、排出残液经三级氧化塘处理后浇灌果树,获得了比较好的经济效益、生态效益和社会效益。

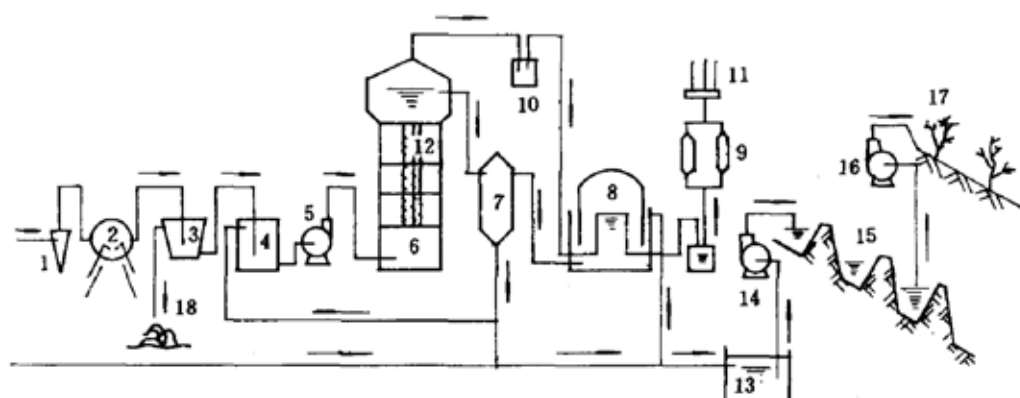
2 工程的总体配置与基本流程

吉林市果树场玉米酒精糟液综合利用的工程总体配置与基本流程如图1所示。

酒精糟液由蒸馏塔、沉沙器排出后经逆向套管换热回收余热后,经网篮式分离机分离出干糟作饲料,稀液流入配料池与溢流液(来自沉淀池)混合,然后,用污水泵连续加入3个400 m³的上流式纤维填料固定床发酵罐中生产沼气。溢流液除部分用于回流配料外,其余部分经沉淀池沉淀后,流入储气柜到沼液储池,再泵入三级氧化塘,氧化后浇灌果树。

3 原理与工艺

1) 发酵原料。 玉米酒精糟液,呈酸性,排放时温度较高(105℃),其成分见表1。



1. 沉沙器 2. 换热器 3. 分离机 4. 配料池 5. 污水泵 6. 发酵罐(400×3m³) 7. 沉淀池
8. 储气柜(1000m³) 9. 除硫器 10. 水封罐 11. 分气缸 12. 纤维填料 13. 沼液储池
14. 污水泵 15. 三级氧化塘 16. 污水泵 17. 果树 18. 干槽

图 1 玉米酒精糟液综合利用工艺流程示意图

Fig. 1 The process flow diagram of the comprehensive utilizing of maize alcohol lees liquid

表 1 玉米酒精糟液成分分析

Tab. 1 The composition analysis of the maize alcohol lees liquid

项 目	分 析 值		
	分 离 前 /mg · L ⁻¹	分 离 后 /mg · L ⁻¹	分离后稀释一倍 /mg · L ⁻¹
TS	41445	35455	16890
VS	22550	21500	10850
总 碳	31500	29250	14850
总 氧	1237	1070	620
挥发酸	528	558	303
悬浮物	33315	22045	11095
COD _{cr}	84000	78000	39600
BOD ₅	50000	40000	11500
磷	3330	3121	2760
pH	3.5	3.5	5.0

2) 发酵原理。 本项研究采用过滤器与厌氧污泥床相结合的发醇罐,即纤维填料生物膜固定床装置,它是一种利用微生物在合成纤维填料上形成大量生物膜来处理废水的新型厌氧发醇装置。

当纤维细丝均匀地分布在液相空间时,每根细丝都是微生物的载体,微生物呈主体网状结构附着在纤维上,废水从生物膜中流过,被分解消化,使生物膜生长。生物膜实际的表面积要比纤维填料的理论表面积大得多,因而,它有着极强的消化能力。同时,生物膜受气水冲击呈不断波动状态,传质不易结膜。

发醇罐在运行 4 个月以后,底部沉积一层颗粒,沉积颗粒的大小在 1~3mm 左右,占发醇罐容积的 1/5~1/4,这些小颗粒在发醇器底部形成了污泥床。所以,发醇罐运行到一定程

度时,兼有生物过滤器和活性污泥床的两种作用,污泥床部分主要进行产酸过程,而在纤维填料生物膜上主要进行产甲烷过程,在一个发酵罐中同时进行两步发酵。

3) 工艺条件。根据中试成果,确定工艺条件如下:进料浓度 30000~40000 mg/L;新鲜原料:回流液=1:1;进料液 pH 值>5.0;发酵液 pH 值>7.0;发酵温度(52~54℃)±2℃;气体中甲烷含量>55%;氧化塘处理后的 COD<700 mg/L。

4 几个重要环节

1) 糟液中固形物分离。由于酒精粗馏塔底部排出的糟液,含有较多的固形物,这部分固形物如进入发酵罐内,将使发酵时间大大延长,反应速率降低,导致纤维填料粘连,所以必须分离,而且分离出的这部分干糟,蛋白质含量高,并含多种氨基酸,是优质的饲料。

2) 投配比。分离后的稀液呈酸性,pH 值在 3.5 左右,稀释后浓度在 30000~40000 mg/L,这样的物料直接进发酵罐,当进料负荷较高时,容易引起发酵液的酸化。采用部分发酵后的液体回流的方式来调整进料的 pH 值和进料浓度,投配比为 1:1 左右,调整后,进料的 pH 值为 5.5 左右,进料浓度为 20000~25000 mg/L 左右,这样对纤维填料生物膜固定床发酵罐的运转较为合适。

3) 接种启动运行。接种后逐步富集菌种,启动时间大约 6 个月。先将其它中试装置的发酵排出液做为接种液、引进发酵罐内,当每个发酵罐接种液达到 100 m³ 时,逐步加入发酵原料,通过循环泵充分混合,在高温条件下进行增殖培养。大约经过 10 天,当生产的沼气中甲烷含量达 55% 时,向发酵罐内进料,并逐步提高负荷,经过小进料量 40 天左右,纤维填料上生物膜大量形成,接种和启动即告完成,可以较快地提高负荷。

4) 提高处理负荷。启动完成后,可以按梯度负荷每提高 20% 负荷,稳定一周左右,如果发酵液 pH 值在 7.0 以上,气体中甲烷含量在 55% 以上,则可认为发酵罐的运转是正常的,可以适量提高负荷。

5) 沼液的处理。有机质经厌氧消化 85% 被生物降解,还有 15% 未被消化,COD_{cr} 值在 7000~9000 mg/L,每天排放 100 t 左右的沼液,用泵送到三级氧化塘,氧化塘总面积为 37500 m²,储水量为 85000 m³ 左右,沼液滞留时间为 300~500 天,处理后的沼液用污水泵输送到山上作为有机肥浇灌果树。

5 实验结果

1) 装置运转情况。接种启动运行是从 1989 年 6 月中旬开始的,从接种启动到 8 月份,产气率上升到 1.3 m³/m³·d,到 11 月末产气率达到了 3.3~3.5 m³/m³·d,后因酒厂设备检修而暂停。从 1990 年 1 月开始启动至 5 月,产气率逐步提高,到 4 月份产气率已达 3.56 m³/m³·d,详见表 2。

试验结果表明纤维填料生物膜固定床发酵罐运行平稳,在管理得当情况下,处理酒精糟液是大有潜力的。

表2 厌氧处理酒精废液结果

Tab. 2 The result of anaerobic treatment of maize alcohol waste liquid

项 目	1989年月份						1990年月份				
	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5
处理负荷 COD/kg·m ⁻³ ·d ⁻¹	0.8	1.2	2.52	4.13	7.11	8.12	1.2	7.11	8.0	8.5	8.5
产气率 /m ³ ·m ⁻³ ·d ⁻¹	0.8	0.8	1.30	2.10	3.00	3.4	0.8	3.0	3.3	3.56	3.56
COD _{cr} 去除率(%)	70	75	80	82	89	86	90	85	87	87	87
投配率(%)	60	60	62	67	58	60	61	60	59	65	60
沼气中甲烷含量(%)	55	60.1	60.5	62	57	57	63	58	59	57	57
pH	7.2	7.2	7.0	7.0	7.1	7.0	7.4	7.2	7.0	7.0	7.0

厌氧消化后沼液的成分如表3所示。从中可见,这部分沼液 COD_{cr}含量为 7000~9000 mg/L。经氧化塘处理后,COD_{cr}含量降至 700 mg/L 以下,已达到安全浇灌程度。

2) 进料负荷、产气率和 COD_{cr}去除率关系。图2表明了处理负荷、产气率和 COD去除率伴随运行日期的变化规律,装置运行的前110天为提高负荷阶段,随着处理负荷的提高,COD去除率稍有下降,但下降幅度不大,而处理负荷与产气率基本上保持同步增长。运行4个月后,处理负荷增加到 8.3~8.5 kg COD/m³·d,产气率增到 3.5 m³/m³·d,可见装置的处理负荷增长速度是较快的。

3) 甲烷含量与 pH 值的关系。发酵装置运行情况的好坏,可由气体中甲烷含量和发酵的 pH 值得到判定,甲烷含量和 pH 值关系如图3所示。

实验证明,发酵罐稳定运行的条件是 pH 值大于 7.0,甲烷含量大于 55%,如果这两个指标在上述临界线以下,发酵的运行将逐步恶化。

6 结 语

1) 在冬季寒冷地区采用良好的保温措施,并按季节调整进料温度,以实现户外高温发酵,安全越冬,全年连续生产均衡产气的做法是可行的。

表3 消化残液分析结果

Tab. 3 The analysis result of the digested residue liquid

项 目	数 据
TS (%)	0.57
V _S (%)	60.8
COD _{cr} /mg·L ⁻¹	7000~9000
BOD ₅ /mg·L ⁻¹	5400~7000
悬浮物/mg·L ⁻¹	3080
总 磷/mg·L ⁻¹	2280
总 碳/mg·L ⁻¹	1780
总 氮/mg·L ⁻¹	415
pH	7.0
还原糖/mg·L ⁻¹	0.900
挥发酸/mg·L ⁻¹	977

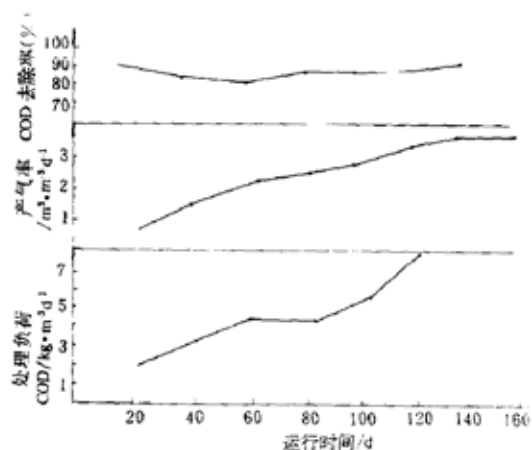


图2 处理负荷、产气率和 COD 去除率随运行时间的变化关系

Fig. 2 The relations between treatment load, COD removal rate and operating time

2) 采用过滤器与厌氧污泥床相结合的发醇罐即生物膜固定床发醇装置,处理分离后的高浓度玉米酒精糟液,技术是可靠的。

3) 国内首次使用网篮式分离机分离玉米酒精糟液,无论从技术上或经济上都是可行的,可以推广。

4) 稀释进料浓度,减少单位负荷和防止纤维填料粘接,增加与菌种充分接触机会,是提高处理负荷的好办法。

5) 将尽可能多的厌氧微生物控制在发醇罐中,是提高负荷的关键,使用纤维填料,对解决菌种流失问题是可行的途径。

6) 本试验采用余热回收、饲料分离、厌氧发醇,沼液三级氧化塘处理后浇灌果树,整个研究方案的各环节搭配合理,用其处理玉米酒精糟液,既获得能源、消除污染,又获得了饲料和肥料,效益明显,切实可行。

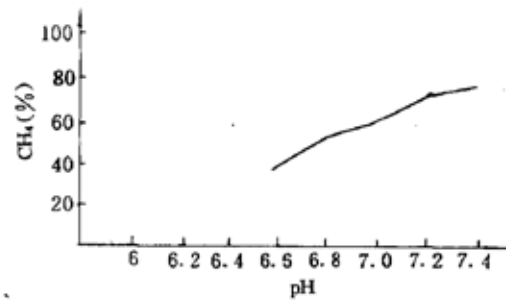


图3 CH₄与pH关系

Fig. 3 The relationship between CH₄ content and pH value

参 考 文 献

- 1 Bform. Frogtev. 厌氧—好氧生物处理酒厂废物中间试验. 国外沼气, 1982(3): 11~13
- 2 佩·利麦卡蒂. 甲烷发醇过程中的动力学 厌氧消化工程. 重庆: 国外能源出版社, 1983(7): 5~10
- 3 中国沼气协会, 农牧渔业部、农村能源环保办公室编. 中国大中型沼气工程考察文集, 北京: 能源出版社, 1987, 21~23
- 4 辽宁省能源研究所. 利用上流污泥床厌氧反应器处理酒精废液中间试验. 第四届国际厌氧消化(沼气)讨论会论文汇编. 1985(11): 32~36

A Study on the Comprehensive Utilization of Maize Alcohol Lees Liquid

Han Yuzhen Yang Jun Jiang Fumin

(Jilin Agricultural Environmental Monitoring Station)

Tian Xiaodong

(Jilin Energy Resources Institute)

Liu Guoxi Dong Liangjie

(Jilin Agricultural University)

Abstract

The comprehensive utilization of maize alcohol lees liquid is discussed in this paper. By separating the lees liquid, solid lees can be obtained and used as feedstuff. Biogas can be produced by fermenting the waste liquid, which contained high concentration of suspended solid and high concentration of organic matter. The waste liquid is fermented in a fermenting tank, which combined an upflow filter and an anaerobic sludge bed together (UFASB). After fermenting, the liquid is treated by a tertiary oxidation pond so as to be used to irrigate fruit trees. By irrigating, the soil

nutrient is increased and the trees are protected from aphides. Biogas is used for cooking or generating electricity. The study shows that the treatment of the waste liquid by UFASB has achieved good results, and the fermenting system had a normal working state in winter under good heat preservation. It is clear that the lees liquid could be multi-level utilized in the whole system.

Key words Alcohol lees liquid Heat exchange Separation Fermentation Biogas fertilization.

欢迎订阅 1994 年

《应用生态学报》

《应用生态学报》是经国家科委批准的国内外公开发行的综合性学术刊物。本刊宗旨是坚持理论联系实际的办刊方向,结合科研、教学、生产实际,报道生态科学诸领域在应用基础研究方面具有创新的研究成果,交流基础研究和应用研究的最新信息,促进生态学研究为国民经济建设服务。

本刊专门登载有关应用生态学(主要包括森林生态学、农业生态学、渔业生态学、自然资源生态学、景观生态学、全球生态学、污染生态学、生态工程学等)的综合性论文、创造性研究报告和研究简报(包括博士论文摘要)等。

本刊读者对象主要从事生态学、地学、林学、农学和环境科学研究、教学、生产的科技工作者,有关专业的大学生及经济管理和决策部门的工作人员。

本刊在传播我国生态学研究的最新信息、交流推广科技成果以及发现和培养人才方面发挥了积极作用,并与国内有关数十家学报级期刊建立了长期交换关系,《中国生物学文摘》和英国《生态学文摘》(EA)等检索刊物均收录本刊论文摘要(中英文),本刊已被中国科学技术信息研究所列入中国科技论文统计用期刊之一。1992年荣获全国优秀科技期刊三等奖和中国科学院优秀期刊二等奖。本刊为季刊,16开本,112页,季首月出版,定价:6.00元。邮发代号:8-98。

《农业科技通讯》

《农业科技通讯》是中国农业科学院主办的中央级农牧业综合性科技期刊,面向全国,面向基层,面向生产,报道农牧业新成果、新产品,传播最新致富技术和信息。

《农业科技通讯》为月刊,每期定价2.00元,全年定价24元。全国各地邮局自10月下旬开始办理订阅手续,邮发代号:2-602。

读者对象:农牧业科技人员、推广人员、基层干部、科技户、专业户、农村青年、院校师生和与农业有关的人员。

欢迎订阅