

农村分布式资源化利用系统的生命周期评价

曾永健, 汪尊武, 单紫薇

(南昌大学资源环境与化工学院, 江西 南昌 330000)

摘要: 文章以猪场资源化利用系统为例, 利用全生命周期分析方法, 分析猪场系统各阶段的污染物排放, 评价温室效应和富营养化两个环境指标。

关键词: 规模猪场; 全生命周期分析; 环境负荷; 黑水虻; 沼气
中图分类号: S828 **文献标志码:** A

文章编号: 1672-3872 (2017) 16-0163-01

我国自改革开放以来, 畜牧业高速发展, 单就养猪业而言, 中国2013年的生猪存栏量是世界总量的59.3%, 约有47411万头。但是, 畜牧业快速发展的同时, 弊端也随之而来。有数据表明, 2003年中国的畜禽粪便产生量就已有20亿 $t^{[1]}$ 。

文章提出用全生命周期分析^[2]的方法来评价猪场分布式资源化利用系统, 研究出猪场系统的环境负荷和处理主要污染物后的节能减排效果。

1 研究方法

1.1 目标定义、功能单元和系统边界

文章的研究对象是猪场分布式资源化利用系统。其运作流程为: 养殖场中猪排泄的猪粪用黑水虻进行转化。黑水虻, 一种可以将禽畜粪便转化成动物蛋白的昆虫, 剩余的猪粪猪尿用来生产沼气。本文的目标定义为分析系统的排放清单, 评价其环境负荷。功能单元为一头猪, 系统边界只包括猪粪、猪尿、沼气和黑水虻。

1.2 清单分析

养殖场系统可分为猪养殖阶段、黑水虻转化阶段和沼气阶段。①猪养殖阶段, 饲养周期200天, 每头猪每天产粪便1.5kg, 粪便含水量为75%; 每天产尿液2.6kg, 猪每天呼吸产生 CO_2 2.04kg, 排放 CH_4 7.5g, NH_3 4.6g; ②黑水虻转化阶段, 50%的干粪被收集供黑水虻转化。10kg的干粪经黑水虻7天的时间转化, 黑水虻增重1kg。10kg干粪经分解后剩余2kg含水量为50%的残渣。此阶段, 忽略黑水虻产生 CO_2 对环境的影响; ③沼气阶段, 沼气池日产沼气1000 m^3 , 密度为1.22 kg/m^3 , 含 CH_4 60%和 CO_2 40%。

2 影响评价

文章为分析系统运行时对环境的影响, 采用CML2001Dec07特征化模型, 把系统对环境的影响分为温室效应和富营养化^[2]。温室效应和富营养化的基准物分别为 CO_2 和 PO_4^- 。

2.1 清单分析结果

一头猪, 养殖周期内产生 CO_2 408kg、猪粪75kg、甲烷1.5kg、氨气0.92kg、猪尿520kg。黑水虻增重0.54kg, 生产残渣0.54kg, 生产沼气10 m^3 。每吨猪粪含化学需氧量52kg、氨氮3.08kg、总氮5.88kg、总磷3.41kg, 每吨猪尿分别含9kg、1.43kg、3.3kg、0.52 $kg^{[3]}$ 。黑水虻产生的残渣含总氮2.32%, P_{2055} 1.9%, 有机质71.88%^[4]。若提供相同热值, 每立方米的沼气等于0.95kg的煤, 1kg沼气和煤燃烧产二氧化碳分别为748g和2280g^[5]。

一头猪周期内猪粪减排 NH_3 0.231kg、COD3.9kg、总氮0.441kg、总磷0.256kg。猪尿减排 NH_3 0.7436kg、COD4.68kg、总氮1.716kg、总磷0.2704kg。猪排放 CH_4 1.5kg, NH_3 0.92kg。黑水虻分解残渣排放总氮0.0125kg, 总磷0.0448kg, 沼气减排6.02 $kgCO_2$ 。

2.2 结果评价

CH_4 转换为 CO_2 的换算系数为2, NH_3 、COD、TN、TP转换为 PO_4^- 的换算系数分别为0.35、0.1、0.42、3.06。

温室效应的减轻效果为: 猪废气排放3 $kgCO_2$, 猪粪减排 CO_2 19.6kg, 沼气减排 CO_2 54.18kg。每头猪总计减排 CO_2 70.78kg。

富营养化的减轻效果为: 在猪粪中减排 NH_3 0.081kg、COD0.39kg、TN0.185kg、TP0.783kg, 在猪尿中分别减排0.26kg、0.468kg、0.721kg、0.8274kg。废气排放0.322 $kgNH_3$, 黑水虻分解残渣排放TN0.00525kg、TP0.137kg。

猪场养殖量为10000头猪, 系统可以减排1415.6 tCO_2 和32.5115 tPO_4^- 。

3 结束语

文章运用全生命周期分析方法评价猪场资源化利用系统的温室效应和富营养化。虽然不能达到零排放, 但可以将猪场中的主要污染物的排放降到最低。在猪的废气排放方面, 受到各方面的条件限制, 如气体的搜集和气体的处理等, 成为猪粪和猪尿处理后的主要污染物。综合分析, 此资源化利用系统的技术在畜禽污染物处理方面有着良好的节能减排效果, 有着巨大的应用前景。

参考文献:

- [1] 张颖, 夏训峰, 周素霞, 等. 规模化养猪场生命周期环境影响评价[J]. 环境工程技术学报, 2012, 2(5): 428-432.
- [2] 陈绍晴, 宋丹, 杨谨, 陈彬. 户用沼气模式生命周期减排清单与环境效益分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(8): 76-83.
- [3] 石建州, 周素, 赵金兵, 等. 南阳市规模化养殖场畜禽粪便排放量估算与环境效应评价[J]. 家畜生态学报, 2014, 35(12): 76-81.
- [4] 杨树义, 李卫娟, 刘春雪, 等. 发酵猪粪对黑水虻转化率的影响及黑水虻幼虫和虫沙营养成分测定[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(21): 69-70+73.
- [5] 王卉, 茆军, 谭芙蓉, 等. 新疆农村户用沼气温室气体减排量计算[J]. 中国沼气, 2015, 33(6): 90-93.

(收稿日期: 2017-8-18)

作者简介: 曾永健(1998-), 男, 江西吉安人, 本科, 研究方向: 化学工程与工艺。