

Methane production by high temperature anaerobic digestion of food wastes

Hyo-Jeong Song, Jin-Ho Seo, Seong-Jun Kim

Department of Environmental Engineering, Chonnam National University

TEL: +82-62-530-0853 FAX: +82-62-530-0853

Abstract

This study targeted methane production and decrease of organic materials concentration by high temperature anaerobic digestion of food waste. A anaerobic reactor with circulation was employed and the operation condition as follows: high temperature of 45 ± 2 , $0.6 \text{ kg-VS/m}^3/\text{d}$, HRT of 70 days, pH of 6.8~7.2. The CODcr removal rate of 75%~85% with effluent of 14,000~19,000 mg/L in case of influent of 75,000~95,000 mg/L showed. In influent TS(Total Solid) and VS(Volatile Solid) concentration of 2.94~5.09%, and 2.98~5.01%, the effluent concentration was 0.65~1.1% and 0.6~0.8%, respectively. $0.28 \text{ m}^3\text{-CH}_4 / \text{kg-VS}$ was averagely obtained in the system.

1. 서론

우리나라의 발생하는 음식물 쓰레기의 재활용 방법은 사료화, 호기성 퇴비화, 사료·퇴비화, 혐기성 소화 병합처리, 지렁이 퇴비화, 기타 등 여러 가지가 있는데 그 중에서 사료화와 퇴비화가 주를 이루고 있다¹⁾. 그러나 이 기술들은 기술의 특징에 따라 사고의 설치비용이 소요되거나 대규모의 부지를 요구하고 부패 또는 악취발생의 문제점을 안고 있다. 특히, 올해인 2005년 1월 1일부터는 음식물 쓰레기의 직매립 금지로 인하여 기존에 매립 처리되고 있는 부분의 음식물 쓰레기도 모두 자체 처리하여야 한다. 최근 전 세계적으로 소각처리 부하량 감소와 매립지 확보의 어려움으로 인하여 재활용이 가능한 유기성 폐기물을 혐기성 소화에 의한 유기질 비료 생산 및 대체에너지원인 메탄 가스를 생산하는 고품폐기물의 혐기성 소화처리 기술이 연구 보급 실용화되고 있다²⁾. 게다가 화석연료의 한정성 때문에 우리는 지속적으로 이용가능한 대체에너지 개발을 서둘러야 한다³⁾. 이러한 이유로 혐기성 소화는 하수슬러지의

처리 및 처분 기술로서, 슬러지의 안정화 및 휘발고형물량 감소와 동시에 바이오 가스를 생산하는 기술로 검토되어 상용화되고 있다.

본 연구에서는 고농도인 음식물쓰레기를 고온($45\pm 2^\circ\text{C}$) 혐기성소화를 통해서 유기물 감량과 동시에 바이오 가스의 생산에 초점을 맞추었다. 주요 운전인자로 유기물 부하, pH, TS, VS의 변화, 바이오 가스 발생량 등에 대해 검토하였다.

2. 재료 및 방법

본 연구는 자체 제작한 전체용적 50L, 유효용적 35L로 Stainless 재질의 Anaerobic Reactor를 사용하였고 전남대학교 제 1학생회관에서 발생된 음식물쓰레기를 채취하여 잘게 분쇄한후 -2°C 냉동고에 보관하였고 해동된 시료를 수질분석 후 유입시료로 사용하였다. 반응조의 수리학적 체류시간(HRT)은 70일, CODcr 부하율 $1.07\sim 1.35\text{ kg-CODcr/m}^3/\text{d}$, 고온($45\pm 2^\circ\text{C}$)소화로 운전하였다. 본 반응조에서의 유기물 부하율(OLR: Organic Loading Rate)은 초기 50일간은 0.4 g-VS/L , 다음 50~84일간은 0.5 g-VS/L , 마지막 85~120일간은 0.6 g-VS/L 로 운전하였다.

반응조의 유입 및 유출수의 CODcr(Standard Method 5220 D)분석은 유입수는 2일 간격으로 유출수는 매일 분석하였다. 유입 및 유출수의 pH는 매일 측정하였다. TS분석은 Dryoven(LABTECH)을 통해 90°C 에서 24시간 동안 수행하였고 VS분석은 전기도가니(HANYONG DX9)에서 550°C , 2시간 동안 실험했다. 바이오 가스 발생량은 2L 메스실린더에 의한 수상치환법으로 가스로 대체되는 메스실린더의 물의 양을 파악함으로써 가스량을 측정하였다. 메탄가스분석은 실린지로 가스를 채집한 후 Gas Chromatograph로 성분을 측정하였다. 이 메탄 성분 함량을 가지고 매일 생산된 Biogas양에 함량비를 곱하여 순수한 메탄발생량을 구하였다.

3. 결과 및 고찰

본 반응조의 유입수 CODcr농도를 $75,000\sim 95,000\text{ mg/L}$ 로 유지하였다. 유출수 유기물 농도는 $14,000\sim 19,000\text{ mg/L}$ 로 75%에서 85%까지 제거율을 보여주었다(Fig. 1). Fig. 2의 고온소화에서의 유입·유출수 pH는 $4.2\sim 4.5$, $6.8\sim 7.2$ 를 유지하였다. 유입 TS와 VS는 각각 $2.94\sim 5.09\%$ 와 $2.98\sim 5.01\%$ 로 유지되었으며 유출수의 경우는 각각 $0.65\sim 1.1\%$ 와 $0.6\sim 0.8\%$ 였다. 유출수의 TS, VS의 제거율은 각각 78, 85%정도였다(Fig. 3, 4). Fig. 5는 고온소화의 $\text{kg-VS}_{\text{influent}}$ 당 $0.36\sim 0.50\text{ m}^3\text{-Biogas}$ 와 $0.20\sim 0.32\text{ m}^3\text{-CH}_4\text{ gas}$ 의 발생량을 보여주고 있다.

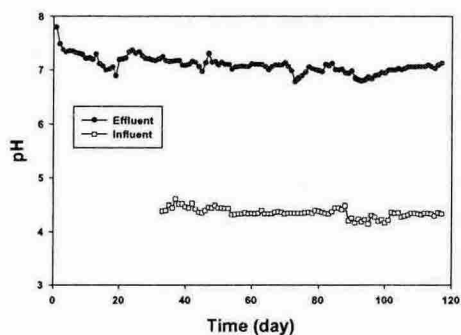


Fig. 2. Variations of influent and effluent pH (Temp. $45\pm 2^\circ\text{C}$)

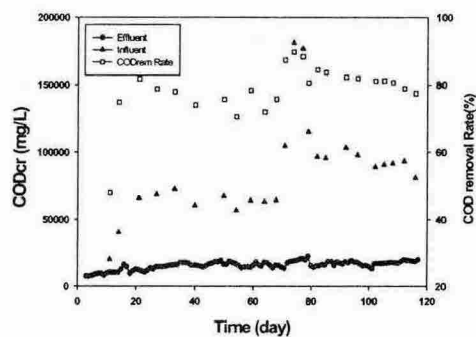


Fig. 1. Variations of CODcr (Temp. $45\pm 2^\circ\text{C}$)

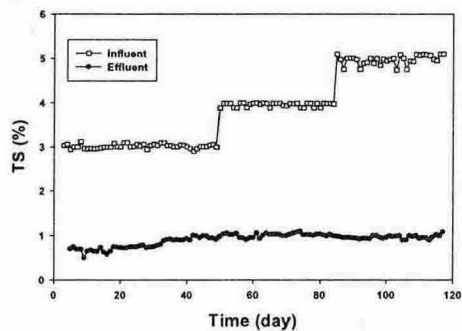


Fig. 3. Variations of influent and effluent TS (Temp. $45\pm 2^\circ\text{C}$)

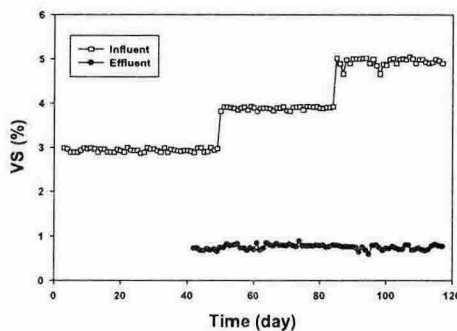


Fig. 4. Variations of influent and effluent VS (Temp. $45\pm 2^\circ\text{C}$)

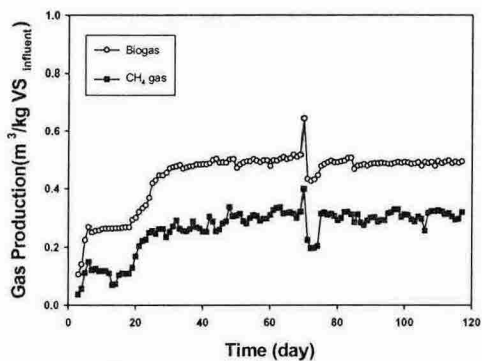


Fig. 5. Variations of biogas production (Temp. $45\pm 2^\circ\text{C}$)

4. 요약

반응조의 유입수 CODcr농도를 75000~95000mg/L로 운전하였을 경우 유출수 CODcr농도는 14000~19000mg/L로서, 제거율은 75~85%로 나타났다. 고온소화(45±2℃)로 운전한 결과 유입수 pH는 4.2~4.5, 유출수의 pH는 6.8~7.2를 유지하였다. TS(총고형물질)와 VS(휘발성고형물질)의 유입수를 단계적으로 각각 2.94~5.09%와 2.98~5.01%로 유지할 경우, 유출수는 단계적으로 각각 0.65~1.1%와 0.6~0.8%였다. 유출수의 TS, VS의 제거율은 각각 78, 85%이었다. CH₄발생량은 0.28 m³-CH₄/kg-VS이었다.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by the program for the training of graduate students in regional innovation which was conducted by the ministry of commerce, industry and energy of the Korean government.

References

1. Choe C. H., "Study about an efficient process plan of food distribution waste [a summary report]" The national capital region reclaimed land administration authority University of Seoul city science research institute director
2. Cecchi, F., Traverso, P, G., Meta-Alvarez, J., Clancy, J. and Zaror, C., "State of the art of R&D in the anaerobic digestion process of municipal solid waste in Europe," Biomass, Vol. 16, pp. 257-284, 1988.
3. Gunaseelan, V. N.: Anaerobic digestion of biomass for methane production: a review. Biomass Bioenerg., 13, 83-114 (1997).