

Bench scale 생물전기화학적 혐기성소화에서 전극재질 및 구조에 따른 에너지효율 비교

Comparison of energy efficiency by electrode materials and structure in bench scale bioelectrochemical anaerobic digestion

양현명*, 천아인, 김민지, 차지환, 전항배**

Hyeon Myeong Yang, A In Cheon, Min Ji Kim, Ji Hwan Cha, Hang Bae Jun

요 지

생물전기화학적 혐기성소화(Bioelectrochemical anaerobic digestion; BEAD)는 소량의 전압공급을 통해 고농도 하·폐수의 효과적인 처리 및 에너지 회수가 가능한 처리방법으로, 기존 하·폐수처리공정(활성슬러지 및 그 변법)에서 벗어나기 위한 방법 중 하나로 연구되고 있지만, 내부저항 및 전극구조에 따른 물질전달저해로 인해 소규모 연구 위주로 진행되었다. 하지만 stainless steel(SS) 등 내부저항을 완화할 수 있는 전극재료 및 전극구조 개선 연구가 진행됨에 따라 BEAD 적용규모가 증가하는 추세이며, 본 연구에서는 100 L의 용량에서 전극재질 및 구조에 따른 적용적합성을 에너지효율 비교를 통해 평가하였다.

반응조는 비교를 위한 AD, 반응조 내부에 전극을 설치한 BEAD, 반응조 외부에 전극이 포함된 반응조를 추가한 ABEAD로 구성하였으며, AD 및 BEAD는 기계적 교반, ABEAD는 기계적 교반 및 펌프를 통한 bulk 용액 순환으로 물질전달이 이뤄졌다. 또한 BEAD는 탄소계 전극, ABEAD는 SS계 전극을 사용하였으며 두 반응조 모두 0.4 V의 전압을 공급하였다. 실험조건은 유효용량 100 L, 유기물부하율 3 kg/m³/d, HRT 20 days 및 중온소화(35℃)으로 운전하였다.

실험결과 AD, BEAD 및 ABEAD의 유기물제거율은 각각 평균 68.1 %, 68.9 %, 74.9 %로 전극 및 반응조의 분리를 통해 물질전달을 개선한 ABEAD에서 증가하였다. 에너지 생성량의 경우 AD에 비해 BEAD는 평균 229 kJ/d, ABEAD는 309 kJ/d가 추가 생성되었으며 유기물제거율이 높은 ABEAD에서 더 높은 에너지생산이 이뤄졌다. 마지막으로 전압공급으로 인한 에너지소비량은 BEAD는 평균 3.4 kJ/d, ABEAD는 평균 0.9 kJ/d로 전극의 낮은 생물적합성으로 인해 전극에서의 생화학반응이 적은 ABEAD가 에너지소비량이 낮았다. 따라서 본 연구에서는 SS 전극의 사용가능성 및 전극구조 개선에 따른 에너지효율성 향상을 확인할 수 있었으며, 추후 연구에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어 : 미생물전기화학적 혐기성소화, 전극재질, 전극구조, bench scale

감사의 글

본 연구는 교육부 및 한국연구재단의 4단계 두뇌한국21 사업(4단계 BK21 사업)과 2022년도 정부의 제원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2018R1D1A3B07048118).

* 정회원 · 충북대학교 공과대학 도시에너지환경융합학부(환경공학전공) 박사과정 · E-mail : yhm015@naver.com

** 충북대학교 공과대학 도시에너지환경융합학부(환경공학전공) 교수 · E-mail : jhbcbe@chungbuk.ac.kr