

## PE10) 유입농도와 체류시간의 변화에 따른 고분자담체 Yeast 생물반응기에서의 톨루엔 제거

### Effects of Loading and Gas Residence Time on Toluene Removal in a Bioreactor Using Yeast Immobilized Polymer Beads

남궁형규 · 신승규 · 송지현  
세종대학교 토목환경공학과

#### 1. 서 론

최근 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds, VOCs)의 악취유발과 유해성이 사회적으로 큰 문제로 대두되고 있다. VOCs는 대기 중에서 광화학반응을 일으켜 광화합물을 만듦으로써 인체에 호흡기 질환을 유발하기도 하며, 독성이 매우 커서 암을 유발하기도 한다. 그에 따라 우리나라에서는 VOCs에 대한 규제가 점점 더 엄격해지고 있고, 많은 사업장에서 그에 맞는 처리 시설을 갖추어 가고 있다(김조천, 2006). 이러한 VOCs 처리시설로는 다양한 물리/화학적인 방법과 생물학적인 방법이 있으며, 그 중 생물학적인 처리 방법의 대표적인 것으로 미생물을 이용한 바이오필터가 있다. 바이오필터는 운전이 용이하고, 처리비용이 저렴하며, 2차 오염물질의 발생 가능성이 적다는 장점이 있지만, 장기간 운전시에 담체 표면에 미생물이 축적되어 막힘현상과 압력손실이 발생하는 문제점이 있다(하태욱, 2000).

본 연구에서는 이러한 바이오필터의 문제점을 보완하기 위하여 부유성장 미생물을 이용한 생물반응기를 이용하였다. 생물반응기에서 주로 사용되는 박테리아는 온도나 pH에 민감하게 반응하고 갑작스런 유입농도 변화에 효과적으로 적응하지 못한다는 단점이 있어서, 환경변화에 적응력이 좋고, 낮은 pH에서도 안정적인 운전이 가능한 균류(yeast)를 적용하였다(정연규, 2004). 또한 일반적인 VOCs가 기액간의 물질전달이 잘 이루어 지지 않으므로, yeast를 포괄고정시킨 고분자 담체를 사용함으로써 물질전달 및 처리효율, 부하변동에 어떤 영향이 있는지를 확인하였다.

#### 2. 재료 및 방법

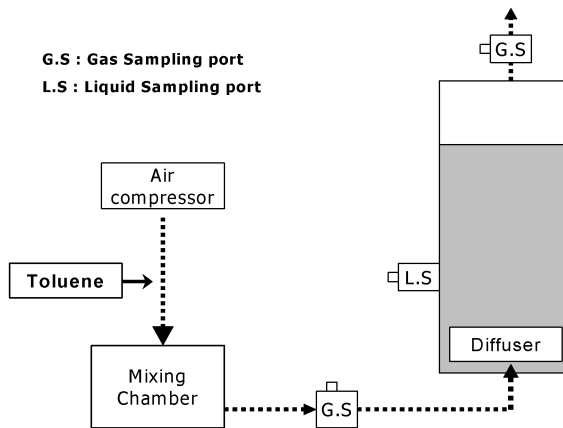


Fig. 1. A bioreactor using yeast immobilized polymer beads.

반응기는 위의 그림 1과 같은 구조로 되어있다. 에어펌프를 통해 공기를 유입시키고, 실린지 펌프(Syringe pump, KDS100, kd Scientific)를 이용하여 톨루엔을 유입시켜 오염된 공기를 만들었다. 전체부

피 2L의 반응기에 운전 부피는 1.3L로 하였고, 체류시간을 60초, 30초, 15초로 운전하였으며, 각 체류시간별로 농도에 변화를 주어서 실험을 진행하였다. 톨루엔 농도 분석은 GC(HP 6890, FID)를 이용하였으며, pH는 6.35-6.4로 유지시켜 주었다. 본 연구에서는 반응기의 물질전달을 높여주고, 부하변동에 완화를 위하여, 천연고분자물질(Alginate) 및 PEG(Poly Ethylene Glycol)에 분말활성탄(powdered activated carbon, PAC)을 첨가하고 yeast를 포괄고정시킨 담체를 사용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

반응기 내의 용액은 VOCs를 제거능을 가진 yeast(*Candida tropicalis*)와 영양물질(nutrient solution)로 이루어져 있으며, yeast를 포괄고정시킨 고분자 담체를 50g 넣어주어 물질전달의 상승과 변동부하에 완충효과를 기대하였다. 체류시간 별 톨루엔 유입부하는 체류시간 60초에서 14, 32, 41, 61, 73g/m<sup>3</sup>/hr, 30초에서 15, 40, 82g/m<sup>3</sup>/hr, 15초에서 11, 47, 82g/m<sup>3</sup>/hr 정도였으며, 각각의 처리효율은 아래의 그림 2에서와 같이 89% → 78%(그림 2 ●), 79 → 53%(그림 2 ○), 61 → 42%(그림 2 ▼)를 보였다.

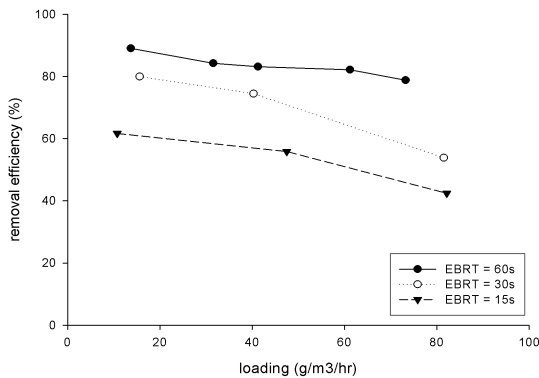


Fig. 2. Effects of loading and EBRT on toluene removal efficiency.

이와 같은 결과로 체류시간이 짧아짐에 따른 처리효율의 감소가 확인되었으며, 유입농도의 증가에 따른 처리효율의 감소도 확인되었다. 농도증가에 따른 처리효율 감소폭은 체류시간 30초에서 가장 컸으며, 오히려 체류시간 15초에서는 감소폭이 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 이것은 yeast 포괄고정 고분자 담체가 물질전달을 높여주고, 부하변동에 크게 완충작용을 하였을 것으로 판단된다.

### 사 사

본 연구는 환경부의 “차세대핵심환경기술개발사업(Eco-technopia 21 project)”으로 지원받은 과제입니다.

### 참 고 문 헌

- 김조천 (2006) 국내의 휘발성유기화합물(VOC) 현황 및 관리기술, 한국대기환경학회지, 22(6), 743-757.
- 정연규 (2005) Black Yeast Fungi의 군집조성에 따른 생물여과 반응기에서의 VOCs 처리안전화 특성, 대한환경공학회, 2005 춘계 학술연구발표회 논문집, 526-535.
- 하태욱 (2000) 약취 및 VOCs 제거를 위한 Biofilter 기술, J. of Environ. Sci., 14, 14-23.