

1D2) Yeast와 GAC를 이용한 톨루엔 제거

Removal of Gaseous Toluene by Yeast and Granular Activated Carbon

솔지현 · 신승규 · 남궁형규
세종대학교 토목환경공학과

1. 서 론

대기오염의 대표적 물질로 주목받고 있는 휘발성유기화합물(Volatile organic compounds, VOCs)은 대기 중 광화학 반응에 관여하여 오존 등의 광 화합물을 생성하여 호흡기 질환을 유발하기도 하며, 그 자체로서도 독성이 매우 커서 암을 발생시키기도 한다. 그에 따라 악취발생원을 가진 많은 사업장에서는 악취 및 VOCs를 처리할 수 있는 시설을 갖춰가고 있으며, 필연적으로 물리/화학적인 방법과 생물학적인 처리 방법에 대한 연구도 활발히 진행 중이다. 그 중에서도 생물학적인 처리 방법인 바이오필터는 운전이 안정적이고 운영비가 저렴하며 2차 오염물질의 발생 가능성이 적다는 장점이 있다. 하지만 충전 재료(packing materials)에 따라서 유속이 낮아지고, 결과적으로 압력손실이 발생하는 막힘 현상(clogging)이 발생 하는 문제점이 있다. 또한 바이오필터에 적용하는 미생물은 담체 표면에 부착하여 성장하는 다소수동적 형태의 미생물(attached microorganism)이기 때문에, 활성슬러지 같은 부유성장 미생물(Suspended microorganism)과 비교하여, 근본적으로 활성도(activity)가 낮다고 할 수 있다(정연규, 2004; 김조천, 2006).

본 연구에서는 일반적인 바이오 필터(biofilter)의 단점을 해결하고자, 박테리아(bacteria) 대신에 관리가 용이하며, 급작스런 환경변화에 적응력이 좋아 번식 면에서 유리한 효모(yeast)를 적용하였다(Chen, 2002). 또한 높은 활성도 유지를 위해 부유성장 미생물 형태의 반응조를 구성하여 VOCs를 처리에 적용하고, 그 효율성을 확인하였다.

2. 재료 및 방법

반응기의 기본 구성은 그림 1과 같다. 부피 1.3L의 반응조는 체류시간 1분을 유지했고, 처리 대상 물질은 VOCs 중 하나인 톨루엔(toluene)을 적용하였다.

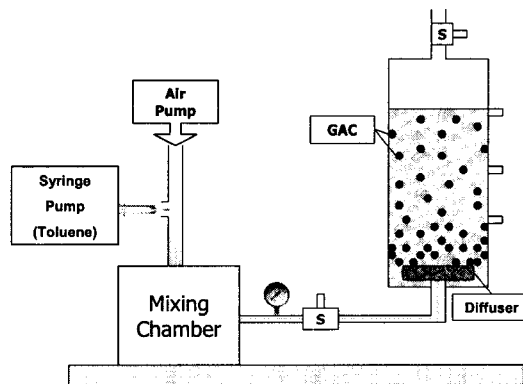


Fig. 1. Granular Activated Carbon Bioreactor.

펌프를 통해 유입되는 공기는 실린지 펌프(Syringe Pump, KDS100, kd Scientific)를 이용하여 톨루엔으로 오염시켰다. 유입농도는 70, 140ppm 수준을 유지하였고, 톨루엔 농도 분석은 GC(HP 6890, FID)를 사용하였다. 액상의 yeast량을 확인하기 위한 미생물 내 총 단백질량 분석은 Sonicator(VCX130,

SONICS & Materials)를 이용하여 미생물을 분쇄하고, 전용 시약(Protein Assay, Dye Reagent Concentrate, Bio-Rad)을 첨가하여 발색시킨 시료의 농도를 Spectrophotometer(Simazu, 600nm)를 이용하여 분석하였다. CO₂ 농도 분석은 CO₂분석기(LI-820, LI-COR Biosciences)를 이용하였으며, 균류(yeast)의 활성도를 유지하기 위한 pH와 NO₃⁻의 농도측정은 수소·이온·농도지수미터(PB-20, Sartorius)를 이용하였다.

3. 결과 및 토의

실험은 yeast와 영양물질(nutrient solution)의 혼합액 형태로 실험을 적용했고, 톨루엔 유입부하에 따른 완화(buffer)효과를 위해 GAC 30g을 넣고 15일간 운전하였다. 초기 7일까지는 65ppm수준을 유지했고, 이후 유입농도를 140ppm으로 증가시켰다.

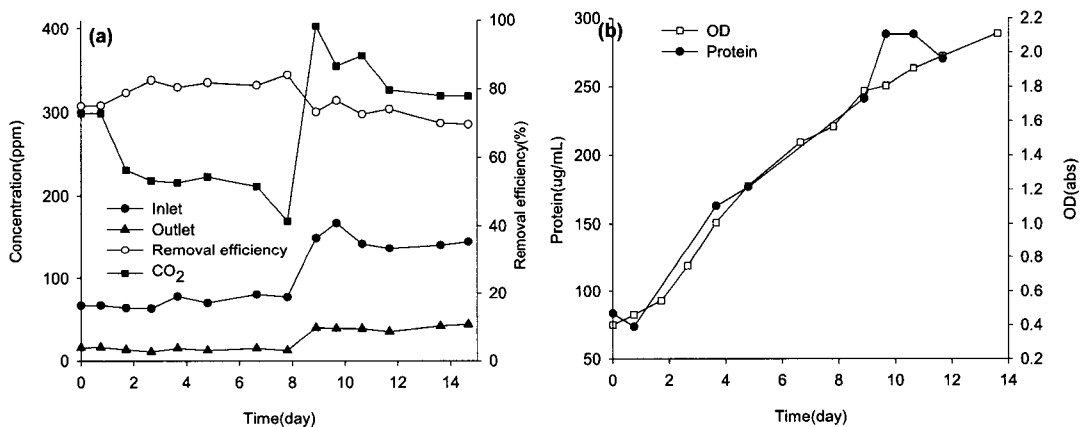


Fig. 2. Changes of the gas-phase toluene (a) inlet, outlet, CO₂ concentration and removal efficiency (b) optical density, protein concentration of microorganism.

운전 초기 70% 이상의 처리율을 나타내었고, 유입농도 증가 후에도 미미한 처리율 감소가 나타났으며, 이는 완충 역할을 해주는 활성탄의 효과로 추정된다. 또한 운전기간 내내 미생물량을 의미하는 OD(optical density)와 미생물 내 총단백질의 농도가 지속적으로 상승하여, 처리율 유지에 기여 했을 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 (2004) Black Yeast Fungi를 이용한 생물여과 반응기에서의 VOCs 제거 특성, 대한환경공학회, 2004 추계 학술연구발표회 논문집, 456-465pp.
- Chen, K.-C. (2002) Degradation of phenol by PAA-immobilized *Candida tropicalis*. Enzyme and Microbial Technology, 31, 490-497.