

이성분계 생물반응기 개발 전략

염승호^{1,*}, Andrew J. Daugulis¹, 유영제²

Dept. of Chemical Engineering, Queen's University, Canada¹, 서울대학교 응용화학부²,

(주) 엔지바이오텍*

(전화) 02-872-1659, FAX (02) 887-1659

요약문

미생물을 이용하여 화학제품을 만들거나 오염물질을 분해할 때, 고농도 기질(혹은 오염물질)이나 생산물에 의해 미생물이 저해를 받는 경우가 많다. 또한 생성물 분리·정제에는 많은 비용이 든다. 이러한 문제 해결에 이성분계 생물반응기는 유용하게 사용될 수 있다. 이성분계 생물반응기는 미생물이 존재하는 수용액층과 또 하나의 층인 유기용매층으로 이루어졌으며 어떠한 유기용매를 선정하는가 하는 것이 이성분계 생물반응기 개발에 있어서 가장 중요한 문제 중의 하나이다. 지금까지의 많은 이성분계 생물반응기 개발 혹은 적용 연구에서 유기용매를 임의적으로 선택하거나 자주 사용되는 유기용매 몇 개를 테스트해서 선정하는 경우가 대부분이었다. 그러나 이성분계 반응기의 효율을 극대화하기 위해서는 좀더 논리적이고 체계적인 유기용매 선정 과정이 필요하다¹⁾.

우리는 유기용매를 선정함에 있어서 아래의 8가지를 고려하였다. 첫째, 대상 물질이 이성분계에서 높은 분배 계수를 갖도록 해야한다. 둘째, 유기용매는 미생물에게 독성을 주어서는 안된다. 셋째, 미생물이 유기용매를 기질로 사용해서는 안된다. 넷째, 유기용매의 휘발도는 극히 낮아야 한다. 다섯째, 유기용매의 밀도는 물보다 작아야 한다. 여섯째, 유기용매가 수용액 내에서 에멀전을 형성해서는 안된다. 일곱째, 가격이 저렴해야 한다. 여덟째, 유기용매는 환경친화적이어야 한다. 이 여덟 가지를 만족하는 유기용매를 1,300 개의 유기용매로부터 선정하는 과정은 아래와 같았다. 먼저 실험을 통하여 사용하는 미생물의 critical logP를 결정하였다. 이 값이 정해지면 고려해야 할 유기용매의 수가 대폭 줄어들게 된다. 그 다음으로 열역학적 방법에 의한 분배계수 계산을 수행하였다. 본 연구에서는 UNIFAC에 바탕한 프로그램을 사용하였으며 이 때 원하는 범위의 끓는점, 어는점, 분자량, 밀도 등을 넣어서 선택되는 유기용매의 수를 줄여주었다. 분배계수 크기 순서로 나열된 후보 유기용매 중에서 에멀전을 형성하는 것들, 독성이 있는 것들, 취급에 특별한 주의가 필요한 것들을 제외하였다. 선택된 유기용매가 미생물 기질로서 사용되는지 알아보고 최종적으로 하나의 유기용매를 선택하였다.

우리는 이렇게 개발된 이성분계 생물반응기를 이용하여 다양한 형태의 고농도 벤젠를 효율적으로 제거할 수 있었다. 향후, catechol, muconic acid, 1,3-propandiol 등의 다양한 화학물질 생산에도 정교하게 개발된 이성분계 생물반응기가 더욱 유용하게 사용될 것으로 기대한다.

참고문헌

1. Sung Ho Yeom and Andrew J. Daugulis, "Benzene degradation in a two-phase partitioning bioreactor by *Alcagligenes xylooxidans* Y234", (2001), Process Biochemistry, 36, 765-772.