

## *Saccharomyces cerevisiae*와 *Aureobasidium pullulans*의 납 흡착시 이온교환 효과

서정호\*, 김동석<sup>1</sup>, 송승구<sup>2</sup>

울산과학기술대 공업화학과,

<sup>1</sup>대구효성가톨릭대학교 환경과학과,

<sup>2</sup>부산대학교 화학공학과

### 1. 서론

하천이나 강으로 배출되는 일반하수, 산업폐수, 각종 폐기물의 매립 및 농약살포 등의 다양한 오염물질의 배출로 인해 지구 환경이 파괴되고 있을 뿐만 아니라 인류의 건강까지도 위협당하고 있다. 특히 생산활동의 과정에서 배출되는 산업폐수는 유해 중금속을 다량 함유하고 있어 적절한 처리없이 배출될 경우 생태계의 먹이사슬에 의한 농축효과(biomagnification)로 인해 그 피해가 급격히 확산될 수 있으므로 중금속의 제거와 회수는 인류의 미래를 대비한 매우 중요한 과제로 많은 관심과 연구가 진행되고 있다.

그러나 자연증발, 막공정, 침전, 흡착, 이온교환수지법 등의 재래식 공정은 대부분 전 처리가 필요하고 용액중의 중금속 농도가 1~100mg/L 정도로 낮게 함유되어 있을 경우에는 미효율적이거나 비용이 바싼 단점이 있다<sup>1)</sup>. 따라서 최근 재래식 공정의 문제점을 해결하고 타 공정에 비해 경제적으로 유리한 미생물을 이용한 중금속 제거 공정이 대안으로 제시되고 있으며, 미국에서는 조류의 한 종류인 *Chlorella vulgaris*를 silica에 고정화시킨 algaSORB라는 충전층형 중금속 제거 장치<sup>2)</sup>와 Advanced Mineral Technologies, Inc.에서 AMT-BIOCLAIM이라는 미생물 흡착제거제가 개발되어<sup>3)</sup> 실용화 단계에 접어들고 있다.

미생물이 중금속을 제거하는 방법으로는 다양한 메커니즘이 사용되는데, 크게 물질대사에 관계없이 음전하를 띠는 세포벽이나 세포질 외벽, 미생물이 분비하는 세포외 고분자 물질에 흡착되는 단순하고 수동적이며 급격한 물리화학적 흡착과 물질대사 의존성인 이온교환, 단백질에 의한 킬레이트 형성(metallothionein), 세포질 내부로의 이동, 효소에 의한 불용화(산화, 환원, 메틸화, 탈메틸화)등의 능동적이며 느린 미생물흡착으로 볼 수 있다<sup>1)</sup>.

본 연구에서는 발효공정에서 많이 사용되어 막대한 량의 폐 biomass가 발생하는 *Aureobasidium pullulans*와 *Saccharomyces cerevisiae*를 이용하여 납을 제거할 때 납과 세포내 금속과의 이온교환과정을 고찰해 보고자 한다.

### 2. 재료 및 실험 방법

본 실험에 사용한 미생물은 *Aureobasidium pullulans* KFCC 10245와 *Saccharomyces cerevisiae* KCTC 1199이다. 본 실험에 사용된 두 미생물의 배지, 미생물의 회수, 흡착실험은 서정호 등<sup>4)</sup>과 같다.

## 이온교환실험

흡착실험에 사용하는 미생물 현탁액을 실험 시작전 일정량을 채취하여 용액내 존재하는 칼슘, 마그네슘, 칼륨 등의 이온의 양을 미리 측정하고, 흡착실험 후 시료를 채취하여 원심분리후 상등액에 존재하는 이온의 양을 측정하여, 초기에 존재하는 이온의 양을 뺀 양을 탈착된 이온의 양으로 계산하였다.

### 3. 결과 및 고찰

*S. cerevisiae*에 의한 납 흡착시 방출되는  $K^+$ 의 농도는 24시간까지 증가하다가 24시간 이후에는 0.15mmol/g으로 농도의 변화가 거의 없는 것으로 나타났고,  $Mg^{2+}$ 는 120시간까지 서서히 증가하다 120시간 이후 0.1mM정도로 일정한 것을 볼 수 있었지만, 미생물 현탁액과 납용액이 혼합되어 있는 용액에서 시간에 따른  $Ca^{2+}$ 의 농도 변화는 없었다.

$K^+$ 는 일반적으로 미생물 내에서 다양한 삼투물농도(osmolarity) 즉, 배지내의 고농도의 기질에 대해 미생물이 자랄 수 있게 해주는 삼투 내성(osmotic tolerance)을 유지시키는 중요한 인자로 본 실험과 같이 기질이 없는 경우에는 에너지원 결핍으로 인해 세포외로부터 내부로  $K^+$ 의 이동이 발생되지 않고 역으로 서서히 방출된다. 여기에 납 흡착에 의한 독성 영향으로 세포 내부에 있는  $K^+$ 가 세포외부로 방출되는 것이 촉진된 것으로 보이며,  $Mg^{2+}$ 도  $K^+$ 와 마찬가지로 세포내부에 존재하는 필수금속으로 인산기를 ATP로부터 글루코오스와 만노오스 같은 여러종류의 육탄당에 전달하여 에너지원인 육탄당이 세포막을 통과할 수 있도록 도와주는 효소 작용에 관여하는 금속으로 액포(vacuole)나 ATP에 결합되어 있는 형태로 존재하는 데, 이러한  $Mg^{2+}$ 의 방출은 납이온과  $Mg^{2+}$ 의 이온교환이 발생하는데 기인한 것으로 생각된다.

### 4. 요약

*S. cerevisiae*와 *A. pullulans*를 이용하여 납을 제거할 때 납의 제거량과 세포내에 존재하는 경금속의 배출량과의 관계에 대해 고찰하였다. 납의 흡착량과 배출되는 경금속의 양은 일치하지는 않았지만 이온교환의 효과는 있는 것으로 밝혀졌다.

## 참 고 문 헌

1. Voleskey, B., Biosorption of heavy metals, Boca Raton, Fla: CRC Press, pp. 3-5(1990).
2. EPA, Superfund innovative technology evaluation, EPA/540/R-93/526, Technology profile, 6th ed., pp. 142-143(1993).
3. Brierly, J.A., C.L. Brierly and G.M. Goyak, AMT-BIOCLAIM : a new wastewater treatment and metal recovery technology, In : Fundamental and applied biohydrometallurgy, Elsevier, Amsterdam, pp. 291(1986).
6. 오상진, 서정호, 송승구, *Aureobasidium pullulans*와 *Saccharomyces cerevisiae*의 납 흡착속도, 화학공학의 이론과 응용, 2(2), 2211-2214(1996).