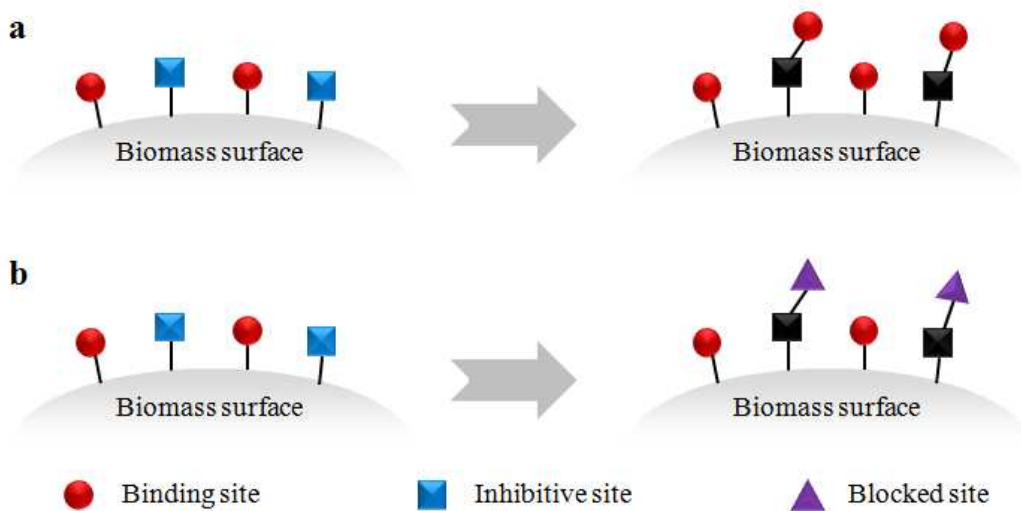


# 생체흡착소재의 흡착성능 개선 방안1

2014년도 연구 IP (개인)

원성욱(경상대학교)

수많은 미생물 바이오매스들은 주로 수용액에 존재하는 중금속 또는 염료를 제거하기 위한 용도로 사용되었다. 최근 2000년대에 들어오면서 생체흡착소재의 용도는 오염물질의 제거뿐만 아니라 희유금속의 회수하는 목적으로 다변화되었다. 하지만 사멸된 바이오매스가 높은 가격경쟁력을 가지고 있음에도 불구하고, 흡착성능이 상용화 소재에 비해 상대적으로 낮아 실제 관련 산업에 응용하는 데는 어려움이 많다. 따라서 이런 생체흡착소재의 단점을 극복하기 위하여 다양한 표면개질 기술들이 개발되었다. 대표적인 표면개질 기술은 [그림 1]과 같이 크게 결합기 증대기술과 방해기 제거기술을 들 수 있다. 희유금속용 고성능 생체흡착소재를 개발하기 위해서는, 우리는 앞서 개발된 다양한 표면개질 기술들을 살펴볼 필요가 있다. 본 연구IP에서는 생체흡착소재의 흡착성능을 개선시키기 위한 방안으로 바이오매스의 전처리와 화학적 표면개질방법에 살펴보고자 한다.



[그림 1] 생체흡착소재의 흡착량 향상을 위한 결합기 증대기술(a)과 방해기 제거기술(b).

## 1. 바이오매스의 물리적 또는 화학적 전처리 방법

바이오매스를 사용하기 전에 전처리하는 목적은 가공되지 않은 바이오매

스에 존재하는 불순물을 제거하거나 바이오매스 표면에 존재하는 더 많은 기능기들을 활성화시키기 위한 것이다. 바이오매스의 전처리 방법은 물리적 방법과 화학적 방법으로 나눌 수 있는데 물리적 전처리 방법으로는 고압가열(autoclaving), 스티밍(steaming), 열건조(thermal drying), 동결건조(lyophilization), 절단(cutting), 분쇄(grinding) 등이 있다. 일반적으로 물리적 전처리 방법은 방법이 매우 간단하고 비용이 적게 드는 장점이 있지만 화학적 전처리 방법에 비해 낮은 전처리 효과를 갖는 것으로 알려져 있다[1]. 반면, 화학적 전처리 방법은 산, 알칼리, 유기용매, 기타 시약들을 사용하여 바이오매스를 전처리한다. 이런 전처리 방법은 간단하고 효과적인 방법으로 알려져 있어서 바이오매스를 전처리할 때 물리적 전처리 방법보다 자주 이용된다.

## 2. 알칼리 처리와 산처리의 효과

Yazici et al. [2]은 *Marrubium globosum* 잎에 의한 Cu 흡착에 있어 다양한 시약에 의한 화학적 전처리가 흡착량 향상에 효과가 있다고 보고하였다. 특히, 세탁용 세제, NaOH, NaHCO<sub>3</sub>와 함께 알칼리로 바이오매스를 전처리하였을 때 보다 전처리 효과가 좋았다. 또한, 여러 연구자들도 알칼리에 의한 바이오매스의 전처리가 흡착량 향상에 기여한다고 보고하였다. 이런 흡착량의 향상은 바이오매스의 표면 벽이 파괴되거나 오염물질과 결합할 수 있는 작용기가 새롭게 형성된 결과로 생각된다. 바이오매스의 산처리의 경우, 바이오매스 표면에 존재하는 불순물을 제거하거나 일부 방해기들을 제거시킬 수 있기 때문에 많은 연구자들은 산처리 방법이 양이온 금속 또는 양이온 염료의 흡착을 증가시킨다고 보고하였다. 예로, Yan and Viraraghavan [3]은 산처리된 *Mucor rouxii* 바이오매스는 중금속의 흡착량을 크게 감소시켰으며, 산처리로 인해 바이오매스의 중량이 11~16% 감소하였다는 결과를 보고하였다. 따라서 알칼리 또는 산에 의한 전처리 방법들의 효과는 바이오매스의 유형에 따라 대단히 의존적이므로 사용하는 바이오매스의 특성을 고려하여 적당한 전처리 방법을 선택해야 할 것이다.

## 3. 대표적인 결합기

바이오매스 표면에 존재하는 특정 작용기들은 다양한 화학적 표면개질방법에 의해 원하는 작용기로 치환시킬 수 있다. 특히, 바이오매스 표면에 결

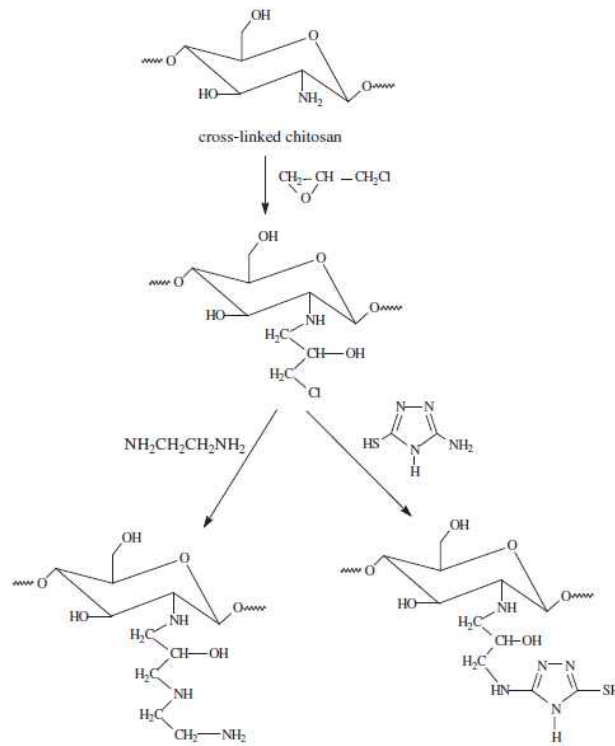
합기를 새롭게 도입시킴으로써 원래 바이오매스가 가지고 있는 흡착량보다 더 높은 흡착량을 기대할 수 있다. 다양한 작용기 중에서, 주로 아민기, 카복실기, 인산기, 설펜기, 수산기 등이 타겟 이온성 용질에 대해 결합기 역할을 하는 것으로 알려져 있다[4]. 따라서 고성능 생체흡착소재를 개발하기 위해서는 적당한 표면개질방법을 이용하여 특정 작용기들을 바이오매스 표면에 새롭게 도입하거나 증가시켜야 할 것이다.

#### 4. 아민기 증대를 위한 화학적 표면개질방법

바이오매스의 표면은 다양한 화학적 표면개질방법을 통해서 변화될 수 있다. 표면개질방법의 핵심은 바이오매스의 표면에 존재하는 특정 작용기들을 원하는 작용기로 변화하는 것이다. 그러므로 개질하고자 하는 작용기의 선택은 생체흡착소재의 용도를 결정하는 데 대단히 중요하다. 또한, 개질할 작용기가 선택되었다면 이에 적합한 표면개질방법을 잘 선택해야 한다. 화학적 표면개질은 반응조건을 조절하면서 특정 시약과 바이오매스를 반응시키는 방법이 주로 사용된다. 다양한 작용기 중에서, 아민기는  $pK_a$ 가 8~10으로 수용액에서 양이온인  $NH_3^+$ 으로 존재하기 때문에 음이온성 용질과 쉽게 결합할 수 있다. 따라서 아민기는 대표적인 음이온성 용질의 결합기로 알려져 있다. 바이오매스 표면에 아민기를 증대시키기 위하여 Kousha et al. [5]은 갈색 해조류인 *Stoechospermum marginatum* 바이오매스를 propylamine과 반응시켜 바이오매스 표면에 존재하는 카복실기를 아민기로 치환시킨 표면개질된 바이오매스를 개발하였다. 관련된 화학반응은 아래와 같다.



이렇게 개질된 바이오매스의 흡착량은 개질되지 않은 바이오매스보다 산성 염료인 acid orange II를 흡착하는데 2배 이상 증가한 결과를 보였다. 또한, Elwakeel et al. [6]은 ethylene diamine과 3-amino-1,2,4-triazole-5-thiol을 처리하여 chitosan/amine (R-en)과 chitosan/azole (R-az)을 제조하였으며([그림 2]), R-en이 Au(I) 흡착에 있어 R-az보다 우수한 흡착량을 보인다고 보고하였다. 이와 같이, 바이오매스 표면에 아민기를 새로 도입하는 것은 결과적으로 음이온성 물질들(음이온성 염료, 염소 이온과 복합체를 형성하고 있는 희귀 금속들)의 흡착량을 향상시키는 결과를 가져왔다.



[그림 2] Chitosan/amine과 chitosan/azole의 제조 반응경로.

## 참고문헌

1. D. Park, Y.-S. Yun, J.M. Park, 2010. The past, present, and future trends of biosorption. *Biotechnol. Bioprocess Eng.* 15, 86-102..
2. H. Yazici, M. Kilic, M. Solak, 2008. Biosorption of copper(II) by *Marrubium globosum* subsp *globosum* leaves powder: effect of chemical pretreatment. *J. Hazard. Mat.* 151, 669-675.
3. G. Yan, T. Viraraghavan, 2001. Heavy metal removal in a biosorption column by immobilized *M. rouxii* biomass. *Bioresour. Technol.* 78, 243-249.
4. K. Vijayaraghavan, Y.-S. Yun, 2008. Bacterial biosorbents and biosorption. *Biotechno. Adv.* 26, 266-291.
5. M. Kousha, E., Daneshvar, M.S. Sohrabi, M. Jokar, A. Bhatnagar, 2012. Adsorption of acid orange II dye by raw and chemically modified brown marcoalga *Stoehospermum marginatum*. *Chem. Eng. J.* 192, 67-76.
6. K.Z. Elwakeel, G.O. El-Sayed, R.S. Darweesh, 2013. Fast and selective removal of silver(I) from aqueous media by modified chitosan resins. *Int. J. Miner. Process.* 120, 26-34.