

# 셀룰로오스 하이브리 나노복합재를 이용한 바이오센서 Bioensor Based on Cellulose Hybrid Nanocomposite

고현우\* · 문성철\* · 적림동\* · 김재환†  
Hyun-u Ko, Seongcheol Mun, Lindong Zhai and Jaehwan Kim

## 1. 서 론

셀룰로오스는 지구상에 가장 널리 퍼져있는 고분자 재료중 하나로, 천연재료를 기반으로 하며 생분해성, 생적합성을 갖는 친환경 재료이다. 셀룰로오스는 주변에 흔한 재료이며 가공이 편리하고 기계적인 강성이 뛰어나 전통적으로 제지, 직물, 건축 재료 등 다양한 분야에서 활용되어 왔다. 최근에는 압전성과 절연성, 투명성 등을 기반으로 하여 센서, 액추에이터, 전자 재료, 광학 필름 등 다양한 분야로 활용 범위를 넓혀가고 있다.<sup>(1, 2)</sup> 특히 산화물 반도체 재료와 합성한 복합재 기반 바이오 센서는 높은 성능과 낮은 생산 비용, 빠른 응답성, 유연 특성을 갖어 앞으로의 활용이 기대된다.<sup>(3-5)</sup>

본 논문은 셀룰로오스와 산화물 반도체의 하이브리드 나노복합재를 이용한 바이오센서의 작동특성에 대한 연구 결과이다.

## 2. 본론

### 2.1 산화주석-셀룰로오스 나노 복합재 기반 글루코스 센서

산화주석-셀룰로오스 나노 복합재는 열적 수열합성법을 통하여 제조되었다. 바이오센서는 산화주석-셀룰로오스 나노복합재에 글루코스 효소를부동화한 한쪽 전극과 금 와이어를 이용한 카운터 전극으로 구성되었으며 글루코스 용액 내부에서 글루코스의 농도에 따라 발생하는 전도성의 차이를 통하여

특성을 측정하였다. Figure 1은 글루코스 농도에 따른 전도성을 기반으로 한 민감도 그래프이다. 그래프에선 선형구간은 0.5m에서 12mM 로 그 이후에는 포화되는 특성을 보였다. 이는 실제 의학적인 요구 구간인 3.5mM에서 6.5mM을 충분히 만족하는 결과이다. 또한 재현성 검사를 통하여 10일 이후에도 충분한 재현성을 가짐을 확인하였다.<sup>(3)</sup>

### 2.2 산화주석-셀룰로오스 나노 복합재 기반 요산 센서

산화주석-셀룰로오스 나노복합재 요산센서는 앞서 언급한 글루코스 센서와 동일함 형태로 제작되었으며 글루코스 효소 대신 요산 효소를 부동화하여 요산에 대한 검출성을 확보하였다. Figure 2는 농도에 따른 민감성 그래프이다. 이 그래프에서 민감도는 각각 선형구간, 감소 후 재증가하는 두번째 선형 구간, 포화구간으로 나누어지면 첫 선형구간은 0.5m에서 10mM 로 충분히 평상시 인간이 가지는 농도 범위(3~7mM)를 만족한다. 또한 두번째 선형구간은 의료적 처치가 필요한 기준인 30mM을 포함하고 있다.<sup>(4)</sup>

### 2.3 산화타이타늄-셀룰로오스 나노 복합재 기반 글루코스 센서

산화타이타늄-셀룰로오스 나노복합재는 셀룰로오스 용액에 나노 타이타늄 입자를 섞어 필름 형태로 만든 블렌딩 방법을 사용하였다. 블렌딩시 계면활성제인 Sodium Dodecyl Sulfate(SDS)를 넣어 타이타늄 입자가 잘 분산될 수 있도록 하였다. 글루코스의 검출을 위하여 글루코스 효소를 복합재에 표면에 부동화 시켰으며 금 와이어를 카운터 전극으로 사용하여 농도에 따른 전도성의 변화를 측정하였다. 그결과 figure 1과 유사하게 0.5mM에서 10mM의 글루코스 농도 구간에서 선형구간이 형성되었으며 그 이후에는 포화 구간이 형성되었다.<sup>(5)</sup>

† 교신저자; 정회원, 인하대학교  
E-mail : jaehwan.kim@inha.ac.kr  
Tel : 032-874-7325, Fax :

\* 공동저자; 인하대학교

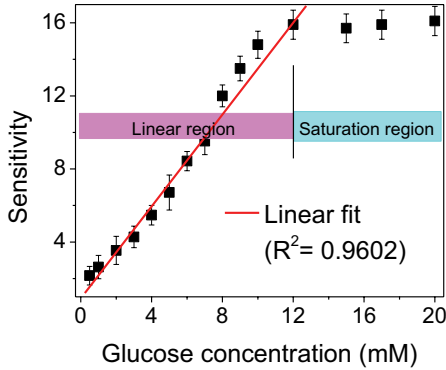


Figure 1 sensitivity of tin oxide glucose sensor

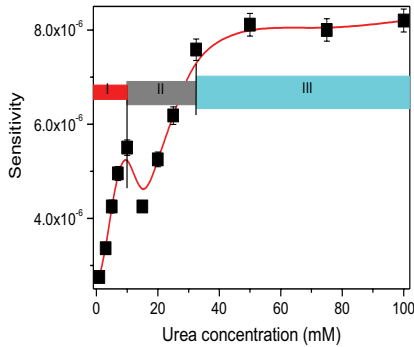


Figure 2 sensitivity of tin oxide urea sensor

### 2.3 산화아연-셀룰로오스 나노 복합재 기반 글루코스 센서

산화아연-셀룰로오스 나노복합재는 산화아연 나노입자를 셀룰로오스 용액에 분산시킨 후 필름화 공정을 통하여 제작하였다. 또한 제작 중 계면활성제인 SDS는 첨가하여 산화아연 나노입자가 잘 분산되도록 하였다. 요산 검출을 위하여 복합재 표면에 요산 효소를 부동화 시켰으며 금 와이어를 반대 전극으로 하여 요산 용액의 농도에 따른 전도성의 차이를 측정하였다. 측정결과 산화아연-셀룰로오스 나노복합재 기반 글루코스 센서의 민감도는 0.5mM에서 10mM에서 선형구간을 나타내었으며 그 이후에는 포화 그래프를 그렸다.

### 3. 결 론

산화물 반도체와 셀룰로오스 기반 하이브리드 나노복합재를 이용한 바이오센서는 각각 검출 대상에 따라 적절한 효소를 부동화하여 제작하였다. 이렇게 제작된 바이오센서는 농도에 따른 전도성을 변화를 통하여 특성을 측정하였다. 측정 결과 각각의 바이오센서에서 선형적 특성을 보이는 가용구간은 검출 대상에 대하여 의학적으로 요구하는 농도구간을 충분히 만족하였다. 또한 재현성 실험에서도 충분한 재현성을 보였다. 이러한 바이오센서는 저가의 유연한 휴대용 센서로 충분한 활용 가능성을 갖는다.

### 후 기

본 연구는 한국연구재단의 지원(NRF)을 받아 이루어졌습니다.

### 참고문헌

- (1) Kim, J. and Yun, S., 2006, Discovery of cellulose as a smart Material, *Macromolecules*, Vol. 39, pp.4202~4206.
- (2) Jang, S. -D. Kim, H. S. and Kim, J., 2007, Electromechanical Simulation of Cellulose Based Electro-Active Paper, *Transactions of Korea Society of Noise and Vibration Engineering*, Vol.17, pp.1179~1183.
- (3) Mahadeva, S. K. and Kim, J., 2010, Biosensor made with cellulose-Tin oxide nanocomposite, *Proceeding of KSPE Fall conference*, pp. 53~64.
- (4) Mahadeva, S. K. and Kim, J., 2011 Conductometric glucose biosensor made with cellulose and tin oxide hybrid nanocomposite, *Sensors and Actuators B*, Vol. 157, pp.177~182 .
- (5) Maniruzzaman, M., Jang, S.-D. and Kim, J., 2012, Titanium dioxide-cellulose hybrid nanocomposite and its glucose biosensor application, *Materials Science and Engineering B*, Vol. 177, pp.844~848.