

Membrane Strip형 전기전도도 면역센서 신호발생원으로써 전도성고분자 합성

오규환, 백세환

고려대학교 생명공학원, 바이오센서 시스템공학 연구실

전화 (02) 3290-3438, Fax (02) 923-9923

Abstract

Colloidal gold with a conducting polymer (e.g., polyaniline) bound on the metal surfaces has been used for the generation of conductimetric signal in a membrane strip immunosensor. Since polyaniline itself at a low pH range revealed a low conductivity, an approach of doping the polymer with a lithium salt was used. As an alternative method, a self-doped (i.e., pH-independent) substance such as leucoemeraldine base sulfonated polyaniline (LEB-SPAN) can be used as signal generator. It was also highly soluble in water and, thus, such a selected polymer was expected to support a satisfactory property as a label of the immunosensor.

서론

정량분석 방법을 시행하기 위해 항체 고정화모체로 사용하는 세공성 membrane에 screen-printing된 thick-film 전극과 또한 기존의 발색물질인 colloidal gold-polyaniline 중합체를 신호발생원으로 사용하는 전기전도도 측정용 면역센서를 개발하였다¹⁾. 이와 같은 면역센서로부터 발생된 전기신호는 단지 colloidal gold를 이용한 발색신호와 비교하여 농도응답곡선 패턴을 변화시켰을 뿐만 아니라 신호증폭 효과를 제공하는 것으로 나타났다. 그러나 사용된 polyaniline은 항원-항체 반응 최적조건인 중성 pH 범위에서 전기전도도가 감소되었고 또한 그 고분자 골격 상의 amine 그룹과 imine 그룹간의 상호작용에 의해 polyaniline이 응집되는 문제점이 발생되었다²⁾. 이러한 문제점은 doping 조건과 용해도를 부분적으로 향상시키는 LiCl의 사용에 의해 완화되었지만 면역센서의 측정재현성과 안정성을 위해 근본적인 개선책이 요구되었다. 이를 위해 polyaniline의 환원된 형태인 leucoemeraldine base를 sulfonation 시켜 합성한 LEB-SPAN을 사용하거나 기존의 polyaniline에 doping 물질인 LiPF₆를 사용하여 전도도 향상과 용해도 증가를 시도하였다.

재료 및 방법

LiPF₆이 doping된 polyaniline 합성. Aniline 단량체에 산화제를 첨가하여 emeraldine salt 형태의 polyaniline을 합성하였다¹⁾. 이를 암모니아수를 사용하여 emeraldine base 형태로 전환시킨 후 DMF에 녹여 emeraldine base 용액을 만들고,

여기에 LiPF_6 가 포함된 염산으로 doping시켜 중성에서도 산성에서와 비슷한 전기전도도를 나타내는 전도성고분자를 합성하였다.

LEB-SPAN 합성. Polyaniline의 emeraldine base 형태를 환원시켜 만든 leucoemeraldine base를 fuming sulfonic acid로 sulfonation 시켜 LEB-SPAN을 합성하였다³⁾.

결과 및 고찰

Colloidal gold와 중합시키기 위해 합성된 polyaniline에 대해 spectrophotometry 측정을 수행하여 분자구조 특성을 확인하였고 또한 전기전도도 측정에 의해 전도성 성질을 평가하였다. Polyaniline을 LiPF_6 를 사용하여 doping한 경우에는 중성 pH에서도 산성 pH에서와 같은 UV-VIS spectrum 결과를 얻을 수 있었다. 이를 통해 pH 변화가 있어도 polymer의 구조가 크게 변하지 않는 것으로 나타났고, 전도성고분자를 통한 전기전도도 측정결과 산성조건과 유사한 전기적 성질을 나타내는 것을 알 수 있었다. 합성된 LEB-SPAN의 경우 전 pH 범위에서 거의 일정한 전기전도도를 나타냈으며 더욱이 수용액에서 높은 용해도를 나타내었다.

요약

Membrane strip 면역 크로마토그래피 방법을 이용하여 정량분석을 수행하기 위해 스크린프린팅 기술에 의해 제작된 membrane 전극 상에 항체를 고정화하였고 신호 발생물질로써 전도성고분자인 polyaniline이 결합된 colloidal gold를 사용하였다. 이때 사용이 적합한 전도성 고분자는 수용액에 대해 용해도가 높아야 하고 또한 면역 반응 최적조건인 중성 pH에서 전기전도도를 유지할 수 있어야 한다. 이를 위해 기존의 polyaniline을 LiPF_6 로 doping 하거나 새로운 수용성 고분자인 LEB-SPAN을 사용하여 전기전도도 측정용 면역 gold를 합성하였다.

참고문헌

1. Jeong-Hwan Kim, Joung-Hwan Cho, Geun Sig Cha, Chi-Woo Lee, Hyong-Bai Kim and Se-Hwan Paek, "Conductimetric membrane strip immunosensor with polyaniline-bound gold colloids as signal generator" (2000), *Biosensors and bioelectronics*, 14, 907-915
2. W. Zheng, Y. Min, A. G. MacDiamid, and A. J. Epstein, "Aggregation and molecular conformation of doped polyaniline in chloroform solution" (1997), *Synth. Met.*, 84, 109-110
3. X.L. Wei, Y.Z. Wang, S.M. Long, C. Bobeczko, A.J. Epstein, "Synthesis and physical properties of highly sulfonated polyaniline" (1996), *J. Am. Chem. Soc.*, 118, 2545-2555