บทคัดย่อ

ในโครงการวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนากลูโคสไบโอเซนเซอร์ที่มีอายุการใช้งานนานด้วยการเคลือบผิวหน้ากลมของแพลตทินัมอิเล็คโทรดด้วยคาร์บอนนาโนทิวบ์ตามด้วยไคโตซาน สารอนุพันธุ์เฟอโรซีน และเอนไซม์กลูโคสออกซิเดส ด้วยวิธีเคมีเชิงไฟฟ้าที่เรียกว่า ‘Electrophoretic Deposition Paint หรือ EDP’ การตรึงเอนไซม์ด้วยวิธีนี้ทำให้โมเลกุลของออกซิเจนและสารอนุพันธุ์เฟอโรซีนสามารถเคลื่อนที่เข้าไปทำปฏิกิริยากับเอนไซม์แล้วสร้างอิเล็คตรอนที่เคลื่อนที่จากโมเลกุลของเอนไซม์ไปยังผิวหน้าอิเล็คโทรดได้โดยตรง ทำให้เอนไซม์กลูโคสออกซิเดสสามารถทำปฏิกิริยากับกลูโคสใหม่ได้อย่างรวดเร็ว เป็นการช่วยฟื้นฟูบริเวณเร่งของเอนไซม์ให้เกิดปฏิกิริยาแบบต่อเนื่องได้ นอกจากนี้สารไคโตซานซึ่งมีคุณสมบัติเป็นชีวโพลีเมอร์ยังช่วยตรึงเอนไซม์กลูโคสออกซิเดสให้มีเสถียรภาพสูงและคงทนอยู่บนผิวหน้าอิเล็คโทรดได้เป็นระยะเวลานาน จากการวิเคราะห์เสถียรภาพการตอบสนองพบว่าสัญญาณที่ได้จากการวัดความเข้มข้นของสารละลายกลูโคสด้วยไบโอเซนเซอร์ CNT/Chit/Fc/GOx ในระบบโฟล สามารถวัดความเข้มข้นของสารละลายกลูโคสในความเข้มข้นต่าง ๆ ได้ ด้วยการวัดในระยะเวลาที่ยาวนานและต่อเนื่อง โดยสรุป การเคลือบด้วยชั้นบาง ๆ ของโพลิเมอร์ด้วยวิธีเคมีเชิงไฟฟ้า (EDP) บนผิวหน้าอิเล็คโทรด CNT/CHIT/Fc/GOx มีความเหมาะสมสำหรับการพัฒนาไบโอเซนเซอร์ประสิทธิภาพสูงที่สามารถวัดหาปริมาณกลูโคสในระยะเวลาที่ยาวนาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ABSTRACT

In this project, long-live glucose biosensors have been developed from platinum disk working electrodes that are chemically modified with chitosan-soaked carbon nanotube deposits (CHIT-CNT), and subsequently loaded with a ferrocene species (Fc) and glucose oxidase (GOx) as functional sensing elements. The entire placement was easy to carry out by an electrochemical technique called 'Electrophoretic Deposition Paint or EDP', which at the end the CNT/CHIT/Fc/GOx thin films are top-coated to protect against loss of enzyme and/or synthetic redox mediator. This sophisticated but simple-to-make enzyme immobilization matrix allowed not only molecular O_2 and/or Fc to be active as native and/or synthetic redox-active enzyme partner but also made direct enzyme-to-electrode electron transfer (DET) possible. With the biosensor in operation all three options were capable possible for oxidized GOx recovery after enzymatic glucose conversion and restoration of the protein's catalytically active site for non-stop interaction with continuously arriving sugar targets. The integration of the marine biopolymer chitosan as part of the functional biosensor layer led to the predictable gain of a matrix biocompatibility that was well supportive of GOx long-term survival on the sensor surface and hence brought up analytical response stability. The stable and consistent manifestation of CNT/CHIT/Fc/GOx-based biosensor signals in a flow-based electrochemical cell for the duration of multiple day-long continuous exposures to adjusted glucose levels. From glucose calibration trials during uninterrupted flow cell operation showed that the immobilized GOx entities were entrapped gently enough in their polymeric chitosugar/CNT environment to maintain their bio-catalytic activity for long. In summary, EDP-covered CNT/CHIT/Fc/GOx thin films have the potential to be a suitable matrix for the development of long-time stable glucose biosensors with high performance.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี