เป็นหนังสือภาษาอังกฤษ

สกว
TRF

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ คาพาซิทีฟไบโอเซนเซอร์ที่มีความไวในการวิเคราะห์
Capacitive Biosensor for Sensitive Analysis

โดย ปณต ถาวรังกูร และคณะ

สิงหาคม 2552

บทคัดย่อ

โครงการนี้ศึกษาคาพาซิทีฟไบโอเซนเซอร์โดยใช้เทคนิคโพเทนซิโอสเตติกในการวัดความจุไฟฟ้า ศึกษาไบโอเซนเซอร์ที่มีความไววิเคราะห์สูงสำหรับหาปริมาณสารต่างๆ โดยตรงจากปฏิกิริยาการจับกันของคู่แอฟฟินิตี ในขั้นต้นได้ศึกษาเซนเซอร์สองระบบโดยตรึงสารที่เป็นส่วนหนึ่งของคู่แอฟฟินิตีบนขั้วอิเล็กโทรดทอง ระบบหนึ่งสำหรับวัดปริมาณของกรดนิวคลิอิกโดยการจับกันของคู่แอฟฟินิตีระหว่างฮิสโทนที่ถูกตรึงบนผิวอิเล็กโทรดกับกรดนิวคลิอิกในสารตัวอย่าง อีกระบบหนึ่งตรึง 3-อมิโนฟีนิลโบโรนิคแอซิด ซึ่งเป็นซูโดแอฟฟินิตีลิแกนด์ สำหรับตรวจหาแบคทีเรียโดยอาศัยการจับกันระหว่างกรดโบโรนิคและสารประกอบไดออลบนผิวของแบคทีเรีย อีกส่วนหนึ่งของโครงการเป็นการศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้อิเล็กโทรดทองแบบฟิล์มบางเป็นขั้วไฟฟ้าแบบใช้แล้วทิ้งเพื่อลดขั้นตอนในการเตรียมอิเล็กโทรด เตรียมอิเล็กโทรดโดยใช้เทคนิคการระเหยด้วยความร้อนและตรึงแอนติฮิวมันซีรัมอัลบูมินบนผิวทองเพื่อใช้หาปริมาณฮิวมันซีรัมอัลบูมิน ทุกระบบที่ได้ศึกษาให้ค่าต่ำสุดของการตรวจวัดดีมาก อยู่ในช่วง พิโกถึงเฟมโตโมลาร์ อิเล็กโทรดที่เตรียมขึ้นสามารถนำมาใช้วัดใหม่ได้อย่างน้อย 30 ครั้ง เมื่อทดสอบกับตัวอย่างจริงผลที่ได้สอดคล้องกับวิธีมาตรฐาน เพื่อให้การวัดความจุไฟฟ้าทำได้สะดวกยิ่งขึ้นจึงได้พัฒนาทั้งส่วนของอุปกรณ์และส่วนของชุดคำสั่งสำหรับการตรวจวัดตามเวลาจริง อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นให้ผลตามเวลาจริงสอดคล้องกับผลที่ได้จากเครื่องมือทางไฟฟ้าเคมีเชิงพาณิชย์ การพัฒนาระบบที่ให้ผลตามเวลาจริงนี้ช่วยให้เห็นผลขณะทำการทดลองทำให้สามารถวิเคราะห์ผลได้รวดเร็วขึ้น ต่างจากการทดลองก่อนหน้านี้ซึ่งต้องคำนวณค่าความจุไฟฟ้าหลังจากการทดลอง ผลจากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการวัดความจุไฟฟ้าโดยเทคนิคโพเทนซิโอสเตติกเป็นวิธีที่ให้ความไวในการวิเคราะห์สูง และมีความเหมาะสมอย่างยิ่งในการวิเคราะห์สารปริมาณน้อย

คำสำคัญ คาพาซิทีฟไบโอเซนเซอร์ ความจุไฟฟ้า ความไววิเคราะห์สูง แอฟฟินิตี ไม่ติดฉลาก ตามเวลาจริง การวิเคราะห์สารปริมาณน้อย อิเล็กโทรดแบบใช้แล้วทิ้ง ซูโดแอฟฟินิตี

Abstract

This project focuses on capacitive biosensors using potentiostatic capacitance measurement. Highly sensitive biosensors were investigated for direct detection of trace amount of various compounds based on affinity binding interaction. The study was initially relied on the immobilization of sensing element on solid gold electrode where two different models were investigated. One is the detection of nucleic acids by its affinity binding to immobilized histone. The other is the use of a pseudoaffinity ligand, 3-Aminophenylboronic acid, to detect bacteria through the affinity binding between boronic acid moiety and diol-compound on the bacteria surface. Another part of the project was to investigate the use of disposable electrode to facilitate electrode preparation process. Anti-human serum albumin immobilized on thin gold film fabricated by thermal evaporation technique was used to detect human serum albumin. All investigated systems provided very low detection limit, pico to femto molar. The electrode, immobilized with sensing molecules, can be regenerated and reused at least 30 times. When applied to analyze real samples, the results agreed well with conventional methods. In addition, hardware and software of a real-time capacitive measuring system was developed. The results obtained with this system compared well with those from the commercial off-line system. The development of this real-time system enabled the results to be observed when the tests were being carrying out. This helped to speed up the analysis process which previously has to be done after the experiment. The results of these investigations demonstrated that the potentiostatic capacitance measurement is a highly sensitive technique that is well suited for trace level analysis.

Keywords: Capacitive biosensor; Capacitance; Highly sensitive; Affinity; Label-free; Real-time; Trace analysis; Disposable electrode; Pseudoaffinity