การประดิษฐ์เซนเซอร์โดปามีนทางเคมีไฟฟ้าด้วยคาร์บอนนาโนทิวบ์ฝังตัวในขั้วไฟฟ้าคาร์บ อนเพสต์เคลือบด้วยฟิล์มนาโนทอง

FABRICATION OF AN ELECTROCHEMICAL DOPAMINE SENSOR USING CARBON NANOTUBES EMBEDDED IN A CARBON PASTE ELECTRODE COATED WITH A GOLD NANOFILM

ชลธิชา จวบบุญ[1], สิริภรณ์ สุขสิริศักดิ์[1], พิณวรรณ ซื่อสันติกุล[1], รัตติกาล มิสาธรรม[1], จิราภรณ์ กิติกุล[1], วีรินท์รดา ปะทะละ[1] และ ธานินทร์ แตงกวารัมย์[1,*]

Chonthicha Chuabboon[1], Siriporn Suksirisak[1], Pinnawan Suesantikul[1], Rattikan Misatham[1], Jiraporn Kitikul[1], Weerinradah Tapala[1] and Tanin Tangkuaram[1,*]

[1] *สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่*

** ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ธานินทร์ แตงกวารัมย์ อีเมล: tanin@mju.ac.th*

บทคัดย่อ:

เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดโดปามีนได้พัฒนาขึ้นโดยใช้เทคนิคทางเคมีไฟฟ้าโดยใช้คาร์บอนนาโนทิวบ์ฝังในขั้วไฟฟ้าคาร์บอนเพสต์ที่เคลือบด้วยฟิล์มนาโนทอง ทำการตรวจวัดสัญญาณที่เกิดขึ้นโดยใช้เทคนิคไซคลิกโวลแทมเมทรีและสเปกโทรสโกปีอิมพิแดนซ์ทางเคมีไฟฟ้า จากการทดลองด้วยเทคนิคไซคลิกโวลแทมเมทรีพบว่าขั้วไฟฟ้าที่ปรับปรุงด้วยคาร์บอนนาโนทิวบ์ที่เคลือบด้วยฟิล์มนาโนทองสามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารโดปามีนที่ +0.233 โวลต์ และให้กระแสไฟฟ้าสูงกว่าคาร์บอนเพสต์เปลือยถึง 2.2 เท่า การศึกษาด้วยเทคนิคสเปกโทรสโกปีอิมพิแดนซ์ทางเคมีไฟฟ้าพบว่าขั้วไฟฟ้าคาร์บอนนาโนทิวบ์ฝังตัวในขั้วไฟฟ้าคาร์บอนเพสต์และเคลือบด้วยฟิล์มนาโนทองทำให้ความต้านทานเพิ่มขึ้นเป็น 40,000 โอห์ม จากขั้วไฟฟ้าคาร์บอนเพสต์เปลือยที่มีความต้านทานเพียง 10,500 โอห์ม ในการทดลองหาตัวแปรที่เหมาะสมด้วยเทคนิคแอมเปอร์โรเมทรีพบว่าศักย์ไฟฟ้าที่ เหมาะสมในการตรวจวัดสารโดปามีนที่ +0.25 โวลต์ ตัวแปรอื่นที่ศึกษาได้แก่เวลาที่ใช้ในการตรึงทองนาโน อัตราส่วนของคาร์บอนนาโนทิวบ์ต่อกราไฟต์และพีเอช พบว่าเหมาะสมที่ 200 วินาที ที่ 2:1 (โดยน้ำหนัก) และ 7.4 ตามลำดับ มีช่วงความเป็นเส้นตรงในการวัดโดปามีนที่ 10 ไมโครโมลาร์ ถึง 50 ไมโครโมลาร์ มีขีดจำกัดการตรวจวัดที่ 6.8 ไมโครโมลาร์ เซนเซอร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปวิเคราะห์โดปามีนในตัวอย่างเลือดได้

คำสำคัญ : ฟิล์มนาโนทองเคลือบบนคาร์บอนนาโนทิวบ์ฝังในขั้วไฟฟ้าคาร์บอนเพสต์ โดปามีนเซนเซอร์ เคมีไฟฟ้า

Abstract

A sensor for dopamine (DA) detection was developed using electrochemical techniques by embedding carbon nanotubes into a carbon paste electrode coated with a gold nanofilm (CPE/CNT-AuF). The electrochemical signals were measured using cyclic voltammetry (CV) and electrochemical impedance spectroscopy (EIS). CV results revealed that the CPE modified with CNT and coated with a AuF was able to catalyze the oxidation of DA at 0.233 V and produced a current response 2.2 times higher than that of the bare CPE. EIS showed that the CPE/CNT-AuF increased the resistance to 40,000 ohms, compared to only 10,500 ohms for the bare CPE. Optimization using amperometry indicated that the optimal applied potential for DA detection was 0.25 V. Other parameters studied included the AuF deposition time, the CNT to graphite ratio, and the pH of analyte solution. The optimal values were determined to be 200 seconds, 2:1 (w/w), and pH 7.4, respectively. A linear response was obtained for DA in the concentration range of 10–50 μM, with a detection limit of 6.8 μM. The developed sensor was successfully applied for the analysis of DA in blood samples.

Keywords: Gold nanofilm coated CNT/CPE, Dopamine sensor, Electrochemistry