

## การสร้างฟิล์มปรัสเซียนบลูด้วยเทคนิคไซคลิกโวลแทมเมทรีบนขั้วคาร์บอนเพสต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจวัดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

### CYCLIC VOLTAMMETRY-DEPOSITED PRUSSIAN BLUE FILM ON CARBON PASTE ELECTRODE FOR EFFICIENT HYDROGEN PEROXIDE SENSING

ชญพิชชา สมมะนา<sup>1</sup>, นฤมล ด้วงหวัง<sup>1</sup>, อิศริญากรณ์ คงทะวี<sup>1</sup>, ไกรวิทย์ พรหมเสน<sup>1</sup>, จุฬาลักษณ์ ขาวฟอง<sup>1</sup>, รัชดาภรณ์ ปันทะรส<sup>1</sup>, วีรินทร์ดา ทะปะละ<sup>1</sup> และ ธานินทร์ แดงกวารัมย์<sup>1,\*</sup>

Thanphitcha Sommana<sup>1</sup>, Naruemon Doungwang<sup>1</sup>, Itsariyakorn Kongtawee<sup>1</sup>, Kraiwit Promsen<sup>1</sup>, Julalak Khaofong<sup>1</sup>, Ratchadaporn Puntharod<sup>1</sup>, Weerinradah Tapala<sup>1</sup> and Tanin Tangkuaram<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

\* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ธานินทร์ แดงกวารัมย์ อีเมล: tanin@mju.ac.th

#### บทคัดย่อ:

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินสมรรถนะของเซนเซอร์เคมีไฟฟ้าสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดยใช้ขั้วไฟฟ้าคาร์บอนเพสต์ที่ถูกดัดแปรพื้นผิวด้วยฟิล์มปรัสเซียนบลู โดยสังเคราะห์ผ่านกระบวนการไซคลิกโวลแทมเมทรีจากสารละลายประกอบด้วย  $\text{FeCl}_3$  และ  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  ในสภาวะกรดไฮโดรคลอริกที่พีเอช 2 การประเมินสมบัติของเซนเซอร์ดำเนินการด้วยเทคนิคไซคลิกโวลแทมเมทรี แอมเพอโรเมทรี และอิเล็กโทรเคมีแอมป์แดนซ์สเปกโทรสโกปี กราฟไซคลิกโวลแทมโมแกรมแสดงให้เห็นว่าฟิล์มปรัสเซียนบลูมีสมบัติการเร่งด้วยไฟฟ้าเคมีต่อกระบวนการออกซิเดชัน-รีดักชันของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ผลการทดลองพบว่าการเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทำให้กระแสตอบสนองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับสารละลายแบล็ก ขณะที่การวิเคราะห์ด้วยอิเล็กโทรเคมีแอมป์แดนซ์สเปกโทรสโกปีชี้ให้เห็นว่าฟิล์มปรัสเซียนบลูช่วยลดความต้านทานการถ่ายโอนประจุและส่งเสริมพฤติกรรมกึ่งการเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีของขั้วไฟฟ้า สภาวะเหมาะสมสำหรับการตรวจวัดแบบแอมเพอโรเมทรีได้จากการเตรียมฟิล์มที่จำนวนรอบการตรึง เท่ากับ 6 รอบ ภายใต้ศักย์ใช้งาน +1.0 โวลต์ และอัตราการกวาด 200 รอบต่อนาที กระแสตอบสนองมีความเป็นเชิงเส้นกับความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในช่วง 10 ไมโครโมลาร์ – 50 มิลลิโมลาร์ พร้อมค่าขีดจำกัดการตรวจวัดที่ 5.3 ไมโครโมลาร์ สะท้อนความสามารถของเซนเซอร์สำหรับการวิเคราะห์เชิงปริมาณ การประยุกต์ใช้กับตัวอย่างจริงโดยวิธีเติมมาตรฐานให้ค่าความคลาดเคลื่อนในช่วง 10% เมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน แสดงให้เห็นว่าเซนเซอร์เคมีไฟฟ้าที่ปรับปรุงด้วยฟิล์มปรัสเซียนบลูมีความเหมาะสมและความเสถียรเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างจริง

คำสำคัญ : เซนเซอร์ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ฟิล์มปรัสเซียนบลู ขั้วไฟฟ้าคาร์บอนเพสต์

#### Abstract:

This research aimed to develop and evaluate the performance of an electrochemical sensor for the determination of hydrogen peroxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) using a carbon paste electrode (CPE) modified with a Prussian Blue (PB) film. The PB film was prepared by cyclic voltammetry from a solution containing  $\text{FeCl}_3$  and  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  in hydrochloric acid at pH 2. This sensor performance was evaluated using cyclic voltammetry (CV), amperometry, and electrochemical impedance spectroscopy (EIS). Cyclic voltammograms show PB film exhibits excellent

electrocatalytic properties toward the redox reaction of  $H_2O_2$ . Experimental results demonstrated that the presence of  $H_2O_2$  significantly increased the current response compared to the blank solution. EIS analysis further revealed that the PB film reduced the charge transfer resistance and enhanced the electrochemical performance. The optimal amperometric detection conditions were obtained at 6 cycles of deposition, at an applied potential of +1.0 V, and with a stirring rate of 200 rpm. The current response showed a linear relationship with  $H_2O_2$  concentration within the studied range 10  $\mu M$  – 50 mM, with a limit of detection of 5.3  $\mu M$ , indicating strong potential for quantitative analysis. Application to real samples by the standard addition method provided reliable results within 10% different compared to the standard solution indicating this PB based electrochemical sensor is capable of effectively analyzing real samples.

Keywords: Hydrogen peroxide sensor, Prussian blue film, Carbon paste electrode