

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ศึกษาและพัฒนาชีวไฟฟ้าชนิดใหม่ๆ โดยใช้เอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อนำมาใช้ในเซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน ส่วนแรกพัฒนาชีวไบโอแคโทดชนิดใหม่ในเซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพที่มีประสิทธิภาพในการทำ $\text{dioxygen (O}_2\text{)}$ เกิด $\text{electro-enzymatic reduction}$ เป็นน้ำ (H_2O) โดยใช้วัสดุเชิงประกอบระดับนาโนของเอนไซม์แลคเคส งานวิจัยส่วนนี้ได้พัฒนาสภาพและความจำเพาะเจาะจงของไบโอเซนเซอร์ในการตรวจวัดปฏิกิริยารีดักชันของออกซิเจน โดยการตรึงเอนไซม์แลคเคสในฟิล์มของวัสดุเชิงประกอบคาร์บอนนาโนทิวบ์-ไคโตซาน เอนไซม์แลคเคสถูกตรึงบนพื้นผิวของชีวไฟฟ้าชนิดกลาสซีคาร์บอนบนวัสดุเชิงประกอบของคาร์บอนนาโนทิวบ์-ไคโตซานและสารละลายโบวินซีรัมอัลบูมิน ทำให้สามารถใช้เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดออกซิเจน ได้ศึกษาปฏิกิริยารีดักชันของออกซิเจนด้วยเทคนิคไซคลิกโวลแทมเมทรี ในสารละลายซีเทรต บัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ พีเอช 5.0 ที่ใช้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์เกือบอิ่มตัว โดยใช้ชีวไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นชีวไฟฟ้าทำงาน ชีวไฟฟ้าซิลเวอร์-ซิลเวอร์คลอไรด์เป็นชีวไฟฟ้าอ้างอิง และแพลทินัมเป็นชีวไฟฟ้าช่วยพบว่าออกซิเจนเกิดรีดักชันที่ศักย์ไฟฟ้า -0.35 โวลต์ (เมื่อเทียบกับ Ag/AgCl) จากการศึกษาความเสถียร พบว่าชีวไบโอแคโทดที่ได้พัฒนาขึ้นมีความเสถียรมาก

งานวิจัยส่วนที่สองศึกษาและพัฒนาชีวแอโนด โดยการพัฒนากระบวนการส่งผ่านอิเล็กตรอนโดยใช้ตัวนำส่งอิเล็กตรอน (mediator) ที่เป็นโพลิเมอร์นำไฟฟ้าชนิด polyaniline (co-*m*-ferrocenylaniline) หรือ PFCAni และคาร์บอนนาโนทิวบ์ที่ ซึ่งมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าตัวนำส่งหลายชนิดที่ใช้กัน biocatalyst ที่จะใช้ในชีวไบโอแอโนดคือ กลูโคสออกซิเดสและใช้การโมดิฟายด์ด้วยโพลิเมอร์หรือคาร์บอนนาโนทิวบ์ ช่วยให้การนำส่งอิเล็กตรอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยในการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของกลูโคสได้ดีขึ้น ชีวไฟฟ้าไบโอแคโทดและไบโอแอโนดชนิดใหม่ที่พัฒนาขึ้นนี้เมื่อนำมาใช้ในเซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพได้

Key words: ไบโอแคโทด, ไบโอแอโนด, เซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพ, แลคเคส, กลูโคสออกซิเดส

Abstract

This work presents a new approach for developing new enzyme-based bioanode and biocathodes for fuel cell application. The work consists of two parts. In the first part, biocathode using an effective biocatalyst to catalyse dioxygen reduction to water was developed. Laccase enzyme was entrapped in carbon nanotubes-chitosan (CNT-CS) composite film for detection of oxygen reduction. The nano-composite of CNT-CS could be conveniently cast on the glassy carbon (GC) electrode surfaces. With the aid of the CNT-CS composite and bovine serum albumin (BSA), laccase was then immobilized on the nanostructure film to form an oxygen sensor. Electrochemical reduction of oxygen was studied at the developed biosensor using cyclic voltammetry (CV). The GC/CNT-CS/laccase/BSA electrode was used as a working electrode, Ag/AgCl as a reference electrode and Pt wire as a counter electrode. Cyclic voltammograms of oxygen were measured in a 0.1 M citrate buffer pH 5.0. The reduction wave was observed at -0.35 V (Vs Ag/AgCl). The results from stability study showed that the developed biocathode provided satisfactory stable.

In the second part of this work, effective electron transferring matrices for mediator was developed using nanocomposites of polyaniline (co-*m*-ferrocenylaniline) or PFCANI and carbon nanotubes. These matrices were utilized to improve performance of glucose oxidase to catalyse glucose oxidation reaction. The developed biocathode and bioanodes are potential candidates for the development of efficient biofuel cells

Key words: biocathode, bioanode, biofuel cell, laccase, glucose oxidase