บทคัดย่อ

เยื่อเลือกผ่านไคโตซานถูกสังเคราะห์ขึ้นเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับเซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพแทนการใช้นาฟีออนซึ่งเป็นวัสดุที่มีราคาแพง โดยกลูตารอลดีไฮด์ (2 กรัมโดยน้ำหนัก) และกรดซัลโฟซัคซินิก (0.1 0.2 0.4 0.6 และ 0.8 โมลต่อโมลแอมีน) ถูกนำมาใช้เป็นสารเชื่อมขวางระหว่างสายโซ่ไคโตซานเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและเพิ่มความสามารถในการนำโปรตอน และควอต-188 ถูกนำมาใช้เป็นสารควอเทอไนซ์เพื่อเพิ่มคุณสมบัติการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ให้กับเยื่อเลือกผ่านไคโตซาน โดยศึกษาเวลาในการควอเทอไนซ์ที่ 2 4 และ 8 ชั่วโมง จากการศึกษาพบว่าความสามารถในการนำโปรตอนเพิ่มขึ้นตามปริมาณกรดซัลโฟซัคซินิก โดยที่สภาวะกรดซัลโฟ ซัคซินิก 0.6 โมลต่อโมลไคโตซาน เยื่อเลือกผ่านไคโตซานจะมีค่าการนำโปรตอนสูงสุด คือ 7.84×10^{-6} S/cm และความสามารถในการต้านแรงดึงสูงสุดที่ 6.698 MPa และเยื่อเลือกผ่านมีประจุบวกเพิ่มขึ้นตามเวลาในการควอเทอไนซ์ ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากค่าศักย์ซีต้าที่เพิ่มขึ้น (12.2 32.3 และ 45.3 mV ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับเยื่อเลือกผ่านไคโตซานที่ไม่ได้ผ่านการควอเทอไนซ์ (9.2 mV) ซึ่งเมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพของเชื้อจุลินทรีย์ที่เกาะอยู่บนเยื่อเลือกผ่าน ก็พบว่า โครงสร้างเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์เกิดการเปลี่ยนแปลง โดยเกิดความเสียหายมากขึ้นตามประจุบวกที่เพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากประจุบวกจะไปเกิดอันตรกิริยากับเยื้อหุ้มเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ แต่อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของประจุบวกจะส่งทำให้เยื่อเลือกผ่านมีความแข็งแรงลดลง อันเนื่องมาจากความสามารถในการดูดซับน้ำที่มากขึ้น โดยสภาวะที่มีความเหมาะสมที่สุด คือเยื่อเลือกผ่านที่ถูกควอเทอไนซ์เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งเมื่อนำเยื่อเลือกผ่านหลังการปรับปรุงคุณสมบัติไปทดสอบกับเซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพแบบห้องคู่ โดยใช้เส้นใยกราไฟต์เป็นขั้วอิเล็กโทรด พบว่าระบบมีค่าความต้านทานการไหลของประจุไฟฟ้าเท่ากับ 156 โอห์ม หลังทำการบ่มเชื้อเป็นเวลา 72 ชั่วโมง

Abstract

Proton exchange membrane (PEM) for microbial fuel cell (MFC) was synthesized from chitosan. Glutaraldehyde and sulfosuccinic acid were used as crosslinking agents in order to improve its ultimate tensile strength and proton conductivity. Quat-188 was also employed for quaternization to develop antimicrobial activity of chitosan. Results showed that proton conductivity of chitosan membrane was enhanced with the content of sulfosuccinic acid. The highest proton conductivity and ultimate tensile strength (7.84×10^{-6} S/cm and 6.698 MPa, respectively) were obtained when 0.6 mole ratio of sulfosuccinic acid was employed. The additional positive charge from quaternization was determined by zeta potential, it was found that the zeta potential value increased with the reaction time. The morphology change of microorganism that contact with the surface of quaternized chitosan membrane was verified by SEM, it was shown that the morphology of microorganism were damaged and the extent of damage increase with the positive charge density, this might imply that the interaction between positive charge on quaternized chitosan membrane and negative charge on the outer membrane of microorganism leads to changes in the cell membrane structure. However, the high positive charge density results in not only high antimicrobial property, but also significant swelling of the quaternized chitosan membrane and therefore the strength of membrane were lost. From those results, the optimum reaction time in quaternization process should not be more than 4 h. Finally, proposed chitosan membrane was tested with dual chamber microbial fuel cell which graphite felts used as electrodes yielding ohmic resistance equal to 156 ohm at 72 h of incubation time.

Keywords : Chitosan, Proton Exchange Membrane, Microbial Fuel Cell