

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG5180309

ชื่อโครงการ: การเคลือบโพลีเอเล็กโทรไลต์ มัลติเลเยอร์บนอุปกรณ์ไมโครฟลูอิดิกส์ที่เตรียมจากพีดีเอ็มเอสเพื่อการแยกสารชีวโมเลกุล

ชื่อนักวิจัย: ดร. ลักษณะ ดูปาส และคณะ

สถาบัน: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อีเมล: luxsana.l@chula.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 15 พฤษภาคม 2551 ถึง 30 สิงหาคม 2554

บทคัดย่อ:

งานวิจัยนี้จะประกอบด้วยสองส่วน โดยจุดประสงค์ของส่วนที่หนึ่งคือมุ่งที่จะปรับปรุงสมบัติความชอบน้ำของพื้นผิวไมโครฟลูอิดิกส์หรือไมโครชิพ ที่เตรียมจากพอลิไดเมทิลซิลอกเซน (PDMS) โดยการเคลือบด้วยพอลิเอเล็กโทรไลต์ มัลติเลเยอร์ (PEMs) เพื่อให้ได้ค่าอิเล็กโทรออสโมติกโฟลว์ (EOF) ที่ดีขึ้น พร้อมทั้งสามารถกำหนดทิศทางของค่า EOF และควบคุมการเกาะติดของโปรตีนเซรั่มอัลบูมิน (BSA) โดยตัวแปรที่ทำการศึกษาคือ ชนิดของพอลิเอเล็กโทรไลต์ จำนวนชั้นของฟิล์มบาง และค่าพีเอชของสารละลาย BSA ในการศึกษาที่ใช้พอลิเอเล็กโทรไลต์ 2 คู่ คือพอลิไดเอทิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ (PDADMAC) กับพอลิสไตรีนซัลโฟเนต (PSS) ซึ่งเป็น strong polyelectrolyte และไคโตซานกับแอลจินตซึ่งเป็น weak polyelectrolyte สมบัติความชอบ/ไม่ชอบน้ำของพื้นผิวฟิล์มบางสามารถติดตามได้จากค่ามุมสัมผัส โดย PDMS ที่เคลือบด้วย PEMs ที่มี PDADMAC เป็นชั้นบนสุดพบว่ามีความไม่ชอบน้ำมากกว่าชั้นงานที่มี PSS เป็นชั้นบนสุด และฟิล์มบางระหว่างไคโตซานกับแอลจินตให้สมบัติความชอบน้ำมากกว่า PDMS ที่เคลือบด้วยฟิล์มบางระบบ PDADMAC/PSS ทั้งนี้ในการเคลือบพื้นผิว PDMS ด้วย PEMs จำเป็นต้องเคลือบอย่างน้อย 8-10 ชั้นเพื่อให้ได้ความชอบน้ำที่ดี ได้มีการศึกษาผลของ PEMs ที่เคลือบในแขนแนลของไมโครชิพต่อค่า EOF เปรียบเทียบกับชิพที่มีได้เคลือบพบว่าแขนแนลที่ชั้นเคลือบชั้นบนสุดเป็น PSS ให้ค่า EOF สูงกว่า นอกจากนี้ยังพบว่าค่า EOF ของแขนแนลที่เคลือบด้วย PDADMAC/PSS หนา 10 ชั้นมีเสถียรภาพสูงเมื่อผ่านสารละลาย pH 3, 7 และ 11 จำนวนมากกว่า 100 ครั้ง การดูดซับของโปรตีนบน PDMS ที่มีได้ดัดแปรสามารถควบคุมด้วยพีเอชของสารละลาย BSA และความเข้มข้นของบัฟเฟอร์ พบว่า ณ pH ใกล้กับจุดไอโซอิเล็กทริกของ BSA (IEP ~4.8) ปริมาณของ BSA ที่ดูดซับบนพื้นผิวนี้มีมากที่สุด โดยผ่านแรง hydrophobic interaction และที่ความเข้มข้น PBS บัฟเฟอร์เท่ากับ 1 mM พบว่าการดูดซับ BSA เกิดขึ้นได้มากกว่า ได้ทำการศึกษาลักษณะของประจุชั้นนอกสุดของฟิล์มบางต่อการดูดซับของ BSA จาก ATR-FTIR ของระบบ PDADMAC/PSS พบว่าเกิดการดูดซับของ BSA บนพื้นผิวที่ดัดแปรนี้โดยผ่านแรงดึงดูดระหว่างประจุ และพบว่าปริมาณ BSA ที่ถูกดูดซับบนฟิล์มบางมีปริมาณมากกว่าบนพื้นผิว PDMS ที่มีได้ผ่านการดัดแปรในทุกค่า pH โดยปริมาณของ BSA ที่ถูกดูดซับนี้จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนชั้นของฟิล์มบางที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการดูดซับของ BSA บนพื้นผิวที่มีประจุเหมือนกันพบว่าปริมาณที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ PDMS ที่มีได้ดัดแปร เมื่อทำการเปรียบเทียบกับ strong polyelectrolyte พบว่าโปรตีนสามารถดูดซับบนพื้นผิวที่ดัดแปรด้วยไคโตซานและแอลจินตได้น้อยกว่า ส่วนที่สองของงานวิจัยเป็นการประยุกต์ใช้ไฟฟ้าขนาดจุลภาคที่เตรียมจาก PEMs-อนุภาคทองระดับนาโน เพื่อใช้เป็นตัวตรวจวัดในอุปกรณ์ไมโครฟลูอิดิกส์สำหรับวัดอัลบูมิน

คำหลัก : พอลิเอเล็กโทรไลต์, โปรตีนเซรั่มอัลบูมิน, อิเล็กโทรออสโมติก โฟลว์, การดูดซับโปรตีน

Abstract

Project Code : MRG5180309

Project Title : Polyelectrolyte multilayers-adsorbed coating on poly(dimethylsiloxane) microfluidic devices for biopolymer separation

Investigator : Dr. Luxsana Dubas et al

Department of Chemistry, Faculty of Science, Chulalongkorn University

E-mail Address : luxsana.l@chula.ac.th

Project Period : 14 May, 2008- 31 August, 2011

Abstract:

This study consisted of two parts. The objective of the first part is to improve the hydrophilic property of microfluidic device or microchip made of polydimethylsiloxane (PDMS). The surface of microchip channel is modified by polyelectrolyte multilayers (PEMs) to obtain more reproducible and controllable electroosmotic flow (EOF) and to tune the adsorption of bovine serum albumin (BSA). The studied parameters are the types of polyelectrolyte, the numbers of coated layers and pH of the BSA solution. Poly(diallyl dimethyl ammonium chloride) (PDADMAC) and poly(sodium 4-styrenesulfonate) (PSS) as a strong polyelectrolyte pair, and chitosan and alginate as a weak polyelectrolyte pair were chosen in this study. Contact angle measurements were used to monitor the hydrophilic property of the modified PDMS substrate. The hydrophobicity of PDMS coated with PDADMAC as the outestmost layer was found to be higher than the one coated with PSS as a top layer. The hydrophilic property of chitosan/alginate modified PDMS was enhanced comparing to surface modifying with PDADMAC/PSS. Furthermore, the fully coated surface with the PEMs is required more than 8-10 coated layers. The effects of PEMs-coated microchip on EOF were also investigated. In comparison with uncoated device, the EOF obtaining from PSS-coated microchannel was higher than the uncoated channel. In addition, the EOF of (PDADMAC/PSS)₅ layer-coated channel was stable after performing 100 runs at pH 3, 7 and 11. The adsorption of BSA on the unmodified PDMS surface was controlled by the pH values of BSA solution and buffer concentration. At pH around isoelectric point of BSA (IEP ~4.8), the maximum amount of absorbed BSA on unmodified PDMS via hydrophobic interaction was observed. The amount of BSA adsorbed on the PDMS surface was found to be higher for 1 mM PBS buffer. The effect of the different charged surface was studied. Based on the ATR-FTIR results of PDADMAC/PSS systems for all pH conditions, we found that BSA molecule can be adsorbed on oppositely charged surface, via electrostatic interaction. The amount of adsorbed BSA on PDADMAC/PSS was more than amount of BSA on unmodified PMDS at all pH values. Amount of adsorbed BSA increased with the increase in the numbers of coating layer and thickness of the thin film. However, the amount of adsorbed BSA on the

like-charged surface was found to be smaller comparing to unmodified PDMS. Comparison with strong polyelectrolyte system, the little adsorbed BSA was measured on the chitosan/alginate film. For the second part of this study, the measurement of BSA was investigated using microfluidic device employing the PEMs-gold nanoparticles microelectrodes, developed in our laboratory as the detector.

Keywords : Polyelectrolyte multilayer, Bovine serum albumin, Protein adsorption