

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การตัดแปรผิวของพอลิแลกติกแอซิดด้วยเทคนิคพลาสมาสำหรับการดูดซับ
โปรตีนที่ชอบมากกว่า

ผู้เขียน นางสาวสุรีย์พร สราภิรมย์

ปริญญา ปรัชญาคุณวุฒิบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)

คณะกรรมการที่ปรึกษา

รศ.ดร.ธีรวัชร ณ บุญญวรรณ

รศ.ดร.ยู เหลียงเต็ง

ดร.ชนกพร ไชยวงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

การศึกษากลไกการยึดเกาะระหว่างเซลล์และวัสดุทางการแพทย์นั้นสำคัญต่อการออกแบบวัสดุเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการทำงานในด้านต่างๆ ซึ่งกลไกที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุดได้แก่ การศึกษาการยึดเกาะของโปรตีนในน้ำเลือดกับวัสดุทางการแพทย์ ในการศึกษานี้ได้ตัดแปรผิวของพอลิแลกติกแอซิดซึ่งเป็นพอลิเมอร์ชนิดย่อยสลายได้ด้วยเทคนิคพลาสมาเพื่อการศึกษาการยึดเกาะของโปรตีนในน้ำเลือด วิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาในสองส่วนหลักได้แก่

ส่วนแรกศึกษาผลของหมู่ฟังก์ชันเอมีนหรือเอไมด์ ที่ตัดแปรผิวของพอลิแลกติกแอซิดด้วยพลาสมาแอมโมเนีย เพื่อลดการยึดเกาะของโปรตีนในน้ำเลือด โดยจะยังประโยชน์ต่อการยึดเกาะของเซลล์ ซึ่งจากการวิเคราะห์พื้นผิวด้วยเทคนิคต่างๆ เช่น กล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม ค่ามุมสัมผัส พลังงานพื้นผิว และเอกซ์เรย์โฟโตอิเล็กตรอนสเปกโทรสโกปี บ่งชี้ว่าพลาสมาแอมโมเนียชักนำให้เกิดขั้วบนผิวของพอลิแลกติกแอซิด ทำให้มีความชอบน้ำมากขึ้นและลดการยึดเกาะของโปรตีนในน้ำเลือด ซึ่งอาจทำให้การยึดเกาะของเซลล์ดีขึ้น เนื่องจากข้อเท็จจริงที่ว่าเมื่อโปรตีนในน้ำเลือดมีการยึดเกาะแบบอ่อนบนพื้นผิวที่ชอบน้ำนั้นจะทำให้โปรตีนในการยึดเกาะเซลล์ สามารถลงเกาะบนพื้นผิววัสดุได้ดีกว่า

ส่วนที่สองศึกษาผลของความชอบน้ำของผิวซิลิกอนออกไซด์ต่อการยึดเกาะของโปรตีนและเซลล์ โดยใช้เทคนิคการเคลือบพลาสมาไอเคมีของออกตะเมทิลไซโคลเตตระไซโลเซน โดยใช้

ก๊าซออกซิเจนเป็นพาหะ ซึ่งพื้นผิวของซิลิกอนออกไซด์นั้นเป็นพื้นผิวแบบไม่ชอบน้ำ แต่เมื่อใช้ออกซิเจนพลาสมาตัดแปรผิวของซิลิกอนออกไซด์ จะทำให้พื้นผิวมีความเรียบและชอบน้ำมากขึ้น โดยออกซิเจนพลาสมานั้นไม่ส่งผลกระทบต่อความหนาของฟิล์มเดิม ค่าพลังงานพื้นผิวมีค่าสูงขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของหมู่ที่มีขั้วของออกซิเจน และจากการใช้เทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโคปีพบว่าฟิล์มนั้นมีความหนาแน่นสูงเนื่องจากโครงสร้างแบบโครงข่าย การลดลงของคาร์บอนและ การเพิ่มขึ้นของไฮโดรเจนเมื่อใช้พลาสมาออกซิเจนตัดแปรผิวของซิลิกอนออกไซด์ทำให้เกิดองค์ประกอบที่มีขั้วเพิ่มขึ้นที่พื้นผิวเป็นสาเหตุของความชอบน้ำของซิลิกอนออกไซด์ การทดสอบการยึดเกาะของโปรตีนพบว่าซิลิกอนออกไซด์ที่ชอบน้ำนั้นมีการยึดเกาะของโปรตีนมากกว่า ส่วนการทดสอบการยึดเกาะของเซลล์โดยใช้เซลล์ของหนูชนิดไฟโบรบลาสต์ L929 และพรีออสติโอเบลาสต์ MC3T3-E1พบว่าเซลล์ทั้งสองชนิดนั้นมีการยึดเกาะที่พื้นผิวของซิลิกอนออกไซด์มากกว่า แต่มีการเพิ่มทวีบนผิวของซิลิกอนออกไซด์ที่ชอบน้ำมากกว่า

Thesis Title Surface Modification of Poly (lactic acid) by Plasma Technique for Preferential Protein Adsorption

Author Ms. Sureporn Sarapirom

Degree Doctor of Philosophy (Applied Physics)

Advisory Committee

Assoc. Prof. Dr.Dheerawan Boonyawan	Advisor
Assoc. Prof. Dr.Liangdeng Yu	Co-advisor
Dr. Chanokporn Chaiwong	Co-advisor

ABSTRACT

The final goal of this study is to clarify understanding of mechanisms involved in cell attachment on biomedical polymer poly (lactic acid) (PLA). As the cell attachment on the material surface is preceded by blood protein adsorption which would critically affect subsequent cell adhesion, for the clinic application purpose. This study consists of main two parts.

The first part studied the low-pressure ammonia (NH_3) plasma involving the incorporated functional groups of amine or amide onto the PLA surface to inhibit blood plasma protein adsorption on the surface is advantageous for cell adhesion. The NH_3 -plasma-treated PLA was found to adsorb less human serum albumin (HSA) and fibrinogen (Fib) protein than the untreated PLA. The PLA was characterized using various techniques such as atomic force microscopy, contact angle and surface energy analysis and X-ray photoelectron spectroscopy. All of the characterization results indicated that due to NH_3 -plasma-induced polar groups the PLA enhanced its hydrophilicity which in turn inhibited the HSA and Fib protein adsorption. The decreased HSA and Fib protein adsorption would consequently increase the cell attachment by providing more surface area to cell adhesion. There may be another possibility for cell enhance adsorption such as the fact that HSA and Fib protein

adsorbed onto hydrophilic surfaces would be loosely bound and then easier to be removed by cell-adhesive proteins.

The second part studied the effect of the surface wettability of silicon oxide (SiO_x) films to protein adsorption and cell attachment and proliferation. SiO_x films were deposited onto PLA substrate using plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD). Octamethylcyclotetrasiloxane (OMCTS) was used as a precursor with oxygen (O_2) as a carrier gas. After deposition, the films were treated with O_2 -plasma to adapt wettability. It was found that O_2 -plasma enhanced the wettability of the films without changing the film thickness, while it made the surface morphology slightly smoother. The polar component increased after O_2 -plasma treatment as observed by contact angle measurements. The surface energy of the films was calculated by means of the Owens-Wendt method to resolve the contributions of polar and dispersive components. The chemical structure was characterized using attenuated total reflectance-Fourier transform infrared (ATR-FTIR) spectroscopy. The films were dense with a high Si-network structure. The reduced carbon content ($-\text{CH}_n$, $\text{Si}-\text{CH}_3$) and increased hydrogen content ($-\text{OH}$) of the O_2 -plasma treated SiO_x films led to the polar components enhancing the SiO_x wettability. Adsorption of bovine serum albumin (BSA) on the films was investigated by using x-ray photoelectron spectroscopy (XPS). More BSA was adsorbed onto the O_2 -plasma treated SiO_x films. Attachment and proliferation of MC3T3-E1 mouse pre-osteoblasts and L929 mouse fibroblasts cells on the SiO_x films were evaluated via MTT assay. The cells were attached more to the untreated SiO_x films but proliferated more on the surface of the O_2 -plasma treated SiO_x films depending on the cell types.