DEVELOPMENT OF NOVEL POLYMERIC MATERIALS FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS

Wimonwan Klinkajon

A Dissertation Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
and Case Western Reserve University
2013

Thesis Title:	Development of novel polymeric materials for biomedical applications
By:	Wimonwan Klinkajon
Program:	Polymer Science
Thesis Advisor:	Prof. Pitt Supaphol

Accepted by The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy.

..... College Dean
(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

Thesis Committee:

....
(Asst. Prof. Pomthong Malakul) (Prof. Pitt Supaphol)

....
(Asst. Prof. Hathaikarn. Manuspiya) (Dr.Pimolpun Niamlang)

.....
(Asst. Prof. Chidchanok Meechaisue)

ABSTRACT

5282005063: Polymer Science Program
Wimonwan Klinkajon: Development of Novel Polymeric Materials for Biomedical Applications
Thesis Advisors: Prof. Pitt Supaphol 113 pp.
Keywords: Biomedical/ Hydrogel/ Antibacterial/ Wound dressing/Mimic Nerve/Bone Regeneration

The study and the synthesis of novel polymeric materials is an extremely challenging research topic, which were divided into three prospective application of biomaterials including an effectual wound dressing material, an artificial nerve and scaffold for bone regeneration. First part, an antibacterial wound dressings were successfully prepared using two technique i.e. solvent casting process and gamma radiation. The materials (copper (II) alginate and copper (II) stearate/PVP hydrogel pad) exhibited the good antibacterial activity against *E.coli*, *S. aurous*, *MRSA*, *S. epidermidis*, *S.pyogenes*. The materials provided excellent liquid absorption properties. WVTR information showed the ability to allow water vapor to pass through the sample and prevention of agglomeration of exudates that promoted accelerated wound healing. Both of materials can possibly be applied for use as an antibacterial wound dressing base on their low-toxicity for skin cells (fibroblasts) and excellent anti- bacterial activity. Second part, the nanofibrouse PAA tube showed the responsive to ions change in the medium which was clearly showed the cycle of shrinkage and expansion during ions exchange occurred. The rapid responsive of the Na/Ca exchange of the PAA tube was occurred when using physiological salt concentration of the human body (150 mM NaCl) as an immersion medium which can be related to to ions influx of an living axon. Third part, the antioxidant scaffold was prepared from gallic acid and collagen-I scaffolds using the amine-reactive-NHS ester solution which provided excellent and stable scavenging activity depending on the usage of GA concentration. The study model of cell activities after applied stress was showed the impressively high cell growth when using GA 20 for HDFa and young MSCs and GA 40 for aged MSCs.

บทคัดย่อ

5282005063: สาขาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์

น.ส. วิมลวรรณ กลิ่นขจร: การพัฒนาวัสดุพอลิเมอร์ เพื่อการประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์

อาจารย์ที่ปรึกษา: ศ.ดร.พิชญ์ ศุภผล 113 หน้า

คำสำคัญ: การประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์/ ไฮโดรเจล/ การต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย/ แผ่นปิดแผล/ เส้นประสาทเทียม/การสร้างกระดูก

ในการพัฒนาวัสดุพอลิเมอร์ให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ เป็นเรื่องที่ท้าทาย ในงานวิจัยชิ้นนี้ศึกษาและพัฒนาวัสดุพอลิเมอร์เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านการแพทย์ การพัฒนาวัสดุทางการแพทย์นั้นขึ้นอยู่กับความผิดปกติของคนไข้และการใช้งาน อาทิ การพัฒนาวัสดุปิดแผลที่มีคุณสมบัติต่อต้านเชื้อแบคทีเรียและมีความสามารถในการรักษาความชุ่มชื้นให้กับแผลได้ ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้สนใจสมบัติการต่อต้านเชื้อแบคทีเรียของทองแดงและนำมาประกอบกับ ความสามารถในการดูดซับน้ำและรักษาความชุ่มชื้นของแผล ของ อัลจิเนต และ พอลิไวนิลไพโรลิโดน ผลการทดสอบการต่อต้านเชื้อแบคทีเรียให้ผลที่ดีมาก ทั้งยังมีความสามารถในการดูดซับน้ำอีกด้วย นอกจากนี้งานวิจัยชิ้นนี้ได้พัฒนาวัสดุพอลิเมอร์ในการประยุกต์ใช้เป็นเส้นประสาทเทียม โดยการสร้างเส้นใยขนาดเล็กของพอลิอะคลิลิคแอซิด และได้ทำการทดสอบการเปลี่ยนแปลงแบบผันกลับได้ในการแลกเปลี่ยนไอออน ซึ่งผลเป็นที่น่าพอใจ จึงเป็นไปได้ว่า วัสดุชนิดนี้สามารถพัฒนาเป็นเส้นประสาทเทียมและใช้ได้จริง การพัฒนากระดูกเทียมของงานวิจัยชิ้นนี้เตรียมได้จากคอลลาเจนเคลือบด้วยสารแกลลิคแอซิด การศึกษาพฤติกรรมระดับเซลล์เมื่อถูกเลี้ยงบนคอลลาเจนที่ถูกพัฒนาให้มีความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระโดยใช้แกลลิคแอซิดเปรียบเทียบกับคอลลาเจนที่ไม่ได้รับการพัฒนาพบว่าเซลล์สามารถเจริญเติบโตได้ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to acknowledge my thesis advisor, Prof. Dr. Pitt Supaphol of the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University for his kind suggestions, great supports, and valuable experiences throughout the research.

Assoc. Prof. Sirirat Rengpipat provided the collaboration at Department of Microbiology, Faculty of Science, Chulalongkorn University. Her research team kindly trained me professional microbiology techniques.

This thesis is funded by the Petroleum and Petrochemical College; and the Center of Excellence on Petrochemical and Materials Technology, Thailand. I appreciate the help from staff members and students of the Petroleum and Petrochemical College.The a doctoral scholarship from Golden Jubilee Ph.D. Program

Finally, I would like to express my sincere appreciation to PS group, my best friends and my family, for their supports and cheerfulness.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

CHAPTER **PAGE**

CHAPTER V