PREPARATION OF CHITOSAN-COATED BACTERIAL CELLULOSE BY DBD PLASMA TREATMENT

Navaporn Kaerkitcha

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
and Case Western Reserve University
2010

Thesis Title:	Preparation of Chitosan-Coated Bacterial Cellulose by DBD Plasma Treatment
By:	Navaporn Kaerkitcha
Program:	Polymer Science
Thesis Advisors:	Assoc. Prof. Ratana Rujiravanit
	Prof. Seiichi Tokura

Accepted by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science.

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

Thesis Committee:

.....Ratana Rujiravanit.....
(Assoc. Prof. Ratana Rujiravanit)

.....
(Prof. Seiichi Tokura)

.....
(Asst. Prof. Thammanoon Sreethawong)

.....Panya Wongpanit.....
(Dr. Panya Wongpanit)

ABSTRACT

5072020063: Polymer Science Program
Navaporn Kaerkitcha: Preparation of Chitosan-Coated Bacterial Cellulose by DBD Plasma Treatment
Thesis Advisors: Assoc. Prof. Ratana Rujiravanit and Prof. Seiichi Tokura 86 pp.
Keywords: Bacterial cellulose/ Chitosan/ Dielectric barrier discharge plasma/ Antimicrobial activity/ Releasing property

Bacteria cellulose (BC) is a natural biopolymer having ultrafine structure, high chemical purity, and high ability to maintain the proper moisture level. Because of its unique properties, BC is an interesting material to be used in medical applications, including wound dressing. However, BC itself cannot prevent the wound from infection therefore in this study, BC pellicle produced by *Acetobacter xylinum* was modified by coating with chitosan, a natural antimicrobial agent. To improve the interaction between BC and chitosan, the surface of the BC was treated with dielectric barrier discharge (DBD) plasma prior to chitosan coating. The chitosan content coated on the plasma treated BC, determined by the Kjeldahl method, was higher than that of the non-plasma treated one. Such amounts of chitosan were gradually released from the surface of the BC when immersing in phosphate buffered saline and acetate buffer solution. The chitosan-coated BC has high swelling ratio, resulting in high water absorption capacity. The chemical structure, chemical composition and surface morphology of the samples were also characterized by FTIR, XPS, and SEM, respectively. With the treatment of BC in the 1.00 % (w/v) chitosan solution, the samples showed strong antimicrobial activity against both *Escherichia coli* (Gram-negative) and *Staphylococcus aureus* (Gram-positive), as evidenced by the colony counting method.

บทคัดย่อ

นวพร เกื้อกิจจา : การเตรียมแบคทีเรียเซลลูโลสที่เคลือบด้วยไคโตซาน โดยเทคนิคการปรับปรุงพื้นผิวด้วยไดอิเล็กทริคแบริเออร์ดิสชาร์จพลาสม่า (Preparation of Chitosan-Coated Bacterial Cellulose by DBD Plasma Treatment) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดร. รัตนา รุจิรวนิช และ ศ.ดร. เซอิจิ โทคุระ 86 หน้า

เส้นใยเซลลูโลสที่สังเคราะห์จากเชื้อแบคทีเรีย เป็นพอลิเมอร์ชีวภาพที่มีโครงสร้างเป็นเส้นใยขนาดเล็กที่มีความละเอียดสูง มีความบริสุทธิ์ทางเคมีสูง และสามารถรักษาสภาวะชุ่มชื้นให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมได้ดี ด้วยคุณสมบัติที่โดดเด่นนี้ แบคทีเรียเซลลูโลสจึงเป็นวัสดุที่น่าสนใจในการนำประยุกต์ใช้ในเชิงการแพทย์ เช่น การใช้เป็นวัสดุปิดแผล อย่างไรก็ตามโดยตัวของแบคทีเรียเซลลูโลสเองนั้น ไม่มีคุณสมบัติในการป้องกันการติดเชื้อของบาดแผล ดังนั้นในงานวิจัยนี้แผ่นแบคทีเรียเซลลูโลสที่ผลิตจากเชื้อ *Acetobacter Xylinum* จึงได้ทำการปรับปรุงสมบัติของแบคทีเรียเซลลูโลสด้วยการเคลือบพื้นผิวด้วยไคโตซาน ซึ่งเป็นสารทางธรรมชาติที่มีฤทธิ์ในการป้องกันการติดเชื้อโรคต่างๆของบาดแผลได้ และเพื่อเป็นการเพิ่มความสามารถในการยึดเกาะกันระหว่างแบคทีเรียเซลลูโลสกับไคโตซาน จึงได้มีการปรับปรุงพื้นผิวของแบคทีเรียเซลลูโลสด้วยเทคนิคพลาสมาแบบไดอิเล็กทริคแบริเออร์ดิสชาร์จก่อนที่จะนำไปเคลือบด้วยไคโตซาน ผลจากการวิจัยพบว่า ปริมาณของไคโตซานซึ่งวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Kjeldahl ที่เคลือบอยู่บนพื้นผิวของแบคทีเรียเซลลูโลสที่ทำการปรับปรุงพื้นผิวด้วยเทคนิคพลาสม่า มีปริมาณมากกว่าบนพื้นผิวของแบคทีเรียเซลลูโลสที่ไม่ได้ทำการปรับปรุงพื้นผิวด้วยเทคนิคพลาสม่า และไคโตซานที่เคลือบอยู่นี้จะค่อยๆ ถูกปลดปล่อยออกมาจากพื้นผิวของแบคทีเรียเซลลูโลส เมื่อทำการแช่วัสดุในสารละลายบัฟเฟอร์ของฟอสเฟตและอะซีเตต นอกจากจะพบว่าแบคทีเรียเซลลูโลสที่เคลือบพื้นผิวด้วยไคโตซานมีการดูดน้ำและความชื้นในอัตราที่สูง งานวิจัยนี้ยังทำการศึกษาโครงสร้างทางเคมีของวัสดุด้วยเทคนิค FTIR ศึกษาส่วนประกอบทางเคมีด้วยเทคนิค XPS และศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคด้วยเทคนิค SEM นอกจากนั้นยังพบว่า การเคลือบพื้นผิวของแบคทีเรียเซลลูโลสด้วยสารละลายไคโตซาน 1.00 % (w/v) จะทำให้วัสดุมีประสิทธิภาพในการป้องกันเชื้อแบคทีเรียสองชนิดได้แก่ *Escherichia coli* (Gram-negative) และ *Staphylococcus aureus* (Gram-positive) ซึ่งยืนยันได้จากผลการทดสอบฤทธิ์ในการป้องกันเชื้อโรคด้วยเทคนิคการนับจำนวนเชื้อ

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to express her sincere gratitude to her advisor and co-advisor, Assoc. Prof. Ratana Rujiravanit and Prof. Seiichi Tokura, for their assistances. They have provided the very useful guidance and the great encouragement throughout this research. The author deeply thanks to Asst. Prof. Thammanoon Sreethawong and Dr. Panya Wongpanit for serving on their thesis committees and giving the useful suggestion.

This thesis work is funded by the Petroleum and Petrochemical College; and the National Center of Excellence for Petroleum, Petrochemicals and Advanced Materials, Thailand. In addition, the author would like to thank Prof. Pitt Supaphol for his instrumental support and Surapon Food Public Co., Ltd. for their raw materials support.

The author would like to thank the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University where she has gained the invaluable knowledge in the Polymer Science programs and she greatly appreciates all professors, lecturers and staffs, who have provided knowledge and technical support during her stay in this college. Special thank goes to Mr. Robert Wright who proved grammatical errors and gave useful knowledge for studying and living.

The author would like to express my special thanks to Mr. Maki Shinji for his kindness in running XPS analysis and also to Faculty of Chemistry, Materials and Bioengineering and High Technology Research Centre, Kansai University.

Finally, the author would like to thank her PPC seniors and friends for their friendship, helpfulness and creative suggestions. The author is also greatly appreciated to her family for their love, understanding, and constant encouragement during her studies, thesis work and all her life.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER **PAGE**

CHAPTER **PAGE**

CHAPTER **PAGE**

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**