DEVELOPMENT OF CURCUMIN-BASED SENSORS FOR SMART PACKAGING APPLICATIONS VIA LAYER-BY-LAYER DEPOSITION AND ELECTROSPINNING

Orachitr Bijaisoradat

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,
Case Western Reserve University

2015

Thesis Title: Development of Curcumin-based Sensors for Smart Packaging Applications via Layer-by-Layer deposition and Electrospinning

By: Orachitr Bijaisoradat

Program: Polymer Science

Thesis Advisors: Asst. Prof. Stephan Thierry Dubas

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

.... College Dean

(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

Thesis Committee:

....

(Asst. Prof. Stephan Thierry Dubas)

....

(Asst. Prof. Thanyalak Chaisuwan)

....

(Dr. Chularat Iamsamai)

ABSTRACT

5672014063: Polymer Science

Orachitr Bijaisoradat: Development of Curcumin-Based Sensors for Smart Packaging via Layer-by-Layer Deposition and Electrospinning

Thesis Advisor/ Asst. Prof. Stephan T. Dubas, 64 pp.

Keywords: Curcumin/ Sensor/ Layer-by-Layer/ Thin films/ Electrospinning

Curcumin is a yellow pigment extracted from a spice called turmeric which is commonly used in food. It is also a pH-sensitive compound that has the ability to change color from yellow to orange when exposed with acidic and basic conditions, respectively. As a result, it can be used as an optical sensor to detect volatile amine compounds from meat spoilage. In order to assemble curcumin into a sensor, two methods were introduced: the layer-by-layer assembly and electrospinning. The first technique involves loading curcumin onto two types of polyelectrolyte multilayers i.e. PDADMAC/PSS and CHI/ALG. The latter technique combines PVA with curcumin to produce fibers. Next, potassium hydrogen phosphate buffer and ammonia vapor were used to observe the sensing properties of the curcumin thin films and fibers. UV-vis spectroscopy was used to observe the color of the material and SEM was used to observe the fiber morphology. It was found that the sensing properties of curcumin thin film reacts differently with different polyelectrolyte on the top layer. Curcumin on PDADMAC showed earlier change of color at pH 8 unlike PSS that had later change at pH 10. CHI/ALG thin films did not produce orange color at high pH, instead it turns from yellow to colorless at pH 7. Thus, we can tune the pH sensitivity of curcumin thin films. However, the curcumin loaded thin films did not react with ammonia vapor but the fibers changed color at 100 ppm. Conclusively, curcumin fibers are more suitable in ammonia detection; however, both can be used in optical sensor applications.

บทคัดย่อ

อรจิตร พิชัยศรทัต : การพัฒนาเซ็นเซอร์จากสารสกัดขมิ้นชันสำหรับบรรจุภัณฑ์อาหาร โดยใช้ layer-by-layer และ electrospinning (Development of Curcumin-based Sensors for Smart Packaging Applications via Layer-by-Layer Deposition and Electrospinning) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. สเตฟาน เทียรรี่ ดูบาส์ 64 หน้า

ขมิ้นชันเป็นสารที่มีสีเหลืองสกัดได้จากขมิ้น ซึ่งสามารถใช้เป็นส่วนประกอบในอาหาร นอกจากนี้ขมิ้นชันยังเป็นสารที่ใช้ในการตรวจจับค่าความเป็นกรด-เบสได้ โดยเมื่อเปลี่ยนสภาวะจากกรดไปเป็นเบสขมิ้นชันจะสามารถเปลี่ยนสีจากสีเหลืองไปเป็นสีส้ม ดังนั้นจากคุณสมบัติดังกล่าวขมิ้นชันจึงสามารถนำมาใช้เป็นตัวตรวจจับไอระเหยของก๊าซแอมโมเนีย ในการนำขมิ้นชันมาทำเป็นตัวตรวจจับนั้นจะใช้เทคนิค 2 แบบ คือ การทำเลเยอร์บายเลเยอร์ และอิเล็คโตรสปินนิ่ง โดยการทำเลเยอร์บายเลเยอร์จะเป็นการปรับแต่งพื้นผิวของแผ่นกระจกโดยใช้พอลิเมอร์สองชนิด ได้แก่ พอลิไดเอริลไดเมธทิลแอมโมเนียมคลอไรล์ กับพอลิสไตรีนซัลโฟเนต และ ไคโตซาน กับอัลจิเนต ส่วนเทคนิคอิเล็คโตรสปินนิ่งนั้นจะนำพอลิไวนิลแอลกอฮอล์มาผสมกับขมิ้นชัน จากนั้นนำมาขึ้นรูปเป็นเส้นใยที่มีขนาดเล็ก ในการทดสอบความไวในการเปลี่ยนสีของขมิ้นชันต่อกรดและเบสจะใช้ โพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต และไอของแอมโมเนียในการทดสอบโดยจะดูจากสีที่เปลี่ยนไปของฟิล์มและเส้นใย จากผลการทดลองพบว่าในส่วนของเทคนิคเลเยอร์บายเลเยอร์นั้นพอลิเมอร์ชั้นบนสุดจะส่งผลต่อการเปลี่ยนสีของขมิ้นชัน โดยหากชั้นบนสุดเป็นพอลิไดเอริลไดเมธทิลแอมโมเนียมคลอไรล์ ขมิ้นชันจะเปลี่ยนสีที่ค่าพีเอชแปด และพอลิสไตรีนซัลโฟเนตจะเปลี่ยนสีที่ค่าพีเอชสิบ ในส่วนของไคโตซาน และอัลจิเนตนั้น ขมิ้นชันจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีใสที่ค่าพีเอชเจ็ด นอกจากนี้ยังพบอีกว่าขมิ้นชันที่เป็นฟิล์มไม่สามารถเปลี่ยนสีกับไอของก๊าซแอมโมเนียได้ แต่ในส่วนของขมิ้นชันที่เป็นเส้นใยนั้นจะสามารถเปลี่ยนสีเมื่อสัมผัสกับไอของก๊าซแอมโมเนียที่มีค่าความเข้มข้นมากกว่าหนึ่งร้อยมิลลิกรัมต่อลิตรขึ้นไป

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to take this opportunity to thank the following people who assisted me during the project. First, I would like to thank Asst. Prof. Stephan T. Dubas for his suggestions and guidance throughout the project. Also, I thank Dr. Ratthapol Rangkupal for his kind advices in electrospinning. Second, I would like to thank SD group for their support and enjoyable times. Third, I would like to thank my friends in PPC, respected faculties and staff. Finally and most importantly, I would like to thank my family for their support and encouragement.

This thesis work is funded by the Petroleum and Petrochemical College; and the National Center of Excellence for Petroleum, Petrochemicals and Advanced Materials, Thailand. The Nanotechnology Center (NANOTEC), NSTDA Ministry of Science and Technology, Thailand, through its program of Center of Excellence Network and National Research University Project of CHE and the Ratchadaphisek Somphote Endowment Fund (Project AM1041A). This research was also partially supported by the Ratchadapisek Somphoch Endowment Fund (2013), Chulalongkorn University (CU-56-900-FC) and Thailand Research Fund (IRG 5780012).

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**