

**CONCANAVALIN A FUNCTIONALIZED GRAPHENE BASED  
ELECTROCHEMICAL SENSOR FOR MONITORING CANCER CELLS**



**CHAYANIT PHATOOMVIJITWONG**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR  
THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING  
(INTEGRATED CHEMICAL ENGINEERING)  
FACULTY OF GRADUATE STUDIES  
MAHIDOL UNIVERSITY**

**2017**

**COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY**

CONCANAVALIN A FUNCTIONALIZED GRAPHENE BASED ELECTROCHEMICAL  
SENSOR FOR MONITORING CANCER CELLS

CHAYANIT PHATOOMVIJITWONG 5837445 EGIC/M

M.Eng. (INTEGRATED CHEMICAL ENGINEERING)

THESIS ADVISORY COMMITTEE: SIRA SRINIVES, Ph.D., RACHANEE UDOMSANGPETCH,  
Ph.D.

ABSTRACT

Cancer is a cell malfunction disease that leads to morbidity and mortality. Diagnosing of cancer cells and distinguishing cancer from normal cells at an early stage can be greatly beneficial to significantly reducing the lethal rate in cancer patients. Herein, an electrochemical biosensor was fabricated by functionalizing Concanavalin A (Con A), a sugar binding protein on graphene using carbodiimide (EDC) as a zero linker, covalently immobilizing Con A on the graphene structure. The Con A functionalized graphene electrochemical sensor showed good performance in detecting cells and differentiating ovarian cancer cells from normal fibroblast, relying on cells electrochemical activity. The results revealed unique electrochemical patterns of ovarian cancer cells, and good sensitivity of ovarian cancer cells detection in concentration windows of  $1 \times 10^4$  to  $2 \times 10^7$  cells/ml. The sensor could be of great benefit to early cancer diagnosis, and could be used as a preliminary test that indicates whether the cell is a cancer in a matter of few hours.

KEY WORDS: ELECTROCHEMICAL SENSOR / GRAPHENE / CONCANAVALIN A /  
OVARIAN CANCER CELLS

56 pages

การศึกษาความต่างศักย์ไฟฟ้าเคมีของเซลล์มะเร็ง โดยใช้เซนเซอร์ไฟฟ้าเคมี

CONCAVALIN A FUNCTIONALIZED GRAPHENE BASED ELECTROCHEMICAL SENSOR FOR MONITORING CANCER CELLS

ชญาณิชฐ์ ปทุมวิจิตรวงศ์ 5837445 EGIC/M

วศ.ม. (วิศวกรรมเคมีบูรณาการ)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ศิระ ศรีนิเวศน์ , Ph.D., รัชนิย์ อุดมแสงเพชร, Ph.D.

บทคัดย่อ

มะเร็งเป็นโรคที่เกิดจากความบกพร่อง และผิดปกติในการทำหน้าที่ของเซลล์ โดยเซลล์มะเร็งอาจนำไปสู่ความผิดปกติที่ร้ายแรงของระบบในร่างกาย และอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้เป็นมะเร็งเสียชีวิตได้ ดังนั้นการวินิจฉัย แยกแยะเซลล์มะเร็งในระยะเบื้องต้นได้จะช่วยลดอัตราการเสียชีวิตของผู้ป่วยโรคมะเร็งได้ โดยในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการประกอบอุปกรณ์เซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีเข้ากับวัสดุรวมแกรฟีน และ โปรตีน Con A (Concanavalin A) โดยใช้สารเคมีเชื่อมพันธะ (EDC) กระตุ้นการสร้างพันธะระหว่างแกรฟีน กับโปรตีน งานวิจัยนี้ได้ใช้เซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสัญญาณทางไฟฟ้าโดยเปรียบเทียบระหว่างเซลล์มะเร็งรังไข่ และเซลล์ปกติ โดยได้ศึกษาปัจจัยปริมาณของเซลล์มะเร็งรังไข่ และปัจจัยของการผสมเซลล์มะเร็งรังไข่กับเซลล์ปกติ จากงานวิจัยพบว่าเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีนี้สามารถแยกความแตกต่างทางสัญญาณไฟฟ้าของเซลล์มะเร็งรังไข่ และเซลล์ปกติได้ เซนเซอร์มีความไวต่อการตรวจวัดสัญญาณทางไฟฟ้าเคมีของปริมาณเซลล์มะเร็งที่ดีที่สุดในช่วงความเข้มข้น  $1 \times 10^4$  ถึง  $2 \times 10^7$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร แต่เนื่องด้วยโปรตีน Con A ไม่ใช่โปรตีนที่จำเพาะเจาะจงต่อเซลล์มะเร็งทำให้ยังต้องมีการพัฒนาเซนเซอร์ต่อไปในอนาคตเพื่อให้เซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีนี้มีความจำเพาะต่อเซลล์มะเร็งมากขึ้น ทั้งนี้เซนเซอร์ไฟฟ้าเคมีให้ผลลัพธ์ที่รวดเร็ว สามารถแยกแยะระหว่างเซลล์มะเร็งกับเซลล์ปกติได้ และจากการตอบสนองที่ว่องไวของเซนเซอร์ไฟฟ้าเคมีร่วมกับวัสดุแกรฟีนจึงมีประโยชน์อย่างมากในการนำไปใช้วินิจฉัยโรคมะเร็งในระยะเบื้องต้น