

1. บทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

รหัสโครงการ: MRG5180106

ชื่อโครงการ: แอปพลิเคชันสำหรับตรวจวัดกลูโคส

ชื่อนักวิจัย: จงดี ธรรมเขต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

E-mail address: chongdee.t@psu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึง 14 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2553

245886

งานวิจัยส่วนแรกเป็นการพัฒนาเทคนิคอณคอลลิมน์แอปพลิเคชันสำหรับตรวจวัดกลูโคส ซึ่งเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณกลูโคสอย่างง่ายโดยไม่ใช้เอนไซม์ ที่อาศัยการจับกันอย่างจำเพาะเจาะจงของหมู่กรดฟีนอลโบโรนิกกับหมู่ ซิส-ไดฮอลของกลูโคส โดยทำการเคลือบโคพอลิเมอร์ของ กรด 3-อะคริลามิโดฟีนอลโบโรนิกอะคริลาไมด์ (สมาร์ทพอลิเมอร์เจล) ในท่อคาปิลลารีที่มีความยาว 5 เซนติเมตร สมาร์ทพอลิเมอร์เจลดังกล่าวจะเกิดการบวมตัวเมื่อจับกับกลูโคส และเจลจะมีลักษณะใสขึ้นตามความเข้มข้นของกลูโคส ทำให้สามารถวัดการเปลี่ยนแปลงของค่าการดูดกลืนแสงด้วยยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่มีความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร หลังจากนำท่อที่เคลือบด้วยสมาร์ทพอลิเมอร์เจลต่อกับระบบโพลินเจคชันแล้วศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของระบบ พบว่าภายใต้สภาวะที่เหมาะสม อณคอลลิมน์แอปพลิเคชันสำหรับตรวจวัดกลูโคสเซนเซอร์ ให้การตอบสนองที่เป็นเส้นตรงในช่วง 0.5–16.0 มิลลิโมลาร์ ขีดจำกัดการตรวจวัดที่ 0.5 มิลลิโมลาร์ ใช้เวลาในการวิเคราะห์ 6 นาที มีความเสถียรในการใช้งานดี สามารถวิเคราะห์กลูโคสอย่างต่อเนื่องได้ถึง 250 ครั้ง โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์เพียง 5% และเมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตัวอย่างกลูโคสที่เตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการ 10 ตัวอย่าง กับวิธี dinitrosalicylic acid (DNS) พบว่าผลการวิเคราะห์ที่ได้จากทั้งสองเทคนิคไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) นอกจากนี้เมื่อนำเทคนิคอณคอลลิมน์แอปพลิเคชันสำหรับตรวจวัดกลูโคสเซนเซอร์วิเคราะห์ตัวอย่างปัสสาวะ 3 ตัวอย่าง และเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ที่ได้กับ strip test เทคนิค พบว่า ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากทั้งสองเทคนิคมีความสอดคล้องกัน โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การได้กลับคืนเป็น $88\pm 2\%$ ถึง $103\pm 4\%$

สำหรับงานวิจัยในส่วนที่สองเป็นการพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์กลูโคสให้มีความจำเพาะเจาะจงมากขึ้น ทำได้โดยการสังเคราะห์มอนออลิทคอลลิมน์ที่มีกรดฟีนอลโบโรนิกเป็นหมู่ฟังก์ชัน ผลจากการศึกษาพบว่าสามารถสังเคราะห์มอนออลิทคอลลิมน์ในท่อคาปิลลารีได้ แต่เมื่อทดสอบประสิทธิภาพในการแยกน้ำตาลของมอนออลิทคอลลิมน์ที่สังเคราะห์ขึ้น พบว่าค่ารีเทนชันไทม์ของทั้งกลูโคสและซูโครสมีค่าใกล้เคียงกันมาก ไม่สามารถแยกน้ำตาลทั้งสองชนิดออกจากกันได้ จึงเน้นการพัฒนาในส่วนของการตรวจวัดกลูโคสด้วยระบบโพลินเจคชันแอมเพอโรเมทรีที่ใช้การปรับปรุงผิวหน้าแกลสซีคาร์บอน อิเล็กโทรดด้วยอนุภาคทองแดง เพื่อช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของกลูโคสให้เกิดได้ดีขึ้นที่ศักย์ไฟฟ้าต่ำลง

พบว่าให้ผลการทดลองที่น่าพอใจ การปรับปรุงผิวหน้าอิเล็กทรอนิกส์โดยวิธีดังกล่าวสามารถทำได้ง่าย มีความเสถียรในการใช้งานสูงมากโดยสามารถวิเคราะห์กลูโคสซ้ำได้อย่างน้อย 350 ครั้ง (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ 2.5%) และค่าสัญญาณการตอบสนองที่ได้ลดลงเพียง 0.0018% ต่อการฉีดแต่ละครั้ง นอกจากนี้ยังให้ช่วงการตอบสนองที่เป็นเส้นตรงกว้าง คือ 0.0010–10.00 มิลลิโมลาร์ และให้ค่าขีดจำกัดในการตรวจวัดต่ำถึง 0.0050 มิลลิโมลาร์ หรือ 5.0 ไมโครโมลาร์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์กลูโคสได้

คำหลัก: แอปฟิโนดีสมาร์ทพอลิเมอร์เจล กลูโคสเซนเซอร์ กรดฟีนิลโบโรนิก มอนอลิทคอลลัมน์
ปรับปรุงผิวหน้าอิเล็กทรอนิกส์โดยอนุภาคทองแดง

Project code: MRG5180106
Project title: Affinity Smart Polymer Gel for Glucose Detection
Investigator: Chongdee Thammakhet, Prince of Songkla University
E-mail address: chongdee.t@psu.ac.th
Project period: May 15, 2008 to May 14, 2010

245886

The first part of this research is the development of a simple non-enzymatic glucose sensor named "on-column affinity smart polymer gel glucose sensor". Copolymer of 3-acrylamidophenylboronic acid and acrylamide (smart polymer gel) was synthesized in a 5 cm long capillary tube with a detection window to provide an on-column light absorption measurement at 500 nm. The smartpolymer gel swell when it binds with glucose and the optical density of this gel decreased with the increase of glucose concentration. After the coated capillary was incorporated into a flow injection system and under the optimum conditions, the linearity and the limit of detection of this sensor was 0.5–16.0 mM and 0.5 mM, respectively. The analysis time was 6 minutes with a very good operational stability (250 consecutive injections with RSD only 5%). In order to evaluate the performance of the on-column affinity smart polymer gel sensor, 10 unknown glucose samples prepared in distilled water were analyzed with the conventional DNS (dinitrosalicylic acid) and the proposed methods. It was found that the results obtained from both methods agreed well ($P>0.05$). For a real sample analysis, three urine samples with known glucose levels were analyzed with the developed method. The results showed that the on-column affinity smart polymer gel glucose sensor provided the comparable results to those from the normal strip test technique. An acceptable range of recoveries, 88 ± 2 to 103 ± 4 %, was also obtained.

The second part aims to improve the selectivity of the glucose sensor by coupling a separation column in front of the detection part. A monolith column was synthesized using phenylboronic acid as a monomer and act as a function group to retain different sugar. It was found that the monolith column could be successfully synthesized but it could not separate glucose from sucrose. Glucose and sucrose were eluted from the monolith column with almost the same retention time. Therefore, the focus is shifted to the development of a flow injection amperometry for better detection sensitivity by using copper particles modified glassy carbon electrode. Copper particle modified glassy carbon electrode provided good catalytic activity for glucose oxidation. The method

used to modify electrode in this work is very simple. The operational stability was also good, at least 350 times of injection can be performed on a single modified electrode (2.5% RSD). The reduction of %response was only 0.0018 per injection. Under the optimum conditions, the copper particle modified electrode coupled with the flow injection amperometry provided wide linear dynamic range, 0.0010–10.00 mM, with low limit of detection, 0.0050 mM or 5.0 μ M.

Keywords: Affinity smart polymer gel, glucose sensor, phenylboronic acid, monolith column, copper particle modified electrode