จิณณพัตร วิจิตรศักดิ์ : ขั้วไฟฟ้าชนิดคาร์บอนและสารประกอบเชิงซ้อนของทองแดงสำหรับการตรวจวัดตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ: กัวโนซีนและครีเอตินีน (CARBON AND COPPER COMPLEX ELECTRODES FOR THE DETECTION OF MOLECULAR BIOMARKERS: GUANOSINE AND CREATININE) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.กมลวัช งามเชื้อ, 89 หน้า

คำสำคัญ: กัวโนซีน, ครีเอตินีน, ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ, เซ็นเซอร์, โวลแทมเมทรี

กัวโนซีนและครีเอตินีนเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของระบบประสาทส่วนกลาง และการทำงานของไต ตามลำดับ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาปฏิกิริยาออกซิเดชันของกัวโนซีนโดยใช้เทคนิคโวลแทมเมตรีที่ขั้วไฟฟ้าแบบนิ่งและแบบไฮโดรไดนามิก พร้อมทั้งใช้การคำนวณตามทฤษฎีฟังก์ชันนัลความหนาแน่นเพื่อทำความเข้าใจกลไกการเกิดออกซิเดชัน และได้พัฒนาเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดกัวโนซีนด้วยขั้วไฟฟ้าคาร์บอนไฟเบอร์ โดยเซนเซอร์ที่พัฒนาขึ้นนี้มีช่วงความเป็นเส้นตรงสองช่วง ได้แก่ 0.0067–0.12 mM และ 0.12–1.00 mM มีค่าความไวในการวิเคราะห์ในแต่ละช่วงเท่ากับ 1.40 ± 0.03 nA mM^{-1} และ 0.05 ± 0.003 nA mM^{-1} ตามลำดับ มีค่าขีดจำกัดการตรวจวัดอยู่ที่ 0.002 mM มีความจำเพาะสูง ไม่มีสัญญาณรบกวนจากกลูโคส ครีเอตินีน ไอออนบวก (Li^+, Na^+, K^+, Mg^{2+}) และไอออนลบ (Cl^-, Br^-, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}) และได้มีการทดสอบการใช้งานของเซนเซอร์ชนิดนี้ในการตรวจวัดกัวโนซีนในตัวอย่างปัสสาวะสังเคราะห์ โดยได้ค่าร้อยละการกลับคืนเท่ากับ 99.71 ± 4.02% (RSD = 4.95%)

นอกจากเซนเซอร์สำหรับกัวโนซีนแล้ว งานวิจัยนี้ยังได้พัฒนาเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดครีเอตินีน โดยใช้ขั้วไฟฟ้าทองมาดัดแปลงด้วยสารประกอบ Cu(II)-ImaSMe เซนเซอร์ที่พัฒนาขึ้นนี้มีช่วงความเป็นเส้นตรงอยู่ระหว่าง 0.14–20.0 mM ค่าขีดจำกัดการตรวจวัดอยู่ที่ 0.04 mM และค่าความไวในการวิเคราะห์เท่ากับ 30.64 ± 0.86 µA mM^{-1} เซนเซอร์ที่พัฒนาขึ้นมีความจำเพาะสูง ไม่มีสัญญาณรบกวนจากกรดแอสคอร์บิก กรดยูริก โดปามีน ยูเรีย แลคเตต อาร์จินีน และครีเอทีน และได้มีการทดสอบการใช้งานของเซนเซอร์ชนิดนี้ในการตรวจวัดครีเอตินีนในตัวอย่างปัสสาวะจริงจำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ค่าร้อยละการกลับคืนเท่ากับ 97.3 ± 3.1% (RSD = 1.59%), 100.5 ± 2.4% (RSD = 6.25%), และ 97.4 ± 2.6% (RSD = 7.31%) ซึ่งเซนเซอร์ทั้งสองชนิดได้รับการออกแบบมาเพื่อรองรับการตรวจวัดตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในตัวอย่างชีวภาพได้อย่างแม่นยำและน่าเชื่อถือ เหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้ในงานวิจัยและการวินิจฉัยทางการแพทย์

สาขาวิชาเคมี
ปีการศึกษา 2567

ลายมือชื่อนักศึกษา จิณณพัตร วิจิตรศักดิ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา กมลวัช งามเชื้อ

JINNAPAT WIJITSAK : CARBON AND COPPER COMPLEX ELECTRODES FOR THE DETECTION OF MOLECULAR BIOMARKERS: GUANOSINE AND CREATININE. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. KAMONWAD NGAMCHUEA, Ph.D. 89 PP.

Keyword: Guanosine, Creatinine, Biomarker, Sensor, Voltammetry

Guanosine and creatinine are important biomarkers for central nervous system disorders and kidney functions, respectively. First, the oxidation of guanosine was studied using voltammetric techniques at stationary and hydrodynamic electrodes. Density functional theory (DFT) calculations were used to understand the oxidation mechanism. A carbon fiber microelectrode-based sensor was developed for guanosine detection. The sensor showed two linear detection ranges (0.0067–0.12 mM and 0.12–1.00 mM) with sensitivities of 1.40 ± 0.03 nA mM^{-1} and 0.05 ± 0.003 nA mM^{-1}. The detection limit was 0.002 mM. The developed sensor is highly selective, with no interference from glucose and creatinine, as well as cations like Li^+, Na^+, K^+, Mg^{2+}, and anions such as Cl^-, Br^-, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}. Validation was performed with synthetic urine, and a recovery rate of 99.71 ± 4.02% (RSD = 4.95%) was achieved.

In addition to a guanosine sensor, an electrochemical sensor was developed for creatinine detection. The sensor was based on a Cu(II)-ImaSMe complex-modified gold macroelectrode. A linear detection range of 0.14–20.0 mM, a detection limit of 0.04 mM, and a sensitivity of 30.64 ± 0.86 μA mM^{-1} were obtained. Selectivity was confirmed against interferences such as ascorbic acid, uric acid, dopamine, urea, lactate, arginine, and creatine. Recovery rates of 97.3 ± 3.1% (RSD = 1.59%), 100.5 ± 2.4% (RSD = 6.25%), and 97.4 ± 2.6% (RSD = 7.31%) were achieved in three urine samples. These sensors are therefore suitable for accurate and reliable guanosine and creatinine detection in biological samples.

School of Chemistry
Academic Year 2024

Student's Signature จิณณพัตร วิจิตรศักดิ์
Advisor's Signature