การประดิษฐ์อุปกรณ์มีโซฟลูอิดิกส์แบบใช้แล้วทิ้ง สำหรับการวิเคราะห์สารต้านจุลชีพบางชนิดโดยการตรวจวัดการเปล่งแสงเคมิลูมิเนสเซนต์ชนิดเหนี่ยวนำด้วยไฟฟ้า

Fabrication of Disposable Mesofluidic Devices for the Determination of Selected Antibiotics via Electrogenerated Chemiluminescence Detection

ศักดิ์ชัย เสถียรพีระกุล ธานินทร์ แตงกวารัมย์ และ มาโนชย์ ถนอมวัฒน์

Sakchai Satienperakul Tanin Tangkuaram and Manoch Thanomwat

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

Department of Chemistry, Faculty of Science, Maejo University, ChiangMai

บทคัดย่อ

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มไนโตรฟิวราน ด้วยเทคนิคอิเลคโครเคมิลูมิเนสเซนต์ (ECL) จากปฏิกิริยาของ ทริส)2,2'-ไบไพริดิล)รูทีเนียม(II)และ แอล-ซิสเตอิน-ควอนตัมดอท โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการสังเคราะห์แอล-ซิสเตอิน-ควอนตัมดอท และได้เติมลงไปในสารละลายของทริส(2,2'-ไบไพริดิล)รูทีเนียม(II) ในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 7.5 เมื่อให้ศักย์ไฟฟ้าตั้งแต่ +0.4 - +1.6 โวลต์ ด้วยเทคนิคไซคลิกโวลแทมเมตรี พบว่า ที่ศักย์ไฟฟ้าเท่ากับ 1.1 โวลต์ จะเกิดออกซิเดชันพีค พร้อมกับเกิดการคายแสงออกมา ซึ่งสามารถวัดแสงดังกล่าวด้วยหลอดขยายสัญญาณแสง ที่ศักย์ไฟฟ้าเท่ากับ 850 โวลต์ ปริมาณแสงที่เพิ่มขึ้นเกิดการจากการถ่ายโอนพลังงานของแอล-ซิสเตอิน-ควอนตัมดอท เติมลงไป โดยพบว่าเมื่อมีสารกลุ่ม ไนโตรฟิวราน ปริมาณแสงที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาดังกล่าวมีค่าลดลง ซึ่งอาจเกิดจากระบวนการยับยั้งในปฏิกิริยาอิเลคโตรเคมิลูมิเนสเซนต์ ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมดังกล่าวจะทำให้สามารถทำการวิเคราะห์สารกลุ่มไนโตรฟิวรานได้ในช่วงความเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วง 10×10^{-6} -100×10^{-6} โมลาร์ ค่าขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัด ฟูรัลทาโดน (FTD) ฟูราโซริโดน (FZD) และ ไนโตรฟูราโทอิน (NFT) มีค่าเท่ากับ 0.40, 0.73 และ 0.60 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับวิธีการดังกล่าวนี้สามารถนำไปตรวจหาปริมาณสารตกค้างกลุ่มไนโตรฟิวราน ในตัวอย่างของอาหารสัตว์ได้ และจะได้เพื่อพัฒนาอุปกรณ์มีโซฟลูอิดิกส์ที่สร้างขึ้นบนกระดาษ โดยใช้เครื่องพิมพ์อิงค์เจ็ท และอัลคิลคีโตนไดเมอร์เป็นหมึกพิมพ์ลงบนกระดาษ สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ในภาคสนามแบบใช้แล้วทิ้งต่อไป

คำสำคัญ: อุปกรณ์ มีโซฟลูอิดิกส์ เคมิลูมิเนสเซนต์ สารต้านจุลชีพ

ABSTRACT

A new approach to enhance the electrogenerated chemiluminescence (ECL) of the tris (2, 2′-bipyridyl)ruthenium (II)($Ru(bpy)_3^{2+}$) system was proposed using resonance energy transfer with L-cysteine-capped cadmium telluride quantum dots (CdTe-QDs) in aqueous solution. The oxidative peak signal of $Ru(bpy)_3^{2+}$ occurred at a voltage of 1.10 V, when the potential was cycled between 0.4 and 1.6 V using cyclic voltammetry with a carbon screen-printed electrode (SPEC) in a 0.11 M phosphate buffer at pH 7.50. The L-cysteine-capped cadmium telluride quantum dots (CdTe-QDs) were synthesized and added into the solution of $Ru(bpy)_3^{2+}$ to magnify the ECL sensor. The ECL emission signal was measured by a red-sensitive photomultiplier tube set at a constant potential of 850 V. The extreme enhancement of the ECL intensity was achieved via the energy transfer by the L-cysteine-capped CdTe-QDs. It was found that the induced ECL from the $Ru(bpy)_3^{2+}$CdTe-QDs system was inhibited by the presence of selected nitrofurans. This quenching effect of nitrofuran antibiotics on the anodic ECL of $Ru(bpy)_3^{2+}$CdTe-QDs was found to be selective and concentration dependent and was observed to have a linear relationship over the concentration range $10\text{-}100\times10^{-6}$ M. The detection limits were found to be 0.40, 0.73 and 0.60 μM for furaltadone (FTD), furazolidone (FZD) and nitrofurantoin (NFT). In addition, the proposed ECL method was successfully applied to detect the total residuals of selected nitrofuran residues in animal feed samples with satisfactory results. Furthermore, paper-based microfluidic devices for the determination of selected contaminant is being developed. The mesofluidics platform was printed by inkjet printer to create hydrophobic channels in Whatman chromatographic paper using an alkyl ketone dimer (AKD) as a hydrophobic ink. This technique will be further applied as a disposable field-trip devices.

Keyword: mesofluidics device, chemiluminescence, antibiotics