อิเลคโทรเคมิลูมิเนสเซนต์เซนเซอร์ออนอะชิปสำหรับการวิเคราะห์สารต้านจุลชีพบางชนิดที่ปนเปื้อนในอาหาร

Electrochemiluminescence Sensor-On-A-Chip for the Determination of Selected Antibiotics in Contaminated Food Samples

ศักดิ์ชัย เสถียรพีระกุล และ มาโนชย์ ถนอมวัฒน์

Sakchai Satienperakul and Manoch Thanomwat

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

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

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์ ซึ่งเป็นสารต้านจุลชีพ ในอาหารบางชนิด โดยใช้เทคนิคเคมิลูมิเนสเซนต์ไมโครโฟลอินเจคชันอะนาลิซิส ซึ่งเป็นระบบที่ย่อส่วนของการทดลองให้มีขนาดเล็กลง แต่มีประสิทธิภาพและคุณสมบัติในการวิเคราะห์ที่ดีเช่นเดิม ซึ่งในการวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์อาศัยปฏิกิริยาระหว่างกรดเปอร์ออกซีไนตรัส ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากไนไตรท์เกิดปฏิกิริยากับสารละลายกรดในตัวกลางที่เป็นน้ำ กับลูมินอลที่อยู่ในสภาวะด่างโดยมีโพแทสเซียมเฟอร์โรไซต์ยาไนด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เกิดเป็นสารประกอบ 3–อะมิโนพทาเลต พร้อมกับเปล่งแสงเคมิลูมิเนสเซนต์ที่ความยาวคลื่น 425 นาโนเมตร เบื้องต้นได้ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการวิเคราะห์ไนไตรท์ด้วยระบบไมโครฟลูอิดิคร่วมกับเทคนิคเคมิลูมิเนสเซนต์ โดยพบสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้ ศักย์ไฟฟ้าที่จ่ายแก่หลอดวัดแสง 950 โวลต์ สารละลายโพแทสเซียมเฟอร์โรไซต์ยาไนด์ 2×10^{-4} โมลาร์ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.04 โมลาร์ สารละลายลูมินอลรีเอเจนต์ 2.5×10^{-3} โมลาร์ สารละลายโพแทสเซียมเฟอโรไซยาไนด์รีเอเจนต์ 4×10^{-4} โมลาร์ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์รีเอเจนต์ 0.10 โมลาร์ อัตราการไหลรวม 0.20 มิลลิลิตรต่อนาที และปริมาตรสารตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร ผลการวิเคราะห์ไนไตรต์ในตัวอย่างอาหารด้วยระบบไมโครฟลูอิดิคร่วมกับเทคนิคเคมิลูมิเนสเซนต์เมื่อเทียบกับวิธีมาตรฐานคัลเลอเมตรี (AOAC) พบว่า ปริมาณไนไตรท์ในตัวอย่างมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95.0%

ในการวิจัยส่วนที่ 2 ได้ทำการทดลองเพื่อการวิเคราะห์ไนไดรท์-ไนเตรทด้วยวิธีไมโครฟลูอิดิคชิพร่วมกับเทคนิคการตรวจวัดด้วยอิเล็กโทรเคมิลูมิเนสเซนต์ โดยใช้ขั้วไฟฟ้าทำงานคอปเปอร์แทลเลียมอิเล็กโทรด โดยมีการเพิ่มส่วนไมโครรีแอกเตอร์ที่ทำขึ้นจากการฝังแท่งคาร์บอนในโฟลเซลล์ โดยที่แท่งคาร์บอนจะถูกตรึงด้วยสารประกอบคอปเปอร์แทลเลียม เพื่อทำหน้าที่รีดิวซ์ไนเตรทให้เป็นไนไตรท์ แต่ในการทดลองพบว่าฟิล์มคอปเปอร์แทลเลียมที่เกาะที่ผิวหน้าแท่งคาร์บอนไม่มีเสถียรภาพในการยึดติดที่เพียงพอ ทำให้ไม่สามารถเปลี่ยนไนเตรทให้เป็นไนไตรท์ได้โดยระบบไมโครฟลิติดส์ได้ตามจุดประสงค์ ซึ่งต้องทำการพัฒนาเสถียรภาพการยึดติดของคอปเปอร์แทลเลียมฟิลม์บนกล๊าสซีคาร์บอนอิเล็กโทรดต่อไป

คำสำคัญ : เคมิลูมิเนสเซนต์ ไมโครโฟลอินเจคชันอะนาลิซิส และไมโครฟลูอิดิค

Abstract

In this research, the determination of nitrite in selected food samples, using microfluidics assay with cheminescence detection system was investigated, which aimed to miniaturize FI system to a simple but effective detection devices. The determination of nitrite was based on the reaction between peroxynitrous acid, a product from acid hydrolysis of nitrte in aqueous media, with luminol in an alkaline solution in the present of potassium ferrocyanide as catalyst. A 3-aminophthalate was produced and emitted CL light at 425 nm. The optimum conditions were achieved; at the applied photomultiplier tube (PMT) voltage of 950 volts, potassium ferrocyanide solution concentration of 2×10^{-4} M, hydrochloric acid solution concentration of 0.04 M, luminol solution at the concentration of 2.5×10^{-3} M, potassium ferriccyanide solution in reagent stream at the concentration of 4×10^{-4} M, sodium hydroxide solution at the concentration of 0.10 M, flow rate of 0.20 mL min^{-1} and sample injection volume of 100 µL. The experimental results comparing with colorimetric standard method (AOAC) were agreed well at 95.0% confidence interval.

The second part of this research is the preparation of electrochemiluminescence mierofluidics chip using the copper-thallium composite film towards the electroreduction of nitrate and nitrite. The Cu–Tl films (deposited on the glassy carbon electrode) were prepared by voltage cycling (50 mV s^{-1}) between -1 and 1.2 V vs. SCE in 30 mM NaOH solutions containing 20 mM citrate species plus copper and thallium ion species. Unfortunately, the resulting Cu-Tl film electrode was not suitable for microfluidics system due to it lacked of stability in flowing system. Further investigations will be carried out to achieve a stable adhesive on glassy carbon electrode.

Keywords: Chemiluminescence; Microflow injection analysis; Microfluidic