การประดิษฐ์ไมโครเซนเซอร์ทางเคมีไฟฟ้าสำหรับตรวจวัดตะกั่วสำหรับงานภาคสนามในน้ำผึ้งในเขตอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

Electrochemical Micro Sensor Fabrication for on-site Lead Determination in Honey from Mae-Rim District, Chiang Mai

ธานินทร์ แตงกวารัมย์ และจิราภรณ์ กิติกุล

Tanin Tangkuarm and Jiraporn Kitikul

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

ได้พัฒนาไมโครเซนเซอร์ทางเคมีไฟฟ้าในการตรวจวัดหาปริมาณของตะกั่วในน้ำผึ้ง เพื่อให้มีความเลือกเฉพาะสำหรับตะกั่ว โดยนำสารประกอบกลุ่มอนินทรีย์และกลุ่มอินทรีย์มาตรึงบนผิวหน้าขั้วไฟฟ้า สารดังกล่าวได้แก่ บิสมัดและไดเมธิลไกลออกซีม ซึ่งทั้งบิสมัดและไดเมธิล-ไกลออกซีมสามารถดูดซับตะกั่วได้เป็นอย่างดี สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ได้ออกแบบขั้วไฟฟ้าพิมพ์สกรีนเปลือยทั้งหมด 3 แบบได้แก่ แบบพระจันทร์เสี้ยว แบบสี่เหลี่ยม และแบบวงกลม จากการทดสอบในสารละลายโพแทสเซียมเฮกซะไซยาโนเฟอเรดด้วยเทคนิคไซคลิกโวลแทมเมตรี พบว่าสัญญาณที่วัดได้มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของเฮกซะไซยาโนเฟอเรดที่ตรวจวัด ทำการเปรียบเทียบขั้วไฟฟ้าพิมพ์สกรีนทั้งสามแบบพบว่า ขั้วไฟฟ้าพิมพ์สกรีนแบบสี่เหลี่ยม ให้ค่าการตรวจวัดสูงสุด จากนั้นนำขั้วไฟฟ้าที่ได้มาทำการปรับปรุงผิวหน้าด้วย คาร์บอนนาโนทิวบ์ บิสมัต-ไดเมธิลไกลออกซีมโดยใช้เทคนิคสแควเวฟแอโนดิกสทริปปิงโวลแทมเมตรี พบว่าเซนเซอร์นี้มีความไว 0.35 ไมโครแอมแปร์ต่อพีพีเอ็ม มีช่วงความเป็นเส้นตรง 0.5 พีพีเอ็ม ถึง 100 พีพีเอ็ม และมีขีดจำกัดการตรวจวัด 0.46 พีพีเอ็ม (2.21 ไมโครโมลาร์) จากนั้นนำขั้วไฟฟ้าพิมพ์สกรีนที่ปรับปรุงด้วยคาร์บอนนาโนทิวบ์/บิสมัต-ไดเมธิลไกลออกซีม ไปตรวจวัดหาปริมาณความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำผึ้งที่มีขายอยู่ตามท้องตลาดและทดสอบในภาคสนาม ทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบกับเครื่องอะตอมมิก-แอบซอร์พชันสเปกโทรสโกปี ซึ่งเป็นเครื่องมือวิเคราะห์มาตรฐาน ทดสอบความ

แม่นโดยใช้ T-test และทดสอบความเที่ยงโดยใช้ F-test พบว่าเซนเซอร์ที่ได้พัฒนาขึ้นมีความแม่นและความเที่ยงไม่แตกต่างจากวิธีมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

คำสำคัญ: คาร์บอนนาโนทิวบ์ ไมโครเซนเซอร์ตะกั่ว เทคนิคสแควเวฟแอโนดิกสทริปปิงโวลแทมเมตรี บิสมัต-ไดเมธิลไกลออกซีม

Abstract

A lead chemical micro sensor for honey was fabricated by immobilizing a group of inorganic compounds and organic compounds on electrode surface for enhance selectivity. These substances were bismuth and dimethylglyoxime which absorb lead ion electrode easily. Three types of bare Screen Printing Carbon Electrodes (SPCE); crescent, square and circle were designed and tested by cyclic voltammoetry with potassium hexacyanoferrate (III). All bare SPCES signal were observed the same concentration, where the cathodic peak height of the CV signal was proportional to the concentration of potassium hexacyanoferrate. The squae design SPCE gave the highest signal and was them selected. The selected SPCE was then modified with carbon nanotube/bismuth-dimethylglyoxime. The square wave anodic stripping voltammetry was selected to measure the lead concentration with a modified SPCE. It was found that the figure of merit of this sensor shown wide linear range of 0.5 ppm to 100 ppm with the sensitivity of 0.3468 $\mu A\ ppm^{-1}$, and the detection limit of 0.458 ppm (2.21 μM). The modified SPCE sensor was used to measure the concentration of lead in honey samples collected from market Chiang Mai and in field. The sensor performance was validated with the atomic absorption spectroscopy by using the T-test and F-test for accuracy and precision, respectively. The results showed no different between two methods at the confidence interval of 95%.

Key words: Carbon nanotube, Square wave anodic stripping voltammetry, Lead chemical micro sensor, Bismuth-dimethylglyoxime