

Desarrollo de un dispositivo de medición de ión nitrato (NO_3^-) en agua para consumo

Abuin, G.⁽ⁱ⁾; Corti, H.⁽ⁱⁱ⁾.

⁽ⁱ⁾ Centro de Investigación y Desarrollo sobre Electrodeposición y Procesos Superficiales (CIEPS)

⁽ⁱⁱ⁾ Unidad de Actividad Química, C.N.E.A.

En el presente trabajo se presentan las primeras etapas del desarrollo de un dispositivo de medición de nitratos en agua basado en el uso de un electrodo sensor activado por ultrasonido. La aplicación de ultrasonido en el electrodo sensor permite obtener mayor sensibilidad, al aumentar la transferencia de masa, y limpiar y reactivar la superficie cuando ésta se halla expuesta a matrices que pueden ensuciarla.

El límite establecido por el Código Alimentario Argentino para nitrato en agua potable es de 45 ppm. Esta especie produce diferentes efectos nocivos sobre la salud ya que genera conversión irreversible de hemoglobina a metahemoglobina afectando el transporte de oxígeno, en particular en infantes (síndrome del niño azul). Además, y aunque no hay evidencias concluyentes, existen indicios de que puede formar nitrosoaminas carcinógenas en las condiciones ácidas del estómago^[1].

El crecimiento de la concentración de nitratos en las aguas subterráneas constituye actualmente un problema cuya resolución no es sencilla, y se espera que la situación se agrave a causa del continuo ingreso a las napas de nitratos provenientes de efluentes cloacales, debido por ejemplo a una aislación inadecuada de los pozos negros. Gran parte de la población del país utiliza para el consumo agua subterránea, a través de empresas de provisión o en forma directa.

La tecnología a desarrollar a través de este proyecto es ventajosa en términos de simplicidad, bajo costo, sensibilidad, vida útil y tolerancia a interferencias^[2-4]. Estas características, sumadas a la posibilidad de miniaturización la hace apropiada para su aplicación a un dispositivo como el descrito.

EXPERIMENTAL

Se aplicó para la detección de ión nitrato una técnica voltamétrica de barrido lineal a 10 mV/seg, empleándose un potencióstato marca PAR, modelo 273 A, y una celda electroquímica de tres electrodos. Se utilizó un alambre de cobre de 2 mm de diámetro montado en acrílico como electrodo de trabajo, un alambre de platino como contraelectrodo y un electrodo de calomel saturado (ECS) como referencia.

La superficie del electrodo de trabajo, inicialmente pulida con alúmina de 1 μm , se modificó mediante la incorporación de una capa de cobre electrodepositada sometida posteriormente a ultrasonido. La capa de cobre electrodepositada se obtuvo por electrólisis a un potencial de -1V durante 20 minutos desde una solución 0,05M $\text{CuSO}_4 - 0,1\text{M Na}_2\text{SO}_4$ ajustada con HCl hasta pH 3.

Como generador de ultrasonido se utilizó un homogeneizador marca Cole Parmer de 20 kHz y 130 vatios, con punta titanio de diámetro 13 mm ubicada a 3 cm por encima del electrodo y amplitud entre 5 y 10 (no identificada con unidades en el instrumento).

RESULTADOS

El parámetro utilizado para la medición es el pico de reducción de NO_3^- obtenido a un potencial cercano a los -500 mV . Según consta en estudios previos^[3,4], se probaron distintos materiales de electrodo, resultando ventajoso el cobre modificado debido a su sensibilidad y selectividad. Un electrodo modificado con una capa de cobre electrodepositada en condiciones de control difusional, de alta porosidad, presenta buena definición del pico y respuesta lineal en un rango de 10 μM a 200 μM , pero tiene la desventaja de la baja

estabilidad debido a la fragilidad de la capa porosa. El ultrasonido remueve la capa exterior porosa dejando al descubierto una subcapa compacta en la cual, si bien se reduce la sensibilidad (altura de pico), mejora la estabilidad del electrodo.

A continuación se muestra el aspecto de una capa de cobre preparada por electrólisis y sometida a ultrasonido en agua deionizada (ver Fig. 1).



Fig. 1: Capa de cobre electrodepositada y sometida a ultrasonido – Amplificación: X 100

Seguidamente se muestran los resultados de las medidas realizadas en una solución deaerada $125\mu\text{M NO}_3^-$ - $0,1\text{M Na}_2\text{SO}_4$ – pH 3 ajustado con HCl. Estos concuerdan con lo publicado en estudios previos [3,4], en los que se observa un pico de reducción de nitrato de buena definición sobre una superficie de cobre electrodepositada (ver Fig. 2).

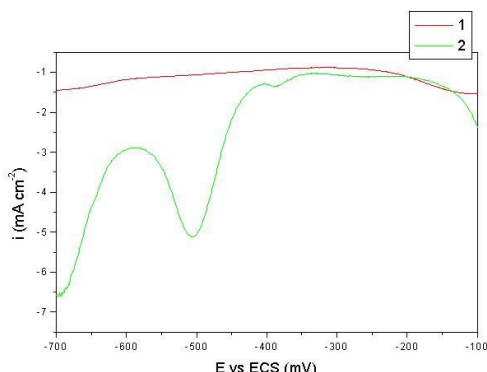


Fig. 2: Voltametría de barrido lineal en 125 mM NO_3^- . 1 - electrodo pulido, 2 - capa de Cu electrodepositada

En la Fig. 3 se observan los resultados obtenidos por aplicación de ultrasonido a una capa de cobre electrodepositado. La voltametría obtenida por aplicación de ultrasonido de amplitud 5 durante 20 segundos es similar a la correspondiente a la capa de cobre electrodepositada sin sonicar. La utilización de amplitudes mayores conduce a resultados similares a los obtenidos en el electrodo pulido (ver Fig. 3). Esto indica que las condiciones de ultrasonido en las que se obtendrá una superficie adecuada (capa compacta) son intermedias a

las aplicadas en las voltametrías 3 y 4 de la Fig 3.

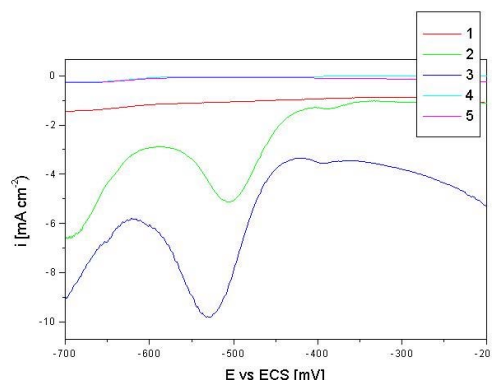


Fig.3: Voltametría de barrido lineal en 125 mM NO_3^- . 1 - electrodo pulido, 2 - capa de Cu electrodepositada, 3 - idem 2 con aplicación de ultrasonido de amplitud 5 durante 20 segundos, 4 - idem 3 con amplitud 10 durante 20 segundos, 5 - idem 3 con amplitud 20 durante 20 segundos..

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que la técnica voltamétrica de barrido lineal con electrodo de cobre modificado por una capa de cobre electrodepositada sometida a ultrasonido, es apta para la medición de ión nitrato en bajas concentraciones.

La etapa siguiente es el diseño de un dispositivo, basado en elementos disponibles en el mercado local, capaz de generar ultrasonido de 20 kHz e intensidad variable dentro del rango aplicado en el presente trabajo, con el cual se realizarán nuevas medidas tendientes a seleccionar las condiciones de trabajo más apropiadas.

REFERENCIAS

- [1] M. Moorcroft, J. Davis, R. Compton (Physical and Theoretical Chemistry Laboratory, University of Oxford), "Detection and determination of nitrate and nitrite", A Review, 4/12/00, Sent for publication.
- [2] K. Bouzec, "Electrochemical removal of nitrate ions in waste solutions after regeneration or ion exchange columns", J. of applied electrochemistry, 1999, 29, pp 611-617.
- [3] M. Moorcroft, J. Davis, S. Wilkins, R. Compton and M. Cardosi, "Electrochemical detection of nitrate at a copper modified electrode under the influence of ultrasound", Electroanalysis 2000, 12, N°17, pp1363.
- [4] M. Moorcroft, J. Davis, S. Wilkins, R. Compton and M. Cardosi, "Electrochemical detection of nitrate and nitrite at a copper modified electrode", Analyst, 2000, 125, pp 737-742.

Para mayor información contactarse con:

Graciela Abuin – gabuin@inti.gov.ar

[Volver a página principal](#) ◀