

**XÁC ĐỊNH ĐỒNG THỜI AXIT URIC VÀ ACETAMINOPHEN
BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐIỆN HÓA SỬ DỤNG ĐIỆN CỰC BIẾN TÍNH
ZIF-67/g-C₃N₄**

Huỳnh Trường Ngo^{1,2*}, Lê Thị Hòa¹, Trần Sĩ Thanh³

¹ Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

² Chi cục An toàn vệ sinh thực phẩm TT Huế

³ Sở Giáo dục và Đào tạo Đăk Nông

*Email: huynhtruongngo@gmail.com

Ngày nhận bài: 01/7/2020; ngày hoàn thành phản biện: 03/7/2020; ngày duyệt đăng: 14/7/2020

TÓM TẮT

Trong bài báo này, vật liệu ZIF-67/g-C₃N₄ được tổng hợp và được sử dụng để biến tính điện cực than thủy tinh để xác định đồng thời axit uric (URA) và acetaminophen (ACE) với tác nhân tách pick cetyltrimethylammonium bromide (CTAB). Điện cực biến tính kết hợp với tác nhân tách pick CTAB có sự xúc tác điện hóa tốt đối với URA và ACE với các tín hiệu điện hóa rõ ràng. Trong khoảng nồng độ 0,2 μM to 6,5 μM, cường độ dòng đỉnh oxy hóa tương quan tuyến tính với nồng độ URA và ACE với giới hạn phát hiện là URA: 0,052 μM và ACE: 0,053 μM.

Từ khóa: acetaminophen, axit uric, g-C₃N₄, ZIF-67, von-ampe.

1. GIỚI THIỆU

Axit uric (viết tắt URA) là hợp chất dị vòng có công thức phân tử C₅H₄N₄O₃, đây là sản phẩm cuối cùng của quá trình chuyển hóa purine. Nồng độ URA trong máu cao có thể cho thấy sự hiện diện của nhiều bệnh tật hoặc rối loạn sinh lý. Nồng độ URA trong nước tiểu và trong máu cao được tìm thấy ở những bệnh nhân mất bệnh gút và tăng axit uric máu [1]. Acetaminophen (viết tắt ACE) có công thức phân tử C₈H₉NO₂, cũng được biết đến với tên gọi paracetamol là thuốc giảm đau hiệu quả được sử dụng làm giảm đau phổ biến liên quan đến nhiều bộ phận của cơ thể [2]. Quá liều ACE có thể gây ra sự tích lũy chất chuyển hóa độc hại gây độc cho gan và nhiễm độc thận nghiêm trọng [3].

Ngày nay, do tính chọn lọc, thời gian phân tích nhanh, độ nhạy cao, giới hạn phát hiện thấp, chi phí thấp trong vận hành, và có thể phân tích trực tiếp, kỹ thuật phân tích điện hóa được coi là phương pháp tiềm năng để phân tích lượng vết lĩnh vực

hữu cơ hoặc vô cơ, đặc biệt trong các hợp chất dược phẩm. URA và ACE tính chất khử ở các thế gần như nhau. Sự phát hiện đồng thời trong các hợp chất này đôi khi khó khăn do ảnh hưởng của hiệu ứng chồng peak. Có hai cách tiếp cận để khắc phục những nhược điểm này trong phân tích điện hóa: i) sử dụng điện cực được biến tính bằng vật liệu lai nano để cải thiện sự tương tác của các chất phân tích và điện cực và sau đó làm tăng sự phân tách pick của chất phân tích và các tín hiệu điện hóa. ii) Cách tiếp cận thứ hai là sử dụng các chất hoạt động bề mặt như một tác nhân để thúc đẩy sự tách pick.

Gần đây, graphit carbon nitride ($g\text{-C}_3\text{N}_4$), có cấu trúc tương tự graphene, nổi bật lên như một vật liệu triển vọng được sử dụng cho điện hóa học [4, 5] do bền nhiệt và hóa học. ZIF-67 là loại vật liệu khung hữu cơ kim loại, có cấu trúc hình vị zeolitic SOD được tạo thành nhờ sự liên kết anion 2-methylimidazolate và cation cobalt. ZIF-67 có cấu trúc xốp, diện tích bề mặt lớn, và có nhiều tâm hoạt động, do đó nó được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như xúc tác, tách, và hấp phụ [6, 7]. Tuy nhiên, ZIF-67 có tính dẫn điện và độ bền cơ thấp. Điều này giới hạn nó trong ứng dụng điện hóa. Việc kết hợp các tính chất nổi trội của cả ZIF-67 và $g\text{-C}_3\text{N}_4$ có thể tạo ra vật liệu đa năng trong ứng dụng điện hóa cũng như các ứng dụng tiềm năng khác. Bài báo này giới thiệu việc tổng hợp vật liệu ZIF-67/ $g\text{-C}_3\text{N}_4$ với sự hỗ trợ của siêu âm/vi sóng. Sau đó, vật liệu đó được sử dụng như là một chất biến tính để phát triển điện cực mới dùng để xác định đồng thời URA và ACE với CTAB là tác nhân tách pick.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Hóa chất

Melamine ($\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$); cobaltous nitrat hexahydrate ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 99 %); 2-methyl-imidazole ($\text{CH}_3\text{C}_3\text{H}_2\text{N}_2\text{H}$), axit uric ($\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$), acetaminophen ($\text{CH}_3\text{CONHC}_6\text{H}_4\text{OH}$), cetyltrimethylammonium bromide (viết tắt là CTAB, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{N}(\text{Br})(\text{CH}_3)_3$), natri hidroxit (NaOH), axit clohidric (HCl), glucose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), sucrose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), natri oxalat ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$), natri nitrat (NaNO_3), canxi clorua (CaCl_2), kali sulfat (K_2SO_4), amoni sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), và kali bicarbonat (KHCO_3), được mua từ công ty Merck, Đức. Axit phosphoric (H_3PO_4 , 85 %), axit axetic (CH_3COOH), axit boric (H_3PO_3), được mua từ công ty Daejung, Hàn Quốc. Hệ đệm Britton-Robinson (viết tắt là BR-BS) được sử dụng cho khoảng pH từ 2 đến 10. Hệ đệm được pha bằng cách trộn thể tích bằng nhau H_3BO_3 0,04 M (2,04 g/100 ml); H_3PO_4 0,04 M (2,8 ml H_3PO_4 85 %/100ml); và CH_3COOH 0,04 M (2,3 ml CH_3COOH băng/100 ml) đã được điều chỉnh đến pH mong muốn bằng NaOH 0,2 M hoặc HCl 0,2 M. Dung dịch chuẩn gốc URA 1×10^{-2} M và ACE 1×10^{-2} M được pha hàng ngày. Các dung dịch chuẩn khác được chuẩn bị bằng cách pha loãng dung dịch gốc với dung dịch đệm BR-BS.

2.2. Thiết bị

Nhiều xạ tia X (XRD) được đo trên X-ray anode D8 Advance Bruker với bức xạ Cu K α ($\lambda = 0,154$ nm). Sử dụng hệ thống phân tích hấp phụ thể tích Micromeritics 2020 để ghi lại đường đẳng nhiệt hấp phụ/giải hấp phụ Nitơ. Các thí nghiệm điện hóa được thực hiện bằng máy phân tích cực phổ CPA-HH5 (Việt Nam). Các phép đo von-ampe được thực hiện bằng cách sử dụng điện cực than thủy tinh (GCE, đường kính 2,8 mm) hoặc GCE được biến tính bằng vật liệu ZIF-67/g-C₃N₄ (ZIF-67/g-C₃N₄-GCE) đóng vai trò là điện cực làm việc, điện cực so sánh Ag/AgCl/3M KCl và điện cực đối platinumium.

2.3. Điều chế ZIF-67/g-C₃N₄

g-C₃N₄ được tổng hợp theo tài liệu tham khảo [8]. Thêm 36 mg g-C₃N₄ vào dung dịch cobalt nitrat ở nhiệt độ phòng, xử lý bằng rung siêu âm trong 1 giờ. Thêm tiếp dung dịch 2-methylimidazole vào huyền phù của g-C₃N₄ và cobalt nitrat. Tiếp theo, hỗn hợp được chiếu vi sóng trong 15 phút, kết quả xuất hiện kết tủa màu tím nhạt (ZIF-67/g-C₃N₄). Cuối cùng, rửa kết tủa ba lần bằng ethanol và sấy khô ở 80° C trong tủ sấy.

2.4. Chuẩn bị các điện cực

Điện cực than thủy tinh (GCE) (đường kính 2,8 mm) được mài nhẵn bóng bằng cách sử dụng bột nhôm oxit 0,05 μ m và rửa kỹ bằng nước cất. GCE được làm sạch bằng rung siêu âm 5 phút trong ethanol. Phân tán 2,0 mg ZIF-67/g-C₃N₄ trong 1 ml dung dịch metanol bằng sóng siêu âm trong 60 phút, kết quả là xuất hiện huyền phù màu tím đồng nhất. Nhỏ 5 μ l dung dịch huyền phù lên bề mặt điện cực. Sau đó sấy khô điện cực ở nhiệt độ phòng để thu được điện cực biến tính ZIF-67/g-C₃N₄/GCE.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

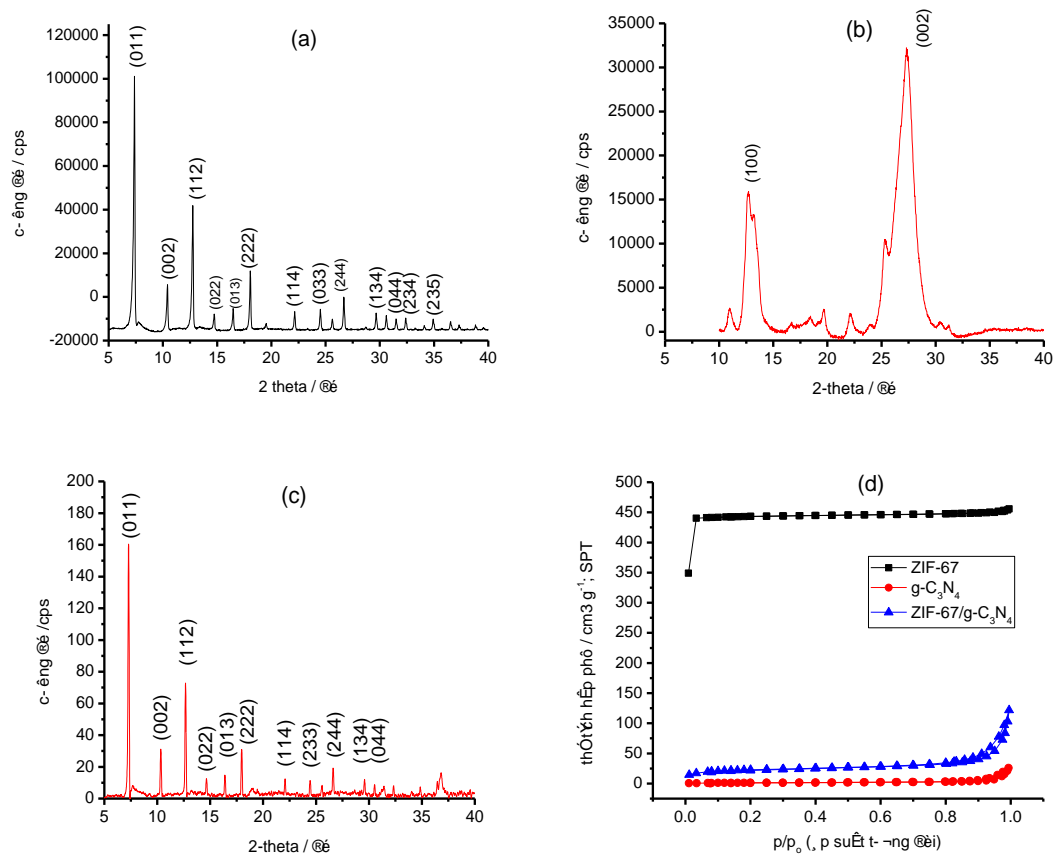
3.1. Đặc trưng vật liệu

Sử dụng phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD) để nghiên cứu vật liệu tổng hợp được (Hình 1). Các nhiễu xạ đặc trưng của ZIF-67 (hình 1a) được quan sát (CCDC671073), cho thấy vật liệu thu được là ZIF-67. Đối với g-C₃N₄ (hình 1b), hai đỉnh nhiễu xạ đặc trưng của g-C₃N₄ xuất hiện tại góc $2\theta = 13,4^\circ$ và $27,5^\circ$ tương ứng với mặt mạng tinh thể (100) và (002) (JCPDS 87-1526) cũng được quan sát rõ [9]. Kết quả XRD của ZIF-67/g-C₃N₄ (Hình 1c), tất cả các đỉnh đặc trưng của ZIF-67 vẫn được quan sát mặc dù tín hiệu bị giảm nhiều.

Trong suốt quá trình xử lý bằng sóng siêu âm, g-C₃N₄ có thể tách thành những mảnh nhỏ và vì vậy cấu trúc tinh thể gần như bị phá vỡ. Do đó, nhiễu xạ XRD không được quan sát thấy ở Hình 1c. Tính chất xốp của g-C₃N₄, ZIF-67 và của ZIF-67/g-C₃N₄ được xác định bằng phương pháp đẳng nhiệt hấp phụ/giải hấp phụ ni tơ. Hình 1d cho

Xác định đồng thời axit uric và acetaminophen bằng phương pháp điện hóa ...

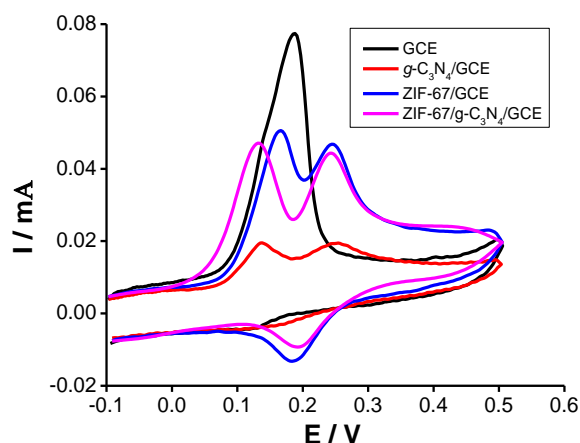
thấy, các mẫu có đường đẳng nhiệt loại IV với đường cong kín H3 theo xếp loại IUPAC. Diện tích bề mặt riêng S_{BET} của $g-C_3N_4$ là $5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, trong khi đó ZIF-67 có diện tích bề mặt riêng lớn $S_{BET} = 1.330 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ do cấu trúc đồng nhất và trật tự sắp xếp cao. Điều đáng lưu ý là diện tích bề mặt riêng của ZIF-67/ $g-C_3N_4$ lớn hơn nhiều ($S_{BET} = 75 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) so với $g-C_3N_4$. Diện tích bề mặt riêng lớn dẫn đến khả năng hấp phụ chất phân tích có hiệu quả trong quá trình phân tích điện hóa.



Hình 1. Giải đồ XRD của a) ZIF-67; b) $g-C_3N_4$ XRD, và c) ZIF-67/ $g-C_3N_4$; d) đường đẳng nhiệt hấp phụ/giải hấp phụ ni tơ của ZIF-67, $g-C_3N_4$, và ZIF-67/ $g-C_3N_4$.

3.2. Khảo sát tính chất điện hóa

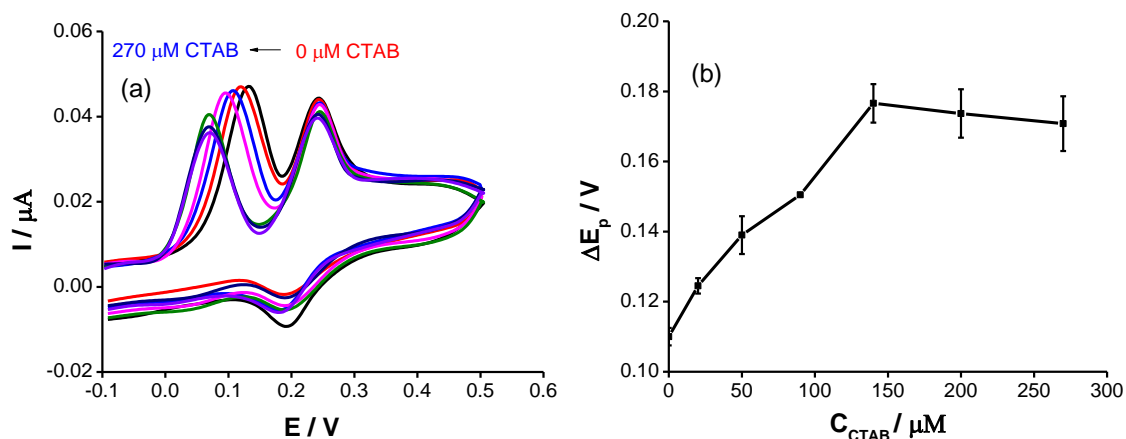
3.2.1. Ảnh hưởng các loại điện cực



Hình 2. Các đường CV của các điện cực khác nhau trong dung dịch đệm BR-BS 0,1 M ở pH 9 chứa nồng độ như nhau URA và ACE 0,5 mM

Hình 2 thể hiện đường von ampe vòng CV của các điện cực khác nhau: GCE không biến tính, $g\text{-C}_3\text{N}_4/\text{GCE}$, ZIF-67/GCE và ZIF-67- $g\text{-C}_3\text{N}_4/\text{GCE}$. Như đã thấy trong hình, sự oxy hóa của URA và ACE xảy ra ở cùng thế oxy hóa, kết quả là hai pick này bị chồng lên nhau. Tuy nhiên, với các điện cực biến tính thì 2 pick đã tách ra thấy rõ. Khoảng cách giữa 2 pick tương ứng là 0,10 V; 0,07 V và 0,11 V đối với $g\text{-C}_3\text{N}_4/\text{GCE}$, ZIF-67/GCE, và ZIF-67- $g\text{-C}_3\text{N}_4/\text{GCE}$. Cường độ pick oxy hóa của URA và ACE đối với điện cực ZIF-67- $g\text{-C}_3\text{N}_4/\text{GCE}$ tương đương nhau là 3,06 và 3,11 lần, tương tự đối với $g\text{-C}_3\text{N}_4/\text{GCE}$; và 2,21 và 2,35 lần ở ZIF-67/GCE. Những kết quả này cho thấy ZIF-67- $g\text{-C}_3\text{N}_4$ đã cải thiện đáng kể khả năng trao đổi điện tử và do đó làm tăng sự oxy hóa đối với URA và ACE.

3.2.2. Ảnh hưởng của CTAB



Hình 3. a) Đường von ampe vòng CV của ZIF-67/ $g\text{-C}_3\text{N}_4/\text{GCE}$ trong dung dịch đệm BR-BS 0,1 M chứa $C_{\text{URA}} = C_{\text{ACE}} = 0,5$ mM và các nồng độ CTAB khác nhau; b) Sự tách giữa 2 pick là một hàm số của nồng độ CTAB.

Sử dụng phương pháp von-ampe vòng để khảo sát ảnh hưởng của nồng độ CTAB đến khả năng tách pick URA và ACE với $C_{URA} = C_{ACE} = 0,5 \text{ mM}$ và các nồng độ CTAB khác nhau (Hình 3a). Hình 3b cho thấy, khả năng tách pick (ΔE) tăng lên khi tăng nồng độ CTAB và đạt cực đại ở nồng độ CTAB $150 \text{ }\mu\text{M}$ ($\Delta E = 0,18 \text{ V}$). Tiếp tục tăng nồng độ CTAB dẫn đến giảm nhẹ ΔE . Điều đáng chú ý là khả năng oxy hóa của ACE ở $0,25 \text{ V}$ dường như không đổi trong khi khả năng oxy hóa của URA chuyển dịch về phía ít dương hơn khi tăng nồng độ CTAB. Lý do có thể là các phân tử CTAB tập hợp trên bề mặt điện cực biến tính tạo thành mixen khi phân tách ACE và URA. Do đó, sử dụng nồng độ CTAB = $150 \text{ }\mu\text{M}$ là phù hợp cho các nghiên cứu tiếp theo.

Hiệu ứng gia tăng tín hiệu điện hóa cho thấy CTAB làm tăng khả năng tách pick ACE và URA. Điều này cho thấy, vật liệu ZIF-67/g-C₃N₄ đóng vai trò quan trọng trong việc cải thiện tốc độ chuyển điện tử của ACE và URA và mang lại hoạt động chuyển điện tử tuyệt vời đối với các phản ứng oxi hóa-khử. Bởi vì ZIF-67 bao gồm các vòng thơm chứa liên kết ghép đôi sp² của imidazole (tương tác $\pi-\pi$), tương tác $\pi-\pi$ giữa cấu trúc phenyl của URA, ACE và cấu trúc imidazole 3 chiều của ZIF-67/g-C₃N₄ có xu hướng dễ hấp phụ lên bề mặt điện cực hơn. Liên kết phối trí của các nguyên tử ni tơ chất phân tích với các ion Co (II) thu hút ACE và URA lên bề mặt điện cực biến tính. Hơn nữa, g-C₃N₄ khiến cho điện tử linh động hơn trong phản ứng oxi hóa-khử. Thêm vào đó, tác nhân tách pick CTAB cũng đóng góp vào quá trình tách tín hiệu điện hóa tốt hơn. Do đó, việc kết hợp các hiệu ứng trên thúc đẩy sự chuyển electron và dẫn đến làm tăng các tín hiệu điện hóa.

3.3. Khoảng tuyến tính

Hình 4a trình bày các đường DPV khi thêm URA hoặc ACE và cố định nồng độ chất kia. Cường độ dòng đỉnh anot tăng tuyến tính ($I_{p,URA} = 0,09 + 5,69C_{URA}$, $r = 0,995$) với nồng độ URA ở khoảng $0,02$ đến $0,65 \text{ }\mu\text{M}$ khi có mặt ACE với giới hạn phát hiện (LOD) là $0,055 \text{ }\mu\text{M}$ (Hình 4b). Tương tự với ACE ($I_{p,ACE} = 0,15 + 5,63C_{ACE}$, $r = 0,997$) với giới hạn phát hiện là $0,056 \text{ }\mu\text{M}$ (Hình 4c và 4d). Hình 5a trình bày các đường DP-DPV khi thêm đồng thời URA và ACE ở khoảng nồng độ $0,02 - 0,65 \text{ }\mu\text{M}$. Đồ thị tuyến tính của $I_{p,URA}$ và $I_{p,ACE}$ với nồng độ URA và ACE được mô tả ở Hình 5b. Các phương trình hồi quy tuyến tính như sau:

$$I_{p,URA} = 0,06 + 5,81C_{URA}, \quad r = 0,998 \quad (1)$$

$$I_{p,ACE} = 0,14 + 5,84C_{ACE}, \quad r = 0,999 \quad (2)$$

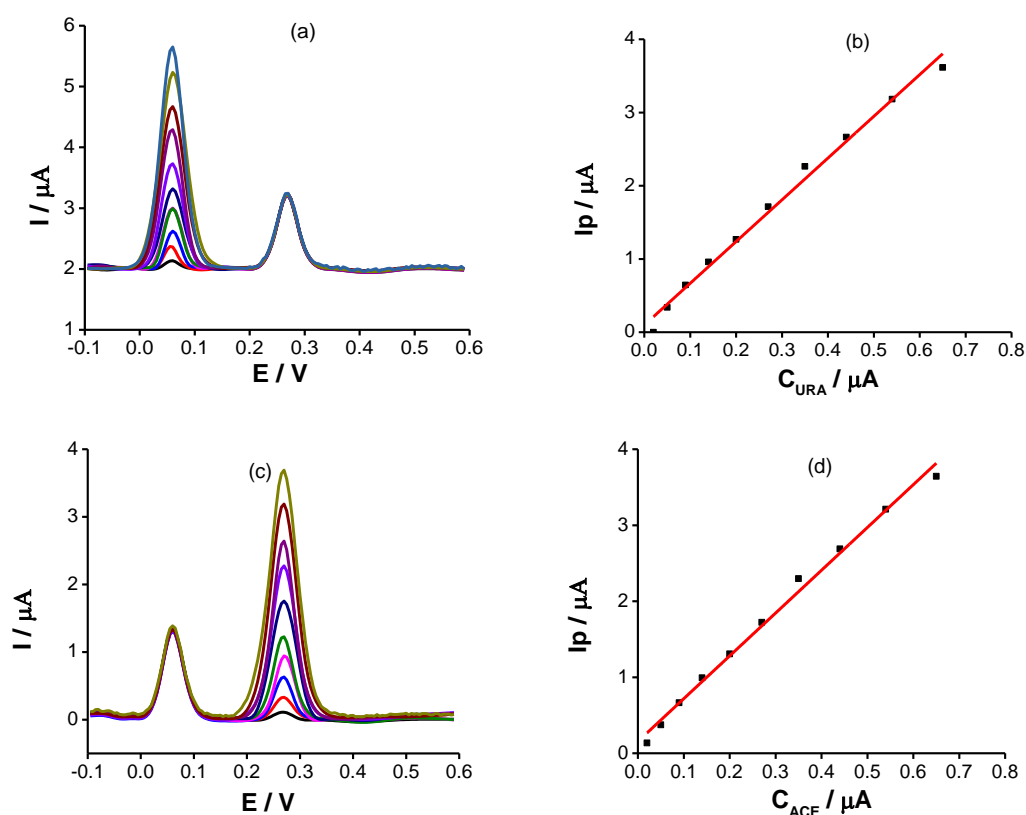
Giới hạn phát hiện LOD của URA và ACE lần lượt là $0,052 \text{ }\mu\text{M}$ và $0,053 \text{ }\mu\text{M}$. Giá trị LOD của URA và ACE trong hỗn hợp cũng tương tự như trên và theo quan điểm cá nhân quá trình oxi hóa của các hợp chất ở điện cực không gây ra bất kỳ sự ảnh hưởng nào.

Các phương trình hồi quy tuyến tính của cường độ dòng đỉnh với nồng độ chất phân tích được biểu thị như sau:

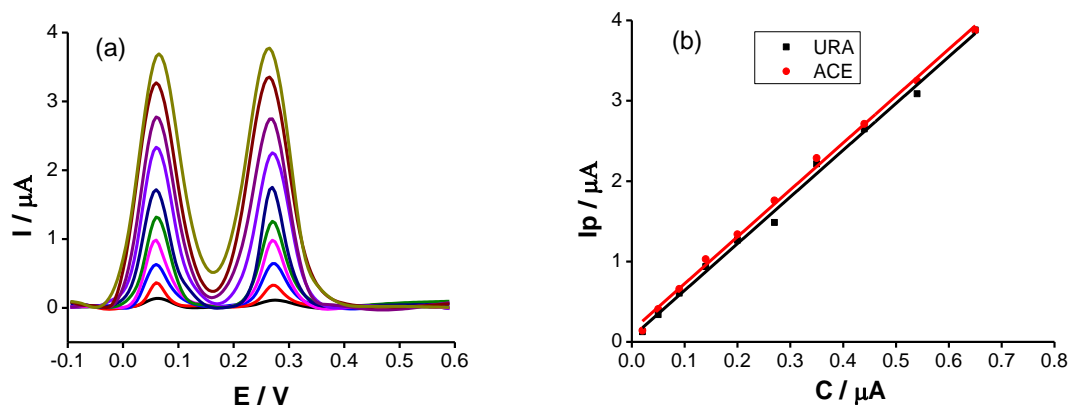
$$I_{p, \text{URA}} = (0,06 \pm 0,05) + (5,82 \pm 0,03) \times C_{\text{URA}} \quad r = 0,998 \quad (3)$$

$$I_{p, \text{ACE}} = (0,14 \pm 0,04) + (5,84 \pm 0,11) \times C_{\text{ACE}} \quad r = 0,999 \quad (4)$$

Trong khoảng nồng độ từ 0,02 đến 0,65 μM đối với URA và ACE, giá trị LOD của URA và ACE lần lượt là 0,052 μM và 0,053 μM . Bảng 1 đề cập đến giới hạn phát hiện của điện cực ZIF-67/g-C₃N₄ so với các điện cực nghiên cứu được công bố. Điện cực trong nghiên cứu này có giới hạn phát hiện thấp hơn nhiều khi xác định URA và ACE so với hầu hết các điện cực biến tính bằng các vật liệu khác.



Hình 4. Các đường Von-Ampe DPV của ZIF-67/C₃N₄/GCE trong BR-BS 0,1M pH 9 chứa a) CTAB 150 μM , ACE 0,2 μM ; nồng độ URA thay đổi từ 0,02 đến 0,65 μM ; b) Đồ thị tuyến tính của cường độ dòng đỉnh anốt với nồng độ URA; c) CTAB 150 μM , URA 0,2 μM nồng độ ACE thay đổi từ 0,02 đến 0,65 μM ; d) Đồ thị tuyến tính của cường độ dòng đỉnh anốt với nồng độ ACE



Hình 5. a) Các đường DPV của ZIF-67/g-C₃N₄/GCE trong BR-BS 0,1 M pH 9 chứa nồng độ bằng nhau của chất phân tích biến động từ 0,2 đến 6,5 μM; b) Đồ thị tuyến tính cường độ dòng đỉnh anot với nồng độ chất phân tích.

Bảng 1. So sánh LOD và khoảng tuyến tính của một số điện cực biến tính dùng để xác định URA và ACE.

Điện cực	Khoảng tuyến tính (μM) (URA/ACE)	LOD (μM)		Tài liệu tham khảo
		URA	ACE	
Ionic Liquid/CNT/Chitosan-CGE	(2 - 450)/1 - 400)	0,34	0,24	[10]
Thiol functional ferrocene derivative stabilized Au NPs/ carbon dots nanocomposite coupling with graphene-GCE	(0,6 - 9,2)/(0,5 - 46)	0,2	0,1	[11]
SWCNT/chitosan/ ionic liquid nanocomposite-GCE	(3 - 320)/(2 - 200)	0,27	0,11	[12]
MCNT/Chitosan Composite-GCE	(10 - 400)/(2 - 250)	0,4	0,16	[13]
ZIF-67/g-C₃N₄-GCE	(0,2 - 6,5)/(0,2 - 6,5)	0,052	0,053	Nghiên cứu này

Ghi chú: MCNT: Ống Nano cacbon đa tường; SWCNT: Ống Nano Cacbon đơn tường; GCE: Điện cực than thủy tinh.

4. KẾT LUẬN

ZIF-67/g-C₃N₄ được tổng hợp thành công có sự hỗ trợ của sóng siêu âm. Vật liệu thu được có diện tích bề mặt riêng lớn và độ ổn định cao ở khoảng pH 3-12. Điện cực ZIF-67/g-C₃N₄ có độ ổn định và độ lặp lại cao trong các phép đo lặp lại. Phương pháp này tiết kiệm thời gian, dễ thực hiện, độ ổn định, độ nhạy cao với giới hạn phát hiện thấp. Kết quả này mở ra khả năng áp dụng phương pháp để phân tích mẫu trong thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. J. M. Zen, J. J. Jou, and G. Ilangovan (1998). Selective voltammetric method for uric acid detection using pre-anodized Nation-coated glassy carbon electrodes, *Analyst*, Vol. 123, no. 6, pp. 1345–1350, doi: 10.1039/a801532e.
- [2]. R. M. De Carvalho, R. S. Freire, S. Rath, and L. T. Kubota (2004). Effects of EDTA on signal stability during electrochemical detection of acetaminophen, *J. Pharm. Biomed. Anal.*, Vol. 34, no. 5, pp. 871–878, doi: 10.1016/j.jpba.2003.11.005.
- [3]. Francis L. Martin & Andre E.M. Maclean (1998). Comparison of paracetamol-induced hepatotoxicity in the rat in vivo with progression of cell injury in vitro in rat liver slices, *Drug Chem. Toxicol.*, Vol. 21, no. 4, pp. 477–498.
- [4]. Y. Hou, J. Li, Z. Wen, S. Cui, C. Yuan, and J. Chen (2014). N-doped graphene/porous g-C₃N₄ nanosheets supported layered-MoS₂ hybrid as robust anode materials for lithium-ion batteries, *Nano Energy*, Vol. 8, pp. 157–164, doi: 10.1016/j.nanoen.2014.06.003.
- [5]. Z. Meng, Y. Xie, T. Cai, Z. Sun, K. Jiang, and W.-Q. Han (2016). Graphene-like g-C₃N₄ nanosheets/sulfur as cathode for lithium–sulfur battery, *Electrochim. Acta*, Vol. 210, pp. 829–836.
- [6]. L. Yang, L. Yu, M. Sun, and C. Gao (2014). Zeolitic imidazole framework-67 as an efficient heterogeneous catalyst for the synthesis of ethyl methyl carbonate, *Catal. Commun.*, Vol. 54, pp. 86–90, doi: 10.1016/j.catcom.2014.05.021.
- [7]. P. M. Usov, C. McDonnell-Worth, F. Zhou, D. R. MacFarlane, and D. M. D’Alessandro (2015). The electrochemical transformation of the zeolitic imidazolate framework ZIF-67 in aqueous electrolytes, *Electrochim. Acta*, Vol. 153, pp. 433–438, doi: 10.1016/j.electacta.2014.11.150.
- [8]. N. Tian, H. Huang, and Y. Zhang (2015). Mixed-calcination synthesis of CdWO₄/g-C₃N₄ heterojunction with enhanced visible-light-driven photocatalytic activity, *Appl. Surf. Sci.*, Vol. 358, pp. 343–349, doi: 10.1016/j.apsusc.2015.07.154.
- [9]. Y. He *et al* (2013). Efficient degradation of RhB over GdVO₄/g-C₃N₄ composites under visible-light irradiation, *Chem. Eng. J.*, Vol. 215–216, pp. 721–730, doi: 10.1016/j.cej.2012.11.074.
- [10]. S. Kianipour and A. Asghari (2013). Room temperature ionic liquid/multiwalled carbon nanotube/chitosan-modified glassy carbon electrode as a sensor for simultaneous determination of ascorbic acid, uric acid, acetaminophen, and mefenamic acid, *IEEE Sens.*

Xác định đồng thời axit uric và acetaminophen bằng phương pháp điện hóa ...

J., Vol. 13, no. 7, pp. 2690–2698, doi: 10.1109/JSEN.2013.2259588.

- [11]. L. Yang *et al.*, (2016). A quadruplet electrochemical platform for ultrasensitive and simultaneous detection of ascorbic acid, dopamine, uric acid and acetaminophen based on a ferrocene derivative functional Au NPs/carbon dots nanocomposite and graphene, *Anal. Chim. Acta*, Vol. 903, pp. 69–80, doi: 10.1016/j.aca.2015.11.021.
- [12]. M. Afrasiabi, S. Kianipour, A. Babaei, A. A. Nasimi, and M. Shabani (2016). A new sensor based on glassy carbon electrode modified with nanocomposite for simultaneous determination of acetaminophen, ascorbic acid and uric acid, *J. Saudi Chem. Soc.*, Vol. 20, pp. S480–S487, doi: 10.1016/j.jscs.2013.02.002.
- [13]. A. Babaei, D. J. Garrett, and A. J. Downard (2011). Selective Simultaneous Determination of Paracetamol and Uric Acid Using a Glassy Carbon Electrode Modified with Multiwalled Carbon Nanotube/Chitosan Composite, *Electroanalysis*, Vol. 23, no. 2, pp. 417–423, doi: 10.1002/elan.201000406.

SIMULTANEOUS DETERMINATION OF URIC ACID AND ACETAMINOPHN BY VOLTAMMETRIC WITH ZIF-67/g-C₃N₄ - MODIFIED ELECTRODE

Huynh Trung Ngo^{1,2*}, Le Thi Hoa¹, Tran Si Thanh³

¹Faculty of Chemistry, University of Sciences, Hue University

²Department of Food Safety and Hygiene, Thua Thien Hue Province

³Department of Education and Training, Dac Nong Province

*Email: huynhtruongngo@gmail.com

ABSTRACT

In the paper, the synthesis of ZIF-67/g-C₃N₄ and its application to the voltammetry analysis of uric acid (URA) and acetaminophen (ACE) using cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) as a discrimination agent are performed. The modified electrode, ZIF-67/g-C₃N₄/CGE exhibits the excellent electrocatalytic activity toward the oxidation of URA and ACE. The intensity of current peak is linearly proportional to the analyte concentration in the range of 0.2 μM to 6.5 μM. The limit of detection is 0.052 μM for URA and 0.053 μM for ACE.

Keywords: acetaminophen, uric acid, g-C₃N₄, ZIF-67, von-ampe



Huỳnh Trường Ngọ sinh ngày 01/6/1978 tại Thừa Thiên Huế. Ông tốt nghiệp cử nhân chuyên ngành Hóa học tại trường Đại học Khoa học, ĐH Huế năm 2000, tốt nghiệp thạc sĩ chuyên ngành Hóa học Phân tích năm 2008 tại trường Đại học Khoa học, ĐHH Huế. Ông công tác tại Chi cục An toàn vệ sinh thực phẩm, Sở Y tế Thừa Thiên Huế từ năm 2009.

Lĩnh vực nghiên cứu: An toàn vệ sinh thực phẩm, Hóa lý thuyết và Hóa lý.



Trần Sỹ Thành sinh ngày 09/03/1979 tại Bình Định. Ông tốt nghiệp Trường Đại học sư phạm Quy Nhơn, học thạc sĩ tại Trường Đại học sư phạm Hà Nội.

Lĩnh vực nghiên cứu: Hóa lý thuyết và Hóa lý.



Lê Thị Hòa Sinh ngày 04/8/1975 tại Thừa Thiên Huế. Bà tốt nghiệp cử nhân ngành Hóa học năm 1997 và thạc sĩ chuyên ngành Hóa lý thuyết và Hóa lý năm 2002 tại Trường Đại học Đại học Sư phạm, ĐH Huế; nhận học vị tiến sĩ năm 2014 tại Trường Đại học Khoa học, ĐH Huế. Bà công tác tại Khoa Hóa học, trường Đại học Khoa học, ĐH Huế từ năm 1999.

Lĩnh vực nghiên cứu: Hóa lý thuyết, Vật liệu nano.

