

TỔNG HỢP VẬT LIỆU Ag/MIL-101 VÀ KHẢO SÁT TÍNH CHẤT ĐIỆN HOÁ ĐỐI VỚI QUÁ TRÌNH PHÂN TÍCH ĐỒNG THỜI MỘT SỐ DẪN XUẤT PURINE

Nguyễn Ngọc Nghĩa^{1,2}, Lê Trung Hiếu¹, Trần Thanh Minh¹, Nguyễn Thị Ngọc Trinh³,
Nguyễn Vĩnh Phú⁴, Nguyễn Quang Mẫn⁴, Lê Thị Mỹ Linh^{*}

¹Khoa Hoá học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

²Sở Giáo dục và Đào tạo, Thành phố Huế

³THPT Cao Bá Quát, Núi Thành, Quảng Nam

⁴Khoa Cơ bản, Trường Đại học Y-Dược, Đại học Huế

*Email: ltminh.dhyd@hueuni.edu.vn

Ngày nhận bài: 5/5/2025; ngày hoàn thành phản biện: 19/5/2025; ngày duyệt đăng: 02/6/2025

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, vật liệu MIL-101 chứa các hạt nano bạc (Ag/MIL-101) đã được tổng hợp bằng phương pháp tẩm pha lỏng và được sử dụng làm chất biến tính điện cực để khảo sát quá trình phân tích đồng thời uric acid (URI), xanthine (XAN) và hypoxanthine (HYP). Ag/MIL-101 được đặc trưng bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD), kính hiển vi điện tử (TEM), phổ tán xạ năng lượng tia X và bản đồ nguyên tố (EDX-Mapping), cho thấy các hạt kim loại Ag có kích thước khoảng 10-20 nm phân tán cao trên chất nền MIL-101 với sự bảo toàn cấu trúc của MIL-101. Khi được biến tính trên điện cực carbon thủy tinh (GCE), Ag/MIL-101 đã tăng cường đáng kể phản ứng xúc tác điện đối với quá trình oxy hóa URI, XAN và HYP. Cảm biến Ag/MIL-101/GCE cho thấy các đỉnh oxy hóa tách biệt rõ ràng và tăng cường độ dòng đỉnh lần lượt là 1,92, 1,91 và 2,27 lần đối với URI, XAN và HYP so với GCE trần. Những cải tiến này được cho là nhờ hiệu ứng hiệp đồng giữa diện tích bề mặt lớn của MIL-101 và độ dẫn điện tuyệt vời của Ag. Vì vậy, Ag/MIL-101/GCE có thể là một điện cực tiềm năng ứng dụng trong phân tích lâm sàng nhờ thời gian phản hồi nhanh, độ nhạy cao và chi phí thấp.

Từ khóa: MIL-101, uric acid, xanthine, hypoxanthine, phân tích điện hoá.

1. MỞ ĐẦU

Uric acid ($C_5H_4N_4O_3$, URI), xanthine ($C_5H_4N_4O_2$, XAN) và hypoxanthine ($C_5H_4N_4O$, HYP) là các sản phẩm oxy hóa của quá trình chuyển hóa phân hủy purine trong cơ thể người. Con đường chuyển hóa purine liên quan đến HYP được chuyển hoá thành XAN và XAN được chuyển hoá thành URI bởi quá trình oxy hóa bằng xanthine oxidase, do đó, URI là sản phẩm cuối cùng trong khi XAN và HYP là các chất trung gian đối với quá trình chuyển hóa phân hủy purine [1]. Mức nồng độ của các dẫn xuất purine trong máu hay nước tiểu con người là chỉ số sinh học của một số bệnh, bao gồm bệnh gout, viêm phổi, xanthin niệu và suy thận [2]. Do đó, việc phân tích chính xác URI, XAN và HYP rất quan trọng trong chẩn đoán sinh hóa, lâm sàng. Nhiều phương pháp đã được phát triển để xác định đồng thời hoặc riêng rẽ các sản phẩm thoái hóa purine. So với các phương pháp tiêu chuẩn như sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC) và sắc ký khí-khối phổ (GC-MS), phương pháp phân tích điện hóa có nhiều ưu điểm, chẳng hạn như độ nhạy cao, giới hạn phát hiện thấp, thao tác đơn giản và chi phí thấp. Một số bài báo đã công bố xác định điện hóa đồng thời hoặc riêng lẻ ba chất phân tích bằng cách sử dụng điện cực in hạt nano bạch kim [3] để phân tích URI, polyglycine/rGO-GCE [4] phân tích XAN và HYP; điện cực carbon thủy tinh biến tính poly(l-methionine) [5] và điện cực biến tính hạt nano brushite [6] cho quá trình xác định URI, XAN và HYP.

Dựa trên sự phát triển nhanh chóng của vật liệu có cấu trúc nano, nhiều điện cực phân tích điện hoá được biến tính bằng các vật liệu này đã chứng minh khả năng phân tích hiệu quả nhiều loại chất hữu cơ và vô cơ trong nhiều môi trường khác nhau. Trong những năm gần đây, các khung kim loại-hữu cơ (MOF) đã nhận được sự chú ý đáng kể từ các nhà nghiên cứu trong nhiều lĩnh vực với các ưu điểm về cấu trúc độc đáo của chúng [7]. MIL-101 (với kim loại là chromium) là một loại vật liệu MOF, được điều chế bởi kim loại chromium (III) và phối tử là các terephthalic acid. Các liên kết mạnh Cr-O giữa các nút kim loại và phối tử terephthalate làm cho MIL-101 có độ ổn định cao [8]. MIL-101 cũng có những tính chất độc đáo về cấu trúc, chẳng hạn như số lượng mao quản, diện tích bề mặt riêng lớn và nhiều tâm kim loại chưa bão hoà phối trí [9]. Tuy nhiên, việc thiếu các tâm hoạt động và độ dẫn điện thấp có thể cản trở ứng dụng của nó trong lĩnh vực phân tích điện hóa. Để giải quyết hiệu quả vấn đề này, cần đưa các vật liệu có hoạt tính khác vào MIL-101. Các vật liệu kim loại quý (ví dụ: Au [10], Ag [11], và Pt [12]) đã được sử dụng hiệu quả để tăng cường khả năng hoạt động điện hóa của các cảm biến. Trong số các kim loại quý được nghiên cứu, Ag có nhiều lợi thế như chi phí thấp, độ dẫn điện, độ ổn định hóa học cao và không độc hại. Hơn nữa, khả năng oxy hóa mạnh của Ag kim loại được chấp nhận có hoạt tính điện hóa cao.

Tuy nhiên, kết quả tra cứu tài liệu cho thấy các nghiên cứu hiện nay về cảm biến sử dụng điện cực biến tính Ag/MIL-101 còn hạn chế, đặc biệt trong phân tích

đồng thời URI, XAN và HYP. Vì vậy, nghiên cứu này nhằm tổng hợp và đánh giá hiệu năng điện hóa của vật liệu Ag/MIL-101 để ứng dụng làm cảm biến phân tích đồng thời ba hợp chất purine nói trên.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Hóa chất

Bạc nitrate (AgNO_3 , 99,8%), chromium trinitrate nonahydrate ($\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, 98%), terephthalic acid ($\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$, 98%), methanol (CH_3OH), acetone (CH_3COCH_3), sodium borohydride (NaBH_4) được mua từ công ty hoá chất Merck. URI ($\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$, 99%), XAN ($\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_2$, 99%) và HYP ($\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}$, 99%) được mua từ công ty hoá chất Sigma-Aldrich.

2.2. Tổng hợp vật liệu và chuẩn bị điện cực làm việc

2.2.1. Tổng hợp MIL-101

Quá trình tổng hợp MIL-101, Ag/MIL-101 được chuẩn bị theo tài liệu tham khảo [13]. MIL-101 được điều chế bằng cách: $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (2,0 g), terephthalic acid (0,83 g) và nước cất (20 mL) được khuấy trộn và đưa vào bình thủy nhiệt Teflon, gia nhiệt ở 200 °C trong 8 giờ. Sau đó, hỗn hợp được để nguội tự nhiên. Ly tâm hỗn hợp trong 10 phút ở tốc độ 5000 vòng/phút thu được chất rắn màu xanh lá cây. Tiếp theo, chất rắn này được rửa bằng nước và ethanol, sau đó siêu âm trong dimethylformamide trong 10 phút và khuấy qua đêm ở nhiệt độ 70 °C. MIL-101 thu được sau khi ly tâm (5000 vòng/phút; 10 phút), rửa bằng methanol và acetone và sấy khô ở 50 °C trong 10 giờ.

2.2.2. Tổng hợp Ag/MIL-101

Các cation Ag được đưa vào MIL-101 bằng cách sử dụng phương pháp tẩm pha lỏng trong huyền phù chứa MIL-101 (300 mg), AgNO_3 (21,93 mg và 15 mL H_2O), khuấy trong 3 giờ ở nhiệt độ phòng. Sau đó, dung dịch NaBH_4 trong nước (76,6 mg trong 3 mL H_2O) được thêm vào dung dịch này để khử các cation Ag (I), và dung dịch thu được được khuấy ở nhiệt độ phòng trong 30 phút. Sau đó, chất rắn màu xanh lá cây thu được bằng cách ly tâm, tiếp theo rửa bằng nước để loại bỏ các ion nitrate và sấy khô ở 80 °C, thu được vật liệu Ag/MIL-101.

2.2.3. Chuẩn bị điện cực carbon thủy tinh (GCE) biến tính Ag/MIL-101

Trước khi biến tính vật liệu, GCE trần được làm sạch bằng bột nhôm 0,05 μm , sau đó siêu âm trong ethanol và nước cất. Huyền phù chất biến tính được chuẩn bị bằng cách trộn 1 mg Ag/MIL-101 trong 1 mL nước có sự hỗ trợ của siêu âm trong 6 giờ. Sau đó, 5 μL huyền phù được nhỏ giọt lên bề mặt điện cực đã đánh bóng và để khô tự nhiên ở nhiệt độ phòng trước khi sử dụng.

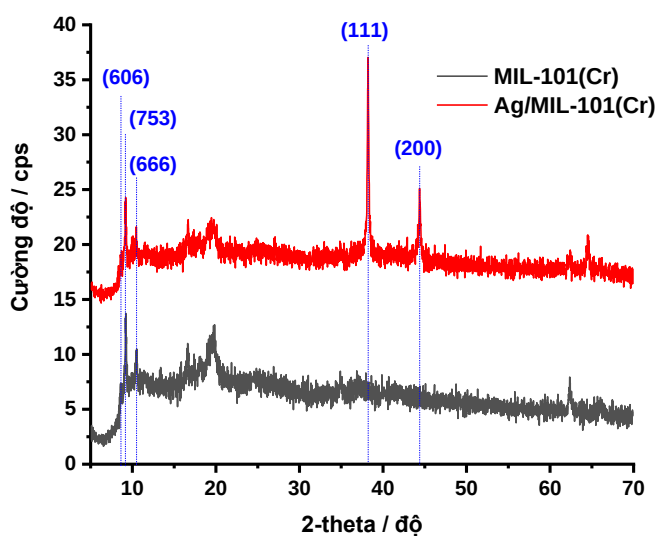
2.3. Thiết bị

Các giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD) được ghi trên máy D8 Advance Bruker (Đức). Phân tích hiển vi điện tử truyền qua (TEM) được đo trên kính hiển vi điện tử truyền qua JEOL JEM-2010F hoạt động ở 200 kV. Hình thái và sự phân bố, thành phần nguyên tố được đo bằng kính hiển vi điện tử quét Hitachi S-4800 FESEM (Nhật Bản) được trang bị hệ thống tia X phân tán năng lượng (EDX-Mapping). Các thí nghiệm phân tích điện hóa được thực hiện trên hệ thống phân tích CPA-HH5 (Việt Nam).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

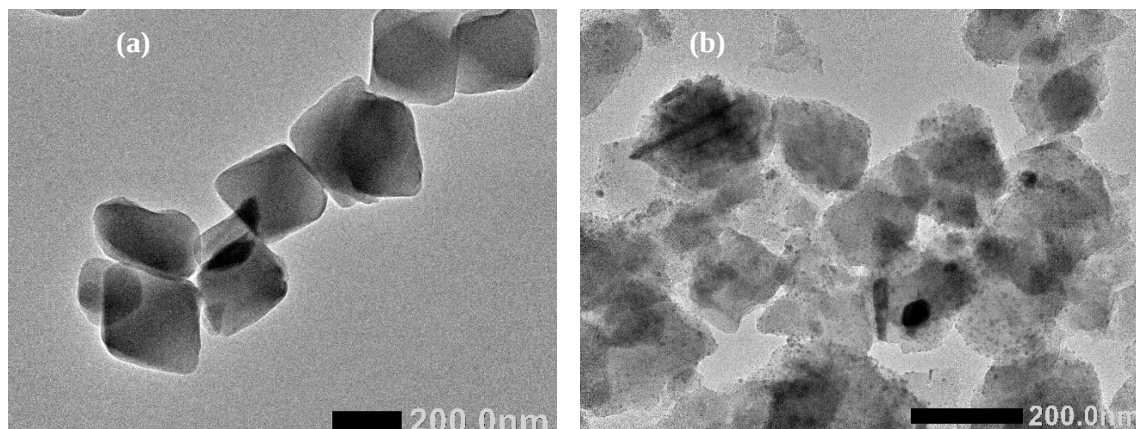
3.1. Đặc trưng vật liệu

Hình 1 thể hiện giản đồ XRD của các mẫu vật liệu MIL-101 (Hình 1a) và Ag/MIL-101 (Hình 1b). Giản đồ XRD của MIL-101 thể hiện các đỉnh nhiễu xạ đặc trưng của MIL-101 theo CCDC 605510 ở 2-theta 8,6; 9,2; 10,4° tương ứng với các mặt (606), (753) and (666) [14]. Trong khi đó, XRD của mẫu Ag/ MIL-101 xuất hiện thêm các đỉnh Bragg ở 38,1° và 44,3°, tương ứng với các mặt (111) và (200) của cấu trúc tinh thể nano bạc theo JCPDS 04-0783 bên cạnh các đỉnh nhiễu xạ của MIL-101, xác nhận cấu trúc MIL-101 vẫn được bảo toàn sau khi nano bạc được biến tính vào vật liệu.



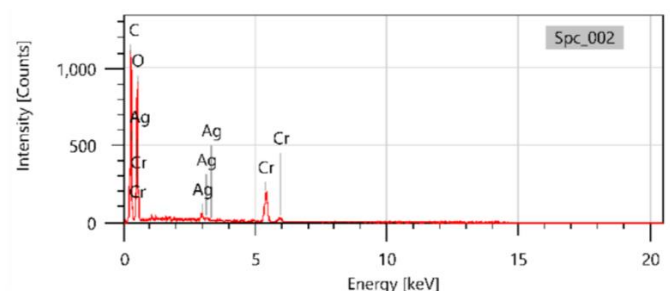
Hình 1. Giản đồ nhiễu xạ tia X của vật liệu MIL-101 và Ag/MIL-101 tổng hợp

Kích thước và hình thái của Ag/MIL-101 được nghiên cứu bằng hình ảnh hiển vi điện tử truyền qua. Hình 2a trình bày ảnh TEM của MIL-101 bao gồm các hạt bát diện đặc trưng của MIL-101 có đường kính 100-200 nm. Hình ảnh TEM của Ag/MIL-101 (Hình 2b) cho thấy các hạt Ag rất mịn, có kích thước khoảng 10-20 nm phân tán cao trong chất nền MIL-101.

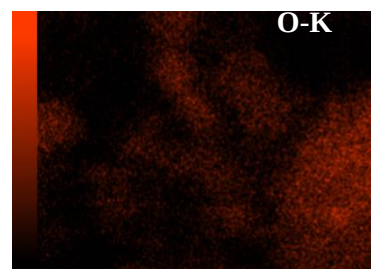
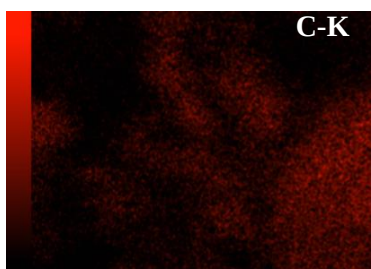
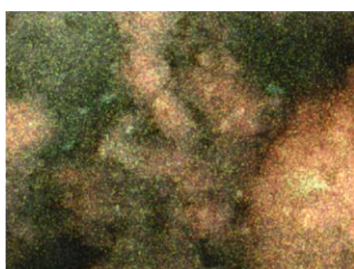


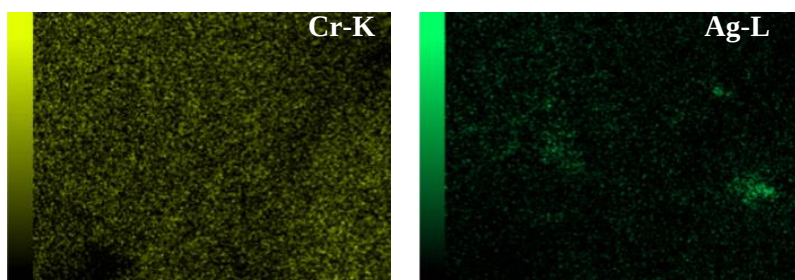
Hình 2. Hình ảnh TEM của vật liệu MIL-101 (a) và Ag/MIL-101 (b)

Hình 3 trình bày phổ EDX và bản đồ phân bố các nguyên tố của vật liệu Ag/MIL-101. Trong phổ EDX, xuất hiện các tín hiệu của Cr, C và O, những nguyên tố tạo nên cấu trúc của MIL-101 và tỷ lệ % số mol Ag/Cr trong vật liệu Ag/MIL-101 là 10,9% (Hình 3a). Ngoài ra, phân tích bản đồ nguyên tố cho thấy có sự phân bố đồng đều của các nguyên tố Ag, Cr, C và O trong vật liệu được chỉ ra ở Hình 3b-f.



Element	Line	Mass%	Atom%
C	K	41.46±0.28	56.20±0.37
O	K	37.08±0.52	37.73±0.53
Cr	K	17.49±0.49	5.47±0.15
Ag	L	3.97±0.22	0.60±0.03
Total		100.00	100.00
Spc_002			Fitting ratio 0.0482

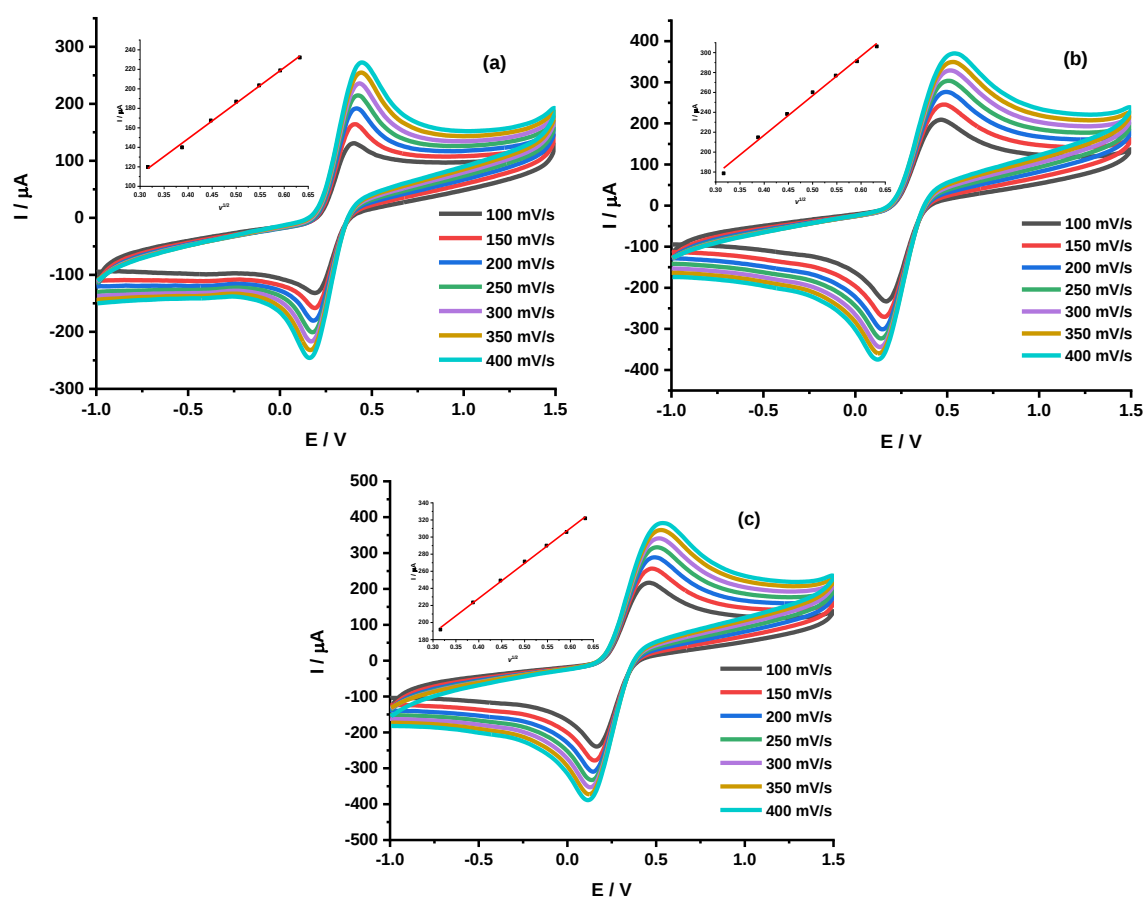




Hình 3. Phổ EDX và bản đồ điện tử các nguyên tố của vật liệu Ag/MIL-101

3.2. Khảo sát hoạt tính điện hoá

3.2.1. Diện tích bề mặt hiệu dụng



Hình 4. Các đường CV của dung dịch $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-/4-}$ 1 mM tại các điện cực GCE (a), MIL-101/GCE (b) và (c) Ag/MIL-101/GCE (ảnh nhỏ là đường hồi quy tuyến tính giữa cường độ dòng đỉnh anode và căn bậc hai tốc độ quét)

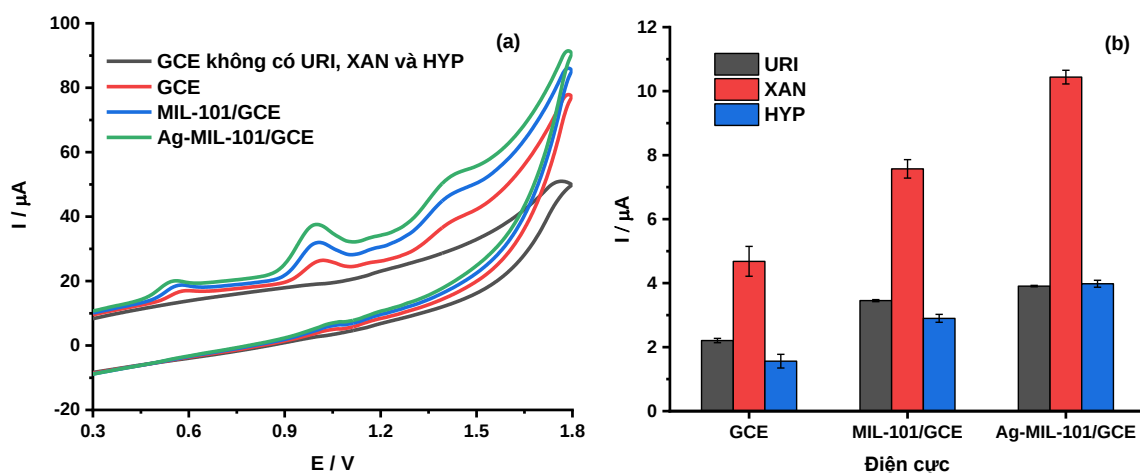
Diện tích bề mặt hiệu dụng của GCE trần và GCE biến tính được xác định bằng cách sử dụng hệ oxy hóa khử $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-/4-}$ ở các tốc độ quét thế khác nhau (Hình 4) và áp dụng phương trình Randles-Sevcik cho một quá trình oxy hoá thuận nghịch [15]:

$$I = (2,69 \times 10^5) n^{3/2} A D^{1/2} \nu^{1/2} C_0$$

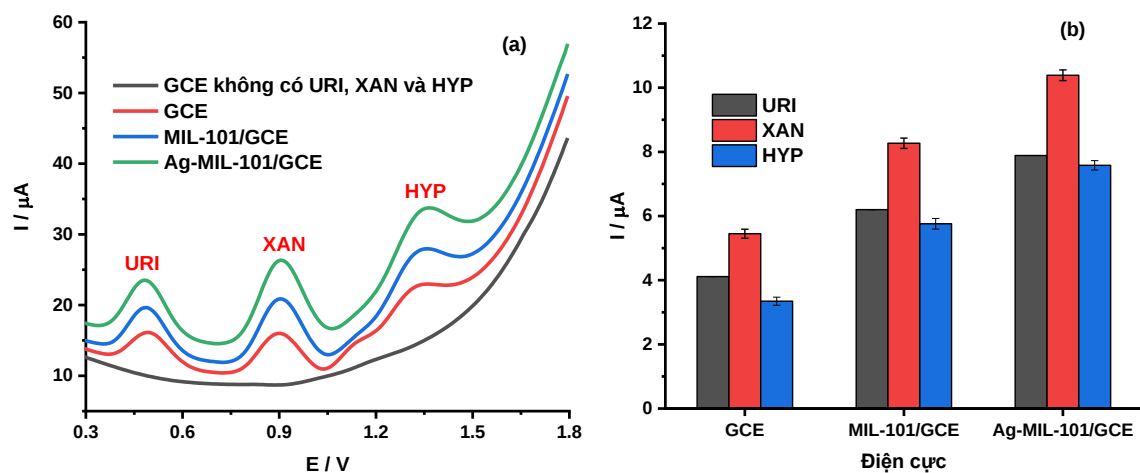
trong đó n là số electron được chuyển đổi trong quá trình oxy hóa khử của ferrocyanide, A là diện tích bề mặt hiệu dụng của điện cực (cm^2), C_0 là nồng độ của ferrocyanide (mM), D là hệ số khuếch tán của ferrocyanide ($D = 7,6 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$) và v là tốc độ quét (V s^{-1}).

Do đó, từ giản đồ tuyến tính của I so với $v^{1/2}$, giá trị diện tích bề mặt hiệu dụng tính toán được bằng 0,0491; 0,0535 và 0,0553 cm^2 lần lượt với GCE, MIL-101/GCE và Ag/MIL-101/GCE, chỉ ra rằng GCE được biến tính có thể tồn tại nhiều tâm phản ứng điện hoá hơn [15], cải thiện đáng kể diện tích bề mặt hiệu dụng của điện cực làm việc.

3.2.2. Khảo sát quá trình phân tích đồng thời một số dẫn xuất purine



Hình 5. (a) Các đường CV tại các điện cực khác nhau trong đệm BRS 0,1 M pH 5 với $C_{\text{URI}} = C_{\text{XAN}} = C_{\text{HYP}} = 25 \mu\text{M}$, tốc độ quét thế $0,1 \text{ V s}^{-1}$; (b) Cường độ dòng đỉnh tại các điện cực khác nhau (thanh sai số thể hiện độ lệch chuẩn của 3 lần đo lặp lại)



Hình 6. (a) Các đường DPV tại các điện cực khác nhau trong đệm BRS 0,1 M pH 5 với $C_{\text{URI}} = C_{\text{XAN}} = C_{\text{HYP}} = 25 \mu\text{M}$; (b) Cường độ dòng đỉnh tại các điện cực khác nhau (thanh sai số thể hiện độ lệch chuẩn của 3 lần đo lặp lại)

Hình 5a và 6a thể hiện các đường cong CV và DPV của URI, XAN và HYP có nồng độ 25 μM tại GCE trần và GCE được biến tính vật liệu trong đệm BRS 0,1 M pH 5. Đối với GCE trần, từ đường CV có thể quan sát thấy ba đỉnh oxy hoá mạnh, phân tách rõ ràng xuất hiện lần lượt ở 0,59 V đối với quá trình oxy hóa URI, 1,01 V đối với quá trình oxy hóa XAN, 1,41 V đối với quá trình oxy hóa HYP. Cường độ dòng đỉnh được cải thiện đáng kể bằng cách sử dụng GCE đã được biến tính với MIL-101 và Ag/MIL-101 được thể hiện trong hình 5b và 6b. Đáng chú ý, từ hình 6b, có thể nhận thấy tín hiệu dòng đỉnh DPV của URI, XAN và HYP tại Ag/MIL-101/GCE tăng gấp 1,27; 1,26 và 1,32 lần so với MIL-101/GCE và gấp 1,92; 1,91 và 2,27 lần đối với GCE trần. Sự gia tăng cường độ dòng đỉnh này có thể do Ag/MIL-101 khi được biến tính lên bề mặt GCE trần đã xuất hiện nhiều tâm phản ứng điện hoá hơn cũng như diện tích bề mặt riêng lớn của MIL-101 có thể làm tăng khả năng hấp phụ các chất phân tích. Kết quả này phù hợp với kết quả diện tích bề mặt hiệu dụng của các điện cực được tính toán (Bảng 1).

Bảng 1. Diện tích bề mặt hiệu dụng và cường độ dòng đỉnh DPV của URI, XAN và HYP tại các điện cực khác nhau

Điện cực	A (cm^2)	$I_{\text{URI}} \pm \text{SD}$ (μA)	$I_{\text{XAN}} \pm \text{SD}$ (μA)	$I_{\text{HYP}} \pm \text{SD}$ (μA)
GCE	0,0491	$4,11 \pm 0,14$	$5,45 \pm 0,14$	$3,35 \pm 0,13$
MIL-101/GCE	0,0535	$6,20 \pm 0,15$	$8,27 \pm 0,16$	$5,76 \pm 0,17$
Ag/MIL-101/GCE	0,0553	$7,89 \pm 0,35$	$10,39 \pm 0,17$	$7,58 \pm 0,15$

4. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, vật liệu Ag/MIL-101 đã được tổng hợp thành công với các hạt nano Ag có độ phân tán cao trên bộ khung MIL-101. Ag/MIL-11(Cr)/GCE đã được khảo sát tính chất điện hoá để phân tích đồng thời URI, XAN và HYP bằng phương pháp CV và DPV. Kết quả khảo sát cho thấy rằng, khi biến tính điện cực bằng Ag/MIL-101, tín hiệu điện hóa của các chất phân tích tăng lên, có thể do tăng các vị trí xúc tác điện hoá, thể hiện qua sự tăng lên về diện tích bề mặt hiệu dụng của điện cực. Điện cực biến tính Ag/MIL-101 này có thể được nghiên cứu mở rộng thêm trên mẫu thực và đánh giá độ ổn định, độ lặp lại và độ bền để thực hiện phân tích đồng thời URI, XAN và HYP trong các mẫu xét nghiệm cho chẩn đoán lâm sàng với thời gian phân tích nhanh và chi phí thấp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Yamamoto T, Moriwaki Y and Takahashi S 2005 Effect of ethanol on metabolism of purine bases (hypoxanthine, xanthine, and uric acid). *Clin. Chim. Acta.* **356** 35–57
- [2] Dutt J S N, Cardosi M F and Davis J 2003 Electrochemical tagging of urate: developing new redox probes *Analyst* **128** 811–3
- [3] Cardoso Gomes-Junior P, Dias Nascimento E, Kenlderi de Lima Augusto K, Patelli Longatto G, Censi Faria R, Piccin E and Fatibello-Filho O 2024 Voltammetric determination of uric acid using a miniaturized platform based on screen-printed electrodes modified with platinum nanoparticles *Microchem. J.* **207** 111931
- [4] Wang T, Zhang L, Zhang C, Deng D, Wang D and Luo L 2023 Simultaneous Determination of Xanthine and Hypoxanthine Using Polyglycine/rGO-Modified Glassy Carbon Electrode *Molecules* **28**
- [5] Ojani R, Alinezhad A and Abedi Z 2013 A highly sensitive electrochemical sensor for simultaneous detection of uric acid, xanthine and hypoxanthine based on poly(L-methionine) modified glassy carbon electrode *Sensors Actuators B Chem.* **188** 621–30
- [6] Sudhan N, Anitta S, Meenakshi S and Sekar C 2022 Brushite nanoparticles based electrochemical sensor for detection of uric acid, xanthine, hypoxanthine and caffeine *Anal. Biochem.* **659** 114947
- [7] Liu X, Tang B, Long J, Zhang W, Liu X and Mirza Z 2018 The development of MOFs-based nanomaterials in heterogeneous organocatalysis *Sci. Bull.* **63** 502–24
- [8] Jouyandeh M, Tikhani F, Shabani M, Movahedi F, Moghari S, Akbari V, Gabrion X, Laheurte P, Vahabi H and Saeb M R 2020 Synthesis, characterization, and high potential of 3D metal–organic framework (MOF) nanoparticles for curing with epoxy *J. Alloys Compd.* **829** 154547
- [9] Niknam E, Panahi F, Daneshgar F, Bahrami F and Khalafi-Nezhad A 2018 Metal–Organic Framework MIL-101(Cr) as an Efficient Heterogeneous Catalyst for Clean Synthesis of Benzoazoles *ACS Omega* **3** 17135–44
- [10] Xu S, Dai B, Xu J, Jiang L and Huang H 2019 An Electrochemical Sensor for the Detection of Cu²⁺ Based on Gold Nanoflowers-modified Electrode and DNAzyme Functionalized Au@MIL-101 (Fe) *Electroanalysis* **31** 2330–8
- [11] Wannassi J, Missaoui N, Tachouaft C, Mabrouk C, Autret-lambert C, Bellali S, Echouchene F, Barhoumi H, Anouti M and Kahri H 2024 Box-Behnken Response Surface Design for the Optimization of a High-Performance Electrochemical Dopamine Sensor Based on Novel Nano-Ag Doped Matériaux Institut Lavoisier Metal-Organic Framework 101 (MIL-101-Cr) Composite Modified Glassy Carbon Electrode *J. Electrochem. Soc.* **171** 97511
- [12] Zhang L, Li S, Xin J, Ma H, Pang H, Tan L and Wang X 2018 A non-enzymatic voltammetric xanthine sensor based on the use of platinum nanoparticles loaded with a metal-organic framework of type MIL-101(Cr). Application to simultaneous detection of dopamine, uric acid, xanthine and hypoxanthine *Microchim. Acta* **186** 9
- [13] Gumus I, Karataş Y and Gülcan M 2020 Silver nanoparticles stabilized by a metal–organic framework (MIL-101(Cr)) as an efficient catalyst for imine production from the

dehydrogenative coupling of alcohols and amines *Catal. Sci. Technol.* **10** 4990–9

- [14] Kayal S, Sun B and Chakraborty A 2015 Study of metal-organic framework MIL-101(Cr) for natural gas (methane) storage and compare with other MOFs (metal-organic frameworks) *Energy* **91** 772–81
- [15] Asl A Z, Rafati A A and Khazalpour S 2022 Electrocatalytic Behavior of TiO₂/MWCNTs Nanocomposite Decorated on Glassy Carbon Electrode for Individual and Simultaneous Voltammetric Determination of Adenine and Guanine in Real Samples *J. Electrochem. Soc.* **169** 47516

SYNTHESIS OF Ag/MIL-101 MATERIALS AND INVESTIGATION OF ITS ELECTROCHEMICAL PROPERTIES SIMULTANEOUS ANALYSIS OF SOME PURINE DERIVATIVES

Nguyen Ngoc Nghia^{1,2}, Le Trung Hieu¹, Tran Thanh Minh¹, Nguyen Thị Ngọc Trinh³,
Nguyen Vinh Phu⁴, Nguyen Quang Man⁴, Le Thi My Linh^{4*}

¹Faculty of Chemistry, University of Sciences, Hue University

²Hue City Department of Education and Training

³Cao Ba Quat High School, Nui Thanh, Quang Nam

⁴Faculty of Basic Sciences, University of Medicine and Pharmacy, Hue University

*Email: ltmylinh.dhyd@hueuni.edu.vn

ABSTRACT

In this study, a silver nanoparticle-modified metal–organic framework material (Ag/MIL-101) was synthesized via liquid-phase impregnation and employed as an electrochemical sensor for the simultaneous determination of uric acid (URI), xanthine (XAN), and hypoxanthine (HYP). The Ag/MIL-101 nanocomposite was characterized by XRD, TEM, and EDX-mapping, confirming the uniform dispersion of 10–20 nm Ag nanoparticles on the MIL-101 matrix without disrupting its crystalline structure. When modified onto a glassy carbon electrode (GCE), the Ag/MIL-101 significantly enhanced the electrocatalytic response toward the oxidation of URI, XAN, and HYP. The resulting Ag/MIL-101/GCE sensor exhibited clearly separated oxidation peaks and increased peak currents by 1.92, 1.91, and 2.27 times for URI, XAN, and HYP, respectively, compared with the bare GCE. These improvements are attributed to the synergistic effect between the high surface area of MIL-101 and the excellent conductivity of Ag. This work highlights

the potential application of Ag/MIL-101/GCE as a low-cost, sensitive, and efficient sensor for rapid clinical analysis of purine derivatives.

Key words: Ag/MIL-101, uric acid, xanthine, hypoxanthine, electrochemical sensor, simultaneous detection.



Nguyễn Ngọc Nghĩa sinh năm 1990. Ông tốt nghiệp cử nhân Hóa học năm 2013 tại trường Đại học Sư Phạm, Đại học Huế, tốt nghiệp cao học Hóa phân tích năm 2016 tại trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Hiện tại, ông đang công tác tại Sở Giáo dục và Đào tạo Thành phố Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: vật liệu khung hữu cơ- kim loại: tổng hợp, biến tính và ứng dụng cảm biến điện hóa.



Lê Trung Hiếu sinh năm 1987. Ông tốt nghiệp Tiến sĩ Hóa hữu cơ năm 2018 tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Ông hiện là giảng viên của Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Hóa học các hợp chất tự nhiên có hoạt tính sinh học, phân tích hợp chất hữu cơ



Trần Thanh Minh sinh năm 1980. Ông tốt nghiệp cử nhân ngành Hóa học năm 2002, thạc sĩ chuyên ngành Hóa hữu cơ năm 2007, nhận học vị tiến sĩ năm 2021 tại Đại học Khoa học, Đại học Huế. Hiện nay, ông công tác Khoa Hóa, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Các hợp chất hữu cơ và vật liệu.



Nguyễn Thị Ngọc Trinh sinh năm 1985. Bà tốt nghiệp Sư phạm Hóa học năm 2008 tại trường Đại học Quy Nhơn, nhận bằng thạc sĩ chuyên ngành Hóa lý thuyết và Hoá lý năm 2016 tại trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Hiện tại, bà đang công tác tại trường THPT Cao Bá Quát (Núi Thành – Quảng Nam)

Lĩnh vực nghiên cứu: Tổng hợp và ứng dụng: Hệ phức humate và ion/kim loại/nano oxide.



Nguyễn Vĩnh Phú sinh năm 1996. Ông tốt nghiệp cử nhân Hóa học tại trường Đại học Khoa học, Đại học Huế; nhận bằng thạc sĩ chuyên ngành Hóa lý thuyết và Hóa lý tại trường Đại học Khoa học, Đại học Huế vào năm 2022. Hiện nay, ông giảng dạy và nghiên cứu tại trường Đại học Y - Dược, Đại học Huế.

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



Nguyễn Quang Mẫn sinh năm 1987. Ông tốt nghiệp Tiến sĩ Hoá lý thuyết và Hoá lý năm 2024 tại trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Hiện là giảng viên khoa Cơ bản, trường Đại học Y-Dược, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Tổng hợp vật liệu và ứng dụng trong xúc tác, điện hoá, phân tích hợp chất hữu cơ.



Lê Thị Mỹ Linh sinh năm 1997. Bà nhận bằng Cử nhân Hóa học năm 2019 tại trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế. Hiện tại, Bà đang công tác tại Khoa Cơ bản, trường Đại học Y – Dược, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Tổng hợp vật liệu và ứng dụng trong xúc tác, điện hoá, phân tích hợp chất hữu cơ.