

TỔNG HỢP XANH VÀ KHẢO SÁT ĐỘNG HỌC XÚC TÁC CỦA NANO BẠC THU ĐƯỢC TỪ CHIẾT XUẤT HOA *AGLAIA DUPPERREANA*

BẠCH THỊ MỸ HIỀN^{1*}, NGUYỄN THỊ LAN HƯƠNG²

¹Khoa Công nghệ Hóa học, Trường Đại học Công nghiệp TP. HCM

²Viện Công nghệ Sinh học & Thực phẩm, Trường Đại học Công nghiệp TP. HCM

*Tác giả liên hệ: bachthimyhien@iuh.edu.vn

DOIs: <https://doi.org/10.46242/jstih.v62i02.4783>

Tóm tắt. Trong nghiên cứu này, các hạt nano bạc (AgNPs) được tổng hợp bằng phương pháp xanh và đơn giản, sử dụng chiết xuất từ Hoa Ngâu (*Aglaia duperreana*) làm chất khử cũng như chất ổn định. Thời gian phản ứng 30 phút, nhiệt độ 90 °C và nồng độ ion bạc là 1,0 mM được xác định là điều kiện tốt nhất để tổng hợp AgNPs. Phân tích XRD đã xác nhận cấu trúc lập phương tâm mặt có độ tinh thể cao của vật liệu nano Ag sinh tổng hợp. Các hạt AgNPs có dạng hình cầu với kích thước trung bình tinh thể là 20 nm, được xác nhận bởi phép đo FE-SEM. Sự hiện diện và vai trò quan trọng của các phân tử hữu cơ trong việc ổn định các hạt nano đã được làm sáng tỏ bằng các kỹ thuật FTIR, EDX và DLS. Các hạt AgNPs được tiếp tục khảo sát ứng dụng làm vật liệu xúc tác trong phản ứng phân hủy Methylene Blue (MB). Kết quả nghiên cứu đã chứng minh rằng các hạt AgNPs thể hiện hoạt tính xúc tác cao trong việc chuyển đổi MB bởi NaBH₄. Tại nhiệt độ 30 °C, việc khử hoàn toàn MB có thể đạt được trong 10 phút bởi xúc tác AgNPs với hằng số tốc độ bậc một biểu kiến là $1,87 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ và năng lượng hoạt hóa $15,01 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Từ khóa: Nano bạc, tổng hợp xanh, *Aglaia duperreana*, hoạt tính xúc tác, Methylene Blue.

1. GIỚI THIỆU

Trong những năm gần đây, công nghệ nano dựa trên sản xuất vật liệu ở cấp độ kích thước nano đã thu hút được nhiều sự quan tâm, chú ý từ các nhà khoa học, do chúng có các đặc tính vật lý và hóa học độc đáo nên được ứng dụng thành công trong nhiều lĩnh vực công nghiệp. Trong số đó, các hạt nano bạc (AgNPs) đã thu hút được sự quan tâm trong nhiều ứng dụng, như trong y học, xúc tác, thiết bị quang học, cảm biến sinh học và xử lý nước do các đặc tính thú vị của chúng, chẳng hạn như hoạt động xúc tác và kháng khuẩn cao, tính trợ hóa học, hoạt tính quang điện hóa tốt, tính tương thích sinh học và tổng hợp đơn giản [1-3]. Một trong những ứng dụng nổi bật nhất của AgNPs đang được sử dụng như một chất xúc tác hiệu quả để xử lý các hợp chất hữu cơ [4]. Diện tích bề mặt cao và độ dẫn điện tuyệt vời của AgNPs làm cho chúng trở thành chất xúc tác hiệu quả cho quá trình khử này, trong đó AgNPs hoạt động như một chất trung gian để chuyển các điện tử từ chất khử sang các phân tử hữu cơ khi cả hai loại đều được hấp thụ trên bề mặt chất xúc tác [5].

Do ứng dụng rộng rãi của AgNPs trong một số lĩnh vực quan trọng, AgNPs đã được sản xuất rộng rãi trong những năm gần đây. Các phương pháp vật lý và hóa học khác nhau đã được sử dụng để tổng hợp AgNPs [6]. Tuy nhiên, chi phí cao và sự phức tạp của quá trình tổng hợp cùng với việc sử dụng các hóa chất độc hại đã hạn chế sự phổ biến của các phương pháp này. Trong những năm gần đây, phương pháp tiếp cận xanh sử dụng chiết xuất từ thực vật đã được ưa chuộng để tổng hợp AgNPs, vì tính đơn giản, an toàn, thân thiện với môi trường và hiệu quả về chi phí [6]. Hơn nữa, các phân tử sinh học hiện diện trong thực vật có thể đóng vai trò đồng thời là chất khử và chất ổn định, thể hiện khía cạnh hóa học xanh trong quy trình tổng hợp AgNPs, trong khi các phương pháp hóa học cần các chất khử và ổn định là các hóa chất công nghiệp độc hại. Một số loài thực vật đã được sử dụng thành công để tổng hợp AgNPs với kích thước và hình dạng đa dạng như *Basella alba* [7], *Caulis Spatholobi* [8], *Codonopsis pilosula* [5], *Limnophila rugosa* [9], *Eriobotrya japonica* (thunb.) [10], *Holoptelea integrarifolia* [11], vv... Người ta nhận thấy rằng sự đa dạng trong các thành phần hữu cơ trong chiết xuất của thực vật có thể dẫn đến sự khác biệt về đặc tính cấu trúc, tính dẫn điện và xúc tác của các AgNPs tổng hợp được. Do đó, các nguồn thực vật mới và các ứng dụng tiềm năng của AgNPs sinh học liên tục được khám phá.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi lần đầu tiên sử dụng hoa Ngâu *Aglaia duperreana* - một thành phần tạo hương thơm trong trà, để chế tạo thành công AgNPs. Ở Việt Nam, *Aglaia duperreana* mọc dạng bụi cao tới 3,6 mét. Hoa *Aglaia duperreana* được nhiều người biết đến như một thành phần gắn liền với nghệ thuật thưởng thức trà hương. Thành phần hóa học của *Aglaia duperreana* gồm aloe-emodin, umbelliferone,

scopoletin, ethylacetate, quercetin, gallic, caffeic, and chicoric acids [12]. Do chứa nhiều hoạt chất có tính khử và các chất có khả năng làm bền hạt nano tạo thành, việc sử dụng chiết suất từ hoa *Aglaia duperreana* để tổng hợp AgNPs có thể sẽ làm tăng hoạt tính xúc tác của các hạt nano này. Các thông số tổng hợp, bao gồm nồng độ ion kim loại, thời gian phản ứng và nhiệt độ, được tối ưu hóa để tìm ra điều kiện tổng hợp tối ưu. Các hạt AgNPs sau khi tổng hợp ở các điều kiện tối ưu được đặc trưng bởi các kỹ thuật thiết bị phân tích hiện đại, gồm SEM, XRD, FTIR, EDX, sau đó được khảo sát hoạt tính xúc tác đối với Methylene Blue và xác định năng lượng hoạt hóa của phản ứng.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Nguyên liệu

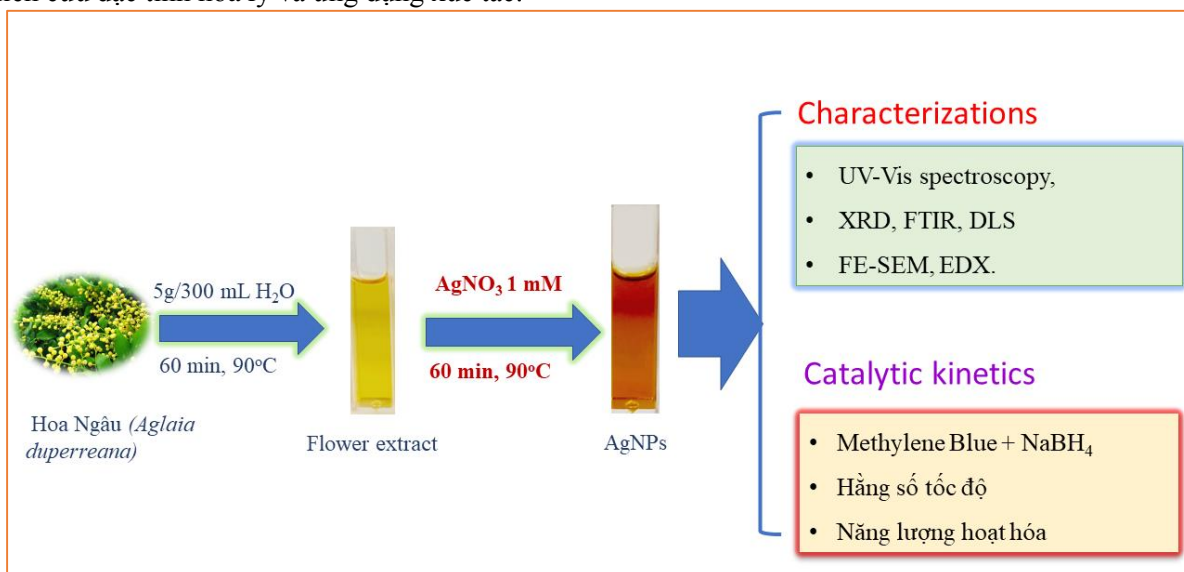
Natri borohydrid (NaBH_4 , $\geq 98,0\%$), Methylene Blue ($\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S}$, $\geq 98\%$), bạc nitrat (AgNO_3 , $99,85\%$) được mua từ công ty hóa chất Himedia (Ấn Độ). Hoa *Aglaia duperreana* khô có nguồn gốc từ Tây Bắc, Việt Nam, thu hoạch vào tháng 4 năm 2021.

2.2 Điều chế dịch chiết

Hoa sau khi hái được rửa sạch, phơi khô, và xay thành bột mịn bằng máy xay. Bột hoa (3 g) sau đó được phân tán trong 300 mL nước cất, đun nóng ở 90°C trên máy khuấy từ gia nhiệt với tốc độ khuấy 300 vòng/phút và hồi lưu trong 60 phút. Sau khi làm lạnh đến nhiệt độ phòng, dịch chiết được tách khỏi chất rắn bằng phương pháp lọc, bảo quản trong tủ lạnh ($2-5^\circ\text{C}$) để tổng hợp AgNPs.

2.3 Tổng hợp AgNPs

Quá trình tổng hợp AgNPs được thực hiện với dung dịch AgNO_3 và dịch chiết theo tỉ lệ 1:1, được mô tả theo Quy trình 1. Sự thay đổi màu của dung dịch sau phản ứng chứng tỏ AgNPs đã được tổng hợp thành công. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tổng hợp như nồng độ ion bạc, nhiệt độ và thời gian phản ứng cũng được khảo sát. Các yếu tố ảnh hưởng được tối ưu hóa thông qua phép đo UV-Vis với độ hấp thụ cực đại đặc trưng của AgNPs ở 420 nm . Các hạt AgNPs sau khi tổng hợp ở ba điều kiện tối ưu được dùng để nghiên cứu đặc tính hóa lý và ứng dụng xúc tác.



Hình 1: Quy trình tổng hợp và ứng dụng AgNPs

2.4 Phương pháp phân tích các đặc tính hóa lý

Sự hiện diện của các nhóm chức có trong mẫu nano vàng và mẫu cao dịch chiết khô được phân tích bằng phương pháp phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR) trên máy quang phổ 27 Bruker Tensor (Đức) trong phạm vi số sóng $4000-500\text{ cm}^{-1}$. Cấu trúc tinh thể của mẫu nano vàng được phân tích bằng phương pháp nhiễu xạ tia X trên máy Shimadzu 6100 diffractometer (Nhật Bản), hoạt động ở điện áp 40 kV, dòng điện 30 mA với bức xạ $\text{CuK}\alpha$ có bước sóng $1,5406\text{ nm}$ với tốc độ quét $0,05^\circ/\text{s}$, bước nhảy $0,02^\circ$ trong phạm vi 2θ từ 10° đến 80° . Hình thái và kích thước của các hạt nano vàng được xác định bởi kính hiển vi điện tử quét (FE-SEM) trên máy FE-SEM S4800 (Nhật Bản). Thành phần các nguyên tố có trong mẫu AgNPs

được phân tích bằng phương pháp phổ tán xạ năng lượng tia X, tích hợp trên máy FE-SEM S4800.

2.5 Phương pháp nghiên cứu hoạt tính xúc tác của AgNPs

Hoạt tính xúc tác của AgNPs cho phản ứng khử MB với sự có mặt của NaBH₄ đã được khảo sát trong cuvet thủy tinh thể tích 3 mL với chiều dài đường quang 1,0 cm [13]. Qui trình thực hiện được tóm tắt như sau: 2,5 mL MB (0,1 mM) và 0,5 mL NaBH₄ (0,1 M) được trộn trong cuvet ở nhiệt độ phòng, sau đó thêm 3 mg xúc tác. Sau mỗi 2 phút, phản ứng khử MB được kiểm tra bằng máy quang phổ UV-Vis. Hằng số tốc độ phản ứng được xác định theo phương trình sau:

$$kt = -\ln \frac{A_t}{A_0} \quad (1)$$

Trong đó k là hằng số tốc độ động học bậc nhất (s⁻¹); t là thời gian phản ứng (s); A₀ và A_t lần lượt là độ hấp thụ quang của dung dịch MB tại thời điểm ban đầu và tại thời điểm khảo sát t.

Năng lượng hoạt hóa (E_a, kJ/mol) của phản ứng khử MB khi có mặt các hạt AgNPs cũng được đánh giá theo phương trình Arrhenius:

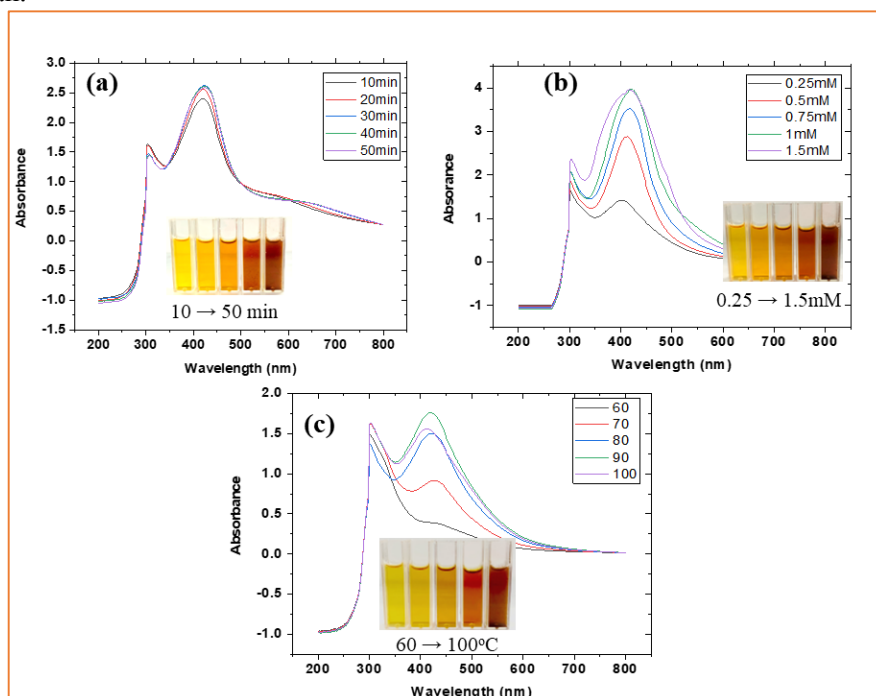
$$\ln k = -\frac{E_a}{RT} + \ln A \quad (2)$$

Trong đó: T (K) là nhiệt độ tuyệt đối, R (8,314 J.K⁻¹.mol⁻¹) là hằng số khí lý tưởng và A là hệ số. Ở đây, E_a có thể được ước tính dựa trên đường hồi qui tuyến tính của lnk theo 1/T với hệ số góc bằng - E_a/R. Hằng số tốc độ k ở các nhiệt độ T khác nhau được xác định bằng cách thực hiện phản ứng khử MB ở các nhiệt độ từ 30 °C đến 70 °C, tương tự phần khảo sát được mô tả phía trên.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Tối ưu hóa tổng hợp AgNPs

Các thông số tổng hợp bao gồm nồng độ ion kim loại, thời gian phản ứng và nhiệt độ phản ứng đã ảnh hưởng mạnh mẽ đến kích thước của các hạt nano bạc thu được. Quá trình tối ưu hoá các thông số này sẽ giúp thu được các hạt có kích thước hợp lý, dung dịch có độ bền vững nhiệt động cao và khó bị keo tụ hơn theo thời gian.



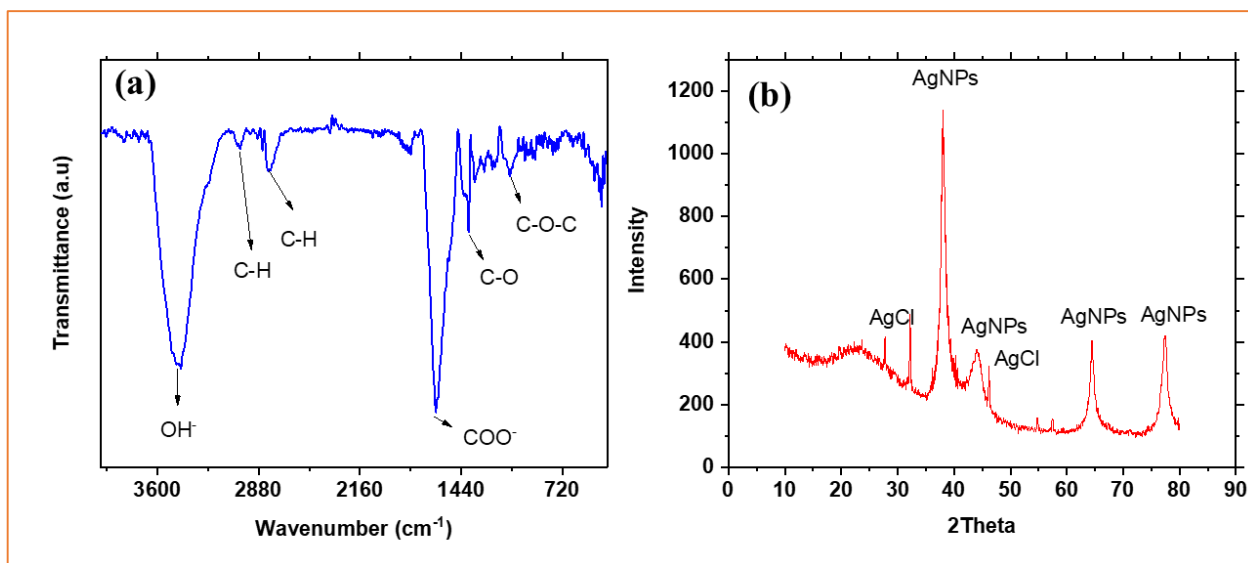
Hình 2: Phổ UV-Vis của dung dịch AgNPs theo thời gian (a), nồng độ (b) và nhiệt độ (c)

Trong công trình này, thời gian phù hợp cho phản ứng được khảo sát bằng cách mang dung dịch nano đi đo quang một lần sau mỗi 10 phút, trong khi nồng độ và nhiệt độ được giữ cố định (Hình 2a). Kết quả quan sát ở hình 2a cho thấy thời gian tối ưu để tổng hợp nano bạc là 30 phút. Với thời gian tổng hợp lớn hơn 30

phút thì độ hấp thụ quang học hầu như không thay đổi, cho thấy lượng AgNPs sinh ra là cực đại. Nồng độ ion bạc được khảo sát bằng cách thay đổi nồng độ dung dịch AgNO_3 trong khoảng 0,25-1,15 mM, nhiệt độ và thời gian được giữ cố định (Hình 2b). Kết quả cho thấy nồng độ ion ảnh hưởng nhiều đến sự hình thành của hạt nano, nồng độ càng tăng độ hấp thụ quang học càng cao, số lượng nano sinh ra càng nhiều. Khi đến nồng độ nhất định nào đó thì độ hấp thụ quang học hầu như không đổi, cho thấy lượng nano sinh ra là tối ưu. Qua thực nghiệm xác định được nồng độ thích hợp của AgNO_3 để tổng hợp AgNPs là 1,0 mM. Cuối cùng, nhiệt độ phản ứng được khảo sát trong khoảng 60-100 °C, nồng độ và thời gian được giữ cố định (Hình 2c). Kết quả chỉ ra rằng, nhiệt độ càng cao thì độ hấp thụ quang học cũng tăng theo, sau đó đạt tối ưu. Ở nhiệt độ cao hơn, các phân tử chuyển động nhanh, số va chạm hiệu quả tăng nhanh dẫn đến hạt nano tạo thành nhanh, dễ bị keo tụ, hạt có kích thước lớn gây giảm mật độ quang [7]. Như vậy, nhiệt độ tốt nhất để tổng hợp AgNPs là 90 °C.

3.2 Đặc trưng hóa lý của AgNPs

Kết quả phân tích nhiễu xạ tia X và FT-IR

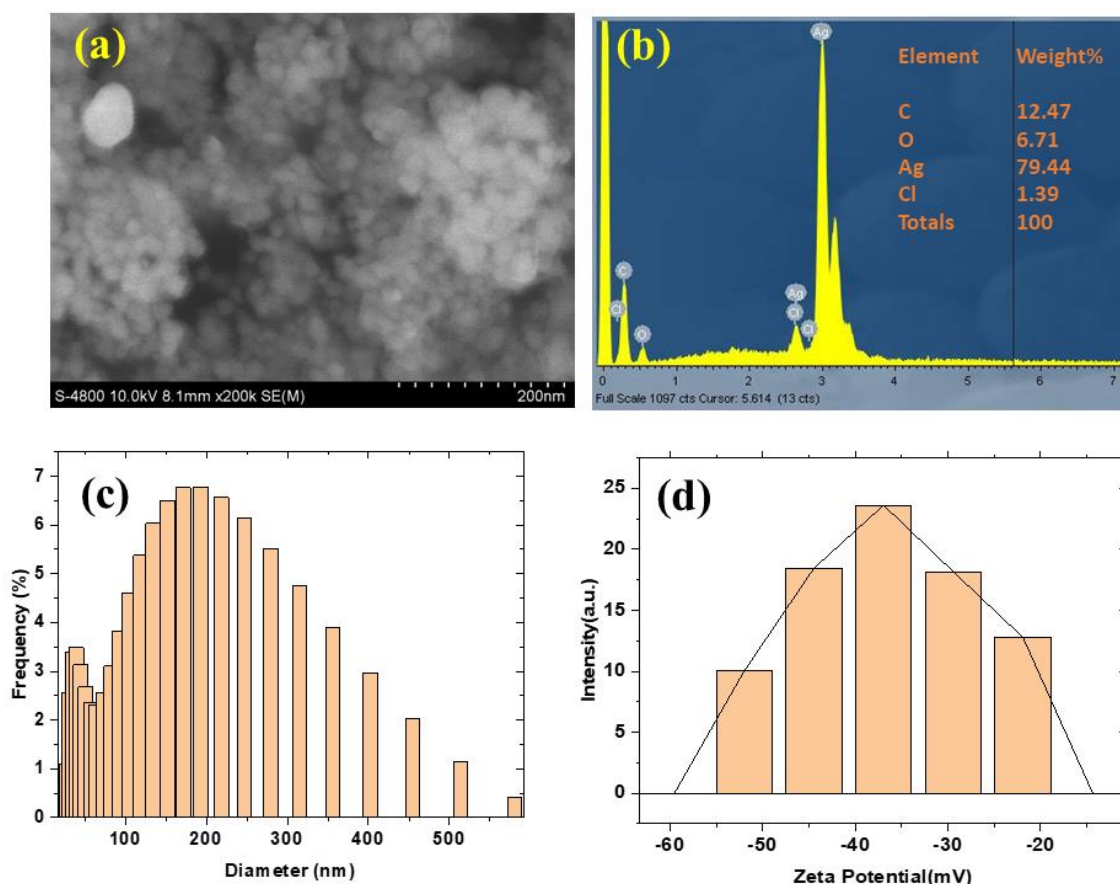


Hình 3: Giản đồ XRD và phổ FTIR của mẫu AgNPs

Kết quả phân tích FTIR của mẫu AgNPs cho thấy sự xuất hiện các dải phổ ở các đỉnh 476, 887, 1062, 1351, 1523, 2814, 2920 và 3462 cm⁻¹ (Hình 4a). Đặc trưng cho dao động kéo dài của nhóm -OH là sự xuất hiện đỉnh phổ tại 3462 cm⁻¹ [14]. Đỉnh phổ ở vị trí khoảng 2920 và 2814 cm⁻¹ đặc trưng cho liên kết nhóm C-H. Đỉnh phổ tại vị trí 1523 cm⁻¹ là do dao động của liên kết C=C trong nhân thơm. Các đỉnh phổ tại số sóng 1351 cm⁻¹ và 1062 cm⁻¹ tương ứng với các liên kết C-O và C-O-C [15]. Các nhóm chức chính này là của các hợp chất hữu cơ có trong dịch chiết, bám vào các hạt nano sau khi kết thúc phản ứng giữa dịch chiết và ion kim loại. Chính các hợp chất hữu cơ này đã đóng vai trò là chất ổn định, ngăn cản sự kết tụ các hạt nano.

Các đặc điểm cấu trúc tinh thể của mẫu AgNPs được xác định bởi giản đồ XRD, trình bày trong Hình 4b. Giản đồ XRD của mẫu AgNPs cho thấy các peak 2θ giá trị 38,4°, 44,4°, 64,8° và 77,5° đặc trưng cho các mặt phẳng (111), (200), (220) và (311) trong tinh thể lập phương tâm diện của AgNPs, tương ứng thể XRD chuẩn số 00-004-0783. Các đỉnh peak ở 27,8°, 32,2°, 46,2°, 54,8°, 57,4° và 67,3° tương ứng với phản xạ từ các mặt phẳng (111), (200), (220), (311), (222) và (420) tinh thể AgCl (thể số 00-001-1013). Sự hiện diện của tinh thể AgCl trong mẫu AgNPs có thể là do phản ứng của ion Ag^+ với ion clorua có trong dịch chiết [16].

Ảnh FE-SEM, phổ EDX, DLS và thế zeta

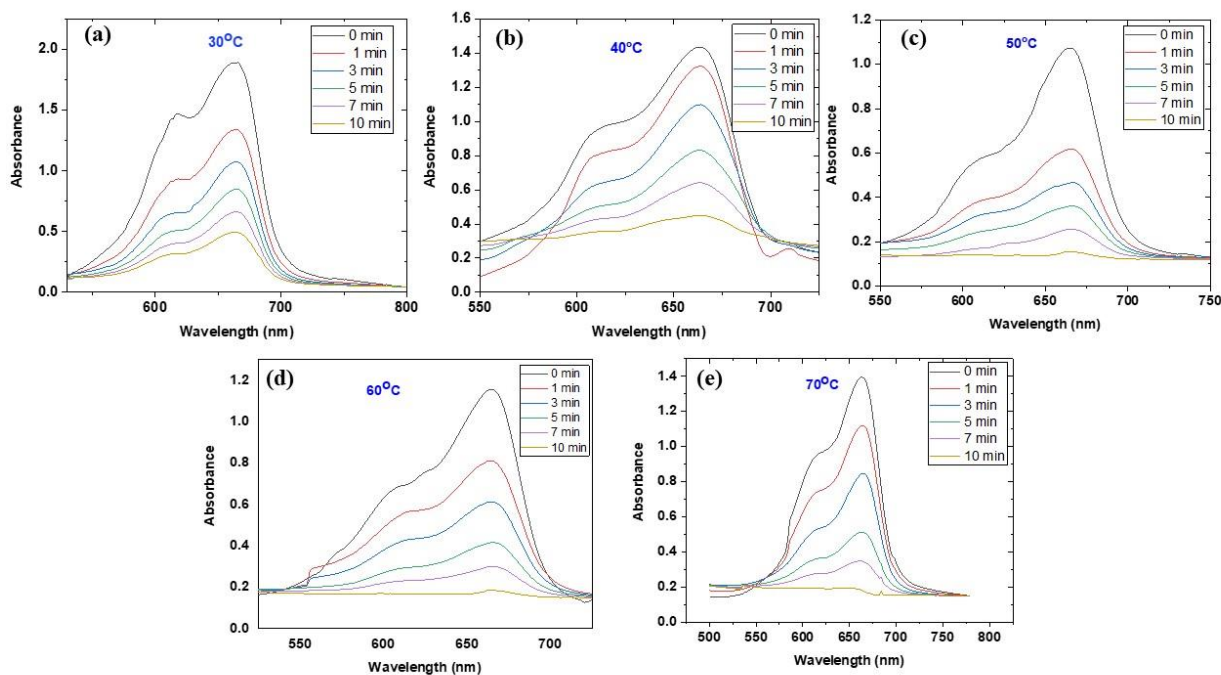


Hình 4: Ảnh FE-SEM (a), Phổ EDX (b), phân bố kích thước hạt (c), và thế zeta của AgNPs

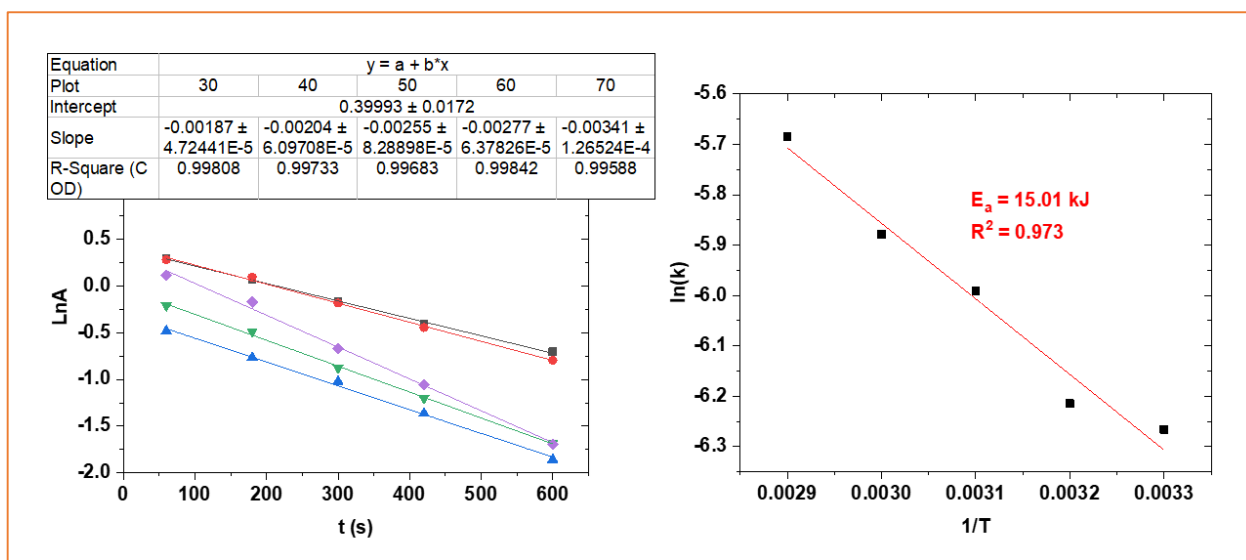
Tính ổn định của AgNPs trong dung dịch là yếu tố chính ảnh hưởng đến các ứng dụng thực tế và thời hạn sử dụng của các hạt nano này. Nói chung, tính ổn định của AgNPs phần lớn phụ thuộc vào kích thước, giá trị pH dung dịch và lớp hữu cơ bảo vệ bên ngoài. Ngoài ra, tính ổn định của AgNPs còn có thể được đánh giá thông qua giá trị thế zeta. Thế zeta cao hơn +30 mV hoặc nhỏ hơn -30 mV là dấu hiệu của sự phân tán ổn định [17], do các hạt nano tích điện mạnh làm cho lực đẩy Columb giữa các hạt đủ lớn để phân tán các hạt trong dung dịch một cách bền vững. Hình 4d cho thấy thế zeta của AgNPs trong môi trường trung tính đo được là -36 mV, cao hơn đáng kể so với mẫu AgNPs đã công bố trước đây, như được AgNPs sinh tổng hợp bằng cách sử dụng chiết xuất thực vật vỏ chuối (-11 mV) [18], carboxymethylated gum kondagogu (-18,7 mV) [19], và chiết xuất lá *O. basilicum* (-24,3 mV) [2]. Giá trị thế zeta cao của mẫu AgNPs cho thấy sự phân tán ổn định tuyệt vời của dung dịch AgNPs, được đảm bảo bởi lực đẩy tĩnh điện mạnh giữa các hạt AgNPs. Điện tích âm của AgNPs có thể là do các nhóm tích điện âm như -OH và -COOH có trong hợp chất hữu cơ bao phủ các hạt nano này.

3.3 Động học phản ứng xúc tác phân hủy MB

Các đặc tính xúc tác của AgNPs đã được khảo sát đối với phản ứng khử MB với chất khử NaBH₄. Phản ứng này được coi là phản ứng điển hình để đánh giá hoạt tính xúc tác của các hạt nano kim loại như nano Ag, Au và Pt [20].



Hình 5: Phổ UV-Vis của phản ứng khử MB tại các nhiệt độ khác nhau, sử dụng xúc tác AgNPs



Hình 6: Đường động học bậc 1 tại các nhiệt độ khác nhau và năng lượng hoạt hóa của phản ứng khử MB, sử dụng xúc tác AgNPs

Cơ chế của phản ứng khử MB, sử dụng xúc tác AgNPs và chất khử NaBH_4 đã được công bố trước đây. Cơ chế bao gồm ba giai đoạn chính. Trong giai đoạn đầu, xảy ra quá trình hấp phụ các phân tử MB trên bề mặt AgNPs. Giai đoạn thứ hai bắt đầu với sự vận chuyển điện tử giữa các phân tử MB và NaBH_4 , kết thúc bằng việc tạo ra các sản phẩm khử tương ứng. Sau đó, các phân tử sản phẩm sẽ được giải phóng khỏi bề mặt của AgNPs, quá trình hấp phụ MB sẽ được tiếp tục và bề mặt xúc tác sẵn sàng cho một chu kỳ khử MB mới [20]. Trong nghiên cứu này, chất xúc tác AgNPs đã được sử dụng với một lượng nhỏ để tránh sự chông đing phổ UV-Vis của các hạt nano và đing hấp thụ của các phân tử MB. Tiến trình của phản ứng khử MB tại các nhiệt độ khác nhau sử dụng xúc tác AgNPs được thể hiện qua phổ UV-Vis, trình bày trong Hình 5. Sau khi thêm vào xúc tác AgNPs, cường độ của đing MB giảm nhanh chóng, là bằng chứng cho việc chuyển đổi thành công.

Đối với loại phản ứng khử chất hữu cơ này, NaBH_4 dư được sử dụng thường xuyên nhất, vì vậy động học của phản ứng có thể được mô tả bằng phản ứng bậc một biểu kiến (Hình 6). Theo đó, hằng số tốc độ khử (k) có thể được tính từ đồ thị của $-\ln(A_t/A_0)$ với thời gian phản ứng t . Có thể thấy rằng, phụ thuộc thời gian của đồ thị $-\ln(A_t/A_0)$ là một đường tuyến tính với hệ số tương quan R^2 xấp xỉ bằng 1, xác nhận động học biểu kiến bậc một của phản ứng khử MB. Cần chú ý rằng, năng lượng hoạt hóa là một đại lượng quan trọng trong động học xúc tác, khẳng định khả năng xảy ra của phản ứng. Đây là mức năng lượng cần thiết để đạt đến trạng thái chuyển tiếp, trạng thái trung gian trong một phản ứng hóa học có năng lượng cao hơn các chất phản ứng hoặc các sản phẩm. Năng lượng hoạt hóa của một phản ứng hóa học liên quan chặt chẽ đến tốc độ của nó. Cụ thể, năng lượng hoạt hóa càng cao thì phản ứng hóa học càng chậm. Điều này là do các phân tử chỉ có thể hoàn thành phản ứng khi chúng đã đạt đến đỉnh của hàng rào năng lượng hoạt hóa. Hàng rào càng cao thì càng ít phân tử có đủ năng lượng để vượt qua tại bất kỳ thời điểm nào. Quá trình khử hoàn toàn MB có thể đạt được trong 10 phút bởi xúc tác AgNPs với hằng số tốc độ bậc một biểu kiến là $1,87 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ và năng lượng hoạt hóa $15,01 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. Năng lượng hoạt hóa nhỏ khi có mặt của xúc tác, chứng tỏ phản ứng phân hủy MB đã vượt qua rào cản động học, diễn ra thuận lợi tạo thành sản phẩm.

4. KẾT LUẬN

Bằng phương pháp tổng hợp xanh đã tổng hợp thành công các hạt AgNPs hình cầu có kích thước hạt trung bình 20 nm mà không sử dụng bất kỳ chất khử và chất ổn định thương mại đắt tiền nào. Công trình này đã chứng minh tính hiệu quả của dịch chiết từ hoa *Aglaia duperreana* trong việc khử các ion bạc thành các hạt nano tương ứng và làm bền các hạt nano tạo thành. Các hạt nano AgNPs phân tán tốt trong môi trường nước với tính bền vững và ổn định cao. Đối với khảo sát xúc tác, các hạt AgNPs cho thấy khả năng xúc tác rất tốt cho các phản ứng phân hủy chất hữu cơ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] V. D. Doan et al., High-efficient reduction of methylene blue and 4-nitrophenol by silver nanoparticles embedded in magnetic graphene oxide, *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 2021, doi: 10.1007/s11356-021-13597-z.
- [2] H. Karimi-Maleh et al., Recent advances in using of chitosan-based adsorbents for removal of pharmaceutical contaminants: A review, *J. Clean. Prod.*, vol. 291, p. 125880, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.125880.
- [3] V. Soni et al., Sustainable and green trends in using plant extracts for the synthesis of biogenic metal nanoparticles toward environmental and pharmaceutical advances: A review, *Environ. Res.*, vol. 202, p. 111622, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.ENVRES.2021.111622
- [4] K. Zhang et al., Recent Advances in the Nanocatalyst-Assisted NaBH_4 Reduction of Nitroaromatics in Water, *ACS Omega*, 2019, doi: 10.1021/acsomega.8b03051.
- [5] V. D. Doan et al., Green synthesis of silver nanoparticles using *Aganonerion polymorphum* leaves extract and evaluation of their antibacterial and catalytic activity, *Mater. Res. Express*, vol. 6, no. 11, p. 1150, Nov. 2019, doi: 10.1088/2053-1591/ab5128.
- [6] M. Mani et al., Studies on the spectrometric analysis of metallic silver nanoparticles (Ag NPs) using *Basella alba* leaf for the antibacterial activities, *Environ. Res.*, vol. 199, p. 111274, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.envres.2021.111274.
- [7] V. T. Le et al., Highly Effective Degradation of Nitrophenols by Biometal Nanoparticles Synthesized using *Caulis Spatholobi* Extract, *J. Nanomater.*, vol. 2021, pp. 1–11, Mar. 2021, doi: 10.1155/2021/6696995.
- [8] V. D. Doan et al., Biosynthesis of Silver and Gold Nanoparticles Using Aqueous Extract of *Codonopsis pilosula* Roots for Antibacterial and Catalytic Applications, *J. Nanomater.*, vol. 2020, pp. 1–18, Jun. 2020, doi: 10.1155/2020/8492016.
- [9] V. T. Le et al., Silver and Gold Nanoparticles from *Limnophila rugosa* Leaves: Biosynthesis, Characterization, and Catalytic Activity in Reduction of Nitrophenols, *J. Nanomater.*, vol. 2021, pp. 1–11, May 2021, doi: 10.1155/2021/5571663.
- [10] C. Yu et al., Green biosynthesis of silver nanoparticles using erobotrya japonica (thunb.) leaf extract for reductive catalysis, *Materials (Basel)*, vol. 12, no. 1, 2019, doi: 10.3390/ma12010189.
- [11] V. Kumar et al., Green synthesis of silver nanoparticles using leaf extract of *Holoptelea integrifolia* and preliminary investigation of its antioxidant, anti-inflammatory, antidiabetic and antibacterial activities, *J. Environ. Chem. Eng.*, vol. 7, no. 3, p. 103094, 2019, doi: 10.1016/j.jece.2019.103094.
- [12] D.N. Olennikov et al., Chemical composition of *Callisia fragrans* juice 1. Phenolic compounds. *Chem Nat Compd*, 44, 776–777 (2008). <https://doi.org/10.1007/s10600-009-9174-8>
- [13] S. Nayak et al., Green synthesis of gold nanoparticles from banana pith extract and its evaluation of antibacterial

activity and catalytic reduction of Malachite green dye, *J. Microbiol. Biotechnol. Food Sci.*, vol. 7, no. 6, pp. 641–645, 2018, doi: 10.15414/jmbfs.2018.7.6.641-645.

[14] O. Pryshchepa, P. Pomastowski, and B. Buszewski, Silver nanoparticles: Synthesis, investigation techniques, and properties, *Adv. Colloid Interface Sci.*, vol. 284, pp. 87–100, 2020, doi: 10.1016/j.cis.2020.102246.

[15] T. T. Vo, et al., Biogenic synthesis of silver and gold nanoparticles from *Lactuca indica* leaf extract and their application in catalytic degradation of toxic compounds, *J. Inorg. Organomet. Polym. Mater.*, vol. 30, no. 2, pp. 388–399, 2020, doi: 10.1007/s10904-019-01197-x.

[16] T. My-Thao Nguyen, et al., Biosynthesis of metallic nanoparticles from waste *Passiflora edulis* peels for their antibacterial effect and catalytic activity, *Arabian Journal of Chemistry*, Volume 14, Issue 4, 2021, 103096, ISSN 1878-5352, <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2021.103096>.

[17] V. Malapermal et al., Enhancing antidiabetic and antimicrobial performance of *Ocimum basilicum*, and *Ocimum sanctum* (*L.*) using silver nanoparticles, *Saudi J. Biol. Sci.*, vol. 24, no. 6, pp. 1294–1305, 2017, doi: 10.1016/j.sjbs.2015.06.026.

[18] T. Kokila, P. S. Ramesh, and D. Geetha, Biosynthesis of silver nanoparticles from Cavendish banana peel extract and its antibacterial and free radical scavenging assay: a novel biological approach, *Appl. Nanosci.*, vol. 5, no. 8, pp. 911–920, 2015, doi: 10.1007/s13204-015-0401-2.

[19] A. J. Kora, R. B. Sashidhar, and J. Arunachalam, Gum kondagogu (*Cochlospermum gossypium*): A template for the green synthesis and stabilization of silver nanoparticles with antibacterial application, *Carbohydr. Polym.*, vol. 82, no. 3, pp. 670–679, 2010, doi: 10.1016/j.carbpol.2010.05.034.

[20] V.D. Doan et al., Biosynthesis of Gold Nanoparticles Using *Litsea cubeba* Fruit Extract for Catalytic Reduction of 4-Nitrophenol,” *J. Nanomater.*, vol. 2020, no. Lc, pp. 1–10, Jun. 2020, doi: 10.1155/2020/4548790.

GREEN SYNTHESIS AND STUDY ON CATALYTIC ACTIVITY OF SILVER NANOPARTICLES OBTAINED FROM AGLAIA DUPPERREANA FLOWER EXTRACT

BACH THI MY HIEN^{1*}, NGUYEN THI LAN HUONG²

¹*Faculty of Chemical Engineering, Industrial university of Hochiminh City*

²*Institute of Biotechnology and Food Technology, Industrial university of Hochiminh City*

*Corresponding author: bachthimyhien@iuh.edu.vn

Abstract. In this work, a green and simple method was utilized to fabricate silver nanoparticles (AgNPs) using *Aglaia duperreana* extract as reducing and capping agents. The best condition for the AgNPs production were optimized at 30 min, 90 °C, and 1.0 mM Ag⁺. A highly crystalline face-centered cubic structure of the biosynthesized silver nanoparticles was confirmed by XRD analysis. FE-SEM measurements showed that, AgNPs were in a spherical shape with an average size of 20 nm. FTIR, EDX, and DLS techniques were also used to identify the presence of biomolecules, playing role in stabilizing the nanoparticles. The fabricated silver nanoparticles were further studied for the reduction reaction of Methylene Blue (MB). The results indicated that AgNPs showed a good catalytic performance in the reduction of MB by NaBH₄. At the temperature of 30°C, the reduction of MB could be finished after 10 min with the pseudo-first-order rate constant of 1,87.10⁻³ s⁻¹ and activation energy of 15.01 kJ.mol⁻¹ using AgNPs as catalysts.

Keywords: Silver nanoparticles, biosynthesis, *Aglaia duperreana*, catalytic activity, Methylene Blue.

Ngày gửi bài: 25/07/2022

Ngày chấp nhận đăng: 24/10/2022