

NGHIÊN CỨU TỔNG HỢP VẬT LIỆU HỖN HỢP NANO Cu – Ag

Nguyễn Tấn Lượng*, Đào Khắc Toàn, Tôn Nữ Mỹ Phương,
Nguyễn Thị Thanh Hải, Trần Thái Hòa

Khoa Hóa học, trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

*Email: ntluong881998@gmail.com

Ngày nhận bài: 11/5/2020; ngày hoàn thành phần biên: 12/5/2020; ngày duyệt đăng: 14/7/2020

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, vật liệu hỗn hợp nano Cu-Ag (Cu-AgNPs) được tổng hợp bằng phương pháp khử hóa học với một quy trình đơn giản sử dụng hydrazine monohydrate ($N_2H_4.H_2O$) làm chất khử và alginate làm chất bảo vệ. Chúng tôi tiến hành khảo sát các yếu tố ảnh hưởng như: tỷ lệ $Cu^{2+}:Ag^+$, nồng độ alginate, nhiệt độ, pH và thời gian phản ứng để đưa ra được điều kiện tối ưu cho quá trình tổng hợp Cu-AgNPs. Vật liệu Cu-AgNPs được đặc trưng bởi các phương pháp: quang phổ hấp thụ phân tử (UV-Vis), kính hiển vi điện tử quét (SEM), kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM), nhiễu xạ tia X (XRD) và tán sắc năng lượng tia X (EDX) để phân tích hình thái, cấu trúc và thành phần của vật liệu.

Từ khóa: alginate, hạt nano Cu-Ag, hydrazine monohydrate, phương pháp khử hóa học.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, vật liệu nano - đặc biệt là nano kim loại đã thu hút được sự quan tâm do các đặc tính và ứng dụng của chúng trong rất nhiều lĩnh vực như: quang, điện, từ, cơ, xúc tác, mỹ phẩm và công nghệ sinh học [1,2, 3]. Các nano kim loại quý như Au, Ag và Pt đã được nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi do chúng bền và dễ sử dụng trong không khí tuy nhiên có giá thành cao [4]. Để giải quyết vấn đề chi phí, nano đồng (CuNPs) là một trong những vật liệu được thay thế do nó có trữ lượng lớn và giá thành rẻ hơn mặc dù chúng đều là các kim loại quý [5]. Như chúng ta đã biết, nano đồng và nano bạc (AgNPs) là hai trong số các nano kim loại có hoạt tính kháng và diệt được nhiều loại vi khuẩn và nấm [6, 7]. Do đó chúng đã được nghiên cứu để ứng dụng trong lĩnh vực y dược và nông nghiệp [12,13]. Việc sử dụng đồng thời cả hai loại nano có thể tăng được hiệu quả kháng vi sinh vật đồng thời hạ giá thành sản phẩm.

Có nhiều phương pháp khác nhau để tổng hợp vật liệu nano như: phân hủy nhiệt [10], phương pháp polyol [11], khử hóa học [12], nhiệt vi sóng [13]... Trong đó, phương pháp khử hóa học được sử dụng phổ biến do thiết bị đơn giản, dễ thực hiện và chi phí thấp. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành tổng hợp vật liệu hỗn hợp nano Cu-Ag (Cu-AgNPs) bằng phương pháp khử hóa học với chất khử là hydrazine monohydrate và chất bảo vệ là alginate. Quá trình tạo thành sản phẩm diễn ra theo phản ứng sau:



2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Hóa chất

Muối đồng (II) sulfate pentahydrate ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, độ tinh khiết 98%), muối bạc nitrat (AgNO_3 , độ tinh khiết 98%), hydrazine monohydrate ($\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, nồng độ 80%) được sử dụng của hãng Merck (Đức). Amoni hydroxit (NH_4OH 25%) của Trung Quốc.

2.2. Các phương pháp đặc trưng vật liệu

Phổ UV-Vis xác định đỉnh hấp thụ cực đại, độ dịch chuyển của các đỉnh hấp thụ cực đại. Giảm nhiễu xạ XRD xác định cấu trúc tinh thể của vật liệu nano thu được. Ảnh SEM và TEM xác định hình thái cấu trúc, kích thước và phổ EDX phân tích thành phần hóa học của vật liệu.

2.3. Phương pháp tổng hợp vật liệu

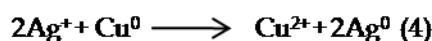
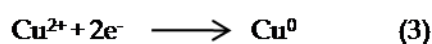
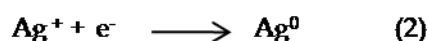
Cho dung dịch $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,1 M và AgNO_3 0,1 M vào cốc chứa 50 mL. Sau đó dung dịch $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 5% được thêm vào. Hỗn hợp được khuấy cho tới đồng nhất trên máy khuấy từ gia nhiệt. Thêm tiếp dung dịch alginate 1,2% vào cốc. pH của dung dịch phản ứng được điều chỉnh bằng dung dịch NaOH 1M, HCl 1M. Gia nhiệt hỗn hợp đến nhiệt độ phản ứng, sau đó nhỏ từ từ dung dịch $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ để thực hiện phản ứng khử [6].

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

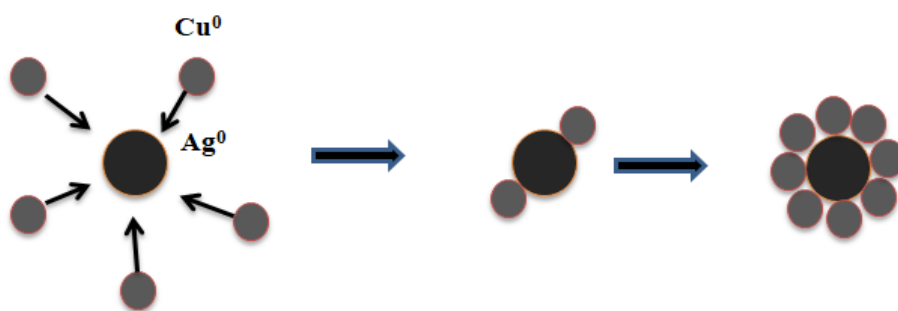
3.1. Ảnh hưởng của tỉ lệ nồng độ giữa Cu^{2+} và Ag^+

Các thông số tiến hành phản ứng tổng hợp Cu-AgNPs như sau: nồng độ alginate là 0,6%; nồng độ hydrazine là 0,5M; nhiệt độ phản ứng là 90°C; pH = 9. Ở đây chúng tôi sử dụng dư hàm lượng chất khử hydrazine để giảm thiểu sự oxy hóa của CuNPs sau khi tạo thành. Ký hiệu các mẫu với tỉ lệ nồng độ khác nhau của Cu^{2+} và Ag^+ được thể hiện ở Bảng 1.

Kết quả ở Hình 2 cho thấy: phổ UV-Vis của mẫu M1 và M13 (mẫu có tỉ lệ $\text{Cu}^{2+} : \text{Ag}^+$ là 0:10 và 10:0) chỉ có 1 peak hấp thụ với ở 435nm và 581 nm là khoảng bước sóng hấp thụ đặc trưng của dung dịch nano bạc và nano đồng [14], [7]. Các mẫu từ M2 đến M7 mặc dù trong dung dịch phản ứng có Cu^{2+} nhưng sản phẩm sau phản ứng chỉ tồn tại tại AgNPs mà không có CuNPs có thể là do nồng độ Cu^{2+} quá nhỏ. Hơn nữa do thế điện cực chuẩn của $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0$ (+ 0,34 eV) là khá thấp nên tốc độ khử Cu^{2+} sẽ xảy ra chậm, trong khi đó thế điện cực chuẩn của Ag^+/Ag^0 (+ 0,78 eV) là khá cao nên tốc độ khử sẽ nhanh hơn Cu^{2+} [11]. Mặt khác, trong điều kiện phản ứng có hàm lượng Ag^+ lớn, ngoài phản ứng khử Cu^{2+} , Ag^+ ((2) và (3)) còn có thể xảy ra phản ứng thay thế (4) [11].



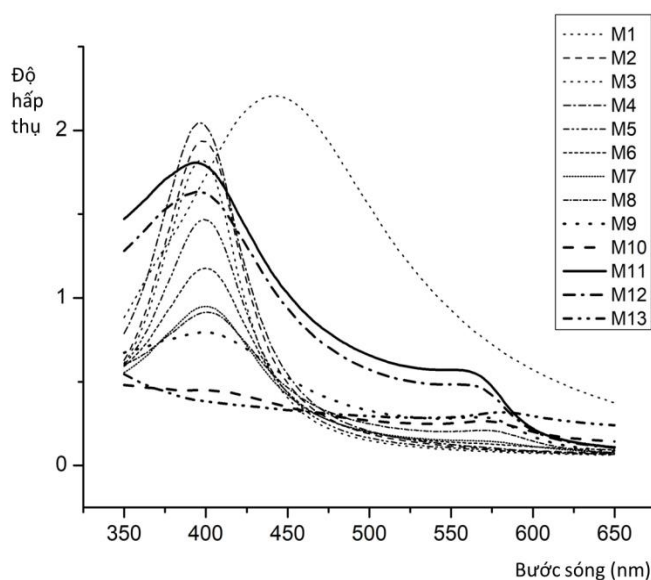
Phổ UV-Vis của các mẫu khác (M8 đến M12) đều thể hiện được 2 peak hấp thụ đặc trưng của nano đồng và nano bạc tuy nhiên bước sóng hấp thụ cực đại (λ_{max}) của các peak có sự dịch chuyển khi thay đổi tỉ lệ $\text{Cu}^{2+} : \text{Ag}^+$ (thể hiện ở Bảng 1). Điều này chứng tỏ trong các mẫu này đã tạo nên hỗn hợp nano đồng và nano bạc trong dung dịch phản ứng. Như chúng ta đã biết, trong phổ UV-Vis, peak hấp thụ càng nhọn thì kích thước các hạt nano tạo ra càng đồng đều. Mặt khác nếu peak hấp thụ dịch chuyển về phía bước sóng càng ngắn thì kích thước hạt tạo thành càng nhỏ [15]. Từ Bảng 1 và Hình 2 có thể thấy: λ_{max} của AgNPs trong các mẫu hỗn hợp nano Cu-Ag (M8 đến M12) có sự dịch chuyển về phía bước sóng ngắn khá nhiều đồng thời peak hấp thụ cũng sắc nhọn hơn so với trong mẫu chỉ có nano Ag (M1) chứng tỏ kích thước hạt nhỏ hơn và đồng đều hơn. Điều này có thể giải thích như sau: trong điều kiện phản ứng như trên, Ag^+ sẽ bị khử trước thành Ag^0 sau đó Cu^{2+} sẽ bị khử thành Cu^0 bám trên bề mặt Ag^0 làm cản trở sự lớn lên của các hạt nano Ag. Từ đó cho thấy sản phẩm Cu-AgNPs tạo thành có khả năng có cấu trúc lõi vỏ (Ag@CuNPs) theo cơ chế sau:



Hình 1. Cơ chế tạo thành Cu@AgNPs

Bảng 1. Sự dịch chuyển của λ_{\max} với sự thay đổi tỉ lệ nồng độ $\text{Cu}^{2+} : \text{Ag}^+$

Ký hiệu mẫu	Tỉ lệ nồng độ $\text{Cu}^{2+} : \text{Ag}^+$	λ_{\max} của CuNPs (nm)	λ_{\max} của AgNPs (nm)
M1	0:10	Không xuất hiện	441
M2	1:9	Không xuất hiện	398
M3	2:8	Không xuất hiện	398
M4	3:7	Không xuất hiện	396
M5	4:6	Không xuất hiện	399
M6	5:5	Không xuất hiện	400
M7	6:4	Không xuất hiện	399
M8	7:3	570	401
M9	8:2	566	398
M10	9:1	571	402
M11	20:1	558	395
M12	25:1	561	396
M13	10:0	581	Không xuất hiện



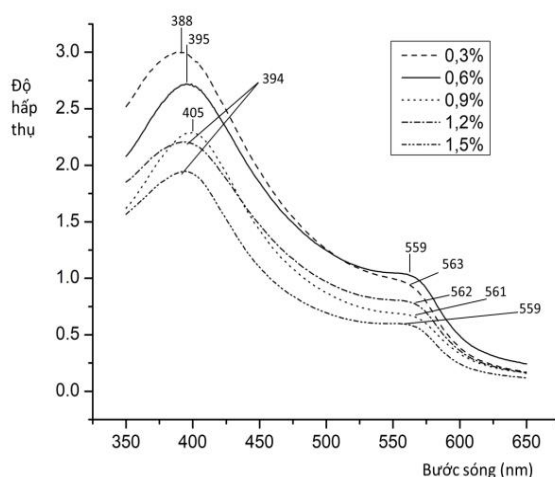
Hình 2. Phổ UV-Vis các dung dịch keo nano Cu-AgNPs tạo thành sau 5 phút phản ứng với các tỉ lệ nồng độ $\text{Cu}^{2+} : \text{Ag}^+$ khác nhau.

Ở phổ UV-Vis của mẫu M11 (tỉ lệ nồng độ $\text{Cu}^{2+} : \text{Ag}^+$ là 20:1) cho thấy: cực đại hấp thụ của bạc và đồng lớn hơn so với các mẫu khác chứng tỏ hàm lượng AgNPs và CuNPs tạo ra là lớn nhất. Do đó chúng tôi chọn tỉ lệ nồng độ này để khảo sát các yếu tố tiếp theo.

3.2. Ảnh hưởng của nồng độ alginate

Chúng tôi cố định điều kiện: tỉ lệ nồng độ $\text{Cu}^{2+} : \text{Ag}^+$ là 20:1; nồng độ hydrazine là 0,5M; nhiệt độ phản ứng là 90°C ; pH=9; riêng nồng độ alginate thay đổi với các giá trị

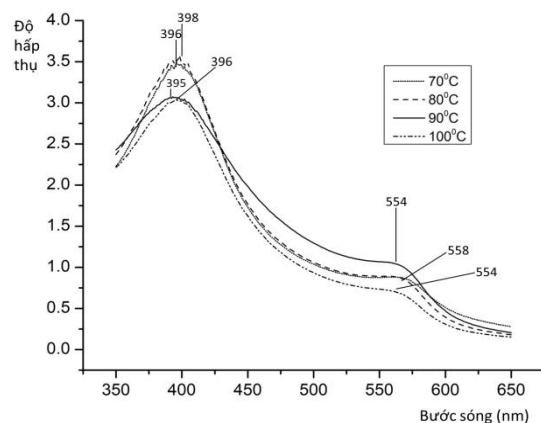
trị 0,3%; 0,6%; 0,9%; 1,2% và 1,5%. Kết quả UV-Vis được thể hiện ở Hình 3. Có thể thấy: khi tăng nồng độ alginate từ 0,3% đến 0,6% thì độ hấp thụ của của nano bạc giảm xuống nhưng không đáng kể và độ hấp thụ của nano đồng tăng lên. Khi tăng nồng độ alginate từ 0,6% đến 1,5% thì độ hấp thụ của nano bạc và đồng đều giảm xuống một cách rõ rệt, nghĩa là hàm lượng các hạt nano bạc, nano đồng tạo thành là ít hơn. Nguyên nhân là do: khi nồng độ alginate càng lớn thì độ nhớt của dung dịch phản ứng càng tăng làm giảm tốc độ và cản trở quá trình khử Cu^{2+} và Ag^+ . Từ Hình 3 cho thấy: nồng độ alginate 0,6% là nồng độ thích hợp cho quá trình khử Cu^{2+} trong điều kiện phản ứng. Khi phản ứng khử Cu^{2+} xảy ra thuận lợi, lượng Cu^0 tạo ra càng nhiều và bám lên bề mặt Ag^0 làm cản trở sự kết tụ của các hạt Ag nên kích thước của AgNPs sẽ nhỏ hơn.



Hình 3. Phổ UV-Vis của keo Cu-AgNPs tạo thành sau 5 phút phản ứng với các nồng độ alginate khác nhau.

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ

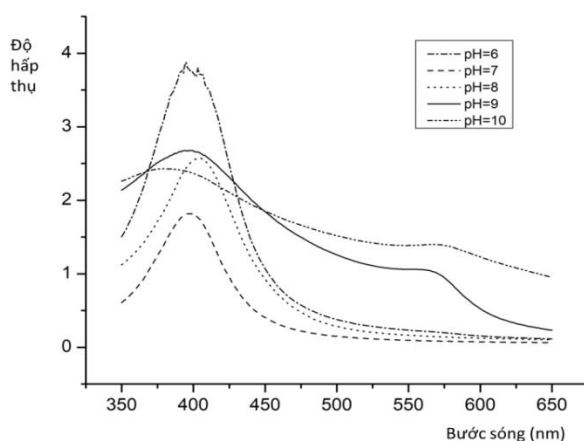
Chúng tôi khảo sát các nhiệt độ 70°C; 80°C; 90°C; 100°C với điều kiện phản ứng: tỉ lệ $\text{Cu}^{2+}:\text{Ag}^+$ là 20:1; nồng độ hydrazine là 0,5M; pH=9; nồng độ alginate là 0,6%. Phổ UV-Vis ở Hình 4 cho thấy: trong điều kiện phản ứng này và với các nhiệt độ khảo sát khác nhau đều cho sản phẩm là hỗn hợp nano Cu-Ag. Tuy nhiên có thể thấy nhiệt độ 90°C và 100°C là thích hợp để tiến hành phản ứng. Chúng tôi sẽ chọn nhiệt độ 90°C để khảo sát các yếu tố tiếp theo.



Hình 4. Phổ UV-Vis các dung dịch keo nano Cu-AgNPs sau 5 phút vớinhiệt độ khác nhau.

3.4. Ảnh hưởng của pH

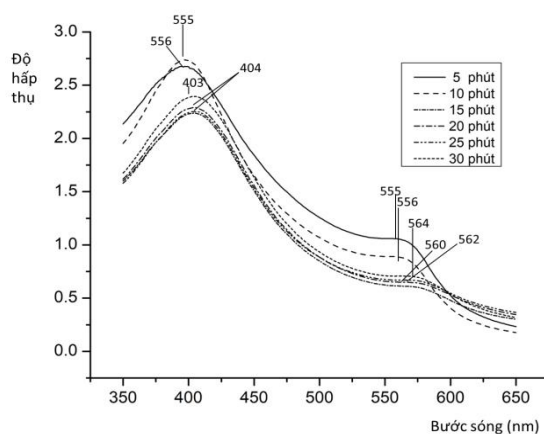
Với các thông số tối ưu đã khảo sát được ở trên, chúng tôi thay đổi pH với các giá trị: 6; 7; 8; 9 và 10. Hình 5 thể hiện phổ UV-Vis của các mẫu sản phẩm. Có thể thấy rõ: ở những mẫu pH=6,7,8 chỉ xuất hiện peak hấp thụ của nano bạc mà không xuất hiện peak hấp thụ nano đồng, ở pH=9 và 10 xuất hiện đồng thời hai peak hấp thụ đặc trưng của nano đồng và nano bạc. Tuy nhiên, peak hấp thụ của CuNPs và AgNPs trong mẫu có pH=9 sắc nhọn hơn so với trong mẫu pH=10, nghĩa là các hạt nano tạo thành có kích thước đồng đều hơn. Từ đó chúng tôi kết luận pH=9 là giá trị thích hợp nhất trong điều kiện của phản ứng.



Hình 5. Phổ UV-Vis của keo nano Cu-AgNPs tạo thành sau 5 phút phản ứng với các giá trị pH khác nhau.

3.5. Ảnh hưởng của thời gian phản ứng

Chúng tôi tiến hành phản ứng với điều kiện thích hợp nhất đã khảo sát được, tiến hành lấy mẫu sau thời gian 5 phút; 10 phút; 15 phút; 20 phút; 25 phút; 30 phút để đo UV-Vis và kết quả được thể hiện ở Hình 6. Có thể thấy rõ ràng rằng: với các thông số trong nghiên cứu này, phản ứng xảy ra nhanh và hiệu quả sau thời gian 5 phút. Nếu thời gian phản ứng càng dài thì các hạt nano có xu hướng kết hợp với nhau tạo thành các hạt có kích thước lớn hơn.



Hình 6. Phổ UV-Vis các dung dịch keo Cu-AgNPs với thời gian phản ứng khác nhau.

Từ những kết quả thu được trong quá trình khảo sát, chúng tôi đưa ra được điều kiện tối ưu để tổng hợp vật liệu hỗn hợp nano Cu-Ag và được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Điều kiện được lựa chọn để tổng hợp vật liệu Cu-AgNPs.

Thông số	Giá trị
Tỉ lệ nồng độ $\text{Cu}^{2+} : \text{Ag}^+$	20:1
Nồng độ hydrazine	0,5 M
Nồng độ alginate	0,6%
pH	9
Nhiệt độ	90°C
Thời gian	5 phút

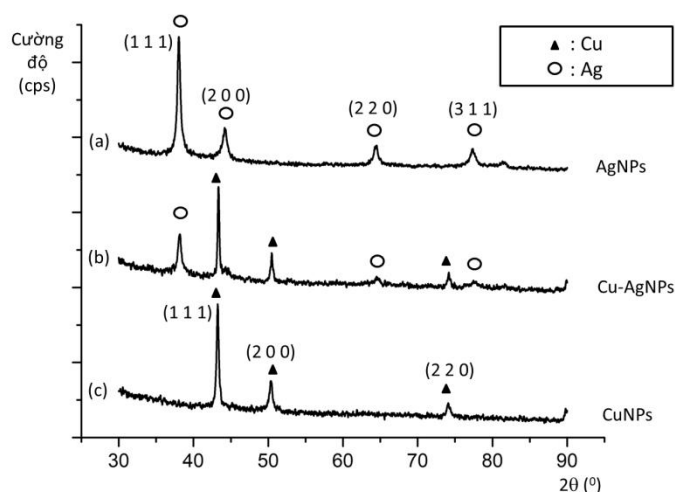
3.6. Đặc trưng vật liệu Cu-AgNPs

Hình 7 trình bày giản đồ nhiễu xạ XRD của vật liệu AgNPs, Cu-AgNPs và CuNPs tương ứng với các mẫu M1, M11, M13. Chúng tôi nhận thấy, trên giản đồ XRD của vật liệu AgNPs (Hình 7a) xuất hiện AgNPs xuất hiện 4 peak tinh thể tại các góc $2\theta = 38,1^\circ$ ($d_{hkl} = 2,360\text{\AA}$); $44,2^\circ$ ($d_{hkl} = 2,044\text{\AA}$); $64,2^\circ$ ($d_{hkl} = 1,444\text{\AA}$); $77,2^\circ$ ($d_{hkl} = 1,232\text{\AA}$)

tương ứng với các mặt phẳng (111), (200), (220) và (311) trong cấu trúc lập phương tâm mặt (FCC) của kim loại Ag (JCPDSCardnumber, 4-783)[16].

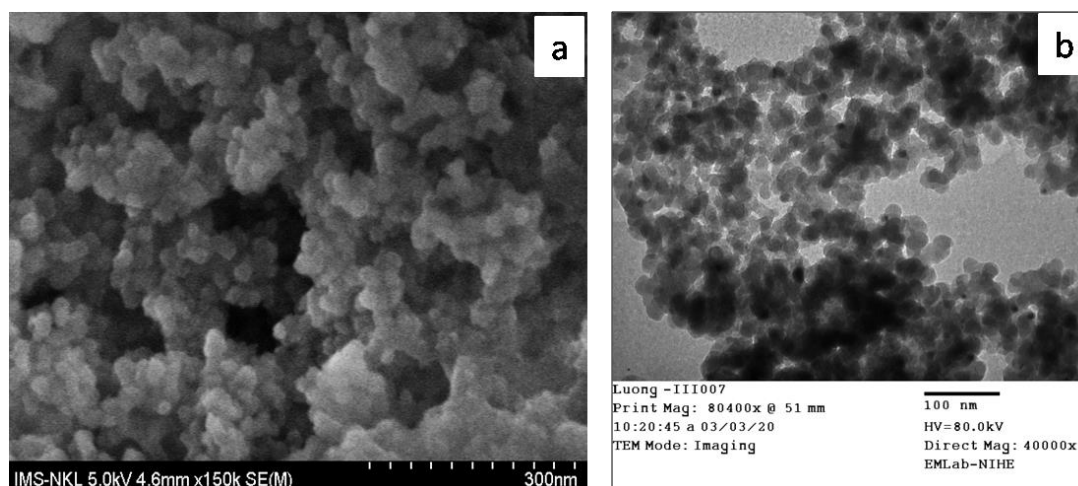
Tương tự, Hình 7 thể hiện giản đồ XRD của vật liệu CuNPs cũng xuất hiện 3 peak tinh thể với cường độ cao nhất hoàn toàn trùng khớp với phổ chuẩn của kim loại đồng tại vị trí các góc $2\theta = 43,23^\circ$ ($d_{hkl} = 2,087 \text{ \AA}$), $2\theta = 50,37^\circ$ ($d_{hkl} = 1,807 \text{ \AA}$), $2\theta = 74,11^\circ$ ($d_{hkl} = 1,277 \text{ \AA}$) tương ứng với mặt (111), (200), (220) thuộc ô mạng Bravais trong cấu trúc lập phương tâm diện của kim loại Cu (JCPDSCard number 04-0836) [17].

Trên giản đồ XRD của vật liệu Cu-AgNPs (Hình 7b) xuất hiện đồng thời các peak tinh thể của cả Cu và Ag, ngoài ra không xuất hiện peak đặc trưng của CuO, Cu₂O hay Cu(OH)₂ chứng tỏ vật liệu chúng tôi tổng hợp được chỉ bao gồm kim loại Cu và Ag.

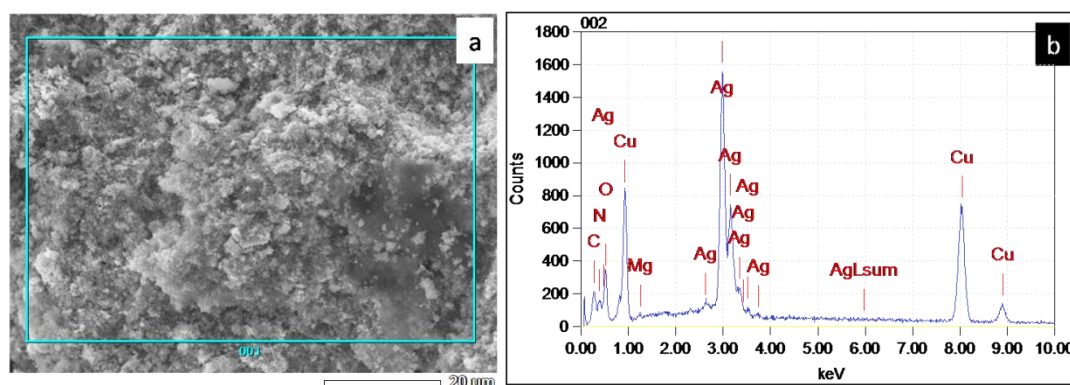


Hình 7. Giản đồ nhiễu xạ XRD của vật liệu CuNPs, AgNPs và Cu-AgNPs

Hình 8 là ảnh SEM và TEM của vật liệu Cu-AgNPs chúng tôi đã tổng hợp được. Có thể thấy, vật liệu Cu-AgNPs thể hiện hình thái cầu có kích thước trung bình khoảng 20nm và khá đồng đều.



Hình 8. Ảnh SEM (a) và ảnh TEM (b) của vật liệu Cu-AgNPs



Hình 9. (a) Ảnh SEM-EDX và (b) phổ EDX của vật liệu Cu-AgNPs

Chúng tôi thực hiện đo phổ tán xạ năng lượng tia X để khảo sát thành phần chính của vật liệu Cu-AgNPs (Hình 9). Từ phổ EDX chúng tôi nhận thấy có các peak năng lượng chứa các nguyên tố chính là Cu và Ag chiếm tỷ lệ tương ứng là 41.63% và 32.91% khối lượng mẫu vật liệu tổng hợp được.

4. KẾT LUẬN

Chúng tôi đã tổng hợp được vật liệu hỗn hợp nano Cu-Ag với điều kiện tối ưu: tỉ lệ $\text{Cu}^{2+}:\text{Ag}^+$ là 20:1; nồng độ hydrazine là 0,5M; nồng độ alginate là 0,6%; nhiệt độ là 90°C; pH=9 và thời gian phản ứng là 5 phút. Hình thái, cấu trúc của vật liệu cũng đã được xác định. Vật liệu Cu-AgNPs tổng hợp được kích thước trung bình khoảng 20 nm trong điều kiện khảo sát.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này là kết quả của đề tài Sinh viên nghiên cứu khoa học, trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Nghiên cứu này cũng nhận được sự tài trợ từ đề tài cấp Bộ, mã số: B2019-DHH-562-06.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. C. P. Poole Jr and F. J. Owens, *Introduction to nanotechnology*. 2003.
- [2]. M. G. Lines, "Nanomaterials for practical functional uses," *J. Alloys Compd.*, vol. 449, no. 1–2, pp. 242–245, Jan. 2008, doi: 10.1016/j.jallcom.2006.02.082.
- [3]. S. Yokoyama, H. Takahashi, T. Itoh, K. Motomiya, and K. Tohji, "Synthesis of metallic Cu nanoparticles by controlling Cu complexes in aqueous solution," *Adv. Powder Technol.*, vol. 25, no. 3, pp. 999–1006, 2014, doi: 10.1016/j.apt.2014.01.024.
- [4]. B. D. Du, D. Van Phu, L. A. Quoc, and N. Q. Hien, "Synthesis and Investigation of Antimicrobial Activity of Cu 2 O Nanoparticles / Zeolite," vol. 2017, 2017.
- [5]. R. Kaur, C. Giordano, M. Gradzielski, and S. K. Mehta, "Synthesis of highly stable, water-dispersible copper nanoparticles as catalysts for nitrobenzene reduction," *Chem. - An Asian J.*, vol. 9, no. 1, pp. 189–198, 2014, doi: 10.1002/asia.201300809.
- [6]. M. S. Usman, M. E. El Zowalaty, K. Shameli, N. Zainuddin, M. Salama, and N. A. Ibrahim, "Synthesis, characterization, and antimicrobial properties of copper nanoparticles," *Int. J. Nanomedicine*, vol. 8, pp. 4467–4479, 2013, doi: 10.2147/IJN.S50837.
- [7]. N. M. Zain, A. G. F. Stapley, and G. Shama, "Green synthesis of silver and copper nanoparticles using ascorbic acid and chitosan for antimicrobial applications," *Carbohydr. Polym.*, vol. 112, pp. 195–202, 2014, doi: 10.1016/j.carbpol.2014.05.081.
- [8]. K. Lamsal, S. W. Kim, J. H. Jung, Y. S. Kim, K. S. Kim, and Y. S. Lee, "Application of silver nanoparticles for the control of Colletotrichum species in vitro and pepper anthracnose disease in field," *Mycobiology*, vol. 39, no. 3, pp. 194–199, 2011.
- [9]. S. Mishra and H. B. Singh, "Biosynthesized silver nanoparticles as a nanoweapon against phytopathogens: exploring their scope and potential in agriculture," *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 99, no. 3, pp. 1097–1107, 2015.
- [10]. C. H. Tsai, S. Y. Chen, J. M. Song, I. G. Chen, and H. Y. Lee, "Thermal stability of Cu at Ag core-shell nanoparticles," *Corros. Sci.*, vol. 74, pp. 123–129, 2013, doi: 10.1016/j.corsci.2013.04.032.
- [11]. M. Tsuji, S. Hikino, R. Tanabe, and Y. Sano, "Syntheses of Ag / Cu alloy and Ag / Cu alloy core Cu shell nanoparticles using a polyol method †," pp. 3900–3908, 2010, doi: 10.1039/c0ce00064g.
- [12]. C. K. Kim, G. J. Lee, M. K. Lee, and C. K. Rhee, "A novel method to prepare Cu@Ag core-shell nanoparticles for printed flexible electronics," *Powder Technol.*, vol. 263, pp. 1–6, 2014, doi: 10.1016/j.powtec.2014.04.064.
- [13]. T. Nakamura, Y. Tsukahara, T. Yamauchi, T. Sakata, H. Mori, and Y. Wada, "Preparation

- of Ag core-Cu shell nanoparticles by microwave-assisted alcohol reduction process," *Chem. Lett.*, vol. 36, no. 1, pp. 154–155, 2007, doi: 10.1246/cl.2007.154.
- [14]. Vega-Baudrit, R. Alvarado-Meza, and F. Solera-Jiménez, "Synthesis of silver nanoparticles using chitosan as a coating agent by sonochemical method," vol. 9, no. 3, pp. 125–129, 2014, [Online]. Available: www.saber.ula.ve/avancesenquimica.
- [15]. X. Huang and M. A. El-Sayed, "Gold nanoparticles: Optical properties and implementations in cancer diagnosis and photothermal therapy," *J. Adv. Res.*, vol. 1, no. 1, pp. 13–28, 2010.
- [16]. Jiang, Zeng, and Yu, "Thiol-Frozen Shape Evolution of Triangular Silver Nanoplates," *Langmuir*, vol. 23, no. 4, pp. 2218–2223, Feb. 2007, doi: 10.1021/la062797z.
- [17]. K. Giannousi, G. Sarafidis, S. Mourdikoudis, A. Pantazaki, and C. Dendrinou-Samara, "Selective Synthesis of Cu₂O and Cu/Cu₂O NPs: Antifungal Activity to Yeast *Saccharomyces cerevisiae* and DNA Interaction," *Inorg. Chem.*, vol. 53, no. 18, pp. 9657–9666, Sep. 2014, doi: 10.1021/ic501143z.

SYNTHESIS OF NANO Cu – Ag NANOCOMPOSITE

Nguyen Tan Luong*, Dao Khắc Toàn, Tôn Nữ My Phương,
Nguyen Thi Thanh Hải, Trần Thái Hòa

Faculty of Chemistry, University of Sciences, Hue University.

*Email: ntluong881998@gmail.com

ABSTRACT

In this study, Cu-Ag nanocomposite materials were synthesized by chemical reduction method with a simple process using hydrazine monohydrate (N₂H₄.H₂O) as a reducing agent and alginate as a protecting agent. We investigated the affecting parameters such as Cu²⁺: Ag⁺ ratio, alginate concentration, temperature of the reaction, pH and the reaction time to provide optimal conditions for Cu-AgNPs synthesis. Cu-AgNPs were analyzed for the morphology, structure and composition using UV-Vis spectroscopy, X-ray diffraction scanning electron microscopy, transmission electron microscopy and energy-dispersive X-ray spectroscopy.

Keywords: alginate, chemical reduction method, Cu-Ag nanoparticles, hydrazine monohydrate.



Nguyễn Tấn Lượng hiện đang là sinh viên khoa Hóa học, trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: vật liệu nano.



Đào Khắc Toàn tốt nghiệp cử nhân chuyên ngành Hóa học tại trường Đại học Quy Nhơn. Hiện ông đang công tác tại trường THPT Nguyễn Bình Khiêm, Chư Puwh, Gia Lai, và đang là học viên cao học khoa Hóa học, trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: vật liệu nano.



Tôn Nữ Mỹ Phương tốt nghiệp cử nhân chuyên ngành Hóa học tại trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Hiện đang là học viên cao học khoa Hóa học, trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: vật liệu nano.



Nguyễn Thị Thanh Hải sinh ngày 17 tháng 04 năm 1982 tại Thừa Thiên Huế. Năm 2005, bà tốt nghiệp kỹ sư chuyên ngành Công nghệ thực phẩm và sinh học tại trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng. Năm 2011, bà nhận bằng thạc sĩ chuyên ngành Hóa lý thuyết và hóa lý tại trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Hiện bà đang là nghiên cứu sinh tại trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Từ năm 2008 đến nay, bà làm nghiên cứu viên tại khoa Hóa học, trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: vật liệu nano, hóa dược.



Trần Thái Hòa sinh ngày 27 tháng 12 năm 1955, tại Hà Tĩnh. Ông tốt nghiệp cử nhân Hóa học tại Trường Đại Tổng hợp Hà Nội năm 1977 và tốt nghiệp Tiến sĩ ngành Hóa học năm 2001 tại Trường ĐHKHTN – ĐHQG Hà Nội. Ông được phong học hàm Phó giáo sư năm 2005 và Giáo sư năm 2013. Ông giảng dạy tại Khoa Hóa học, trường Đại học Tổng hợp Huế (nay là trường Đại học Khoa học, Đại học Huế) từ năm 1978 đến nay.

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật liệu nano, Các hợp chất Polysaccharide, Hóa học tính toán.