

NGHIÊN CỨU KHẢO SÁT MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN SỰ HÌNH THÀNH CỦA KEO ĐỒNG NANO

Trần Thị Bích Hoa¹, Nguyễn Thị Thanh Nhân², Nguyễn Thị Thanh Hải^{1*}, Trần Thái Hòa¹

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

²Khoa Hóa học, Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế.

*Email: thanhhai.nguyen174@gmail.com.

Ngày nhận bài: 03/01/2018; ngày hoàn thành phản biện: 6/02/2018; ngày duyệt đăng: 8/6/2018

TÓM TẮT

Trong bài báo này, vật liệu nano đồng (CuNps) được tổng hợp bằng phương pháp khử hóa học với chất khử là hydrazine monohydrate ($\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) và chất bảo vệ là alginate hình thành nên keo đồng nano trên nền alginate. Các thông số ảnh hưởng tới quá trình tổng hợp keo nano đồng như: nồng độ đồng sunfat, nồng độ alginate, nồng độ hydrazine, nhiệt độ và pH của hệ phản ứng đã được nghiên cứu. Sự hình thành các hạt nano Cu, hình thái, cấu trúc của vật liệu sau khi tổng hợp được phân tích bởi phổ UV-Vis, kính hiển vi điện tử quét (SEM,) kính hiển vi điện tử truyền qua TEM và nhiễu xạ XRD.

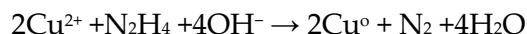
Từ khóa: alginate, hạt nano đồng, hydrazine monohydrate, phương pháp khử hóa học.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vật liệu kim loại nano (Nps) đã nhận được sự quan tâm đặc biệt của các nhà khoa học trong và ngoài nước bởi những tính chất ưu việt như: tính chất quang, tính chất điện, tính chất từ, tính chất cơ, tính chất xúc tác [1]. Hiện nay, nhiều hạt nano được tổng hợp từ các 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 [2]. Trong những năm gần đây, CuNps được hứa hẹn là một trong những thế hệ vật liệu mới bởi nó có độ dẫn điện cao, giá thành rẻ và có khả năng kháng và diệt được nhiều loại vi khuẩn và nấm [3]. Vì vậy, nano đồng đã nhận được sự chú ý đáng kể vì tiềm năng ứng dụng của chúng [4]. CuNps được tổng hợp bằng nhiều phương pháp khác nhau như: phân hủy nhiệt [5], phương pháp polyol [6], khử hóa học [7], phương pháp bức xạ [8], nhiệt vi sóng [9]... Trong đó, phương pháp khử hóa học được sử dụng phổ biến bởi có nhiều ưu điểm được biết tới như: thiết bị đơn giản, dễ thực hiện, chi

Nghiên cứu khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến sự hình thành của keo đồng nano

phí thấp, có thể điều chỉnh kích thước và hình dạng của hạt nano đồng bằng các thông số thực nghiệm [10]. Tuy nhiên trong quá trình điều chế CuNps có vấn đề xảy ra là Cu kim loại rất dễ bị oxy hóa thành Cu^{2+} và Cu_xO oxides ($x = 1$ hoặc 2) [11]. Nano Cu được tạo ra theo phản ứng sau:



Trong phạm vi bài báo này, chúng tôi tiến hành nghiên cứu tổng hợp dung dịch keo nano đồng bằng phương pháp khử hóa học. Quá trình được thực hiện bằng phản ứng khử $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ trong dung môi nước, chất khử là hydrazine monohydrate ($\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) với chất bảo vệ là alginate. Ở đây chúng tôi sử dụng thêm axit ascorbic là một tác nhân chống oxy hóa để hạn chế tạo ra các sản phẩm Cu_xO . Phương pháp này có ưu điểm là phản ứng diễn ra nhanh, dễ thực hiện, dễ dàng điều chỉnh kích thước và hình dạng của hạt nano đồng.

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%, Merck), hydrazine monohydrate ($\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 80%, Merck), acid ascorbic (Merck), natri hydroxide (NaOH , >98%, Trung Quốc), alginate (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, từ đó có thể dự đoán được kích thước hạt nano đồng trong dung dịch sau quá trình tổng hợp. Giản đồ nhiễu xạ XRD xác định cấu trúc tinh thể của nano đồng thu được. Ảnh SEM và TEM xác định hình thái cấu trúc và kích thước của vật liệu.

2.3. Phương pháp tổng hợp vật liệu

Cân 0,3 g alginate cho vào bình tam giác chứa 50 mL nước cất. Hỗn hợp được khuấy cho tới đồng nhất trên máy khuấy từ gia nhiệt. Sau đó dung dịch $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 50 mM được thêm vào dung dịch polymer để tạo hỗn hợp. Tiếp theo thêm vào hỗn hợp một lượng dung dịch axit ascorbic. pH của dung dịch được điều chỉnh bằng dung dịch NaOH 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 [12]. Khi phản ứng kết thúc, nhận biết sự tạo thành dung dịch keo nano đồng (CuNps/alginate) thu được có màu đỏ đặc trưng được kiểm chứng bằng phổ UV – Vis, giản đồ nhiễu xạ XRD, ảnh SEM và TEM.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nồng độ đồng sunfat

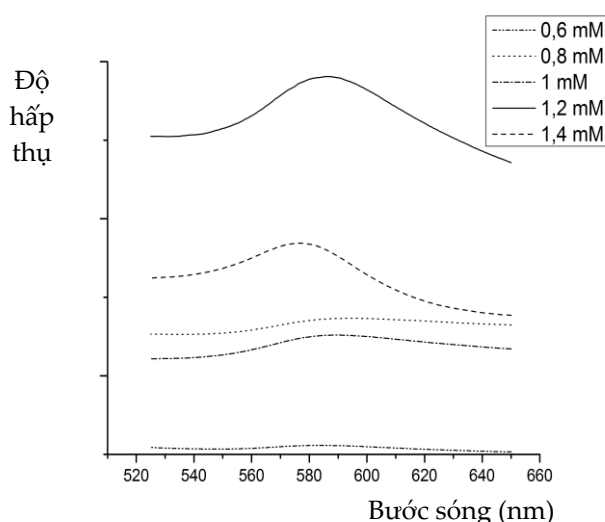
Đầu tiên, chúng tôi tiến hành một số thí nghiệm thăm dò để rút ra được một số điều kiện thích hợp cho phản ứng tổng hợp nano Cu.

Để khảo sát ảnh hưởng của nồng độ đồng sunfat, chúng tôi cố định các thông số: nhiệt độ phản ứng: 85°C; nồng độ hydrazine: 1,25 mM; nồng độ alginate : 1 mM; pH = 9,5; nồng độ đồng sunfat thay đổi với các giá trị 0,6 mM; 0,8 mM; 1,0 mM; 1,2 mM và 1,4 mM.

Kết quả UV-Vis trên hình 1 cho thấy: các phổ đều có bước sóng hấp thụ cực đại nằm trong khoảng từ 575 nm đến 590 nm là bước sóng hấp thụ đặc trưng của dung dịch nano đồng, chứng tỏ đã có sự tạo thành nano đồng trong dung dịch phản ứng [13].

Khi tăng nồng độ đồng sunfat từ 0,6mM đến 1,2mM thì độ hấp thụ của dung dịch nano Cu tạo thành càng tăng chứng tỏ lượng nano đồng được tạo ra càng nhiều. Nhưng khi nồng độ đồng sunfat cao (1,4mM) thì độ hấp thụ giảm xuống đồng thời peak tù hơn và đỉnh hấp thụ nằm ở bước sóng dài hơn (586 nm) nghĩa là các hạt nano đồng tạo thành có kích thước lớn hơn và kém đồng đều hơn. Điều này có thể giải thích là do khi nồng độ đồng sunfat càng lớn thì số lượng mầm nano đồng tạo ra càng lớn và khi chất bảo vệ alginate chưa bọc các mầm này kịp thời thì chúng có xu hướng kết dính lại với nhau tạo thành hạt có kích thước lớn hơn.

Từ đó chúng tôi kết luận nồng độ đồng sunfat 1,2 mM là nồng độ tối ưu nhất trong điều kiện khảo sát này.



Hình 1. Phổ UV-Vis của keo nano đồng tạo thành sau 5 phút phản ứng với các nồng độ đồng sunfat khác nhau.

3.2. Ảnh hưởng của nồng độ alginate

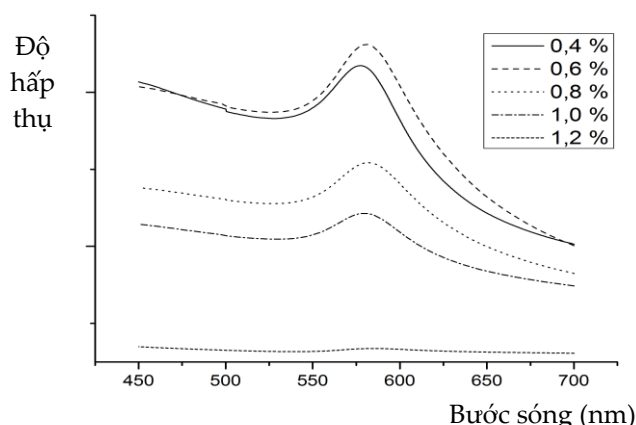
Chúng tôi khảo sát với các điều kiện: nhiệt độ phản ứng: 85°C; nồng độ hydrazine: 1,25 mM; nồng độ đồng sunfat : 1,2 mM; pH = 9,5; nồng độ alginate thay đổi với các giá trị 0,4%; 0,6%; 0,8%; 1,0% và 1,2%.

Từ phổ UV-Vis ở hình 2 cho thấy:

Khi nồng độ alginate tăng từ 0,4% đến 0,6% thì độ hấp thụ tăng và đỉnh hấp thụ có bước sóng ngắn hơn, nghĩa là lượng nano đồng tạo thành nhiều hơn, có kích thước nhỏ hơn và đồng đều hơn. Nhưng khi tăng dần nồng độ alginate từ 0,6% đến 1,2% thì độ hấp thụ giảm đồng thời đỉnh hấp thụ chuyển về phía bước sóng lớn hơn, nghĩa là hạt nano đồng tạo thành ít hơn và kích thước hạt lớn hơn. Điều này có thể giải thích như sau: khi lượng alginate quá thấp sẽ không đủ để bao bọc và bảo vệ đồng nano được tạo ra nhưng khi lượng alginate lớn thì kéo theo độ nhớt của dung dịch lớn ngăn cản sự tiếp xúc của ion Cu^{2+} và chất khử, vì vậy hiệu suất phản ứng giảm.

Sau 5 phút phản ứng, phổ UV-Vis của mẫu có nồng độ alginate 0,6% có peak hấp thụ nhọn hơn và đỉnh hấp thụ nằm ở bước sóng ngắn hơn (577nm) so với các mẫu có các nồng độ alginate khác. Điều này có nghĩa là các hạt nano đồng tạo ra trong mẫu này có kích thước nhỏ hơn và đồng đều hơn so với các mẫu khác.

Từ đó chúng tôi kết luận nồng độ alginate 0,6% là nồng độ tối ưu nhất trong điều kiện khảo sát này.



Hình 2. Phổ UV-Vis của keo nano đồng tạo thành sau 5 phút phản ứng với các nồng độ alginate khác nhau.

3.3. Ảnh hưởng của nồng độ hydrazine

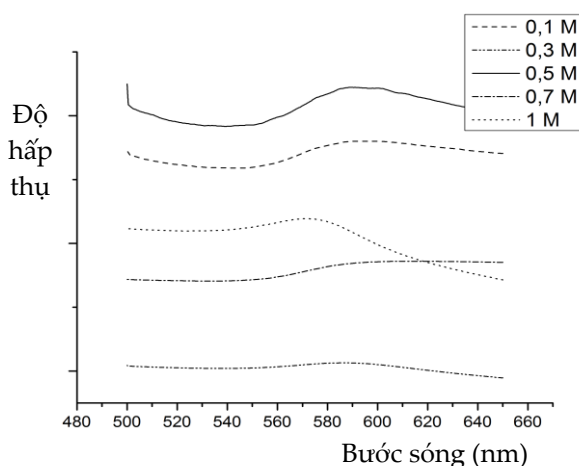
Chúng tôi khảo sát với các thông số: nhiệt độ phản ứng: 85°C; nồng độ đồng sunfat : 1,2 mM; nồng độ alginate: 0,6%, pH = 9,5; nồng độ hydrazine thay đổi với các giá trị 0,1 M; 0,3 M, 0,5 M, 0,7 M và 1,0 M.

Từ phổ UV-Vis ở hình 3 cho thấy:

Nồng độ chất khử có ảnh hưởng lớn đến sự hình thành hạt đồng nano. Khi nồng độ chất khử thấp (0,1 M và 0,3 M) lượng mầm nano tạo thành không nhiều, số lượng hạt sinh ra với quá trình tạo mầm không tương thích do đó hạt tạo thành có kích thước nhỏ hơn. Khi nồng độ chất khử tăng lên 0,5 M, quá trình tạo mầm nhanh hơn, do đó các hạt nano đồng được tạo thành nhiều hơn, có kích thước nhỏ và đồng đều. Khi nồng độ chất khử tăng quá cao (0,7 M và 1,0 M), thì tốc độ tạo nano đồng tăng, lượng mầm tạo thành nhanh và nhiều, dẫn tới quá trình va chạm tạo nên các hạt hình thành kết tụ với nhau, vì vậy các hạt nano đồng có kích thước lớn hơn, phổ UV-Vis dịch chuyển về phía bước sóng lớn hơn.

Sau 5 phút phản ứng phổ UV-Vis của mẫu có nồng độ hydrazine 0,5 M có đỉnh hấp thụ nhọn hơn và đỉnh hấp thụ nằm ở bước sóng ngắn hơn (578,5 nm) so với các mẫu khác. Điều này có nghĩa là các hạt nano đồng tạo ra trong mẫu này có kích thước nhỏ hơn và đồng đều hơn so với các mẫu khác.

Từ đó chúng tôi kết luận nồng độ hydrazine 0,5 M là nồng độ tối ưu nhất trong điều kiện khảo sát này.



Hình 3. Phổ UV-Vis của keo nano đồng tạo thành sau 5 phút phản ứng với các nồng độ hydrazine khác nhau.

3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ

Chúng tôi cố định các thông số: nồng độ đồng sunfate : 1,2 mM; pH = 9,5; nồng độ alginate: 0,6%; nồng độ hydrazine: 0,5 M; nhiệt độ thay đổi với các giá trị 60 °C; 70 °C; 80 °C; 90 °C; 100 °C.

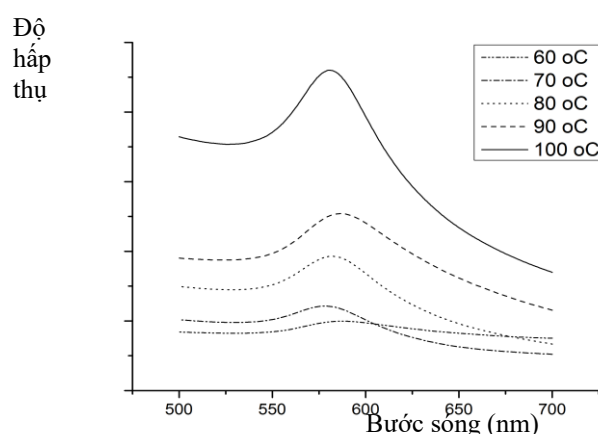
Phổ UV-Vis ở hình 4 cho thấy: nhiệt độ cũng là yếu tố ảnh hưởng mạnh tới kích thước và sự phân bố các hạt đồng nano được tạo thành. Khi tăng nhiệt độ, tốc độ quá

Nghiên cứu khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến sự hình thành của keo đồng nano

trình tạo mầm nhanh hơn quá trình phát triển hạt nên các hạt nano đồng được tạo thành có kích thước nhỏ và đồng đều hơn.

Sau 5 phút phản ứng phổ UV-Vis của mẫu có nhiệt độ 100°C có đỉnh hấp thụ nhọn hơn và nằm ở bước sóng ngắn hơn (581nm) so với các mẫu khác. Điều này có nghĩa là các hạt nano đồng tạo ra trong mẫu này có kích thước nhỏ hơn và đồng đều hơn so với các mẫu khác.

Từ đó chúng tôi kết luận nhiệt độ 100°C là nhiệt độ tối ưu nhất trong điều kiện khảo sát này.



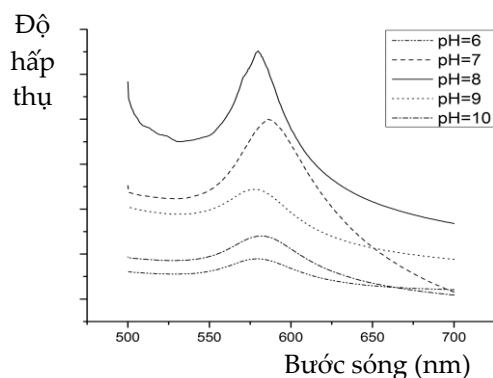
Hình 4. Phổ UV-Vis của keo nano đồng tạo thành sau 5 phút phản ứng với các nhiệt độ khác nhau.

3.5. Ảnh hưởng của pH

Chúng tôi tiến hành với các điều kiện: nhiệt độ 100°C; nồng độ đồng sunfat : 1,2 mM; nồng độ alginate: 0,6%; nồng độ hidrazin: 0,5 M; pH thay đổi với các giá trị: 6; 7; 8; 9 và 10

Từ kết quả UV-Vis ở hình 5 cho thấy: khi pH môi trường tăng dần từ 6 đến 8 thì giá trị mật độ quang đo được tăng dần và đạt giá trị cao nhất khi pH = 8. Khi tiếp tục tăng giá trị pH từ 8 tới 11 thì giá trị mật độ quang giảm dần. Sau 5 phút phản ứng phổ UV-Vis của mẫu pH = 8 có đỉnh hấp thụ nhọn hơn và nằm ở bước sóng ngắn hơn (583 nm) so với các mẫu khác. Điều này có nghĩa là các hạt nano đồng tạo ra trong mẫu này có kích thước nhỏ hơn và đồng đều hơn so với các mẫu khác.

Từ đó chúng tôi kết luận pH = 8 là pH tối ưu nhất trong điều kiện khảo sát này



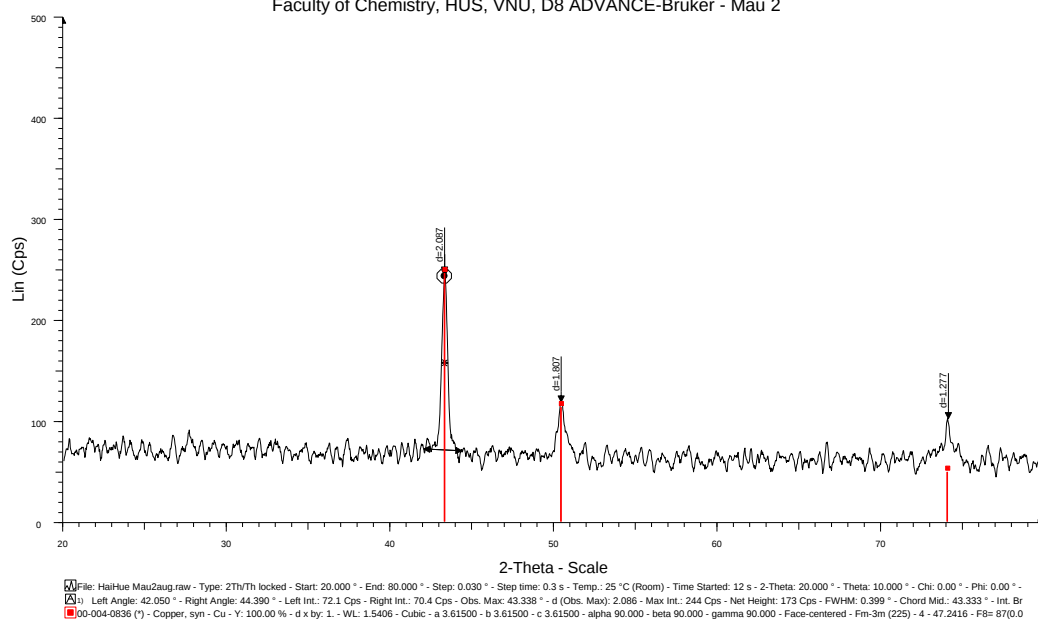
Hình 5. Phổ UV-Vis của keo nano đồng tạo thành sau 5 phút phản ứng với các giá trị pH khác nhau.

Từ những kết quả thu được trong quá trình khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tổng hợp keo đồng nano chúng tôi chọn điều kiện tối ưu để tổng hợp vật liệu CuNPs/Alginate trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Điều kiện được lựa chọn để tổng hợp vật liệu CuNPs/Alginate.

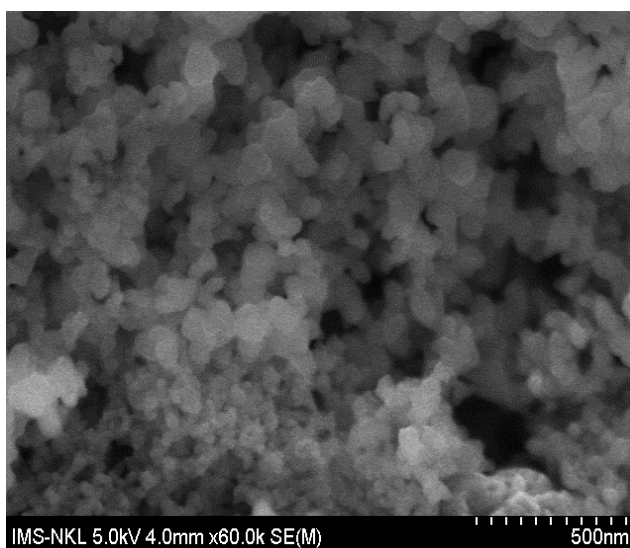
Thông số	Điều kiện tối ưu
Nồng độ đồng sunfat	1,2 mM
Nồng độ alginate	0,6 %
Nồng độ hidrazin	0,5 M
Nhiệt độ phản ứng	100°C
pH	8

Vật liệu CuNPs/Alginate sau khi tổng hợp ở điều kiện tối ưu như bảng 1 được chúng tôi phân tán trong dung dịch COS tạo thành vật liệu CuNPs/Alginate/COS. Chúng tôi tiến hành phân tích các đặc trưng vật liệu này.



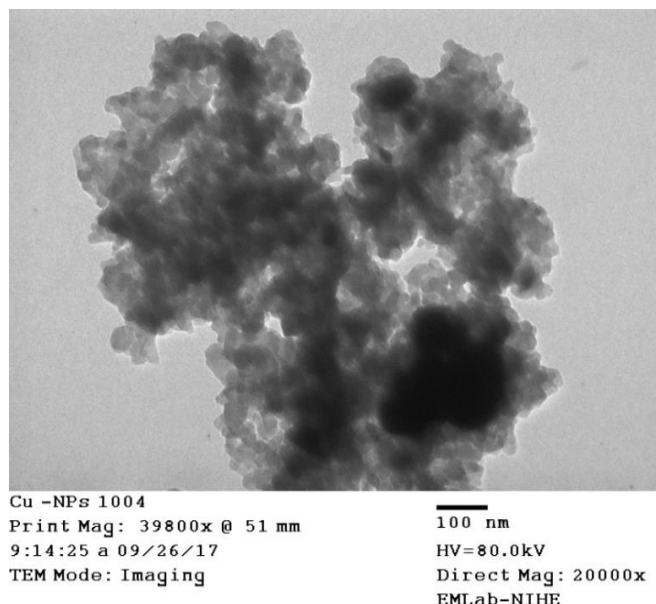
Hình 6. Giảm đồ nhiễu xạ XRD của vật liệu CuNPs/Alginate.

Hình 6 là giản đồ nhiễu xạ XRD của vật liệu CuNPs/Alginate, chúng tôi nhận thấy: khi đo một góc rộng XRD (20÷80) thấy xuất hiện ba peak tinh thể với cường độ cao nhất hoàn toàn trùng khớp với phổ chuẩn của kim loại đồng tại vị trí các góc $2\theta = 43,4^\circ$ ($d_{hkl} = 2,087 \text{ \AA}$), $2\theta = 50,5^\circ$ ($d_{hkl} = 1,807 \text{ \AA}$), $2\theta = 74,1^\circ$ ($d_{hkl} = 1,277 \text{ \AA}$) 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) [3]. Ở đây không thấy xuất hiện các peak của các oxit như CuO hay Cu₂O.



Hình 7. Ảnh SEM của vật liệu CuNPs/Alginate

Từ ảnh SEM ở hình 7 chúng tôi nhận thấy: các hạt nano đồng được tạo ra có dạng hạt, kích thước trung bình khoảng 50 nm và khá đồng đều.



Hình 8. Ảnh TEM của vật liệu CuNPs/Alginate.

Hình 8 là ảnh TEM của vật liệu CuNPs/Alginate. Từ ảnh TEM này chúng tôi nhận thấy: có nhiều hạt kích thước trong khoảng 40-60nm có xu hướng kết dính với nhau thành đám hạt có kích thước lớn hơn.

Kết quả ảnh TEM này cũng tương ứng với kết quả ảnh SEM ở hình 7.

4. KẾT LUẬN

Chúng tôi đã tổng hợp được dung dịch keo nano đồng với chất khử là hydrazine monohydrate ($\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) chất bảo vệ là alginate và chất chống oxy hóa là axit ascorbic. Chúng tôi cũng đã khảo sát các yếu tố ảnh hưởng như: nồng độ đồng sunfat, nồng độ alginate, nồng độ hydrazine, nhiệt độ và pH để đưa ra được điều kiện tối ưu của phản ứng. Cấu trúc Fcc của dung dịch keo nano đồng được xác định bằng giản đồ nhiễu xạ XRD, phổ UV – Vis cho thấy các hạt nano đồng tạo ra có kích thước khác nhau cho các đỉnh hấp thụ cực đại khác nhau từ 575 nm đến 590 nm. Keo CuNPs/Alginate được tổng hợp với các thông số tốt nhất của nghiên cứu này có kích thước trung bình là 50 nm.

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 và đề tài Khoa học và Công nghệ Cấp tỉnh được ngân sách nhà nước tỉnh Thừa Thiên Huế đầu tư.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. S. Yokoyama, H. Takahashi, T. Itoh, K. Motomiya, and K. Tohji, 2014, "Synthesis of metallic Cu nanoparticles by controlling Cu complexes in aqueous solution," *Adv. Powder Technol.*, vol. 25, no. 3, pp. 999–1006.
- [2]. B. D. Du, D. Van Phu, L. A. Quoc, and N. Q. Hien, 2017, "Synthesis and Investigation of Antimicrobial Activity of Cu₂O Nanoparticles / Zeolite," vol. 2017.
- [3]. K. Giannousi, G. Sara, S. Mourdikoudis, and A. Pantazaki, 2014, "Selective Synthesis of Cu₂O and Cu / Cu₂O NPs : Antifungal Activity to Yeast *Saccharomyces cerevisiae* and DNA Interaction".
- [4]. P. K. Khanna, S. Gaikwad, P. V. Adhyapak, N. Singh, and R. Marimuthu, 2007, "Synthesis and characterization of copper nanoparticles," *Mater. Lett.*, vol. 61, no. 25, pp. 4711–4714.
- [5]. M. Salavati-Niasari, F. Davar, and N. Mir, "Synthesis and characterization of metallic copper nanoparticles via thermal decomposition, 2008," *Polyhedron*, vol. 27, no. 17, pp. 3514–3518.
- [6]. B. K. Park, S. Jeong, D. Kim, J. Moon, S. Lim, and J. S. Kim, 2007, "Synthesis and size control of monodisperse copper nanoparticles by polyol method," *J. Colloid Interface Sci.*, vol. 311, no. 2, pp. 417–424.
- [7]. H. X. Zhang, U. Siegert, R. Liu, and W. Bin Cai, 2009, "Facile fabrication of ultrafine copper nanoparticles in organic solvent," *Nanoscale Res. Lett.*, vol. 4, no. 7, pp. 705–708.
- [8]. J. Moghimi-Rad, F. Zabihi, I. Hadi, S. Ebrahimi, T. D. Isfahani, and J. Sabbaghzadeh, 2010, "Effect of ultrasound radiation on the size and size distribution of synthesized copper particles," *J. Mater. Sci.*, vol. 45, no. 14, pp. 3804–3811.
- [9]. N. A. Dhas, C. P. Raj, and A. Gedanken, 1998, "Synthesis , Characterization , and Properties of Metallic," *Chem. Mater*, vol. 4756, no. 9, pp. 1446–1452.
- [10]. A. Khan, A. Rashid, R. Younas, and R. Chong, 2016, "A chemical reduction approach to the synthesis of copper nanoparticles," *Int. Nano Lett.*, vol. 6, no. 1, pp. 21–26.
- [11]. Y. Wei, S. Chen, B. Kowalczyk, S. Huda, T. P. Gray, and B. A. Grzybowski, 2010, "Synthesis of stable, low-dispersity copper nanoparticles and nanorods and their antifungal and catalytic properties," *J. Phys. Chem. C*, vol. 114, no. 37, pp. 15612–15616.
- [12]. M. S. Usman, M. E. El Zowalaty, K. Shameli, N. Zainuddin, M. Salama, and N. A. Ibrahim, 2013, "Synthesis, characterization, and antimicrobial properties of copper nanoparticles," *Int. J. Nanomedicine*, vol. 8, pp. 4467–4479.
- [13]. M. Raffi *et al.*, 2010, "Investigations into the antibacterial behavior of copper nanoparticles against *Escherichia coli*," *Ann. Microbiol.*, vol. 60, no. 1, pp. 75–80.

STUDY OF SOME FACTORS EFFECTING ON THE FORM OF NANO COPPER COLLOID

Tran Thi Bich Hoa¹, Nguyen Thi Thanh Nhan², Nguyen Thi Thanh Hai^{1*}, Tran Thai Hoa¹

¹Faculty of Chemistry, University of Sciences, Hue University

²Faculty of Chemistry, University of Education, Hue University

*Email: thanhhai.nguyen174@gmail.com.

ABSTRACT

In this paper, copper nanoparticles (CuNps) were synthesized by chemical reduction method with reducing agent of hydrazine monohydrate ($\text{N}_2\text{H}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$) and alginate protecting agent form the CuNps/alginate material. The parameters affecting the synthesis of copper nanoparticles such as copper sulfate concentration, alginate concentration, hydrazine concentration, temperature and pH of the reaction system have been studied. The formation of Cu nanoparticles, the morphology and structure of the material after being synthesized were analyzed by UV-Vis spectroscopy, scanning electron microscope (SEM), transmission electron microscopy by TEM and X-ray diffraction (XRD).

Keywords: alginate, copper nanoparticles, chemical reduction method, hydrazine monohydrate.



Trần Thị Bích Hoa sinh ngày 06 tháng 10 năm 1996, tại Tam Mỹ Đông, Núi Thành, Quảng Nam. Hiện cô đang là sinh viên Chuyên ngành Hóa Lý thuyết và Hóa Lý, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.



Nguyễn Thị Thanh Nhân sinh ngày 29 tháng 03 năm 1992, tại Quảng Trị. Năm 2014, bà tốt nghiệp cử nhân Sư phạm Hóa học tại Trường Đại học Sư phạm Huế. Năm 2017, bà tốt nghiệp Thạc sĩ Hóa học tại Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Hóa học.



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 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 Polyshaccharide, Hóa học tính toán.