

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THAM SỐ ĐẾN QUÁ TRÌNH TỔNG HỢP VẬT LIỆU NANO VÀNG DẠNG QUE CHO VIỆC BỌC BẰNG SILICA

Mai Duy Hiền, Lê Thị Lành, Đinh Quang Khiếu, Trần Thái Hòa*

Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học Huế

* Email: trthaihoa@yahoo.com

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, vật liệu nano vàng dạng que được tổng hợp theo phương pháp phát triển mầm. Để kiểm soát kích thước, hình thái và độ đơn phân tán của vật liệu, chúng tôi tiến hành khảo sát và đánh giá các yếu tố chính ảnh hưởng đến quá trình tổng hợp vật liệu, bao gồm: nồng độ của chất hoạt động bề mặt, tỉ lệ mol của acid ascorbic, và bạc nitrate đối với HAuCl_4 , và pH của môi trường. Từ kết quả cho thấy, vật liệu nano vàng dạng que tổng hợp được có độ đơn phân tán cao với kích thước hạt nằm trong khoảng 15x76nm.

Nhằm tăng độ bền và tính tương hợp sinh học của vật liệu trong các ứng dụng về y-sinh, nano vàng dạng que được bao phủ bằng một lớp silica có độ dày khoảng 20nm tổng hợp theo phương pháp Stober. Hình thái và tính chất của vật liệu được xác định bằng các phương pháp phân tích vật lí: kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM), phổ UV-Vis, phổ hồng ngoại (FTIR), giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD).

Từ khóa: nano vàng dạng que, nồng độ CTAB, tỉ số mol AA/Au^{3+} , $\text{Ag}^+/\text{Au}^{3+}$, giá trị pH, bọc silica.

1. MỞ ĐẦU

Nano vàng dạng que (GNR) có rất nhiều tiềm năng và được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực hiện nay như điện hóa, cảm biến khí, và đặc biệt là các ứng dụng về y sinh [1-4]. Với tính chất cộng hưởng plasmon bề mặt (SPR) tuyệt vời, GNR có thể phát nhiệt khi hấp thụ các tia bức xạ thích hợp, vật liệu này hiện đang được nghiên cứu trong việc điều trị ung thư bằng liệu pháp xạ nhiệt [3,4]. Tính chất SPR phụ thuộc chủ yếu vào hình thái và kích thước của vật liệu nano vàng. Đối với nano vàng dạng cầu, SPR xảy ra ở vùng khả kiến tại bước sóng 520 nm. Trong khi đó, GNR lại có hai đỉnh hấp thụ tương ứng với các dao động điện tử theo trục dọc (dao động LSPR) và trục ngang (dao động TSPR) của hạt, cho một SPR mạnh hơn ở vùng hồng ngoại gần và một SPR yếu hơn ở vùng khả kiến (xấp xỉ 520 nm do dao động TSPR và một phần đóng góp của dạng cầu). Trong đó, SPR xảy ra ở vùng hồng ngoại gần là vấn đề cần được quan tâm. Một nghiên cứu trước đây chỉ ra rằng, laze hồng ngoại gần là thích hợp cho các ứng dụng tăng thân nhiệt vì sự hấp thụ của các sắc thể mô như hemoglobin và nước trong vùng này rất thấp so với vùng khả kiến [3]. Ngoài ra, laze hồng ngoại gần ít gây tổn thương đến các tế bào lành xung quanh. Vì vậy, trong các liệu pháp quang nhiệt, các hạt nano vàng được thiết kế sao cho tỉ số cạnh (chiều dọc/chiều ngang) càng lớn thì bước

sóng hấp thụ cực đại càng dịch chuyển về vùng hồng ngoại gần [5], do đó giảm thiểu sự tương tác năng lượng ánh sáng đến mô tế bào.

Nano vàng dạng que được tổng hợp theo phương pháp “phát triển mầm” [6, 7, 9, 11]. Quá trình tổng hợp này liên quan đến các tác nhân gắn kết trên bề mặt của mầm vàng, tốc độ phát triển, nhờ đó có thể định hướng sự phát triển của hạt mầm để tạo thành các hình thái mong muốn. Ở bài báo này, chúng tôi khảo sát và đánh giá sự ảnh hưởng của các yếu tố quan trọng đến hình thái, kích thước, và độ đơn phân tán của vật liệu. Các yếu tố đó bao gồm: giá trị pH; tỉ lệ mol $\text{Ag}^+/\text{Au}^{3+}$; tỉ lệ mol acid ascorbic/ Au^{3+} ; nồng độ của chất hoạt động bề mặt.

Một số vấn đề khó khăn có thể gặp phải khi tiến hành khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến hình thái cũng như độ đơn phân tán của vật liệu gồm: về mặt nhiệt động học, hình thái que của các hạt nano vàng là không bền. Ngoài ra, trong các ứng dụng về quang nhiệt, nó có xu hướng chuyển thành dạng cầu. Vì vậy, yêu cầu đặt ra là phải bao phủ các hạt nano bằng một lớp bảo vệ. Lớp vỏ bọc bằng silica trở không những có khả năng chống lại sự thoái hóa tính chất quang học của hạt nano vàng, mà còn tăng tính tương hợp sinh học và dễ dàng biến tính cho các ứng dụng khác. Phương pháp sol-gel Stober được sử dụng để phủ lớp silica [6, 12]. Phương pháp này có nhiều ưu điểm là có môi trường ôn hòa, chi phí thấp, không sử dụng thêm chất hoạt động bề mặt.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Hóa chất

Hóa chất sử dụng trong các thí nghiệm này gồm: HAuCl_4 (hydrogen tetrachloroaurate); CTAB (cetyltrimethylammonium bromide); NaBH_4 (natri borohydride); AgNO_3 (bạc nitrate); AA (ascorbic acid); H_2SO_4 (acid sulfuric); NaOH (natri hydroxide); TEOS (tetraethyl orthosilicate); NH_4OH (ammonium hydroxide); nước cất.

2.2. Tổng hợp nano vàng dạng que

2.2.1. Chuẩn bị mầm vàng

GNR được tổng hợp theo phương pháp phát triển mầm. Dung dịch mầm được chuẩn bị như sau: 250 μL dung dịch HAuCl_4 10 mM được phân tán vào 9,7 mL dung dịch CTAB 0,1 M. Dung dịch này được khuấy từ trong 5 phút. Sau đó thêm nhanh 1 mL dung dịch NaBH_4 5°C 0,1 M vào. Màu của dung dịch ngay lập tức chuyển từ màu vàng cam sang màu đỏ tía, chứng tỏ sự hình thành của các hạt mầm vàng. Sau đó, dung dịch chứa hạt mầm được giữ ở 30°C trong 2,5 giờ.

2.2.2. Tổng hợp nano vàng dạng que

Nhằm mục đích đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến hình thái, kích thước và độ đa phân tán của vật liệu, các thông số: giá trị pH, $[\text{Ag}^+]$, [AA], [CTAB] lần lượt được thay đổi. Quy trình đại diện như sau: phân tán 500 μL dung dịch HAuCl_4 vào 9,4 mL

dung dịch CTAB 0,1 M. Thêm 100 μL dung dịch AA 0,1 M. Dung dịch mất màu, chứng tỏ quá trình khử của Au^{3+} thành Au^0 . Tiếp theo, thêm vào 300 μL dung dịch AgNO_3 3,3 mM và pH của dung dịch được điều chỉnh đến 1,5 bằng dung dịch H_2SO_4 0,5 M. Bước cuối cùng, thêm 35 μL dung dịch mầm vào dung dịch phát triển. Dung dịch phát triển sau đó được giữ ở nhiệt độ 30°C trong 24 giờ.

2.3. Nano vàng dạng que bọc silica

Nano vàng được tách ra bằng cách ly tâm ở tốc độ 8500 vòng/phút trong 30 phút. Sau đó phân tán lại vào 10 mL nước cất. Thêm 1,3 mL dung dịch NaOH 0,05 M và 300 μL dung dịch NH_3 0,05 M. Tiếp đó, thêm 200 μL dung dịch TEOS 5%_{ww}. Dung dịch này sau đó được siêu âm 30 phút, khuấy từ trong 1 giờ trước khi thêm tiếp 200 μL TEOS 5%_{ww}. Dung dịch được khuấy trong 12 giờ. Nano vàng bọc silica sau đó được tách ra bằng cách ly tâm ở tốc độ 6500 vòng/phút.

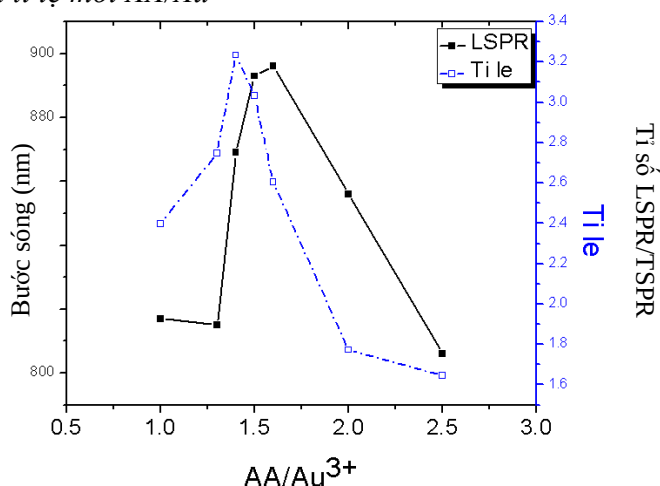
2.4. Xác định tính chất vật liệu

Ảnh TEM ghi nhận từ thiết bị JEOEL 1010 (Japan); giản đồ nhiễu xạ XRD ghi nhận từ thiết bị D8-ADVANCED; phổ UV-Vis ghi nhận từ thiết bị Jasco V-630; phổ FTIR ghi nhận từ thiết bị SHIMADZU.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tổng hợp nano vàng dạng que

3.1.1. Ảnh hưởng của tỉ lệ mol AA/ Au^{3+}



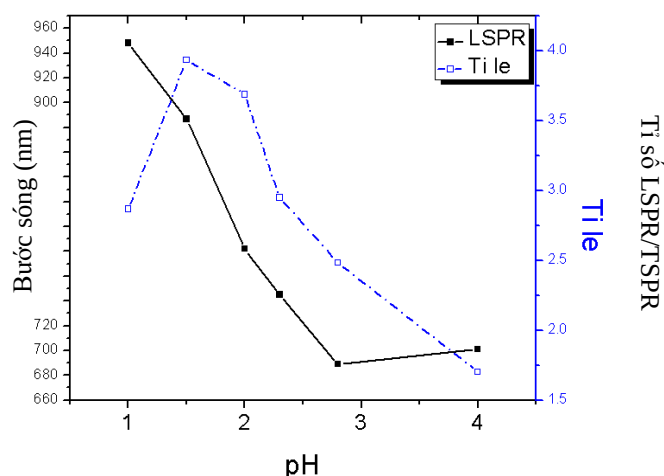
Hình 1. Đồ thị biểu diễn bước sóng hấp thụ cực đại của dao động LSPR và tỉ số độ hấp thụ quang của dao động LSPR/dao động TSPR tại các tỉ lệ AA/ Au^{3+} khác nhau. $[\text{CTAB}] = 0,1\text{M}$; $\text{Ag}^+/\text{Au}^{3+} = 0,2$; $\text{pH} = 1,5$; $V_{\text{mầm}} = 20 \mu\text{L}$. AA/ Au^{3+} : 1,0; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 2,0; và 2,5.

Trong bài báo này, chúng tôi đánh giá 2 kết quả: a. Cực đại hấp thụ của dao động LSPR (cực đại hấp thụ càng chuyển về vùng hồng ngoại gần thì tỉ số cạnh càng lớn [5]); b. Tỉ số độ hấp thụ quang của dao động LSPR/TSPR. Tỉ số này cho biết hiệu suất của nano vàng dạng que tổng hợp được. Vì nếu hiệu suất thấp, thì sự có mặt của

các hạt nano vàng hình cầu lớn sẽ làm tăng độ hấp thụ quang ở dao động TSPR, làm tỉ số này giảm. Theo lý thuyết [15], tỉ lệ mol hợp thức cho quá trình khử Au^{3+} về Au^0 là: $\text{AA}/\text{Au}^{3+} = 1,5$. Theo kết quả ở Hình 1, khi lượng AA vượt quá tỉ lệ hợp thức thì cực đại hấp thụ của dao động LSPR và tỉ số độ hấp thụ của dao động LSPR/dao động TSPR (tạm gọi là tỉ số LSPR/TSPR) đồng thời giảm, chỉ ra rằng vật liệu thu được có tỉ số cạnh thấp và một lượng lớn nano dạng cầu được hình thành. Ngoài ra, cần phải lưu ý rằng, hiệu suất tổng hợp GNR là rất nhỏ khi lượng AA không đảm bảo tỉ lệ hợp thức.

AA được lựa chọn làm tác nhân khử vì nó là một chất khử yếu nên chỉ có thể khử Au^{3+} về Au^0 . Tiếp đó, ion Au^+ chỉ bị khử về Au^0 bằng AA khi có bề mặt kim loại làm xúc tác, chính là các hạt mầm vàng. Ngoài ra năng lực khử của AA còn bị ảnh hưởng bởi giá trị pH [13]. Vì vậy, tốc độ khử Au^+ có thể được kiểm soát, nhờ đó các hạt mầm sẽ phát triển chọn lọc theo một hướng nhất định.

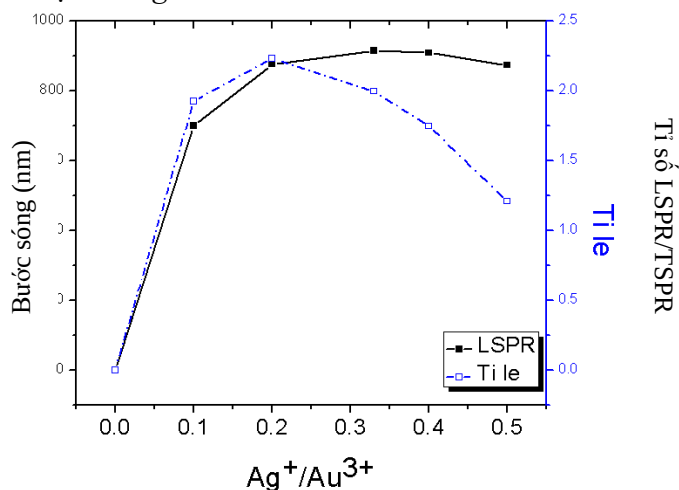
3.1.2. Ảnh hưởng của giá trị pH



Hình 2. Đồ thị biểu diễn bước sóng hấp thụ cực đại của dao động LSPR và tỉ số độ hấp thụ của dao động LSPR/dao động TSPR tại các giá trị pH khác nhau. $[\text{CTAB}] = 0,1\text{M}$; $\text{Ag}^+/\text{Au}^{3+} = 0,2$; $\text{AA}/\text{Au}^{3+} = 1,6$; $V_{\text{mâm}} = 30 \mu\text{L}$. pH: 4,0; 2,8; 2,3; 2,0; 1,5; và 1,0.

GNR tổng hợp ở các giá trị pH bằng 4,0; 2,8; 2,3; 2,0; 1,5; và 1,0 có tỉ số cạnh khác nhau tương ứng với các dao động LSPR từ 700 đến 950 nm. Từ Hình 2, khi giá trị pH giảm thì cực đại LSPR và tỉ số LSPR/TSPR tăng. Tuy nhiên, khi giá trị pH giảm dưới 1,5 thì tỉ số LSPR/TSPR giảm từ 3,9 đến < 3 , chứng tỏ hiệu suất tạo thành GNR giảm. Ảnh hưởng của giá trị pH đến sự hình thành GNR có thể được giải thích như sau: bản thân acid ascorbic là một chất khử yếu và năng lực khử của nó bị giảm mạnh trong môi trường acid mạnh [13]. Kết quả là, quá trình khử Au^+ về Au^0 trên bề mặt mầm diễn ra chậm trong môi trường acid. Điều này rất có lợi cho quá trình phát triển bất đẳng hướng của mầm vàng trên một mặt tinh thể nào đó dưới sự điều hướng của CTAB và Ag^+ .

3.1.3. Ảnh hưởng của tỉ lệ mol Ag^+/Au^{3+}



Hình 3. Đồ thị biểu diễn bước sóng hấp thụ cực đại của dao động LSPR và tỉ số độ hấp thụ của dao động LSPR/dao động TSPR tại các tỉ lệ Ag^+/Au^{3+} khác nhau. $[CTAB] = 0,1M$; $AA/Au^{3+} = 1,5$; $pH = 1,5$; $V_{mâm} = 16 \mu L$. Ag^+/Au^{3+} : 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; và 0,5.

Từ kết quả ở Hình 3, có thể thấy cực đại của dao động LSPR dịch về vùng hồng ngoại khi tăng tỉ lệ mol Ag^+/Au^{3+} . Khi tỉ lệ mol Ag^+/Au^{3+} tăng đến 0,2 thì cực đại hấp thụ ứng với dao động LSPR gần như không thay đổi. Nếu tiếp tục tăng tỉ lệ này lên đến 0,3 thì tỉ số LSPR/TSR bắt đầu giảm mạnh. Chúng tỏ rằng tỉ lệ Ag^+/Au^{3+} tối ưu dao động xung quanh 0,2. Ngoài ra, nếu không có mặt ion Ag^+ (tỉ lệ = 0) thì sẽ không có sự hình thành GNR.

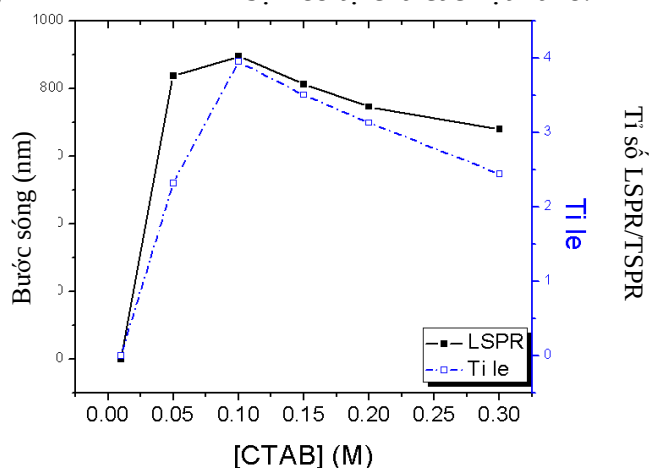
Murphy và cộng sự [7, 14] đã đề xuất cơ chế ảnh hưởng của ion Ag^+ lên sự hình thành của GNR như sau: Ag^+ trong dung dịch có thể bị khử thành Ag^0 trên bề mặt kim loại ở một giá trị thế thấp hơn rất nhiều so với thế khử thực tế của nó, nhờ đó tạo thành một đơn lớp nguyên tử Ag trên bề mặt của vàng. Hiện tượng này có xu hướng xảy ra trên mặt mạng (110) hơn so với mặt (111) và mặt (100), nhờ đó mặt mạng (110) được bảo vệ. Điều này dẫn đến sự phát triển bất đẳng hướng của mầm. Kết quả khảo sát của chúng tôi trong trường hợp này hoàn toàn phù hợp với những nghiên cứu trước đây [7, 14].

3.1.4. Ảnh hưởng của nồng độ CTAB

Từ Hình 4, chúng tôi nhận thấy GNR không được tạo thành nếu không có sự định hướng của CTAB. Khi nồng độ $[CTAB] = 0,1 M$, thì bước sóng hấp thụ cực đại ứng với dao động LSPR và tỉ số LSPR/TSR là lớn nhất. Khi nồng độ $[CTAB] > 0,1 M$ thì cả 2 thông số này đều giảm mạnh. Như vậy nồng độ tối ưu của CTAB được khảo sát trong khoảng 0,1 M.

Kết quả này hoàn toàn giống với kết quả khảo sát của tác giả M. Reza Hormozi và cộng sự [15]. Dựa trên ý tưởng CTAB có xu hướng tạo thành một cấu trúc hai lớp trên mặt mạng (100) hoặc (110) [7]. Lúc này, Au^+ sẽ ưu tiên bị khử bởi acid ascorbic trên những mặt mạng ít bị cản trở bởi CTAB, đó là mặt (111). Chính điều này dẫn đến

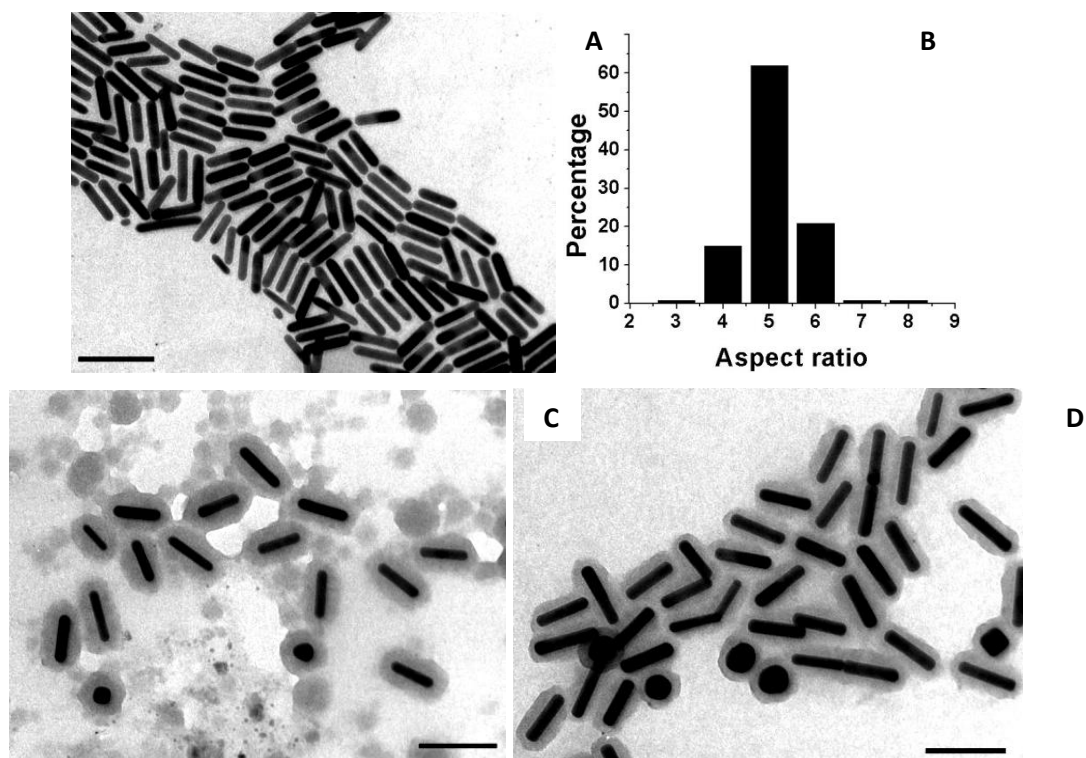
sự hình thành của các hạt GNR. Ngoài ra, cấu trúc hai lớp của CTAB giúp hạt nano vàng tích điện dương, nhờ đó tránh khỏi sự keo tụ của các hạt nano.



Hình 4. Đồ thị biểu diễn bước sóng hấp thụ cực đại của dao động LSPR và tỉ số độ hấp thụ của dao động LSPR/dao động TSPR tại các nồng độ CTAB khác nhau. $Ag^+/Au^{3+} = 0,2$; $AA/Au^{3+} = 1,6$; $V_{mâm} = 30 \mu L$. $pH = 1,5$. $[CTAB] = 0,01; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20$; và $0,30 M$.

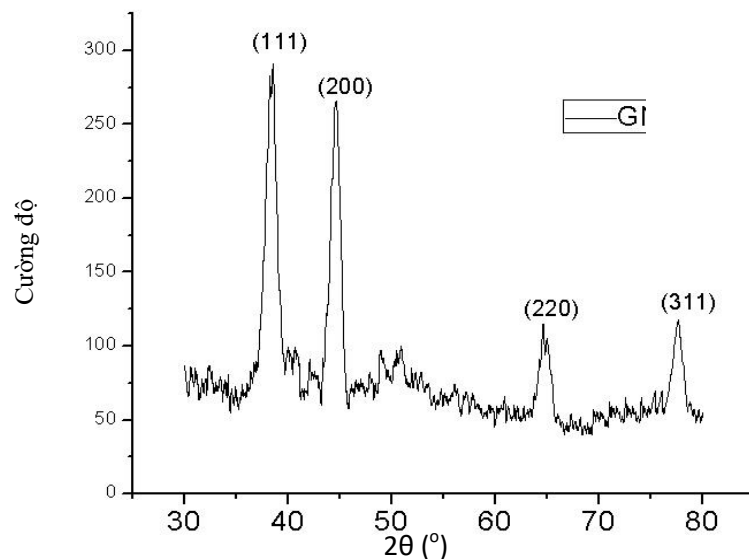
3.2. Nano vàng dạng que bọc silica

Sau khi đã khảo sát các yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến sự hình thành của GNR, chúng tôi chọn điều kiện tổng hợp như sau: $pH = 1,5$; $AA/Au^{3+} = 1,5$; $Ag^+/Au^{3+} = 0,2$; $[CTAB] = 0,1 M$.



Hình 5. Ảnh TEM của GNR (A), GNR-SiO₂ (C), và sau khi loại silica dư (D); và đồ thị phân bố tỉ số cạnh của GNR (B). Thang đo trong ảnh TEM: 100 nm.

Hình 5A cho thấy kết quả TEM của GNR tổng hợp được ở điều kiện trên. Vật liệu chúng tôi tổng hợp được có độ đơn phân tán cao với tỉ số cạnh ~ 5 (Hình 5B). Trên giản đồ nhiễu xạ XRD (Hình 6), đỉnh nhiễu xạ tại $2\theta = 38^\circ$ tương ứng với mặt mạng (111) của GNR có cường độ lớn nhất.

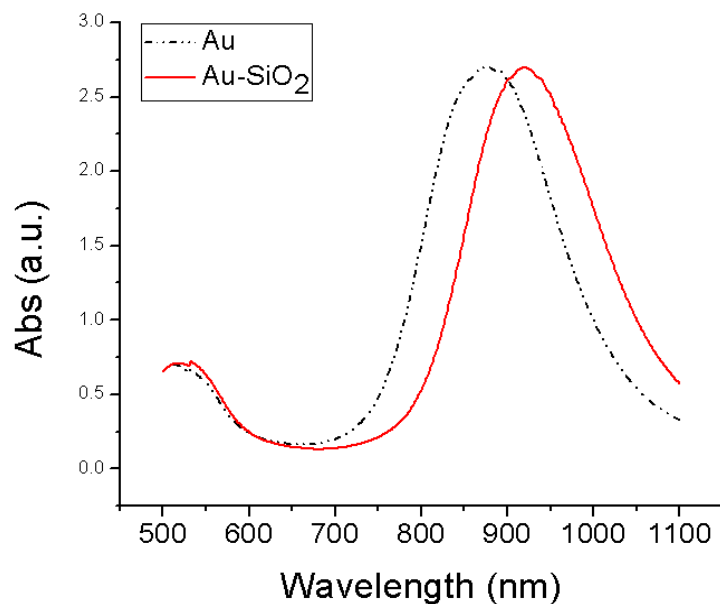


Hình 6. Giản đồ nhiễu xạ tia X của GNR

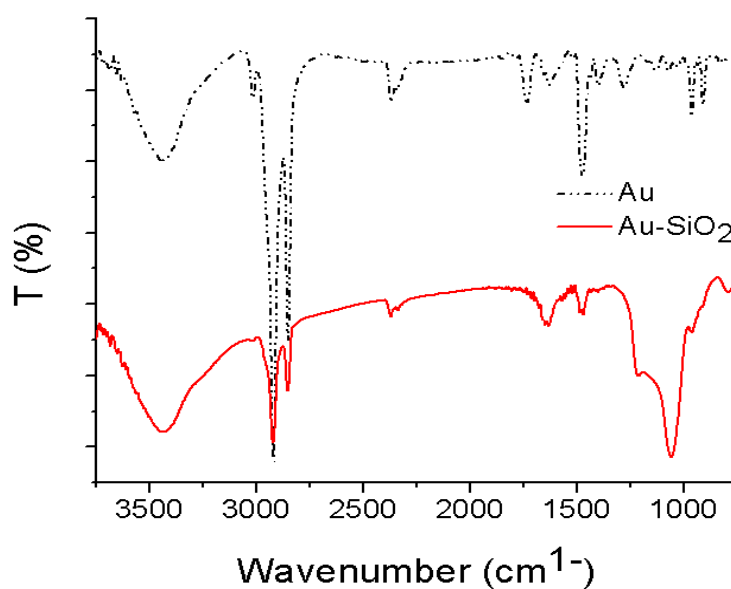
Điều này một lần nữa xác nhận lại giả thuyết về sự phát triển của các hạt mầm vàng ưu tiên trên mặt mạng (111) để tạo thành các que nano vàng.

Tiếp đó, lớp vỏ silica mỏng có chiều dày khoảng 20 nm bao quanh hạt nano vàng được tổng hợp trong dung môi nước/ethanol (10 mL/400 μ L) với tiền chất silica là TEOS. Trong quá trình bọc silica, chúng tôi chọn dung môi nước vì nếu chuyển nano vàng vào dung môi ethanol sẽ xảy ra sự kết tủa do sự phá vỡ lớp CTAB bảo vệ trên bề mặt hạt nano vàng. Từ Hình 5C, dễ dàng nhận thấy rằng có một lượng lớn các hạt silica dư, tuy nhiên chúng dễ dàng bị loại bỏ bằng cách ly tâm ở 6500 vòng/phút (Hình 5D).

Từ phổ UV-Vis của GNR và GNR-SiO₂ ở Hình 7, chúng tôi nhận thấy rằng, cực đại hấp thụ ứng với dao động LSPR của nano vàng sau khi đã bọc silica tăng từ 850 lên 900. Điều này được giải thích là do sự thay đổi chỉ số khúc xạ xung quang hạt nano vàng sau khi bọc bằng silica [5, 6].



Hình 7. Phổ UV-Vis của GNR và GNR-SiO₂



Hình 8. Phổ FTIR của GNR và GNR-SiO₂

Trên phổ hồng ngoại của GNR và GNR-SiO₂ (Hình 8) đều xuất hiện cực đại ở 3480 cm⁻¹, điều này được giải thích là có thể do dao động của liên kết OH của nước và hai cực đại ở 2920 và 2800 cm⁻¹ tương ứng với dao động hóa trị bất đối xứng và đối xứng của liên kết C-H của nhóm CH₂ trong phân tử CTAB [12]. Tuy nhiên, ở vật liệu GNR-SiO₂, cường độ hai đỉnh này nhỏ hơn nhiều, chứng tỏ rằng CTAB đã được loại bỏ một phần trong quá trình ly tâm hoặc bị bao bọc bởi silica. Ngoài ra, trên phổ hồng ngoại của nano vàng sau khi bọc silica cho một cực đại hấp thụ ở 1050 cm⁻¹ tương ứng với dao động của liên kết Si-O-Si [6, 12].

4. KẾT LUẬN

1. Từ việc khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hình tổng hợp vật liệu nano vàng dạng que, vật liệu chúng tôi tổng hợp được có độ đơn phân tán cao với kích thước hạt nằm trong khoảng 15 x 76 nm.

2. Đã bọc thành công các hạt nano vàng bằng silica có độ dày khoảng 20 nm.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ phát triển khoa học và công nghệ quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 104.03-2012.54.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Xiaohua Huang, et al. (2008). Plasmonic photothermal therapy (PPTT) using gold nanoparticles. *Lasers Med Sci*, 23, 217-228.
- [2]. Andreas B. Dahlin, et al. (2012). Electrochemical plasmonic sensors. *Anal Bioanal Chem*, 402, 1773-1784.
- [3]. Eliza Hutter, et al. (2004). Exploitation of Localized Surface Plasmon Resonance. *Adv. Mater.*, 16 (19), 1685-1706.
- [4]. Prashant K. Jain, et al. (2008). Noble Metals on the nanoscale: Optical and Photothermal Properties and Some Applications in Imaging, Sensing, Biology, and Medicine. *Accounts of Chemical Research*, 41(12), 1578-1586.
- [5]. S. S. Verma, et al. (2012). Influence of aspect ratio and surrounding medium on Localized Surface Plasmon Resonance (LSPR) of gold nanorod. *J. Opt*, 41(2), 89-93.
- [6]. Cyrille Gautier, et al. (2010). Pigments based on silica-coated gold nanorods: Synthesis, colouring strength, functionalisation, extrusion, thermal stability and colour evolution. *Gold Bulletin*, 43(2), 94-104.
- [7]. Catherine J. Murphy, et al. (2011). Gold nanorod crystal growth: From seed-mediated synthesis to nanoscale sculpting. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 16, 128-134.
- [8]. Jorge Pérez-Juste, et al. (2005). Gold nanorods: Synthesis, characterization and applications. *Coordination Chemistry Review*, 249, 1870-1901.
- [9]. X.C. Jiang, et al. (2007). Gold nanorods: influence of various parameters as seeds, solvent, surfactant on shape control. *Colloids and Surfaces A: Physiochem. Eng. Aspects*, 295, 228-232.
- [10]. Yang Qiu, et al. (2010). Surface chemistry and aspect ratio mediated cellular uptake of Au nanorods. *Biomaterials*, 31, 7606-7619.

- [11]. Seong S. Seo, et al. (2009). Direct monitoring of gold nanorod growth. *Ionics*, 15, 67-71.
- [12]. Chia-Chi Huang, et al. (2012). Synthesis of silica-coated gold nanorods as Raman tags by modulating cetyltrimethylammonium bromide concentration. *Colloids and Surfaces A: Physiochem. Eng. Aspects*, 409, 61-68.
- [13]. Quingshan Wei, et al. (2008). pH Controlled Synthesis of High Aspect-ratio Gold Nanorods. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 8, 5708-5714.
- [14]. Yanjuan Xiang, et al. (2008). Tuning the Morphology of Gold Nanocrystals by Switching the Growth of {110} Facets from Restriction to Preference. *J. Phys. Chem. C*, 112, 3203-3208.
- [15]. M. Reza Hormozi-Nezhad, et al. (2013). Thorough tuning of the aspect ratio of gold nanorods using response surface methodology. *Analytical Chimica Acta*, 779, 14-21.

EFFECTS OF CRUCIAL PARAMETERS ON THE SYNTHESIS OF HIGHLY MONODISPERSED GOLD NANORODS FOR SILICA COATING

Mai Duy Hien, Le Thi Lanh, Đinh Quang Khieu, Tran Thai Hoa*

Department of Chemistry, Hue University of Sciences

* Email: trthaihoa@yahoo.com

ABSTRACT

In this report, the gold nanorods are synthesized by a modified seed-mediated method. Our research aim is to manipulate the size, morphology, and uniformity of the obtained gold nanorods. The four significant factors are thoroughly investigated, including: concentration of surfactant [CTAB]; molar ratio of ascorbic acid and silver nitrate to hydrogen tetrachloroaurate; and pH value. The results show that, the synthesized gold nanorods are highly mono-dispersed with a mean size of approximately 15 x 76nm.

In order to increase the material durability and biocompatibility in the biomedical applications, the gold nanorods are coated with a silica layer of about 20nm thickness synthesized by the method of Stober. The morphology and properties of the gold nanorods and silica-coated gold nanorods are characterized using transmission electron microscopy (TEM), ultraviolet-visible (UV-Vis), fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy, and X-ray diffraction (XRD).

Keywords: Gold nanorods, CTAB concentration, AA/Au, Ag/Au, molar ratio, pH, silica coating.