

# Tổng hợp nano vàng dạng hình sao với chất bảo vệ chitosan bằng phương pháp khử một giai đoạn

Võ Quốc Khương<sup>1,\*</sup>, Tống Thị Hồng<sup>2</sup>, Nguyễn Thị Phương Phong<sup>1</sup>, Hoàng Thanh Phúc<sup>1</sup>



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

## TÓM TẮT

Vật liệu nano vàng dạng hình sao được tổng hợp thông qua phương pháp khử một giai đoạn không tạo mầm trung gian, với chất bảo vệ là chitosan, đóng vai trò vừa là chất bảo vệ vừa là tác nhân định hướng. Thông qua khảo sát các thành phần phản ứng, hướng đến điều khiển hình dạng và kích thước của các hạt nano vàng dạng sao được tạo thành. Nồng độ chất bảo vệ tại điều kiện pH thích hợp có vai trò quan trọng trong sự hình thành của hạt nano vàng dạng sao. Vật liệu nano vàng tạo thành được phân tích với phương pháp kính hiển vi truyền qua (TEM), phổ tử ngoại (FTIR), phổ UV-Vis và nhiễu xạ tia X. Kích thước trung bình của nano vàng dạng sao khoảng 55 nm phân bố đều trong dung dịch với độ phân bố kích thước nhỏ dựa trên thống kê số lượng hạt trên ảnh TEM, cường độ hấp thụ cực đại trong phổ UV-Vis khoảng 587–700 nm. Hạt nano vàng tạo thành có các tương tác đặc trưng với các nhóm chức trên phân tử chitosan với kỹ thuật phân tích phổ FT-IR. Kết quả phương pháp tổng hợp làm sáng tỏ tương tác tĩnh điện giữa chitosan và bề mặt hạt nano vàng dạng sao. Phương pháp tổng hợp mới có thể khắc phục những hạn chế trước đây khi tổng hợp có kiểm soát hình dạng và kích thước hạt nano vàng dạng sao như sử dụng các chất hoạt động bề mặt và quá trình thực hiện thường phức tạp. Bên cạnh đó, vật liệu nano vàng dạng sao với chất bảo vệ chitosan được tổng hợp với các chất có nguồn gốc tự nhiên có thể mang lại nhiều ứng dụng trong lĩnh vực y sinh học.

**Từ khóa:** vật liệu nano vàng dạng sao, khử một giai đoạn, chitosan

## MỞ ĐẦU

Vật liệu nano vàng ngày càng thu hút nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học do quá trình tổng hợp đơn giản<sup>1</sup>, có nhiều tính chất đặc trưng<sup>2</sup> và độ tương hợp sinh học cao<sup>3</sup>. Các tính chất này mang lại nhiều ứng dụng quan trọng trong sinh học như chẩn đoán hình ảnh<sup>4</sup>, phân phối sinh học<sup>5</sup>, điều trị ung thư<sup>6</sup>, xúc tác và cảm biến<sup>7</sup>. Khả năng ứng dụng của vật liệu nano vàng chịu ảnh hưởng rất nhiều bởi kích thước và hình thái của chúng<sup>8</sup>. Các hạt nano vàng dạng thanh được sử dụng làm chất nhạy quang trong chẩn đoán<sup>9</sup> hay điều trị ung thư<sup>10</sup>, dạng xốp được sử dụng trong liệu pháp điều trị nâng nhiệt<sup>11</sup>. Trong số nhiều loại hình dạng, vật liệu nano vàng dạng sao có nhiều ứng dụng hơn trong gắn kết các phân tử sinh học dựa trên cấu trúc và hình thái của các nhánh. Hơn nữa, với các tính chất quang đặc trưng, nano vàng dạng sao có thể sử dụng trong chẩn đoán hình ảnh trong tầm soát ung thư dựa trên sự hấp thụ plasmon bề mặt trong vùng tử ngoại và cận hồng ngoại (NIR)<sup>12</sup>.

Các polymer tương hợp sinh học như cellulose, gelatin, chitosan, collagen và tinh bột có thể thu được từ các nguồn khác nhau trong tự nhiên. Trong số các hợp chất này, chitosan được sử dụng rộng rãi trong

tổng hợp nano vàng do khả năng vừa làm chất khử và là chất bảo vệ do có các nhóm chức hoạt động. Hơn nữa, ưu điểm của chitosan là cho khả năng tương hợp sinh học cao<sup>12</sup> và không độc hại<sup>13</sup> nên dễ dàng được ứng dụng vào lĩnh vực sinh học. Chitosan (2-amino-2-deoxy- $\beta$ -glucan) là một polysaccharide với nhiều nhóm chức và cấu trúc có độ linh hoạt cao, từ đó có thể dễ dàng sử dụng trong định hướng phát triển tinh thể nano vàng. Mặc dù hiện nay có rất nhiều báo cáo về tổng hợp nano vàng với chitosan, tuy nhiên có rất ít các công trình nghiên cứu về tổng hợp một giai đoạn hạt nano vàng dạng sao. Thí dụ như công trình của Sun và cộng sự mô tả quá trình tổng hợp một giai đoạn AuNPs với chitosan có độ deacetyl hóa và khối lượng phân tử khác nhau<sup>13</sup>. Gần đây, Phan và cộng sự đã phát triển một phương pháp tổng hợp hiệu quả nano vàng dạng sao trong liệu pháp chẩn đoán nhiệt với chitosan<sup>12</sup>. Trong nghiên cứu này, nano vàng dạng sao được tổng hợp với chất khử là ascorbic acid và chất định hướng là chitosan. Sự tương tác của chitosan với nano vàng dạng sao cũng được nghiên cứu.

## VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

**Trích dẫn bài báo này:** Khương V Q, Hồng T T, Phong N T P, Phúc H T. Tổng hợp nano vàng dạng hình sao với chất bảo vệ chitosan bằng phương pháp khử một giai đoạn. *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 4(4):760-766.

<sup>1</sup>Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

<sup>2</sup>Khoa Hóa, Trường Đại học Sư Phạm TP.HCM

### Liên hệ

Võ Quốc Khương, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

Email: vqkhuong@hcmus.edu.vn

### Lịch sử

- Ngày nhận: 11-8-2020
- Ngày chấp nhận: 16-10-2020
- Ngày đăng: 27-10-2020

DOI: 10.32508/stdjns.v4i4.934



### Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



### Hóa chất

Tất cả các dụng cụ thủy tinh được rửa sạch với HCl 0,5 M và sau đó được rửa lại với nước cất hai lần. Tiền chất tetrachloroauric (III) acid trihydrate ( $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  99,9%), acetic acid ( $\text{CH}_3\text{COOH}$  99,5%), and ascorbic acid ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$  99,7%) được mua từ Sigma-Aldrich, Chitosan ( $(\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_9)_n$ , DD 75%) cũng cung cấp bởi Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA).

### Phương pháp tổng hợp nano vàng dạng sao

0,3 g chitosan được phân tán trong dung dịch acetic acid 1% (w/v). Khuấy từ 800 vòng/phút trong 90 phút ở  $60^\circ\text{C}$ , kiểm soát pH tại 4,5. Trong một phản ứng cụ thể, 2 mL thể tích  $\text{HAuCl}_4$  nồng độ  $2,5 \times 10^{-3}$  M được cho vào dung dịch chitosan có nồng độ 0,06% (w/v), khuấy đều trong 5 phút ở  $50^\circ\text{C}$ , khảo sát tại các điều kiện pH khác nhau thay đổi từ pH 1 đến 6. Sau đó 0,5 mL thể tích ascorbic acid 0,1 M được nhỏ từ từ vào dung dịch trên, sau đó khuấy từ 600 vòng/phút trong 5 phút, tiếp theo dung dịch được để yên không khuấy trong 2 giờ cho phản ứng xảy ra hoàn toàn. Tổng thể tích dung dịch là 10 mL được điều chỉnh với nước deionized (DI). Màu của dung dịch keo được chuyển từ màu vàng trong suốt sang màu đỏ, đỏ tím và đến màu xanh dương đậm. pH của dung dịch keo được điều chỉnh trước khi cho ascorbic acid nồng độ 0,1 M vào, và được chỉnh với dung dịch HCl 0,1M và NaOH nồng độ 1,0 M.

### CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH

Phổ hấp thụ UV-Vis của dung dịch keo nano vàng dạng sao được phân tích trên máy đo quang UV-Vis-NIR-V670 (JASCO, Japan), được đo ở bước sóng từ 300 đến 800 nm với tốc độ quét khoảng 200 nm trên phút. Giảm nhiễu xạ tia X được xác định trên máy D8 Advance-Bruker, Đức, được thực hiện với nhiễu xạ  $\text{Cu-K}\alpha$  với góc  $2\theta$  được xác định trong khoảng từ  $20^\circ$ - $80^\circ$  (tốc độ quét  $4^\circ$  trên phút). Phương pháp phân tích phổ hồng ngoại FT-IR được thực hiện trên máy Bruker Equinox 55, Đức, 3,0 mL mẫu cần phân tích được trộn với KBr với tỷ lệ 2–5%, số sóng quét từ  $400$ - $4000 \text{ cm}^{-1}$ . Hình dạng và cấu trúc của nano vàng dạng sao được phân tích bằng phương pháp chụp ảnh kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM) trên máy JEM-1400, Nhật, thực hiện ở thế 200 kV. Kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường FE-SEM được dùng để xác định hình thái của mẫu, mẫu phân tích được quét lên tấm lam, sau đó chờ cho mẫu khô hoàn toàn và chụp ảnh trên máy FESEM S4800 Hitachi, Nhật.

**Bảng 1:** Dữ liệu UV-Vis của nano vàng dạng sao được tổng hợp tại các điều kiện pH khác nhau từ 1–6

Mẫu	Bước sóng (nm)	Cường độ hấp thụ
pH 1	747	0,187
pH 2	742	0,183
pH 3	617	0,315
pH 4	587	0,885
pH 5	533	0,846
pH 6	529	0,896

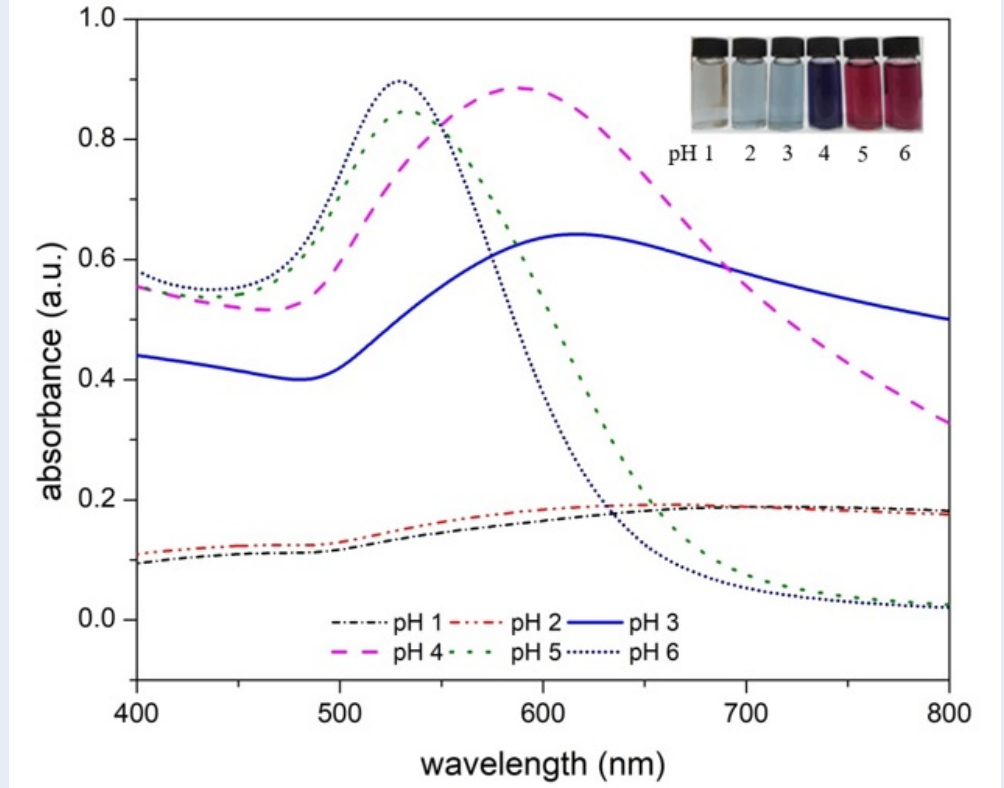
## KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### Khảo sát ảnh hưởng của pH

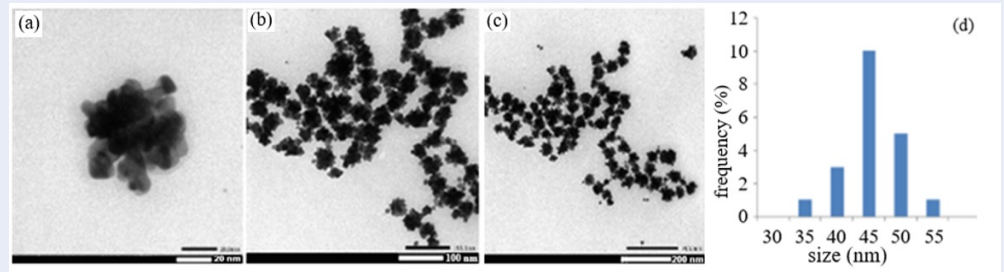
Kết quả phổ hấp thụ UV-Vis (Hình 1) cho thấy chuyển dịch tại các bước sóng cực đại hấp thụ về phía bước sóng ngắn (747–529 nm) (Bảng 1), tương ứng với sự thay đổi pH từ 1 đến 6. Sự thay đổi này có thể dự đoán cho sự hình thành của nano vàng dạng sao trong dung dịch keo, đặc trưng trong khoảng bước sóng từ 587–747 nm (Bảng 1). Hơn nữa, sự chuyển dịch đỏ của cực đại hấp thụ plasmon bề mặt cũng liên quan đến sự tăng dần kích thước hạt. Trong khoảng pH 4–5 có sự hình thành nhiều hơn các phức tạo thành giữa tiểu đơn vị glucosamine trên phân tử chitosan và phức  $\text{AuCl}_{(4-x)}\text{OH}_{(x)}$ <sup>14</sup>. Sau đó là quá trình khử  $\text{Au}^{3+}$  về  $\text{Au}^0$ , hạt nano vàng được hình thành trong khuôn mềm được tạo bởi các mạch phân tử chitosan nên dạng cấu tạo thành chủ yếu và cùng với khả năng bảo vệ tốt của các phân tử chitosan nên các hạt tạo thành dự đoán có kích thước nhỏ hơn.

Tại pH 3, xảy ra quá trình thủy phân của phân tử chitosan được xúc tác bởi môi trường acid ( $\text{H}^+$ )<sup>14</sup>, các tiểu đơn vị glucosamine hạn chế hình thành liên kết hơn với các phức  $\text{AuCl}_{(4-x)}\text{OH}_{(x)}$ , quá trình khử  $\text{Au}^{3+}$  tạo  $\text{Au}^0$  xảy ra tự do không nằm trong các mạch phân tử chitosan, hạt nano tạo thành có kích thước lớn hơn, đồng thời có thể dễ dàng tạo ra dạng sao với các nhánh có đỉnh nhọn và đặc trưng hơn. Sự hình thành của nano vàng dạng sao có thể dựa trên quá trình tạo mầm tinh thể và khuếch tán của nguyên tử  $\text{Au}^0$ , quá trình này có thể được kiểm soát bởi độ nhớt của dung dịch keo và tốc độ khử ion  $\text{Au}^{3+}$  tạo nguyên tử  $\text{Au}^0$ . Ascorbic acid tồn tại ở dạng proton hóa trong khoảng pH thích hợp, ở dạng này tốc độ phản ứng khử giảm, dẫn đến sự hình thành của nano vàng dạng sao.

Kết quả TEM của mẫu nano vàng dạng sao được tổng hợp với điều kiện 0,5 mL ascorbic acid nồng độ 0,1 M; 5 mL chitosan 0,06 %; 2 mL  $\text{HAuCl}_4$   $2,5 \times 10^{-3}$



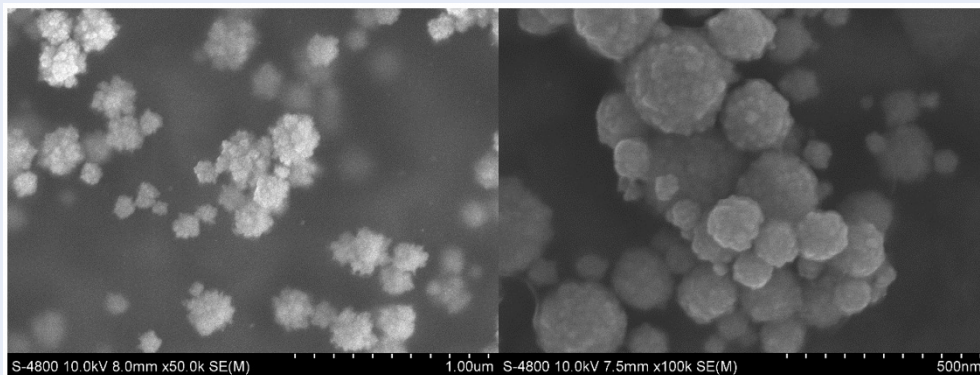
**Hình 1:** Phổ hấp thụ UV-Vis của những mẫu nano vàng được tổng hợp với 5 mL chitosan 0,06 % (w/v) tại các giá trị pH khác nhau (từ 1 đến 6)



**Hình 2:** Ảnh TEM của các mẫu nano vàng dạng sao tại pH 4 (a) thang đo 20 nm, (b) thang đo 100 nm, (c) thang đo 200 nm, và (d) giản đồ phân bố kích thước hạt tương ứng

M tại điều kiện pH 4 (Hình 2 a-b) cho thấy hạt nano vàng tạo thành có đường kính trung bình khoảng từ 50–60 nm giản đồ phân bố kích thước hạt tương ứng cũng cho thấy độ phân bố kích thước hẹp, đường kính trung bình khoảng 55 nm (Hình 2 c-d). Các hạt nano hình thành được phân tích với phương pháp chụp ảnh TEM có kích thước khá nhỏ có thể là do kỹ thuật chụp ảnh TEM chỉ xác định phần lõi kim loại bên trong mà không xác định lớp chất bảo vệ chitosan nằm bên ngoài của hạt nano vàng.

Kết quả ảnh SEM cũng cho thấy có sự hình thành của nano vàng dạng sao trong khoảng pH 3–4 (Hình 3 a–b). Kết quả ảnh SEM cho thấy tại pH 3, các dạng sao được hình thành với các đầu nhọn đặc trưng và rõ ràng hơn (Hình 3 a) so với các hạt nano vàng được tạo thành trong khoảng pH 4 (Hình 3 b). Tại pH 4, các hạt nano vàng tạo thành có dạng sao nhưng các đỉnh bị bo tròn, một số hạt tạo thành có dạng cầu hoặc dạng gần với hình cầu. Kích thước trung bình của các hạt nano vàng tại pH 3 (khoảng 150 nm) lớn hơn so



**Hình 3:** Ảnh SEM của nano vàng dạng sao tại (a) pH 3 (thang đo 1  $\mu\text{m}$ ) và (b) pH 4 (thang đo 500 nm)

với hạt tạo thành ở điều kiện pH 4 (khoảng 120 nm). Kết quả này phù hợp với các dự đoán về sự chuyển dịch bước sóng trên phổ UV-Vis (tại pH 3 tương ứng với bước sóng hấp thụ cực đại 700 nm, mẫu tại pH 4 có bước sóng hấp thụ cực đại 587 nm) (Hình 3 a-b). Do đó, pH 3 được chọn làm pH thích hợp cho quá trình chế tạo hạt nano vàng dạng sao với chất bảo vệ chitosan. Các kết quả tạo thành nano vàng dạng sao tại pH 3 có sự khác biệt trong công bố trước đây của Phan và cộng sự<sup>12</sup>, hạt nano tạo thành dạng sao tại pH 1. Trong nghiên cứu của Baginskiy và cộng sự<sup>15</sup>, hạt nano vàng dạng sao tạo thành tại pH 7,5 và có cấu trúc các nhánh dài và nhọn.

#### Giải đồ nhiễu xạ tia X

Giải đồ nhiễu xạ tia X của nano vàng cho thấy có các đỉnh nhiễu xạ tại góc  $2-\theta$ :  $39^\circ$ ,  $44^\circ$ ,  $65^\circ$ ,  $78^\circ$  (Hình 4), tương ứng lần lượt với các mặt tinh thể {111}, {200}, {220}, và {311} của cấu trúc tinh thể lập phương tâm diện (fcc) của nano vàng<sup>16</sup>. Các kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đây của nano vàng dạng sao<sup>16,17</sup>. Các đỉnh nhiễu xạ tia X của hạt nano vàng tổng hợp được hơi lệch về bên trái so với phổ chuẩn, có thể là do ảnh hưởng của lớp chất bảo vệ chitosan bao phủ bên ngoài hạt nano vàng.

#### Phổ hồng ngoại FT-IR

Các tương tác đặc trưng của chitosan với nano vàng dạng sao được phân tích với phổ FT-IR (Hình 5 a-b). Các đỉnh hấp thụ đặc trưng tại bước sóng  $3447$  và  $2991\text{ cm}^{-1}$  tương ứng với dao động của nhóm N-H và O-H của chitosan tinh khiết. Các đỉnh hấp thụ trong mẫu chitosan tinh khiết giảm rõ rệt khi phân tích với mẫu nano vàng dạng sao (Hình 5 b). Cường độ peak của các nhóm amine xuất hiện tại số sóng  $1600\text{ cm}^{-1}$ , và nhóm  $-\text{CONH}_2$  tại số sóng  $1657\text{ cm}^{-1}$  cũng giảm

rõ rệt trong mẫu nano vàng với chitosan, có thể dự đoán cho sự tương tác của nhóm amine với tinh thể nano vàng. Kết quả FTIR cho thấy vai trò của chitosan trong tổng hợp nano vàng dạng sao vừa là tác nhân bảo vệ vừa là tác nhân kiểm soát sự hình thành tinh thể nano.

#### KẾT LUẬN

Nano vàng dạng sao được tổng hợp thành công với kích thước trung bình khoảng 55 nm (với kỹ thuật chụp ảnh TEM) bằng phương pháp khử một giai đoạn, không qua tạo mầm trung gian với chitosan trong điều kiện thích hợp. Nano vàng dạng sao có bước sóng hấp thụ cực đại trong khoảng từ 587-747 nm. Giải đồ nhiễu xạ tia X cho thấy các đỉnh nhiễu xạ tương ứng với cấu trúc tinh thể vàng. Hơn nữa, tương tác giữa các hạt nano vàng dạng sao và chitosan cũng được làm rõ. Tổng hợp có kiểm soát hình dạng và kích thước hạt nano vàng dạng sao có thể được ứng dụng trong y sinh.

#### LỜI CẢM ƠN

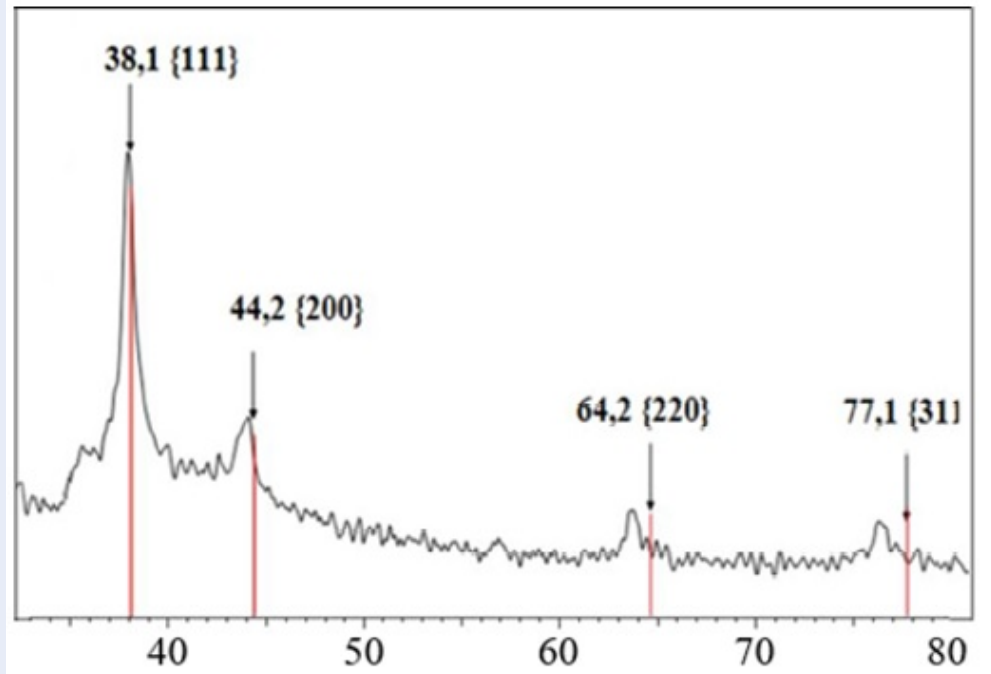
Nghiên cứu được tài trợ Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số C2018-18-09.

#### DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

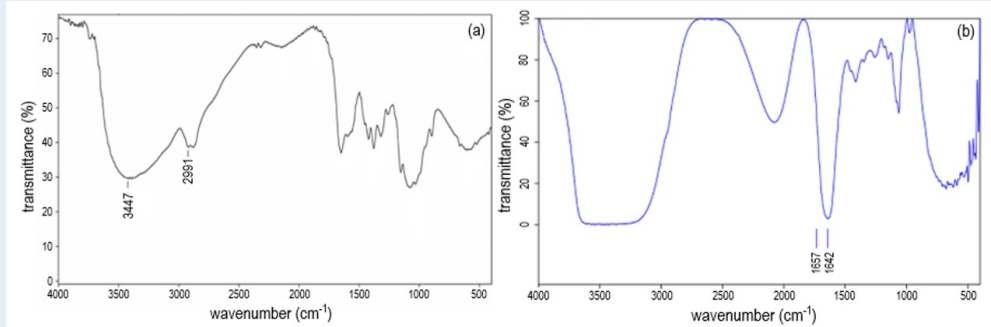
UV-Vis: Ultraviolet visible  
 FTIR: Fourier transform infrared spectroscopy  
 XRD: X-Ray diffraction  
 TEM: transmission electron microscopy

#### XUNG ĐỘT LỢI ÍCH TÁC GIẢ

Các tác giả tuyên bố rằng không có xung đột lợi ích.



Hình 4: Giản đồ nhiễu xạ tia X của nano vàng dạng sao được tổng hợp với chitosan ở nồng độ 0,06 % (w/v)



Hình 5: Phổ FT-IR của (a) chitosan tinh khiết và (b) mẫu nano vàng dạng sao được tổng hợp với chitosan tại pH 4

## ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

Võ Quốc Khương và Tống Thị Hồng thiết kế thí nghiệm, thu thập số liệu, xử lý kết quả và tham gia viết bài.

Nguyễn Thị Phương Phong, Hoàng Thanh Phúc tiến hành thu thập số liệu và xử lý kết quả.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Souza CDD, Nogueira BR, Rostelato MECM. Review of the methodologies used in the synthesis gold nanoparticles by chemical reduction. *J Alloys Compd.* 2019;798:714–740. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2019.05.153>.
2. Huang X, El-Sayed MA. Gold nanoparticles: Optical properties and implementations in cancer diagnosis and photothermal therapy. *J Adv Res.* 2010;1(1):13–28. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2010.02.002>.

[//doi.org/10.1016/j.jare.2010.02.002](https://doi.org/10.1016/j.jare.2010.02.002).

3. Lasagna-Reeves C, Gonzalez-Romero D, Barria MA, et al. Bioaccumulation and toxicity of gold nanoparticles after repeated administration in mice. *Biochem Biophys Res Commun.* 2010;393(4):649–655. PMID: 20153731. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2010.02.046>.
4. Sokolov K, Follen M, Aaron J, Pavlova I, Malpica A, Lotan R, et al. Real-time vital optical imaging of precancer using anti-epidermal growth factor receptor antibodies conjugated to gold nanoparticles. *Cancer Res.* 2003;63(9):1999–2004.
5. Dam DHM, Culver KSB, et al. Biodistribution and in vivo toxicity of aptamer-loaded gold nanostars. *Nanomedicine Nanotechnology, Biol Med.* 2015;11(3):671–679. PMID: 25461281. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.nano.2014.10.005>.
6. Chanda N, Kan P, Watkinson LD, et al. Radioactive gold nanoparticles in cancer therapy: Therapeutic efficacy studies of GA-198AuNP nanoconstruct in prostate tumor-bearing

- mice. *Nanomedicine in Cancer*. 2017;6:753–774. Available from: <https://doi.org/10.1201/b22358-31>.
7. Zhang Y, et al. New gold nanostructures for sensor applications: A review. *Materials (Basel)*. 2014;7(7):5169–5201. PMID: 28788124. Available from: <https://doi.org/10.3390/ma7075169>.
  8. Gerber A, Bundschuh M, Klingelhofer D, Groneberg DA. Gold nanoparticles: Recent aspects for human toxicology. *J Occup Med Toxicol*. 2013;8(1):1–6. PMID: 24330512. Available from: <https://doi.org/10.1186/1745-6673-8-32>.
  9. Huang X, El-Sayed IH, Qian W, El-Sayed MA. Cancer cell imaging and photothermal therapy in the near-infrared region by using gold nanorods. *J Am Chem Soc*. 2006;128(6):2115–2120. PMID: 16464114. Available from: <https://doi.org/10.1021/ja057254a>.
  10. Huff TB, Tong L, Zhao Y, Hansen MN, Cheng JX, Wei A. Hyperthermic effects of gold nanorods on tumor cells. *Nanomedicine*. 2007;2(1):125–132. PMID: 17716198. Available from: <https://doi.org/10.2217/17435889.2.1.125>.
  11. Hirsch LR, Stafford RJ, Bankson JA, Sershen SR, Rivera B, Price RE, et al. Nanoshell-mediated near-infrared thermal therapy of tumors under magnetic resonance guidance. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2003;100(23):13549–13554. PMID: 14597719. Available from: <https://doi.org/10.1073/pnas.2232479100>.
  12. Phan TTV, Nguyen VT, Ahn SH, Oh J. Chitosan-mediated facile green synthesis of size-controllable gold nanostars for effective photothermal therapy and photoacoustic imaging. *Eur Polym J*. 2019;118:492–501. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2019.06.023>.
  13. Sun L, Li J, Cai J, Zhong L, Ren G, Ma Q. One pot synthesis of gold nanoparticles using chitosan with varying degree of deacetylation and molecular weight. *Carbohydr Polym*. 2017;178:105–114. PMID: 29050575. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.09.032>.
  14. Vo KDN, Guillon E, Dupont L, Kowandy C, Coqueret X. Influence of Au(III) interactions with chitosan on gold nanoparticle formation. *J Phys Chem C*. 2014;118(8):4465–4474. Available from: <https://doi.org/10.1021/jp4112316>.
  15. Baginskiy I, et al. Chitosan-modified stable colloidal gold nanostars for the photothermolysis of cancer cells. *J Phys Chem C*. 2013;117(5):2396–2410. Available from: <https://doi.org/10.1021/jp311271p>.
  16. Lu L, Ai K, Ozaki Y. Environmentally friendly synthesis of highly monodisperse biocompatible gold nanoparticles with urchin-like shape. *Langmuir*. 2008;24(3):1058–1063. PMID: 18177060. Available from: <https://doi.org/10.1021/la702886q>.
  17. Wang W, Cui H, J Phys Chem C. Chitosan-luminol reduced gold nanoflowers: From one-pot synthesis to morphology-dependent SPR and chemiluminescence sensing. 2008;112(29):10759–10766. Available from: <https://doi.org/10.1021/jp802028r>.

# Synthesis of gold nanostar using chitosan as reductive agent by the seedless reduction method

Quoc Khuong Vo<sup>1,\*</sup>, Hong Tong Thi<sup>2</sup>, Phuong Phong Nguyen Thi<sup>1</sup>, Phuc Hoang Thanh<sup>1</sup>



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

## ABSTRACT

The gold nanostars (AuNS) were prepared through seedless reductive method by using the natural biodegradable polymer chitosan acting both as the stabilizing and shape-directing agent, ascorbic acid as a reducing agent. This reaction synthesis was carried out at room temperature and facile conditions. In an effort to control the size and shape of AuNS, many experimental parameters were investigated for the thorough understanding the role of chitosan in the formation of gold nanostar. In this novel method, the pH condition and appropriate stabilizer concentration were crucial factors to prepare the well-defined AuNS. The obtained AuNS were characterized by many physical-chemistry analysis method such as transmission electron microscopy (TEM), Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR), UV-Vis spectroscopy, dynamic light scattering (DLS), and X-Ray diffraction (XRD). The AuNS have an average size of about 55 nm and narrow size distribution when characterized by TEM images. UV-Vis spectroscopy of the gold nanoparticles colloidal solution showed the characteristic peaks at 587-700 nm, corresponding to the surface plasmon resonance of star-shaped nanostructure. The specific interactions between the functional groups of chitosan chain and the as-prepared gold nanostars are analyzed by the FT-IR spectroscopy technique. These results provided insight into the role of biopolymer as both a protecting agent and structure-directing agent. This novel method can overcome previous limitations in controlled synthesis of star-shaped gold nanoparticles such as surfactant use and complex implementation. Besides, the gold nanostars stabilized by chitosan could be a potential material in many applications in the field of biomedical medicine.

**Key words:** Gold nanostar, chitosan, seedless reductive method

<sup>1</sup>University of Science, VNU-HCM, Vietnam

<sup>2</sup>Faculty of Chemistry, Ho Chi Minh city University of Education, VietNam

## Correspondence

**Quoc Khuong Vo**, University of Science, VNU-HCM, Vietnam

Email: vqkhuong@hcmus.edu.vn

## History

- Received: 11-8-2020
- Accepted: 16-10-2020
- Published: 27-10-2020

DOI :10.32508/stdjns.v4i4.934



## Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Vo Q K, Thi H T, Thi P P N, Thanh P H. **Synthesis of gold nanostar using chitosan as reductive agent by the seedless reduction method** . *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 4(4):760-766.