

## ẢNH HƯỞNG CỦA THỜI GIAN CHIẾU LED XANH LÊN SỰ PHÁT TRIỂN CỦA HẠT NANO BẠC BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHỔ HẤP THỤ PLASMON

Vũ Xuân Hòa<sup>1\*</sup>, Phạm Minh Tân<sup>2</sup>, Phạm Thị Thu Hà<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Đông<sup>1</sup>,  
Lô Thị Huệ<sup>1</sup>, Đỗ Mạnh Quyền<sup>1</sup>, Hoàng Cao Nguyên<sup>1</sup>, Phan Thanh Phương<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Khoa học - ĐH Thái Nguyên

<sup>2</sup>Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - ĐH Thái Nguyên

### TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này trình bày về kết quả của sự chuyển đổi hình dạng hạt nano bạc (AgNPs) từ dạng cầu sang cấu trúc dẹt dạng tam giác bằng phương pháp biến đổi phổ hấp thụ plasmon dưới sự kích thích của ánh sáng LED xanh lá ( $532 \pm 10$  nm) ở mật độ công suất  $0,51$  mW/cm<sup>2</sup> thay đổi theo thời gian. Kích thước, hình dạng và tính chất quang của AgNPs được khảo sát bằng phổ hấp thụ plasmon UV-Vis, kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM). Kết quả chỉ ra rằng, các hạt AgNPs mầm có kích thước trung bình 14 nm. Các hạt AgNPs dẹt dạng tam giác có kích thước cạnh phụ thuộc vào thời gian chiếu LED và tỷ lệ nồng độ  $[\text{NaBH}_4]/[\text{AgNO}_3]$ . Thêm vào đó, khi thời gian chiếu LED tăng thì hình dạng các AgNPs biến đổi từ dạng tam giác sang dạng tam giác cụt các góc tương ứng. Điều này cũng nhận được thông qua phổ hấp thụ plasmon UV-Vis khi đỉnh phổ dịch về phía sóng dài. Các kết quả này cho thấy có nhiều hứa hẹn ứng dụng trong lĩnh vực y sinh, như: tăng cường tán xạ Raman bề mặt, cảm biến sinh học.

**Từ khóa:** Hấp thụ plasmon; nano bạc dạng cầu; nano bạc dạng tam giác; TEM, LED

### GIỚI THIỆU

Các cấu trúc nano bạc đã có sức hút mạnh mẽ do các tính chất quang plasmon [1], quang học [2], và tính chất nhiệt lý thú của nó. Đặc biệt hơn là khả năng sử dụng như xúc tác, vi điện tử, thiết bị quang tử, tăng cường tán xạ Raman bề mặt (SERS) [3-5]. Kích thước và hình dạng của các hạt nano quyết định tính chất vật lý, quang học và hóa học của chúng [6, 7], dẫn đến sự tổng hợp cấu trúc nano bạc được kiểm soát hình dạng đã được khảo sát một cách toàn diện trong vài năm qua [8-10]. Một số thí nghiệm trước đây đã chế tạo các cấu trúc nano bạc dạng đĩa [11], hạt nano [12], dây nano [13], chuông nano [14], nano dạng lập phương [15], bipyramids nano [16], chuỗi nano [17], và nano dạng tứ diện [18]. Từ các cấu trúc hình dạng của các AgNPs đã cho nhiều ứng dụng trong y sinh, như khả năng kháng khuẩn [19], nhờ vào SERS có thể phát hiện các chất độc tố còn tồn dư trong các thực phẩm, rau quả. Hiện nay, công nghệ chế tạo AgNPs khá phong phú: phương pháp khử hóa học [19], vật lý và sinh học tổng hợp

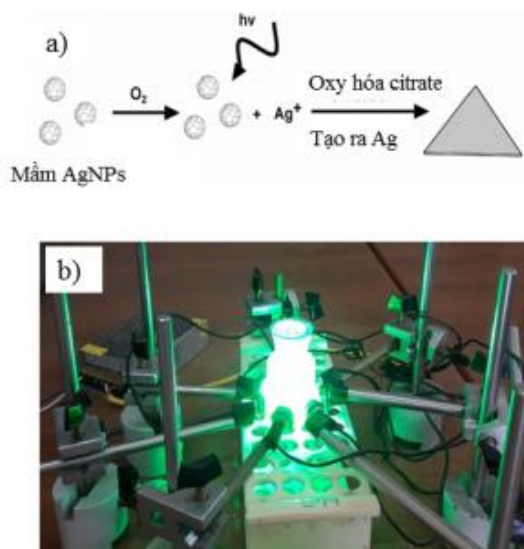
[20]. Việc chế tạo các AgNPs có hình dạng và kích thước khác nhau phụ thuộc vào rất nhiều vào các yếu tố công nghệ thực nghiệm. Gần đây đã có một số nghiên cứu về ảnh hưởng của tham số nhiệt độ lên sự hình thành AgNPs [19]. Tuy nhiên, nhiều tham số khác ảnh hưởng trực tiếp lên sự hình thành AgNPs vẫn chưa được nghiên cứu chi tiết và giải thích thấu đáo. Khi cấu trúc của AgNPs thay đổi thì kéo theo phổ hấp thụ plasmon thay đổi theo. Đối với hạt dạng cầu thì phổ hấp thụ plasmon chỉ có một đỉnh. Khi hạt ở các dạng khác, số đỉnh phổ plasmon phụ thuộc vào tính đối xứng của hạt.

Trong bài báo này, chúng tôi thực hiện nghiên cứu chủ yếu sự biến đổi phổ hấp thụ plasmon của các AgNPs khi cấu trúc của chúng thay đổi dưới sự kích thích của ánh sáng LED xanh lá. Nghiên cứu của chúng tôi cũng đã chỉ ra rằng, ở cùng một mật độ công suất LED khi thời gian chiếu thay đổi thì nó ảnh hưởng trực tiếp lên sự hình thành hạt AgNPs. Thêm vào đó, nồng độ của các chất cũng là yếu tố quan trọng ảnh hưởng mạnh lên AgNPs. Điều này thể hiện rõ khi quan sát bằng TEM và phổ hấp thụ plasmon UV-Vis.

\*Tel: 0869 692675, Email: hoavx@tnus.edu.vn

## PHƯƠNG PHÁP THỰC NGHIỆM

Để chế tạo các AgNPs, phương pháp phát triển từ mầm hạt nhỏ dạng cầu được lựa chọn. Tóm tắt phương pháp chế tạo gồm 2 bước [21]: đầu tiên mầm AgNPs dạng cầu nhỏ được tạo bằng phương pháp hóa khử với tác nhân là  $\text{NaBH}_4$  với sự có mặt của citrate. Trong giai đoạn tạo mầm, chuẩn bị 200 ml  $\text{H}_2\text{O}$ , thêm 2 ml dung dịch muối  $\text{AgNO}_3$  (2,5 mM), tiếp đến thêm 4 ml dung dịch citrate (2,5 ml) khuấy từ mạnh trong thời gian 3h để đảm bảo phản ứng xảy ra hoàn toàn và các hạt AgNPs có độ đồng đều cao. Giai đoạn phát triển mầm, đèn LED xanh được sử dụng chiếu trực tiếp vào dung dịch mầm sau khi chế tạo. Sơ đồ thí nghiệm được trình bày trong Hình 1. Hình 1a thể hiện quá trình tạo thành AgNPs dạng đĩa qua 2 giai đoạn. Hình 1b là ảnh chụp thí nghiệm khi dùng LED xanh để phát triển mầm.



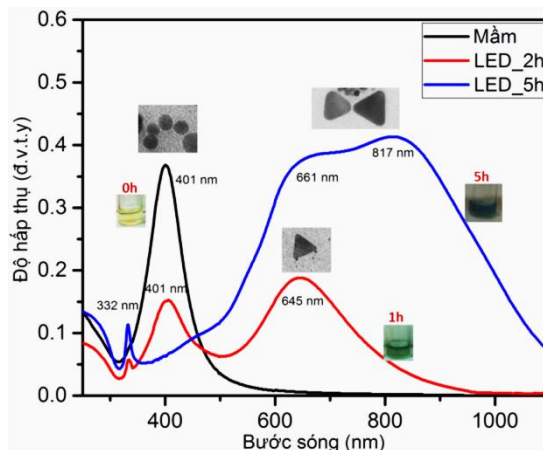
**Hình 1.** Thí nghiệm chế tạo AgNPs. a) Sơ đồ mô tả 2 giai đoạn chế tạo AgNPs. b) Ảnh chụp các hạt mầm nano được chiếu LED ở mật độ công suất  $0,51 \text{ mW/cm}^2$

Thí nghiệm khảo sát sự thay đổi thời gian chiếu LED tương ứng là 0,5 h; 1 h; 1,5 h; 2 h; 2,5 h; 3 h; 3,5 h; 4 h; 5 h; 36 h; 76 h với cùng một mật độ công suất chiếu là  $0,51 \text{ mW/cm}^2$ . Ảnh hưởng của tỷ lệ nồng độ chất khử  $[\text{NaBH}_4]/[\text{AgNO}_3] = 5:1; 5:2; 5:3; 5:4; 5:5$  theo thời gian chiếu sáng cũng được khảo sát.

## KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### Ảnh hưởng của thời gian chiếu lên phổ hấp thụ plasmon

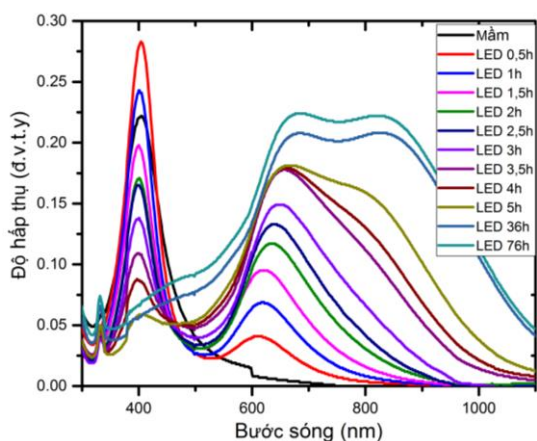
Để khảo sát tính chất quang của các hạt AgNPs sau khi chế tạo, phương pháp phổ hấp thụ plasmon UV-Vis được lựa chọn. Từ kết quả đo phổ hấp thụ của AgNPs trong Hình 2 cho thấy, đối với các mầm nano chỉ có duy nhất một đỉnh plasmon ở bước sóng 401 nm. Điều này chứng tỏ dung dịch hạt mầm có dạng cầu và kích thước nhỏ (khoảng 8-10 nm) và dung dịch chứa mầm AgNPs có màu vàng nhạt (như ảnh TEM và ảnh chụp được đính kèm trong hình). Các đường màu đỏ và màu xanh dương là phổ hấp thụ plasmon của các AgNPs sau khi chiếu LED 2h và 5h tương ứng. Quan sát trên hình thấy rằng, cả hai phổ này đều xuất hiện thêm hai đỉnh hấp thụ tại 332 nm (đối với mẫu LED\_2h và LED\_5h), đỉnh 401 nm (đối với mẫu LED\_2h), đỉnh hấp thụ 661 nm (đối với mẫu LED\_5h), đỉnh 645 nm (đối với mẫu LED\_2h) và đỉnh 817 nm (đối với mẫu LED\_5h).



**Hình 2.** Phổ hấp thụ plasmon của các hạt AgNPs sau khi được chế tạo bằng phương pháp cảm quang dưới sự kích thích của LED (mẫu có  $\text{pH}=9,4$ ) gồm: mầm, hạt AgNPs sau khi chiếu LED 2 h và 5 h.

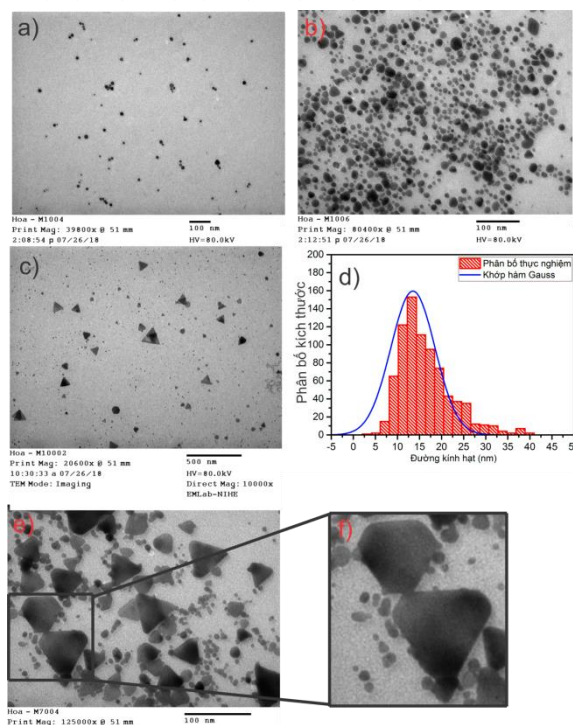
Kết quả phổ hấp thụ này chứng tỏ, sau khi chiếu LED được 2 h và 5 h thì hình dạng của các hạt AgNPs bị thay đổi so với mầm ban đầu (dạng cầu). Các mẫu này sau khi được đo bởi kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM) thấy rằng có các hạt đĩa nano bạc dạng tam

giác và dạng tam giác cụt ở góc. Hiện tượng quan sát được phù hợp với một số đã công bố trong vài năm gần đây [22, 23]. Dung dịch chứa hai mẫu này có màu xanh lá và xanh lục đậm tương ứng (ảnh đính kèm trong hình). Kết quả của sự xuất hiện phổ hấp thụ này chỉ ra rằng: ở cùng một công suất LED chiếu các hạt AgNPs có số bậc đối xứng giảm khi số đỉnh phổ hấp thụ tăng [24]. Điều này được giải thích rằng: trong quá trình chế tạo mầm, citrate đóng vai trò rất quan trọng trong sự phát triển và ổn định của nano bạc. Khi chiếu sáng bằng LED, các hạt mầm AgNPs hấp thụ ánh sáng tạo ra dao động plasmon bề mặt kích thích phản ứng hóa học của citrate. Từ đó dẫn đến các phân tử citrate trên bề mặt hạt nano bạc bị oxi hóa này thành acetonedicarboxylate và nhường lại 2 điện tử trên bề mặt hạt AgNPs mầm. Các ion  $Ag^+$  sẽ bị khử trên bề mặt của các hạt AgNPs mầm. Do đó, hạt mầm sẽ được phát triển có kích thước lớn hơn. Khi có năng lượng photon chiếu đến, phản ứng bắt đầu diễn ra, các hạt mầm hình cầu hấp thụ ánh sáng đẳng hướng tạo nên các dao động plasmon lưỡng cực. Nếu tiếp tục chiếu sáng, khi đó ánh sáng kích thích sẽ ưu tiên kích thích plasmon dao động lưỡng cực dọc. Dao động lưỡng cực dọc ưu tiên phát triển theo những góc. Do đó, các hạt hình cầu phát triển dị hướng dẫn đến sự hình thành các dạng nano đĩa tam giác.



**Hình 3.** Ảnh hưởng của thời gian chiếu LED (mật độ công suất  $0,51 \text{ mW/cm}^2$ ) lên sự phát triển của mẫu AgNPs có  $pH=8,5$ . (a)- Phổ hấp thụ của mầm và của 11 mẫu khi tăng dần thời gian chiếu LED (0,5 h; 1 h; 1,5 h; 2 h; 2,5 h; 3 h; 3,5 h; 4 h; 5 h; 36 h và 76 h)

Khi đó trên phổ hấp thụ sẽ xuất hiện nhiều hơn 1 đỉnh hấp thụ plasmon. Đỉnh phổ có cường độ thấp ở bước sóng 332 nm là đặc trưng cho hấp thụ bề dày của đĩa. Bằng cách điều khiển thời gian chiếu có thể tạo ra được các hạt nano bạc có phổ hấp thụ như mong muốn. Các kết quả này cũng nhận được quan sát tương tự khi chiếu sáng dài hơn. Trên hình 3 cho thấy phổ hấp thụ plasmon của các mẫu khi thay đổi thời gian chiếu: 0,5 h; 1 h; 1,5 h; 2 h; 2,5 h; 3 h; 3,5 h; 4 h; 5 h; 36 h; 76 h.



**Hình 4.** Hình thái kích thước hạt AgNPs được chế tạo bằng phương pháp cảm quang dưới chiếu sáng đèn LED trong 2h. (a), (b) - Ảnh TEM của các hạt AgNPs mầm ở các độ phóng đại khác nhau. (d) - là phân bố mật độ kích thước hạt của hình (b). (c)- Ảnh TEM của các hạt đĩa AgNPs dạng tam giác. (f)- Ảnh TEM phóng to của 2 đĩa AgNPs dạng tam giác

**Hình thái và kích thước hạt AgNPs**

Để xác định hình thái và kích thước của các AgNPs sau chế tạo, một số mẫu được đo bởi TEM. Hình 3 là ảnh TEM của các AgNPs với tỷ lệ nồng độ  $[NaBH_4]/[AgNO_3]=5:1$ , và 100  $\mu\text{l}$  citrate (2,5 mM). Đối với các mẫu mầm cho kết quả dạng tựa cầu, đơn phân tán và có kích thước khá đồng đều (Hình 4a, b). Phân bố kích thước trung bình các AgNPs mầm

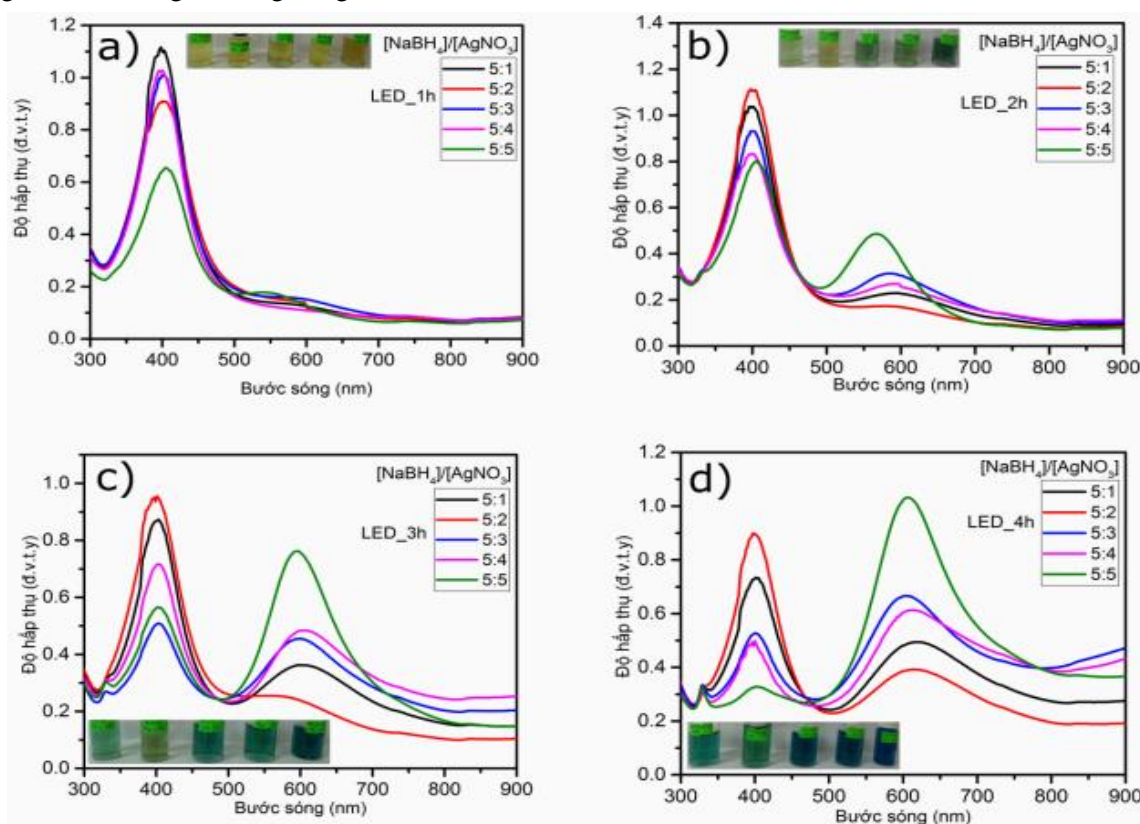
khoảng từ 10-15 nm (Hình 4d). Điều này chứng tỏ sau phản ứng tạo khử  $\text{Ag}^+$  thành  $\text{Ag}^0$ , các hạt nano được bọc bởi một lớp citrate. Lớp này đóng vai trò rất tốt làm tác nhân ổn định. Hình 3c, 3e và 3f biểu diễn hình thái AgNPs dạng tam giác chụp bởi TEM với độ phóng đại khác nhau. Một số đĩa AgNPs có cạnh dài nhất 41 nm. Quan sát trên Hình 4e thấy rằng, xuất hiện một số đĩa AgNPs tam giác mất góc, điều này phù hợp với giải thích trong phân phổ hấp thụ plasmon ở trên.

### Ảnh hưởng của tỷ lệ nồng độ $[\text{NaBH}_4]/[\text{AgNO}_3]$ lên phổ hấp thụ plasmon của AgNPs

Các tỷ lệ  $[\text{NaBH}_4]/[\text{AgNO}_3]$  được chọn nghiên cứu là: 5:1; 5:2; 5:3; 5:4 và 5:5.

Các mẫu sau chế tạo được chiếu sáng theo thời gian khác nhau và kết quả được khảo sát bằng phổ hấp thụ plasmon trên Hình 5. Hình 5 thể hiện phổ hấp thụ plasmon của các mẫu với các tỷ lệ nồng độ khác nhau với các thời gian chiếu sáng có cùng công suất LED là 1h;

2 h 3 h và 4 h. Quan sát phổ hấp thụ plasmon cho thấy, đối với mẫu được chiếu LED trong thời gian 1 h hầu hết vị trí đỉnh phổ ở bước sóng 401 nm không có sự thay đổi. Cường độ phổ giảm dần khi tăng nồng độ  $\text{Ag}^+$ . Riêng đối với mẫu có tỷ lệ nồng độ  $[\text{NaBH}_4]/[\text{AgNO}_3]=5:5$  trong thời gian này đã bắt đầu có sự hình thành đỉnh phổ thứ 2 ở bước sóng 550 nm, chứng tỏ có sự hình thành cấu trúc nano bạc dị hướng trong khi các mẫu còn lại vẫn có dạng tựa cầu. Nếu tiếp tục chiếu sáng, các mẫu này nhận được năng lượng photon chiếu tới càng tăng thì sự hình thành các hạt nano dị hướng tăng theo và đỉnh phổ ở phía sóng dài dần xuất hiện (quan sát trên Hình 5b) và màu sắc dung dịch biến đổi tương ứng. Quan sát phổ hấp thụ trên Hình 5c và 5d cho thấy kết quả nhận được tương tự. Riêng mẫu có tỷ lệ nồng độ  $[\text{NaBH}_4]/[\text{AgNO}_3]=5:5$  theo thời gian chiếu sáng luôn có tốc độ hình thành cấu trúc dị hướng lớn nhất so với các mẫu còn lại. Do đó, ở tỷ lệ nồng độ này nên được dùng để chế tạo các hạt nano bạc có hình dạng khác nhau.



**Hình 5.** Ảnh hưởng của nồng độ chất khử lên phổ hấp thụ plasmon của các AgNPs ở các thời gian chiếu LED khác nhau. (a)- 1 h; (b)- 2 h; (c)- 3 h và (d)-4 h.

## KẾT LUẬN

Các nghiên cứu của sự ảnh hưởng của thời gian chiếu LED xanh lên biến đổi cấu trúc AgNPs đã được thể hiện qua phổ hấp thụ plasmon. Kết quả cho thấy, khi các hạt AgNPs có dạng hình cầu phổ hấp thụ plasmon có một cực đại duy nhất và ở 401 nm, khi tăng thời gian chiếu sáng LED thì cường độ giảm dần và số đỉnh phổ tăng đồng thời dịch về phía sóng dài. Điều này là do các mầm AgNPs đã phát triển dưới kích thích của photon để trở thành các AgNPs dạng tam giác. Kết quả cũng chỉ ra rằng, các hạt AgNPs mầm có kích thước trung bình 14 nm và khi phát triển thành dạng tam giác có cạnh dài nhất 41 nm. Khi tăng thời gian chiếu sáng LED đến 5h trở lên thì các AgNPs dạng tam giác này bị cụt các góc và xuất hiện thêm đỉnh phổ plasmon ở bước sóng 817 nm. Đây là một điểm mới trong công nghệ chế tạo các cấu trúc nano bạc dị hướng bằng phương pháp cảm quang. Với cùng một công suất chiếu LED, bằng cách điều khiển thời gian chiếu có thể tạo ra các hạt AgNPs có dạng tam giác với kích thước mong muốn. Với các hạt nano bạc dạng này có nhiều hứa hẹn trong ứng dụng SERS bởi dạng góc nhọn của nó.

## LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả cảm ơn sự hỗ trợ tài chính của đề tài cấp Đại học Thái Nguyên mã số: DH2017-TN06-03.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. C. M. Cobley, S. E. Skrabalak (2016), "Shape-Controlled Synthesis of Silver Nanoparticles for Plasmonic and Sensing Applications", *Chem Rev.*, 111, pp. 171-179.
2. Botelho G., Sczancoski J. C., Andres J., Gracia L., Longo E. (2015), "Experimental and theoretical study on the structure, optical properties, and growth of metallic silver nanostructures in  $Ag_3PO_4$ ", *J. Phys. Chem. C.*, 119, pp. 6293-6299.
3. Lewandowski W., Fruhnert M., Mieczkowski J., Rockstuhl C., Goercka E. (2015), "Dynamically self-assembled silver nanoparticles as a thermally tunable metamaterial", *Nature Commun.*, 6:1.
4. Lee D., Lee H., Ahn Y., Jeong Y., Lee D. Y., Lee Y. (2013), "Highly stable and flexible silver nanowire-graphene hybrid transparent conducting electrodes for emerging optoelectronic devices", *Nanoscale*, 5, pp. 7750.
5. Meng W., Hu F., Jiang X. H., Lu L. D. (2015), "Preparation of silver colloids with improved uniformity and stable surface-enhanced Raman-scattering", *Nanoscale Res Lett.*, 10, pp. 34.
6. Sun J., Xiao X. Z., Zheng Z. J., Fan X. L., Xu C. C., Liu L. A., Li S. Q., Chen L. X. (2017), "Synthesis of nanoscale CeAl<sub>4</sub> and its high catalytic efficiency for hydrogen storage of sodium alanate", *Rare Met.*, 36, pp.77-82.
7. Xiao W., Wang D. H. (2016), "Rare metals preparation by electro-reduction of solid compounds in high-temperature molten salts", *Rare Met.*, 35, pp. 581-590.
8. Cai X. H., Zhai A. X. (2010), "Preparation of microsized silver crystals with different morphologies by a wet-chemical method". *Rare Met.*, 29, pp.407.
9. Chambers B. A., Afrooz A. R. M. N., Bae S., Aich N., Katz L., Saleh N. B., Kirisits M. J. (2014), "Effects of chloride and ionic strength on physical morphology, dissolution, and bacterial toxicity of silver nanoparticles", *Environ Sci Technol.*, 48, pp. 761.
10. Chen L., Fu X. L., Lu W. H., Chen L. X. (2013), "Highly sensitive and selective colorimetric sensing of Hg based on the morphology transition of silver nanoprisms", *ACS Appl Mater Interfaces.*, 5, pp. 284-296.
11. Ahn H. Y., Cha J. R., Gong M. S. (2015), "Preparation of sintered silver nanosheets by coating technique using silver carbamate complex", *Mater Chem Phys.*, 153, pp. 390.
12. Alimohammadi F., Gashti M. P., Sharpei A., Kiumarsi A. (2012), "Deposition of silver nanoparticles on carbon nanotube by chemical reduction method: evaluation of surface, thermal and optical properties", *Superlatt Microstruct.*, 52, pp. 50-58.
13. Xiang X. Z., Gong W. Y., Kuang M. S., Wang L. (2016), "Progress in application and preparation of silver nanowires", *Rare Met.*, 35, pp. 289-236.
14. Liu L. C., Yoo S. H., Lee S. A., Park S. Electrochemical growth of silver nanobelts in cylindrical alumina nanochannels. *Cryst Growth Des.* 2011;11(9):3731.
15. Konig T. A. F., Ledin P. A., Russell M., Geldmeier J. A., Mahmoud M. A., El-Sayed M. A., Tsukruk V. V. (2015), "Silver nanocube aggregation gradient materials in search for total

internal reflection with high phase sensitivity”, *Nanoscale*, 7, pp. 5230.

16. Bordenave M. D., Scarpettini A. F., Rolda n M. V., Pellegrini N., Bragas A. V. (2013), “Plasmon-induced photochemical synthesis of silver triangular prisms and pentagonal bipyramids by illumination with light emitting diodes”, *Mater Chem Phys.*, 139, pp. 100-107.

17. Chen S. L., Liu K. H., Luo Y. F., Wei Y., Li F. C., Liu L. (2015), “Construction of silver nanochains on DNA template for flexible electrical conductive composites”, *Mater Lett.* 147, pp. 109-115.

18. Métraux G. S., Mirkin C. A. (2005), “Rapid thermal synthesis of silver nanoprisms with chemically tailorable thickness”, *Adv Mater.*, 17, pp. 412-419.

19. X. H. Vu, T. Thanh, T. Duong, T. Thu, H. Pham, D. K. Trinh, (2018), “Synthesis and study of silver nanoparticles for antibacterial activity against Escherichia coli and Aureus”, *Adv. Nat. Sci. Nanosci. Nanotechnol.* 9, pp. 025019-025026.

20. D. T. Thuc, T. Q. Huy, L. H. Hoang, B. C. Tien, P. Van Chung, N. T. Thuy, A. T. Le (2016),

“Green synthesis of colloidal silver nanoparticles through electrochemical method and their antibacterial activity”, *Mater. Lett.* 181.

21. Z. Yi, J.B. Zhang, H. He, X. Bin Xu, B.C. Luo, X.B. Li, K. Li, G. Niu, X.L. Tan, J.S. Luo, Y. J. Tang, W. D. Wu, Y. G. Yi (2012), “Convenient synthesis of silver nanoplates with adjustable size through seed mediated growth approach”, *Trans. Nonferrous, Met. Soc. Chin.* 22, pp. 865-872.

22. N. A. Bakar, J. G. Shapter, M. M. Salleh, and A. A. Umar (2015), “Self-Assembly of High Density of Triangular Silver Nanoplate Film 3-Aminopropyltrimethoxysilane”, *Applied Sciences*, 3, pp. 209-221.

23. X. Zheng, Y. Peng, J. R. Lombardi, and X. Cui (2016), “Photochemical growth of silver nanoparticles with mixed-Light irradiation”, *Colloid Polym. Sci.*, 35, pp. 911-916.

24. R. Jin, Y. C. Cao, E. Hao, G. S. Metraux, G. C. Schatz, and C. A. Mirkin (2003), “Controlling Anisotropic Nanoparticle growth through plasmon excitation”, *Nature*, 425, pp. 487-490.

## ABSTRACT

### EFFECTS OF TIME ON THE GROWTH OF SILVER NANOPARTICLES USING PLASMON-MEDIATED METHOD UNDER THE IRRADIATION OF GREEN LED

Vu Xuan Hoa<sup>1\*</sup>, Pham Minh Tan<sup>2</sup>, Pham Thi Thu Ha<sup>1</sup>, Nguyen Van Dong<sup>1</sup>, Lo Thi Hue<sup>1</sup>, Do Manh Quyen<sup>1</sup>, Hoang Cao Nguyen<sup>1</sup>, Phan Thanh Phuong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Science – TNU, <sup>2</sup>University of Technology - TNU

In this paper, we present the results of the growth of silver nanoparticles (AgNPs) from spherical shape to triangular structure by the plasmon-mediated under the irradiation of green LED (532 ± 10 nm of wavelength) at the same power density of 0.51 mW/cm<sup>2</sup> via time. The size, shape and optical properties of AgNPs were investigated by TEM and UV-Vis plasmon absorption spectrum. The results indicate that the size of AgNPs seed was average 14 nm in diameter. The size of egde triangular of AgNPs plate depends on time of irradiation of green LED and the ratio of concentration of [NaBH<sub>4</sub>]/[AgNO<sub>3</sub>]. Additionnally, when the time of lighth irradiation inscreases then the corner of the triangular nanoparticles became more truncated corresponding to surface plasmon band blue-shifted. These results show that there are many promising applications in the biomedical field, such as: SERS, biological sensors.

**Keywords:** *plasmon absorption; spherical silver nanoparticles; triangle silver nanoparticles; TEM; LED*

Ngày nhận bài: 14/11/2018; Ngày hoàn thiện: 26/11/2018; Ngày duyệt đăng: 15/12/2018

\* Tel: 0869 692675, Email: hoavx@tms.edu.vn