

## ALLIUM TUBEROSUM MEDIATED GREEN SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES: SYNTHESIS, CHARACTERIZATION, ANTIMICROBIAL ACTIVITY

Khieu Thi Tam

TNU - University of Sciences

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 03/02/2025	The synthesis of silver nanoparticles (AgNPs) using plant extracts has been extensively studied for the application of antimicrobial activity. In this study, for the first time, silver nanoparticles are synthesized using <i>Allium tuberosum</i> leaf extract, application for antimicrobial activity. The optimal conditions for synthesis of AgNPs were investigated. The structure and morphology of optimized AgNPs were determined by FTIR spectra, XRD, and SEM. AgNPs were spherical in shape, stabilized by organic compounds present in the <i>Allium tuberosum</i> extract, with a crystalline size of approximately 10 nm. <i>Allium tuberosum</i> mediated AgNPs exhibited good antimicrobial activity against <i>L. plantarum</i> , <i>P. aeruginosa</i> , and <i>A. flavus</i> with inhibition zone diameter to be 19, 18 and 17 mm, respectively. This result affirms the potential use of <i>Allium tuberosum</i> extract for the synthesis of silver nanoparticles and their application in antimicrobial activity.
Revised: 27/02/2025	
Published: 27/02/2025	
<b>KEYWORDS</b>	
AgNPs	
<i>Allium tuberosum</i> leaves	
<i>L. plantarum</i>	
<i>P. aeruginosa</i>	
<i>A. flavus</i>	

## TỔNG HỢP XANH NANO BẠC QUA DỊCH CHIẾT LÁ HẸ: TỔNG HỢP, ĐẶC TRƯNG VÀ HOẠT TÍNH KHÁNG VI SINH VẬT

Khiếu Thị Tâm

Trường Đại học Khoa học – ĐH Thái Nguyên

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 03/02/2025	Việc tổng hợp hạt nano bạc (AgNPs) bằng dịch chiết thực vật đã được nghiên cứu rộng rãi để ứng dụng trong hoạt tính kháng vi sinh vật. Trong nghiên cứu này, lần đầu tiên, hạt nano bạc được tổng hợp sử dụng dịch chiết từ lá hẹ và ứng dụng trong hoạt tính kháng vi sinh vật. Các điều kiện tối ưu để tổng hợp AgNPs đã được khảo sát. Cấu trúc và hình thái của AgNPs tối ưu được xác định bằng phổ FTIR, XRD và ảnh SEM. AgNPs có dạng hình cầu, được ổn định bởi các hợp chất hữu cơ có trong dịch chiết lá hẹ, với kích thước tinh thể khoảng 10 nm. AgNPs tổng hợp từ lá hẹ thể hiện hoạt tính kháng vi sinh vật tốt đối với <i>L. plantarum</i> , <i>P. aeruginosa</i> và <i>A. flavus</i> , với đường kính vòng ức chế lần lượt là 19, 18 và 17 mm. Kết quả này khẳng định tiềm năng của dịch chiết lá hẹ trong tổng hợp hạt nano bạc và ứng dụng của chúng trong hoạt tính kháng vi sinh vật.
Ngày hoàn thiện: 27/02/2025	
Ngày đăng: 27/02/2025	
<b>TỪ KHÓA</b>	
AgNPs	
Lá hẹ	
<i>L. plantarum</i>	
<i>P. aeruginosa</i>	
<i>A. flavus</i>	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.11955>

Email: tamkt@tnu.edu.vn

<http://jst.tnu.edu.vn>

244

Email: jst@tnu.edu.vn

## 1. Giới thiệu

Ngày nay, nano kim loại đặc biệt nano bạc (AgNPs) ngày càng thu hút sự quan tâm của các nhà nghiên cứu do chúng có các tính chất đặc trưng như đặc tính quang học, điện tử, từ tính và hóa học cũng như hoạt tính sinh học. Ngoài ra, nó còn có độc tính thấp nên được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như y sinh, mỹ phẩm và công nghiệp [1] – [3]. Nano bạc được tổng hợp bằng phương pháp hoá học, vật lý và sinh học trong đó phương pháp sinh học cho các hạt nano bạc có nhiều ưu điểm như đơn giản, dễ thực hiện, không độc, giá thành rẻ và tận dụng được nguồn nguyên liệu sẵn có [4] – [6]. Nano bạc được tổng hợp bằng phương pháp sinh học thể hiện hoạt tính gây độc tế bào, kháng vi sinh vật và chống oxy hoá mạnh [6], [7]. Các hạt nano bạc được tổng hợp sử dụng dịch chiết lá với thể hiện hoạt tính ức chế vi khuẩn *S. aureus* với nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) từ 2,39 -4,78  $\mu\text{g/mL}$  [8]. Trong khi, các hạt nano bạc có kích thước 64 nm sử dụng dịch chiết nước của loài *Lycium shawii* thể hiện hoạt tính chống oxy hóa và kháng vi sinh vật đáng kể [9]. Đến nay, có nhiều công bố sử dụng dịch chiết của các loài thuộc chi *Allium* trong tổng hợp nano bạc tạo ra các hạt nano bạc thể hiện hoạt tính kháng vi sinh vật tốt [10] – [13]. Shanmugam và các cộng sự [10] đã tổng hợp thành công nano bạc sử dụng dịch chiết *Allium cepa* với kích thước hạt khoảng 27-43 nm và thể hiện hoạt tính kháng khuẩn tốt với chủng vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* với đường kính kháng khuẩn lần lượt là 20 và 18 mm. Các kết quả này cho thấy tiềm năng trong việc sử dụng dịch chiết các loài thuộc chi *Allium* trong tổng hợp nano bạc nhằm ứng dụng trong kiểm soát vi sinh vật gây hại.

Cây họ (*Allium tuberosum* Rottl. ex Spreng.) được trồng phổ biến ở khắp nơi và có rất nhiều công dụng. Theo kinh nghiệm dân gian, cây họ thường được dùng chữa ho, hen suyễn nặng, đau cổ họng, sưng yết hầu, chữa các bệnh kiết lỵ ra máu [14]. Phòng Đông y thực nghiệm Viện vệ sinh dịch tễ trung ương đã xác định nước ép lá họ tươi và thành phần bay hơi của cây đều có tác dụng kháng khuẩn mạnh đối với *S. hemolyticus*, *S. typhi*, *S. flexneri*, *S. shiga*, *C. bethesda*, *B. subtilis* [15]. Kết quả nghiên cứu của [16] cho thấy dịch chiết phần trên mặt đất của họ có chứa flavonoid, alkaloid, saponin, tannin và đường. Cao *n*-hexane và cao ethyl acetate lần lượt thể hiện hoạt tính kháng vi khuẩn *L. fermentum* và *B. subtilis* trong khi cao dichloromethane thể hiện khả năng kháng cả 2 vi khuẩn này. Trên thế giới, nhiều công bố về thành phần hoá học và hoạt tính sinh học của cây họ [16] – [18]. Từ cây họ Trung Quốc, nhóm nghiên cứu của Quan Gao [19] đã phân lập được 40 hợp chất trong đó hợp chất kaempferol-3-*O*-(6-*trans*-feruloyl)- $\beta$ -*D*-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -*D*-glucopyranoside-7-*O*- $\beta$ -*D*-glucopyranoside, một hợp chất flavonoid là thành phần chính có trong cây họ. Cao chiết từ các bộ phận khác nhau của cây họ thể hiện hoạt tính đáng kể với 4 chủng vi sinh vật thử nghiệm là *P. carotovorum*, *P. syringae*, *F. proliferatum*, *A. brassicicola*. Như vậy, cây họ chứa các thành phần đóng vai trò như tác nhân khử hoá và bền hoá, có thể sử dụng trong quy trình tổng hợp nano bạc. Hơn nữa, cây họ cũng thể hiện hoạt tính kháng khuẩn dẫn đến nano bạc được tổng hợp xanh sử dụng dịch chiết cây họ có thể cho hiệu quả kháng khuẩn cao hơn so với các loài thực vật khác. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tổng hợp nano bạc sử dụng dịch chiết cây họ nhằm đánh giá hoạt tính kháng vi sinh vật của nano bạc hình thành.

## 2. Thực nghiệm

### 2.1. Vật liệu

Các hoá chất gồm  $\text{AgNO}_3$ , NaOH, ethanol được mua từ hãng Sigma Aldrich, có độ tinh khiết cao. Lá họ được thu thập ở Thái Nguyên.

### 2.2. Điều chế dịch chiết lá họ

Lá cây họ được thu hái ở Thái Nguyên, được rửa sạch, sấy khô ở nhiệt độ 50 °C đến khối lượng không đổi, sau đó được nghiền thành bột mịn và được sàng qua mắt lưới có kích thước là 0,5 mm. 200 g bột lá cây họ được chiết siêu âm trong 2000 mL nước cất trong thời gian 2 giờ. Sau đó, tiến hành lọc lấy dịch chiết bằng giấy lọc, 100 mL dịch chiết được bảo quản ở nhiệt độ 4

°C để dùng cho chế tạo vật liệu nano bạc. Dịch chiết nước còn lại được cất loại nước thu được cao chiết nước dùng để thử hoạt tính kháng khuẩn.

### 2.3. Tổng hợp nano bạc (AgNPs)

Nano bạc được tổng hợp theo quy trình chung: Nhỏ từ từ dịch chiết lá cây họ vào 10 mL dung dịch  $\text{AgNO}_3$  và khuấy ở 800 vòng/phút. Sau đó, thêm từ từ dung dịch NaOH có nồng độ 1 M đến khi pH của hỗn hợp phản ứng bằng 11. Hỗn hợp được gia nhiệt và khuấy liên tục trong thời gian phản ứng. Ban đầu, hỗn hợp phản ứng có màu vàng nhạt, sau một thời gian phản ứng, màu của dung dịch chuyển từ màu vàng nhạt sang màu vàng đậm và chuyển dần thành màu nâu khi kết thúc phản ứng. Dung dịch sau phản ứng được pha loãng trong nước cất với tỉ lệ 1: 10, sau đó tiến hành đo phổ hấp thụ quang (UV-Vis) trên thiết bị UV-Vis hai chùm tia UH5300, Hitachi, Japan để xác định sự hình thành của nano bạc. Quy trình tổng hợp nano bạc được thể hiện ở Hình 1. Để khảo sát sự ảnh hưởng của các yếu tố đến sự hình thành và tính chất của nano bạc, chúng tôi thay đổi một số điều kiện phản ứng gồm nồng độ  $\text{AgNO}_3$  (0,1-1,5 mM), lượng dịch chiết (1,0-3,0 mL), thời gian (20-50 phút) và nhiệt độ của phản ứng (25-80 °C).



Hình 1. Sơ đồ tổng hợp AgNPs sử dụng dịch chiết lá họ

### 2.4. Phương pháp đánh giá tính chất của nano bạc

Các tính chất đặc trưng của các hạt nano được tổng hợp ở điều kiện tối ưu được đánh giá nhiều xạ tia X (XRD), phổ hồng ngoại (FTIR) và kính hiển vi điện tử quét (SEM). Liên kết trên bề mặt của AgNPs được đánh giá dựa vào phân tích phổ FTIR được đo trên thiết bị Perkin Elmer Spectrum Two với số sóng từ  $4000\text{ cm}^{-1}$  đến  $450\text{ cm}^{-1}$ . Cấu trúc tinh thể của AgNPs được đánh giá dựa vào giản đồ XRD (Bruker, Japan) hoạt động ở 30 kV với bức xạ Cu-K $\alpha$  (bước sóng  $\lambda = 0,154056\text{ nm}$ ) với góc quét  $2\theta$  từ 20 đến 80°. Hình thái của AgNPs được tiến hành xác định bằng cách phân tích hình ảnh SEM của nano bạc được đo trên thiết bị Hitachi S-4800.

### 2.5. Đánh giá hoạt tính kháng vi sinh vật

Hoạt tính kháng vi sinh vật của AgNPs và cao nước lá cây họ được thử nghiệm trên vi khuẩn *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*, ATCC 15442), *Lactobacillus plantarum* (*L. plantarum*, ATCC 14917) và nấm *Aspergillus flavus* (*A. flavus*, ATCC 204304) bằng phương pháp khuếch tán đĩa thạch [20]. Khả năng kháng khuẩn và kháng nấm của AgNPs và cao nước lá họ được xác định dựa vào đường kính vòng kháng khuẩn xung quanh giếng thạch chứa AgNPs và cao chiết. AgNPs và cao nước được pha trong dung dịch DMSO 2% thành các nồng độ tương ứng là 50, 100  $\mu\text{g/mL}$  đối với AgNPs, 100  $\mu\text{g/mL}$  đối với cao nước, 100  $\mu\text{g/mL}$  đối với kháng sinh ampicillin, chất đối chứng dương và DMSO như chất đối chứng âm. 100  $\mu\text{L}$  dịch vi khuẩn với mật độ  $10^6$  được trải đều trên đĩa môi trường thạch Luria Bertani. Tiến hành đục lỗ tạo giếng thạch có đường kính 6 mm và nhỏ 50  $\mu\text{L}$  cao chiết và AgNPs với các nồng độ khác nhau. Các đĩa thử nghiệm được ủ ở  $37 \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$  trong 24 giờ và sau đó đo đường kính vùng ức chế.

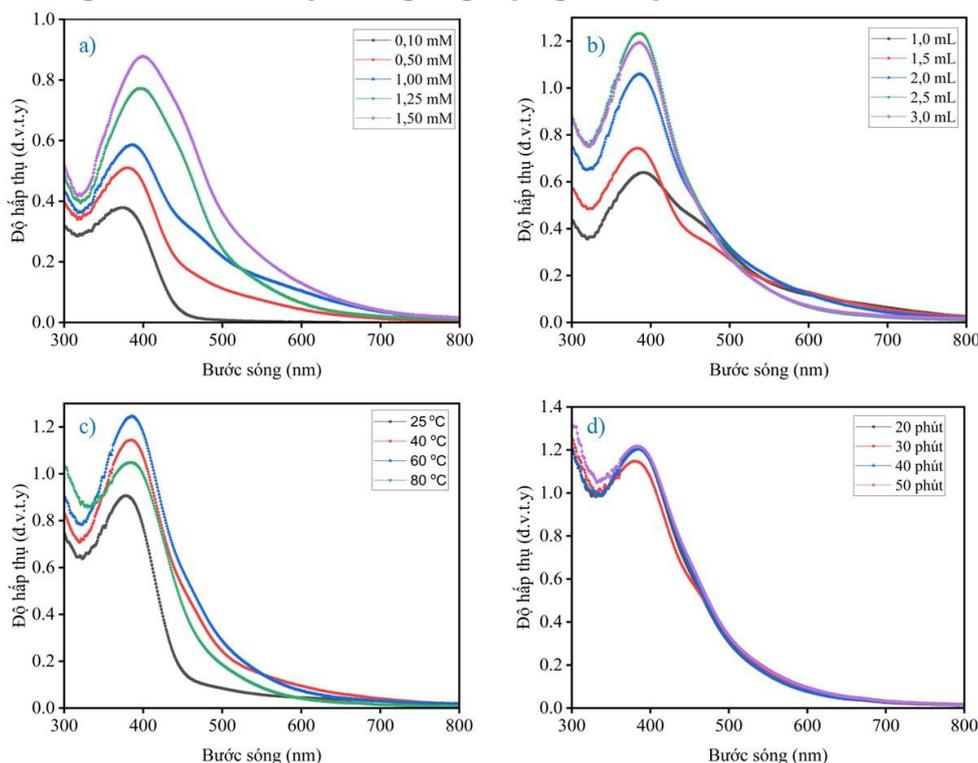
## 3. Kết quả và bàn luận

### 3.1. Tối ưu hóa điều kiện tổng hợp nano bạc

Hàm lượng dịch chiết thực vật, nồng độ  $\text{AgNO}_3$ , thời gian và nhiệt độ phản ứng là những yếu

tổ ảnh hưởng đến sự hình thành, độ bền cũng như kích thước của các hạt nano. Do đó, việc tối ưu hóa điều kiện tổng hợp nano bạc có ý nghĩa quan trọng trong việc ứng dụng của chúng. AgNPs thể hiện cực đại hấp thụ mạnh ở (400 - 450) nm đặc trưng cho dải cộng hưởng plasmon bề mặt (SPR) của hạt nano bạc [21]. Trong nghiên cứu này, phương pháp UV-Vis được sử dụng để xác định điều kiện tối ưu hoá của phản ứng tổng hợp AgNPs. Kích thước, hình dạng và trạng thái của hạt gây ra sự chuyển dịch đỏ hay làm tăng  $\lambda_{max}$  hoặc chuyển dịch xanh làm giảm  $\lambda_{max}$ . Do đó, chuyển dịch đỏ được quan sát thấy trong quá trình tổng hợp AgNPs được cho là do kích thước của hạt nano tăng đồng thời các hạt nano keo tụ tạo thành đám hạt lớn hơn. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của các yếu tố gồm nồng độ  $\text{AgNO}_3$ , hàm lượng dịch chiết, nhiệt độ và thời gian phản ứng đến quá trình tổng hợp AgNPs được thể hiện ở Hình 2.

Nồng độ  $\text{AgNO}_3$  là một trong những yếu tố quan trọng, ảnh hưởng đến sự hình thành cũng như độ bền của các hạt nano bạc hình thành. Hình 2a trình bày phổ hấp thụ UV-Vis của AgNPs phụ thuộc vào nồng độ  $\text{AgNO}_3$ . Kết quả khảo sát tối ưu hoá nồng độ  $\text{AgNO}_3$  cho quá trình tổng hợp AgNPs cho thấy khi nồng độ  $\text{AgNO}_3$  tăng từ 0,1 đến 1,0 mM thì hàm lượng AgNPs tăng từ từ ứng với cực đại hấp thụ từ 0,379  $\rightarrow$  0,51  $\rightarrow$  0,585, đồng thời cực đại hấp thụ chuyển dịch từ 376 đến 382 và 388 nm, AgNPs tạo thành tăng mạnh cùng với sự chuyển dịch cực đại hấp thụ từ 388 đến 400 nm và peak có chân rộng khi nồng độ  $\text{AgNO}_3$  tăng từ 1,0 đến 1,5 mM chứng tỏ AgNPs hình thành tăng đồng thời các hạt có xu hướng bị keo tụ dẫn đến kích thước hạt hình thành lớn. Điều này có thể giải thích do khi nồng độ  $\text{AgNO}_3$  tăng thì quá trình khử hoá diễn ra nhanh, thuận lợi và các hạt nano bạc tạo ra nhiều và nhanh dẫn đến bị keo tụ. Vì thế, nồng độ  $\text{AgNO}_3$  bằng 1,25 mM được lựa chọn là nồng độ tối ưu cho các phản ứng tổng hợp AgNPs tiếp theo.



**Hình 2.** Phổ UV-Vis của AgNPs ở các điều kiện khác nhau:

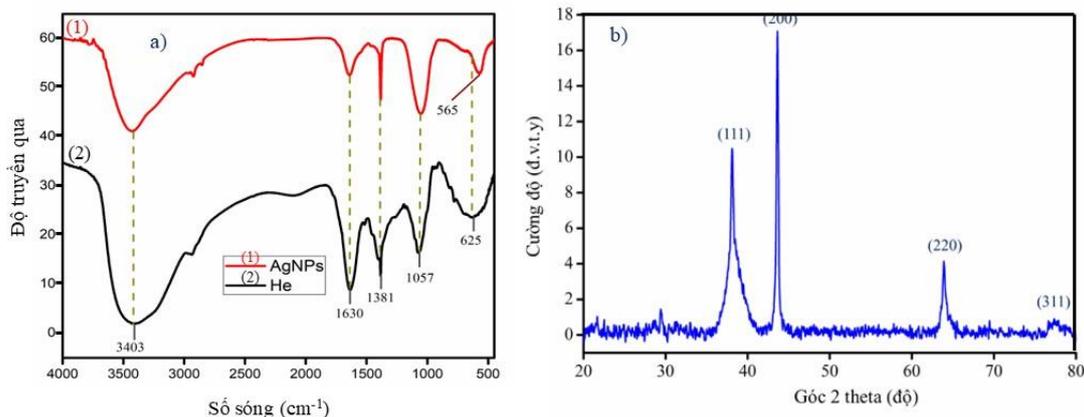
a)  $\text{AgNO}_3$ ; b) hàm lượng dịch chiết; c) nhiệt độ; d) thời gian

Hàm lượng dịch chiết thực vật là một trong những yếu tố ảnh hưởng chính đến sự hình thành của nano bạc. Các thành phần alkaloid, terpenoid, steroid, flavonoid và glycoside có trong dịch chiết đóng vai trò vừa là chất khử vừa là chất làm bền. Các hợp phần này có khả năng cho điện tử để khử  $\text{Ag}^+$  thành  $\text{Ag}^0$ . Hình 2b thể hiện phổ UV-Vis của AgNPs ở hàm lượng dịch chiết khác

n nhau. Như có thể thấy trong Hình 2b, cường độ hấp thụ tăng lên đáng kể khi lượng dịch chiết tăng từ 1,0 đến 2,5 mL và khi tăng dịch chiết lên 3,0 mL thì cường độ hấp thụ giảm. Do đó, 2,5 mL là thể tích được lựa chọn cho các tổng hợp tiếp theo. Nhiệt độ và thời gian cũng ảnh hưởng đáng kể đến quá trình tổng hợp nano bạc. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự hình thành nano bạc được thể hiện ở Hình 2c. Kết quả cho thấy khi nhiệt độ phản ứng tăng từ 25 đến 60 °C, cường độ hấp thụ tăng ứng với các hạt nano bạc tạo ra nhiều. Tuy nhiên, khi nhiệt độ tăng lên 80 °C, cường độ hấp thụ giảm điều này có thể giải thích ở nhiệt độ cao các hạt nano bạc hình thành bị keo tụ. Hơn nữa, nếu phản ứng tổng hợp nano bạc được thực hiện trên 60°C, một số thành phần của dịch chiết có thể bị oxy hoá dẫn đến quá trình tổng hợp AgNPs với độ lặp lại không cao. Vì vậy, nhiệt độ 60 °C là điều kiện thích hợp để tổng hợp nano bạc. Trong khi, thời gian phản ứng kéo dài từ 20 phút đến 50 phút, cường độ hấp thụ tăng khi thời gian phản ứng tăng từ 20 phút đến 30 phút, sau đó khi kéo dài thời gian phản ứng đến 50 phút thì cường độ hấp thụ hầu như không thay đổi (Hình 2d). Điều này có nghĩa là việc hình thành AgNPs sử dụng dịch chiết lá họ chỉ mất 30 phút để hoàn thành, ít thời gian hơn đáng kể so với báo cáo trước đó [11]. Vì vậy, thời gian 30 phút là thời gian thích hợp để tổng hợp nano bạc. Như vậy, điều kiện tối ưu cho quá trình tổng hợp nano bạc sử dụng dịch chiết lá họ là  $\text{AgNO}_3$  nồng độ 1,25 mM, 2,5 mL thể tích dịch chiết trong thời gian 30 phút ở nhiệt độ 60 °C.

### 3.2. Tính chất đặc trưng của AgNPs

Tính chất đặc trưng của AgNPs được tổng hợp ở điều kiện tối ưu được xác định bằng cách phân tích phổ FTIR, XRD và SEM. Phổ FTIR là công cụ quan trọng được sử dụng để xác định các liên kết trên bề mặt của hạt nano bạc. Phổ FTIR của cao chiết lá họ (Hình 3a) cho thấy có một đỉnh hấp thụ rộng ở bước sóng  $3403 \text{ cm}^{-1}$  đặc trưng cho dao động hóa trị của liên kết O-H, đỉnh hấp thụ sắc nét tại bước sóng  $1630 \text{ cm}^{-1}$  đặc trưng cho dao động hóa trị của liên kết C=O. Ngoài ra, các đỉnh hấp thụ ở  $1381 \text{ cm}^{-1}$  và  $1057 \text{ cm}^{-1}$  có thể quy kết cho các dao động hóa trị của liên kết C-O. So sánh phổ FTIR của AgNPs và cao chiết lá họ cho thấy phổ AgNPs xuất hiện các đỉnh hấp thụ đặc trưng trong cao chiết lá họ với cường độ yếu hơn. Hơn nữa, trên phổ FTIR của AgNPs còn xuất hiện 1 đỉnh hấp thụ ở  $565 \text{ cm}^{-1}$  đặc trưng cho dao động hóa trị của liên kết Ag-O. Kết quả này có thể kết luận thành phần hoá học trong dịch chiết lá họ tạo liên kết trên bề mặt của các hạt nano bạc, có tác dụng bao bọc các hạt bạc.



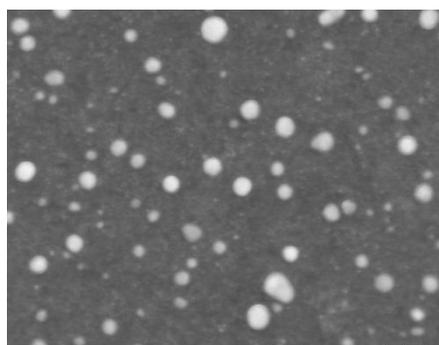
**Hình 3.** a) Phổ FTIR của AgNPs và cao lá họ; b) giản đồ XRD của AgNPs

Phân tích giản đồ nhiễu xạ tia X của hạt nano bạc tổng hợp được (Hình 3b) để đánh giá mức độ tinh thể hóa cũng như cấu trúc pha của các hạt AgNPs cho thấy vật liệu thu được ở trên có cấu trúc tinh thể lập phương tâm mặt (fcc) phù hợp với thể PDF chuẩn (JCPDS, No.04-0783) của bạc. Các đỉnh đặc trưng tại các vị trí  $2\theta = 38,08^\circ$ ,  $43,66^\circ$ ,  $63,89^\circ$  và  $77,62^\circ$  tương ứng với mặt phẳng tinh thể (111), (200), (220) và (311) của bạc với cấu trúc tinh thể lập phương tâm diện [22]. Kích thước tinh thể của AgNPs được tính toán bằng biểu thức Debye-Scherrer:

$$D = \frac{k \lambda}{\beta \cdot \cos \theta} \quad (1)$$

Trong đó,  $D$  là kích thước tinh thể (nm),  $k$  là hằng số Scherrer ( $k = 0,9$ ),  $\lambda$  là bước sóng của nguồn tia X ( $\lambda = 0,15406$ ),  $\beta$  là độ bán rộng,  $\theta$  là góc nhiễu xạ tương ứng. Kích thước trung bình của hạt nano bạc được tính theo công thức Debye-Scherrer khoảng 10 nm.

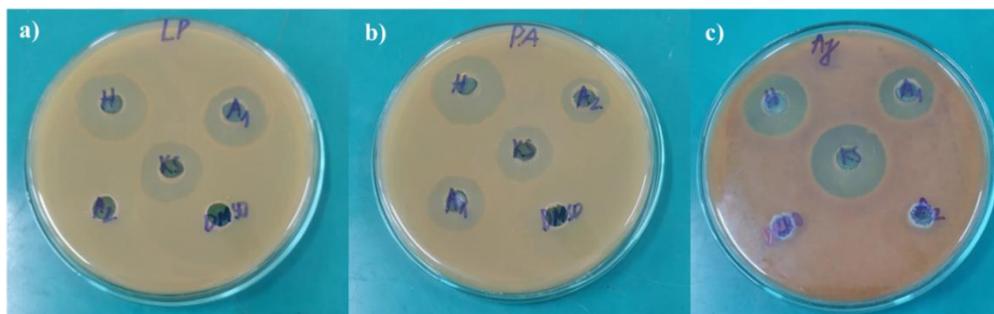
Kết quả phân tích ảnh SEM của AgNPs tổng hợp được (Hình 4) cho thấy các hạt nano bạc có dạng hình cầu.



Hình 4. Ảnh SEM của AgNPs

Như vậy, phân tích dữ liệu của phổ FT-IR, XRD, SEM và quan sát sự thay đổi màu sắc của dung dịch trước và sau phản ứng có thể kết luận AgNPs được hình thành, tinh thể bạc có dạng hình cầu với cấu trúc lập phương tâm mặt, phân tán ở dạng kết đám, kích thước tinh thể trung bình khoảng 10 nm. Kết quả này giống với các kết quả công bố trước đây [23] – [26].

### 3.3. Kết quả thử hoạt tính kháng vi sinh vật



Hình 5. Hình ảnh kháng vi sinh vật của AgNPs với các chủng vi sinh vật: a) *L. plantarum*; b) *P. aeruginosa*; c) *A. flavus*. (H: cao hệ, A<sub>1</sub>: AgNPs nồng độ 100 µg/mL, A<sub>2</sub>: AgNPs nồng độ 50 µg/mL, DMSO: đối chứng âm, KS: kháng sinh-đối chứng dương)

Bảng 1. Kết quả kháng vi sinh vật của AgNPs với các chủng vi sinh vật thử nghiệm

Mẫu	Nồng độ µg/mL	Đường kính vòng kháng khuẩn (mm)		
		<i>L. plantarum</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>A. flavus</i>
Cao hệ	200	23	25	21
AgNPs	100	19	18	17
	50	0	14	0
DMSO	0	0	0	0
Kháng sinh	100	18	20	25

Kết quả thử hoạt tính kháng vi sinh vật của AgNPs ở các nồng độ khác nhau (50, 100 µg/mL) trên hai chủng vi khuẩn gây bệnh gồm *L. plantarum* và *P. aeruginosa* và một chủng nấm *A. flavus* thể hiện trên Hình 5 và Bảng 1. Kết quả chỉ ra rằng AgNPs thể hiện khả năng ức chế sự phát triển của 2 chủng vi khuẩn và 1 chủng nấm thử nghiệm, phụ thuộc vào nồng độ. AgNPs ở nồng độ 100 µg/mL có khả năng kháng khuẩn tốt nhất với đường kính vòng kháng khuẩn ức chế

sự phát triển của 2 chủng vi khuẩn *L. plantarum* và *P. aeruginosa* lần lượt là 19 mm và 18 mm và kháng nấm với đường kính vòng kháng nấm *A. flavus* là 17 mm so với kháng sinh ampicillin ở cùng nồng độ lần lượt là 18 và 20 mm.

Như vậy, AgNPs được tổng hợp từ dịch chiết lá cây họ có khả năng kháng khuẩn và kháng nấm hiệu quả tương đương so với kháng sinh ở cùng nồng độ [26], [27]. Kết quả này có thể giải thích do các yếu tố sau: thứ nhất, các hạt nano bạc tổng hợp từ dịch chiết lá cây họ có kích thước nhỏ nên khả năng kháng khuẩn mạnh hơn; thứ hai các chất làm bền có trong dịch chiết lá cây họ có khả năng kháng khuẩn, các hợp chất này liên kết trên bề mặt của các hạt nano bạc có tác dụng hiệp đồng làm tăng khả năng kháng khuẩn của AgNPs. Các kết quả này vô cùng lý thú, mở ra khả năng tận dụng dịch chiết lá cây họ để tổng hợp AgNPs định hướng ứng dụng trong kiểm soát vi sinh vật gây hại.

#### 4. Kết luận

Tóm lại, nghiên cứu đã tổng hợp thành công nano bạc sử dụng dịch chiết lá họ ở điều kiện tối ưu cho các hạt bạc có dạng hình cầu, kích thước tinh thể trung bình khoảng 10 nm, bề mặt liên kết với các nhóm chức có mặt trong dịch chiết lá họ. Nano bạc có khả năng ức chế tốt sự phát triển của các chủng vi sinh vật *L. plantarum*, *P. aeruginosa* và *A. flavus* với đường kính vòng ức chế lần lượt là 19, 18 và 17 mm ở nồng độ AgNPs là 100  $\mu\text{g/mL}$ . Kết quả này không chỉ tổng hợp được nano bạc thân thiện với môi trường mà còn mở ra tiềm năng ứng dụng trong bảo quản thực phẩm, y sinh và nông nghiệp. Việc thử nghiệm ứng dụng thực tế trong bảo quản thực phẩm và kiểm soát vi sinh vật gây bệnh sẽ giúp xác định rõ hơn hiệu quả của nano bạc trong điều kiện thực tiễn và mở rộng tiềm năng ứng dụng của nano bạc trong các lĩnh vực quan trọng.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] M. Rafique, I. Sadaf, M. S. Rafique, and M. B. Tahir, "A review on green synthesis of silver nanoparticles and their applications," *Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology*, vol. 45, no. 7, pp. 1272-1291, 2017.
- [2] M. Sharifi-Rad, H. S. Elshafie, and P. Pohl, "Green synthesis of silver nanoparticles (AgNPs) by *Lallemantia royleana* leaf extract: their bio-pharmaceutical and catalytic properties," *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, vol. 448, 2024, Art. no. 115318.
- [3] F. Arshad *et al.*, "Bioinspired and green synthesis of silver nanoparticles for medical applications: a green perspective," *Applied Biochemistry and Biotechnology*, vol. 196, no. 6, pp. 3636-3669, 2024.
- [4] C. Vanlalveni, S. Lallianrawna, A. Biswas, M. Selvaraj, B. Changmai, and S. L. Rokhum, "Green synthesis of silver nanoparticles using plant extracts and their antimicrobial activities: A review of recent literature," *RSC advances*, vol. 11, no. 5, pp. 2804-2837, 2021.
- [5] M. A. Huq, M. Ashrafudoulla, M. M. Rahman, S. R. Balusamy, and S. Akter, "Green synthesis and potential antibacterial applications of bioactive silver nanoparticles: A review," *Polymers*, vol. 14, no. 4, 2022, Art. no. 742.
- [6] K. Vadakkan, N. P. Rumjit, A. K. Ngangbam, S. Vijayanand, and N. K. Nedumpillil, "Novel advancements in the sustainable green synthesis approach of silver nanoparticles (AgNPs) for antibacterial therapeutic applications," *Coordination Chemistry Reviews*, vol. 499, 2024, Art. no. 215528.
- [7] R. H. Mir *et al.*, "Green synthesis of silver nanoparticles and their potential applications in mitigating cancer," *Current Pharmaceutical Design*, vol. 30, no. 31, pp. 2445-2467, 2024.
- [8] V. T. B. Ngo and A. T. Pham, "*Cleistocalyx Operculatus* (roxb.) Merr. Et perry extracts and investigation of antibacterial activity against *Staphylococcus aureus*," (in Vietnamese), *Journal of Science and Technology - Da Nang University*, vol. 22, pp. 61-66, 2024.
- [9] N. Kaur *et al.*, "*Lycium shawii* mediated green synthesis of silver nanoparticles, characterization and assessments of their phytochemical, antioxidant, antimicrobial properties," *Inorganic Chemistry Communications*, vol. 159, 2024, Art. no. 111735.
- [10] J. Shanmugam *et al.*, "Green synthesis of silver nanoparticles using *Allium cepa* var. *aggregatum* natural extract: antibacterial and cytotoxic properties," *Nanomaterials*, vol. 12, no. 10, 2022, Art. no. 1725.

- [11] F. Jalilian, A. Chahardoli, K. Sadrjavadi, A. Fattahi, and Y. Shokoohinia, "Green synthesized silver nanoparticle from *Allium ampeloprasum* aqueous extract: Characterization, antioxidant activities, antibacterial and cytotoxicity effects," *Advanced Powder Technology*, vol. 31, no. 3, pp. 1323-1332, 2020.
- [12] M. M. Zangeneh, S. Bovandi, S. Gharehyakheh, A. Zangeneh, and P. Irani, "Green synthesis and chemical characterization of silver nanoparticles obtained using *Allium saralicum* aqueous extract and survey of in vitro antioxidant, cytotoxic, antibacterial and antifungal properties," *Applied Organometallic Chemistry*, vol. 33, no. 7, 2019, Art. no. e4961.
- [13] S. Andleeb *et al.*, "in vitro bactericidal, antidiabetic, cytotoxic, anticoagulant, and hemolytic effect of green-synthesized silver nanoparticles using *Allium sativum* clove extract incubated at various temperatures," *Green Processing and Synthesis*, vol. 9, no. 1, pp. 538-553, 2020.
- [14] D. T. Ho, O. T. Tran, and A. V. Tran, "Study on plant characteristics and antibacterial activity of *Allium tuberosum* Roxb," (in Vietnamese), *Vietnam Medical Journal*, vol. 536, no. 1, pp. 104-108, 2024.
- [15] D. K. Hoang and T. T. Vo, "Evaluate the genetic diversity and the antibacterial activity of *Allium tuberosum* Roxb. et Spreng)," (in Vietnamese), *Journal of Science and Technology - Can Tho University*, vol. 2, pp. 23-28, 2014.
- [16] L. K. T. Nguyen and T. T. H. Pham, "Study on chemical constituents and antimicrobial activity of *Allium tuberosum*)," (in Vietnamese), *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 227, no. 10, pp. 56-65, 2022.
- [17] S. Sang, M. Zou, Z. Xia, A. Lao, Z. Chen, and C.-T. Ho, "New spirostanol saponins from Chinese chives (*Allium tuberosum*)," *J. Agric. Food. Chem.*, vol. 49, no. 10, pp. 4780-4783, 2001.
- [18] C. Chen *et al.*, "Antimicrobial activity, chemical composition and mechanism of action of Chinese chive (*Allium tuberosum* Rottler) extracts," *Frontiers in Microbiology*, vol. 13, 2022, Art. no. 1028627.
- [19] Q. Gao *et al.*, "Isolation and identification of new chemical constituents from Chinese chive (*Allium tuberosum*) and toxicological evaluation of raw and cooked Chinese chive," *Food Chem. Toxicol.*, vol. 112, pp. 400-411, 2018.
- [20] L. Damian and S. Patachia, "Method for testing the antimicrobial character of the materials and their fitting to the scope," *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Engineering Sciences. Series I*, vol. 7, no. 2, pp. 37-44, 2014.
- [21] P. Mulvaney, "Surface plasmon spectroscopy of nanosized metal particles," *Langmuir*, vol. 12, no. 3, pp. 788-800, 1996.
- [22] T. T. Khieu, T. T. Nguyen, N. T. K. Nguyen, K. M. Nguyen, and T. V. Dang, "Green synthesis of *Piper chaudiocanum* stem extract mediated silver nanoparticles for colorimetric detection of  $Hg^{2+}$  ions and antibacterial activity," *Royal Society Open Science*, vol. 10, no. 2, 2023, Art. no. 220819, doi:10.1098/rsos.220819.
- [23] A. Chandra, A. Bhattarai, A. K. Yadav, J. Adhikari, M. Singh, and B. Giri, "Green synthesis of silver nanoparticles using tea leaves from three different elevations," *ChemistrySelect*, vol. 5, no. 14, pp. 4239-4246, 2020.
- [24] M. Sökmen, S. Y. Alomar, C. Albay, and G. Serdar, "Microwave assisted production of silver nanoparticles using green tea extracts," *J. Alloys Compd.*, vol. 725, pp. 190-198, 2017.
- [25] Q. Sun, X. Cai, J. Li, M. Zheng, Z. Chen, and C.-P. Yu, "Green synthesis of silver nanoparticles using tea leaf extract and evaluation of their stability and antibacterial activity," *Colloids and surfaces A: Physicochemical and Engineering aspects*, vol. 444, pp. 226-231, 2014.
- [26] H. A. Widatalla *et al.*, "Green synthesis of silver nanoparticles using green tea leaf extract, characterization and evaluation of antimicrobial activity," *Nanoscale Advances*, vol. 4, no. 3, pp. 911-915, 2022.
- [27] M. Nakhjavani, V. Nikkhah, M. Sarafraz, S. Shoja, and M. Sarafraz, "Green synthesis of silver nanoparticles using green tea leaves: Experimental study on the morphological, rheological and antibacterial behaviour," *Heat Mass Transfer.*, vol. 53, no. 10, pp. 3201-3209, 2017.