

TỔNG HỢP NANO BẠC TỪ DỊCH CHIẾT LÁ KHẾ (*AVERRHOA CARAMBOLA* L.)

● HUỖNH THỊ HỒNG HOA¹ - MAI THỊ THÙY LAM¹

¹Đại học Trà Vinh

TÓM TẮT:

Nghiên cứu tổng hợp hạt nano bạc (AgNPs) bằng phương pháp tổng hợp xanh, sử dụng dịch chiết từ lá khế làm tác nhân khử và ổn định. Kết quả khảo sát cho thấy, các yếu tố như nồng độ AgNO_3 , tỷ lệ thể tích AgNO_3 /dịch chiết, và nồng độ AgNO_3 , thời gian phản ứng có ảnh hưởng đáng kể đến quá trình tạo hạt cũng như đặc điểm của hạt nano. Kết quả khảo sát cho thấy các yếu tố như tỷ lệ thể tích AgNO_3 /dịch chiết là 5/5 (v/v), nồng độ AgNO_3 là 1.25mM và thời gian phản ứng 60 phút được xác định là điều kiện tối ưu, cho phép tổng hợp AgNPs có kích thước nhỏ trung bình 46.17 nm, hệ số phân bố kích thước (PDI) là 0.264 và độ hấp thụ (Abs) trong phổ UV - Vis đạt 2.8414, chứng minh sự hình thành AgNPs có tính ổn định tương đối cao.

Từ khóa: dịch chiết lá khế, tổng hợp xanh, nano bạc.

1. Đặt vấn đề

Nano bạc (AgNPs) là vật liệu nano có hoạt tính kháng khuẩn mạnh nhờ khả năng giải phóng ion Ag^+ và diện tích bề mặt riêng lớn, qua đó tăng cường tương tác sinh học và ức chế hiệu quả nhiều chủng vi khuẩn gây bệnh. Tuy nhiên, các phương pháp tổng hợp hóa học và vật lý truyền thống thường sử dụng hóa chất độc hại, tiềm ẩn nguy cơ ô nhiễm môi trường và hạn chế ứng dụng trong y sinh.

Xu hướng hiện nay tập trung vào các phương pháp tổng hợp xanh sử dụng dịch chiết thực vật làm tác nhân khử và ổn định hạt nano. Lá khế (*Averrhoa carambola* L.) giàu polyphenol, flavonoid và vitamin C, có tiềm năng tham gia quá trình khử Ag^+ và tạo hạt AgNPs bền vững. Do đó, nghiên cứu tổng hợp nano bạc từ dịch chiết lá khế có ý nghĩa khoa học và thực

tiễn, góp phần phát triển vật liệu nano theo định hướng bền vững.

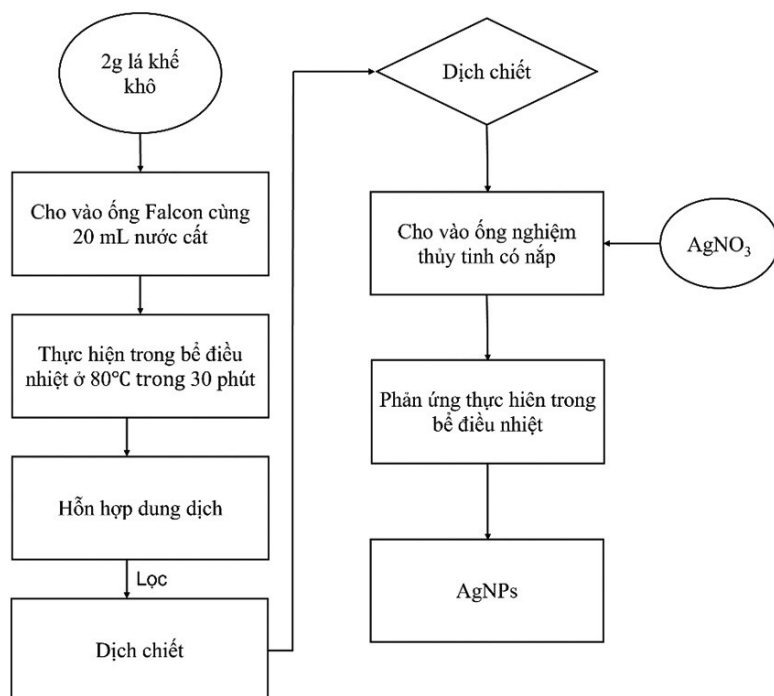
2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là lá cây khế (*Averrhoa carambola* L.) thu hái tại ấp An Thạnh, xã An Trường, tỉnh Vĩnh Long. Sau khi xử lý sơ bộ sẽ được sử dụng để điều chế dịch chiết thực vật làm chất khử trong quá trình tổng hợp hạt nano bạc (AgNPs) bằng phương pháp sinh học.

2.2. Tổng hợp AgNPs sử dụng dịch chiết lá cây khế làm tác nhân khử

Chuẩn bị dịch chiết lá khế: Lá khế tươi (khoảng 2 kg) được rửa sạch, sấy ở 60°C trong 6 giờ đến khô hoàn toàn, sau đó nghiền mịn. Cân chính xác 2g bột lá cho vào 20 mL nước cất trong ống Falcon và tiến

Hình 1: Quy trình tổng hợp nano bạc từ dịch chiết lá khế**Hình 2: Lá khế tươi và lá khế khô đã nghiền mịn**

hành chiết ở 80°C trong 30 phút. Dịch chiết thu được, được lọc hai lần qua giấy lọc Whatman No.1, sau đó pha loãng tỷ lệ 1:10 (v/v) bằng nước cất để thu dung dịch chiết 10% sử dụng cho quá trình tổng hợp tiếp theo. (Hình 1, Hình 2)

Quy trình: Ban đầu, 2g lá khế khô được phối trộn với 20 mL nước cất trong ống Falcon, sau đó gia nhiệt trong bể điều nhiệt ở 80°C trong vòng 30 phút nhằm trích ly các hợp chất hoạt tính sinh học như flavonoid, polyphenol, tanin và acid hữu cơ. Sau quá trình chiết, dung dịch được lọc để loại bỏ cặn thực vật, thu được dịch chiết có khả năng khử và ổn định trong quá trình tạo hạt nano. Dịch chiết thu được tiếp tục được phối trộn với dung dịch bạc AgNO_3 1mM theo tỷ lệ thể tích xác định trong ống nghiệm thủy tinh có nắp. Hỗn hợp phản ứng được đặt trong bể điều nhiệt nhằm kiểm soát nhiệt độ và tăng hiệu suất khử.

Trong nghiên cứu này, tiến hành khảo sát các yếu tố phản ứng ảnh hưởng đến kích thước hạt AgNPs tạo thành. Quá trình tổng hợp AgNPs từ dịch chiết lá khế được khảo sát theo 3 yếu tố chính gồm: thời gian

phản ứng, nồng độ AgNO_3 và tỷ lệ thể tích giữa dung dịch AgNO_3 và dịch chiết. Ở thí nghiệm khảo sát thời gian, hỗn hợp dịch chiết và AgNO_3 1 mM được phối trộn theo tỷ lệ 4/6 (v/v), ủ ở 80°C và theo dõi trong khoảng 30-150 phút; mẫu được lấy định kỳ 30 phút để phân tích phổ UV-Vis nhằm xác định thời gian tối ưu. Trên cơ sở đó, thí nghiệm tiếp theo đánh giá ảnh hưởng của nồng độ AgNO_3 (0,25-1,50 mM) trong điều kiện nhiệt độ 80°C và thời gian tối ưu đã xác định, thông qua phân tích phổ hấp thụ để lựa chọn nồng độ thích hợp. Cuối cùng, ảnh hưởng của tỷ lệ thể tích AgNO_3 /dịch chiết (1/9 đến 9/1, v/v) được khảo sát trong điều kiện tối ưu về thời gian và nồng độ. Hiệu quả tổng hợp và điều kiện tối ưu được đánh giá dựa trên đặc trưng phổ UV-Vis và kích thước hạt AgNPs thu được.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp tổng hợp: Phản ứng giữa dung dịch AgNO_3 và dịch chiết lá khế được thực hiện ở điều kiện nhiệt độ thường, không sử dụng hóa chất độc hại, tuân theo hướng tổng hợp xanh.

Phương pháp phân tích: Sử dụng các phương pháp phân tích phổ như UV - Vis, đo kích thước hạt DLS để xác nhận sự hình thành AgNPs và khảo sát hình thái bề mặt bằng phương pháp kính hiển vi điện tử quét SEM.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian đến quá trình tổng hợp AgNPs

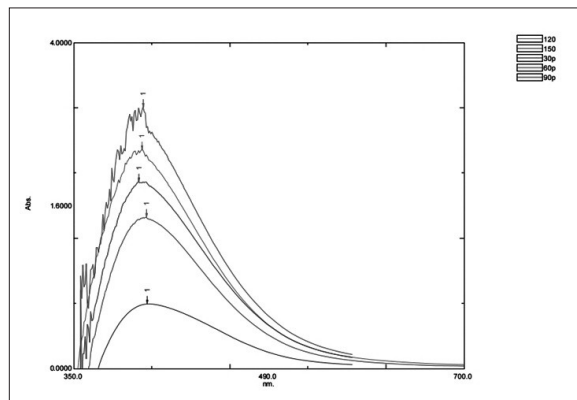
Kết quả khảo sát tại Hình 3, Hình 4, Hình 5 cho thấy, khi thời gian phản ứng tăng từ 30-150 phút, dung dịch chuyển từ vàng nhạt sang vàng đậm, phản ánh sự tăng nồng độ hạt nano bạc (AgNPs) và cường độ hấp thụ UV-Vis. Dựa trên kích thước hạt, chỉ số PDI và đặc tính phổ, thời gian phản ứng tối ưu được xác định là 60 phút với kích thước trung bình 51,2 nm và PDI thấp (0,278), cho thấy hệ hạt đồng đều và ổn định. Mặc dù ở 90 phút kích thước hạt nhỏ hơn,

nhưng PDI cao hơn, chứng tỏ phân bố kém đồng nhất. Ngoài ra, phổ UV-Vis tại 60 phút có cường độ hấp thụ cao và rõ nét hơn, khẳng định đây là điều kiện tối ưu khi xét tổng thể các yếu tố.

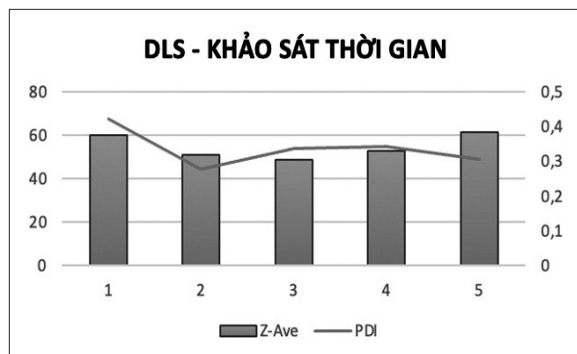
3.2. Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ AgNO_3 đến quá trình tổng hợp AgNPs

Kết quả khảo sát tại Hình 6, Hình 7 cho thấy, khi nồng độ AgNO_3 tăng từ 0,25 đến 1,50 mM, màu dung dịch chuyển từ vàng nhạt sang vàng đậm, phản ánh sự gia tăng lượng AgNPs và độ hấp thụ UV-Vis. Nồng độ tối ưu được xác định là 1,25 mM, với kích thước hạt trung bình 49,56 nm, PDI thấp (0,267) và độ hấp thụ cao, cho thấy hệ hạt đồng đều, ổn định và mật độ lớn. Dù ở 1,00 mM kích thước nhỏ hơn, nhưng PDI cao hơn, chứng tỏ phân bố kém đồng nhất. Vì vậy, xét tổng thể các yếu tố, 1,25 mM là điều kiện tối ưu cho tổng hợp AgNPs.

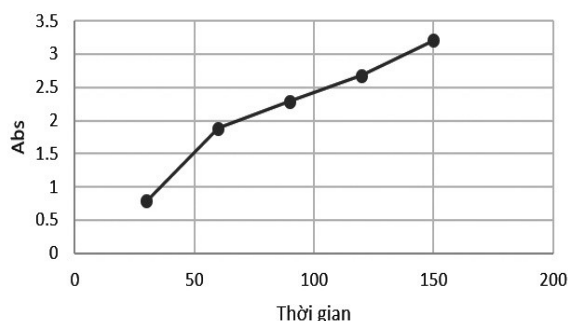
Hình 3: Phổ UV-Vis của AgNPs tạo thành tương ứng với các mốc thời gian đến quá trình tổng hợp AgNPs



Hình 4: Kích thước hạt của AgNPs tạo thành tương ứng với các mốc thời gian đến quá trình tổng hợp AgNPs



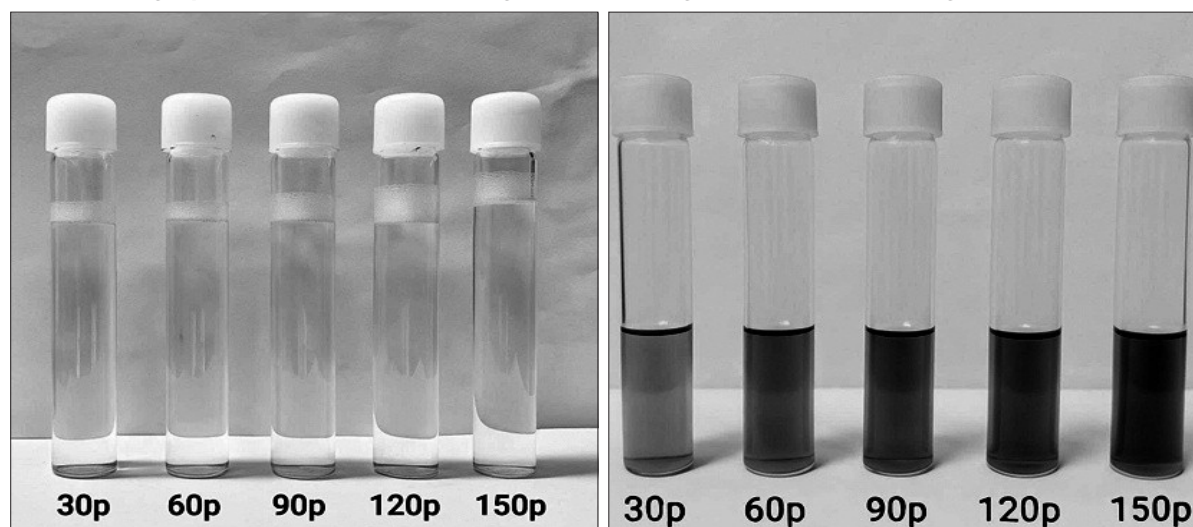
PHỔ UV - Vis - KHẢO SÁT THỜI GIAN



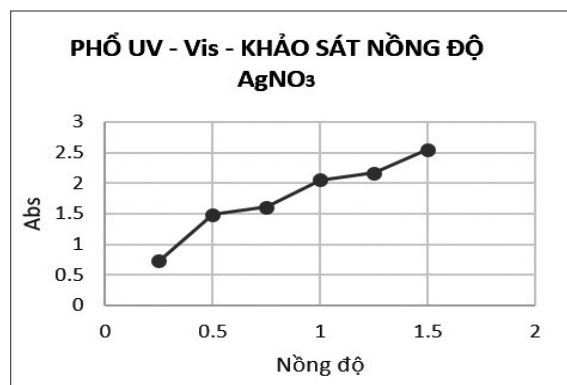
3.3. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ thể tích giữa AgNO_3 và dịch chiết lá khế đến quá trình tổng hợp AgNPs

Kết quả khảo sát tại Hình 8, Hình 9 cho thấy, hiệu quả tổng hợp AgNPs phụ thuộc vào sự cân bằng giữa ion Ag^+ và chất khử trong dịch chiết lá khế: các tỷ lệ quá lệch (1/9 hoặc 9/1) cho hiệu suất thấp, trong khi các tỷ lệ trung gian cho màu đậm hơn và hấp thụ UV-Vis cao hơn, chứng tỏ tạo nhiều hạt hơn. Tỷ lệ tối ưu được xác định là 5/5 (v/v), với kích thước hạt ~46,17 nm, PDI thấp (0,264) và độ hấp thụ cao, cho thấy hệ hạt ổn định và đồng đều. Dù tỷ lệ 4/6 cho kích thước

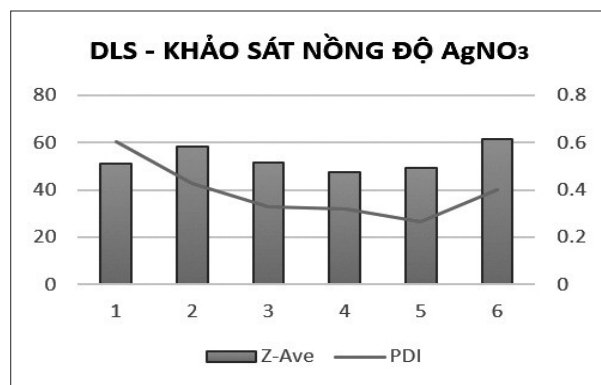
Hình 5: Dung dịch trước và sau phản ứng hình thành AgNPs ở các mốc thời gian khác nhau



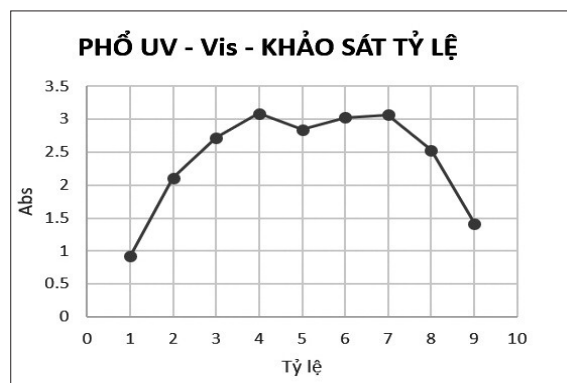
Hình 6: Phổ UV-Vis của AgNPs tạo thành tương ứng với các nồng độ AgNO_3



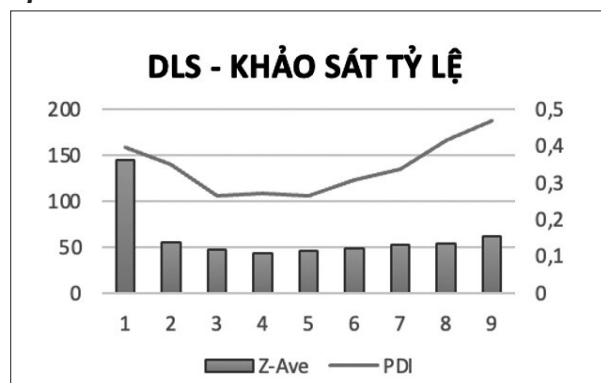
Hình 7: Kích thước hạt của AgNPs tạo thành tương ứng với các nồng độ AgNO_3

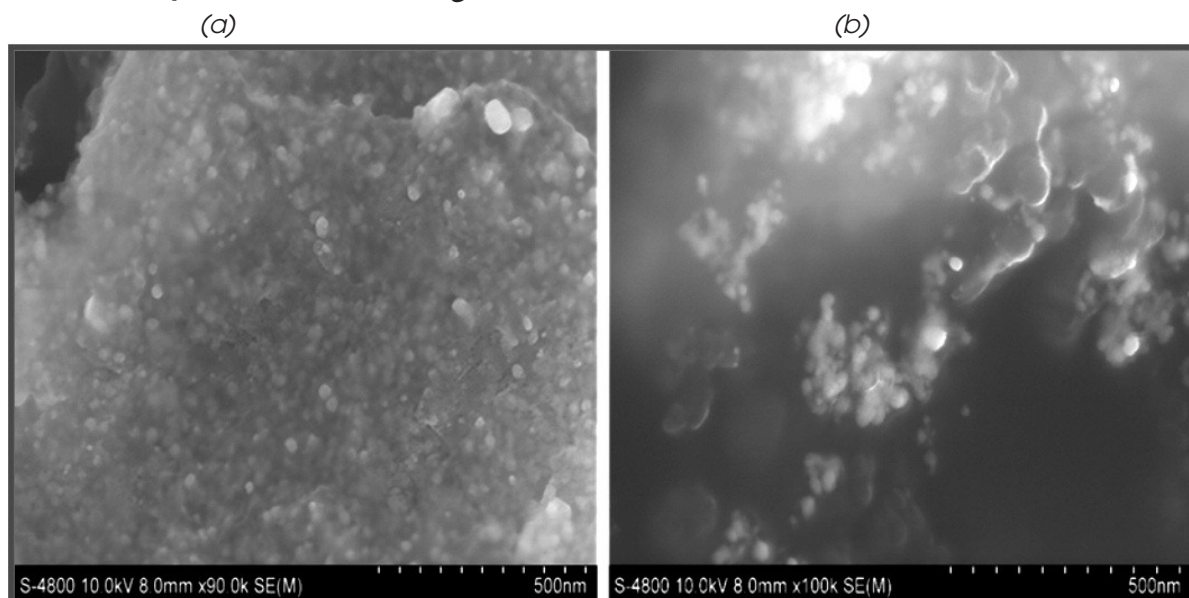


Hình 8: Phổ UV-Vis của AgNPs tạo thành với các tỷ lệ thể tích giữa AgNO_3 và dịch chiết lá khế



Hình 9: Kích thước hạt của AgNPs tạo thành tương ứng với các tỷ lệ thể tích giữa AgNO_3 và dịch chiết lá khế



Hình 10: Kết quả đo SEM của mẫu AgNPs

nhỏ hơn, nhưng kém ổn định hơn, nên 5/5 được chọn là điều kiện tối ưu.

Từ 3 khảo sát chính bao gồm: thời gian phản ứng, nồng độ AgNO_3 và tỷ lệ phối trộn, điều kiện tổng hợp tối ưu cho AgNPs bằng dịch chiết lá khế được xác định là: thời gian phản ứng 60 phút, nồng độ AgNO_3 1.25 mM và tỷ lệ thể tích AgNO_3 /dịch chiết là 5/5 (v/v). Những điều kiện này tạo tiền đề cho quá trình tổng hợp AgNPs hiệu quả, đồng thời cho phép kiểm soát kích thước hạt ở mức nanomet với tính ổn định keo tốt.

3.4. Kết quả đo SEM

Ảnh SEM của AgNPs được quan sát ở độ phóng đại 90.000 lần (Hình 10a) và 100.000 lần (Hình 10b) ở thang đo 500 nm. Qua ảnh SEM có thể thấy được sự hiện diện của AgNPs hình cầu, phân bố trên bề mặt, các hạt có xu hướng phân bố khá đồng nhất, mặc dù,

vẫn có hiện tượng kết tụ. Kích thước quan sát được < 50 nm phù hợp với kết quả đo DLS và các AgNPs theo những nghiên cứu đã được công bố.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã bước đầu thực hiện thành công quá trình tổng hợp hạt nano bạc (AgNPs) bằng phương pháp tổng hợp xanh, sử dụng dịch chiết từ lá khế làm tác nhân khử và ổn định. Kết quả quan sát sự đổi màu đặc trưng cùng phổ hấp thụ UV-Vis cho bước sóng đặc trưng của nano bạc từ 300 - 700 nm và nhận thấy sự hình thành của các hạt nano bạc. Quá trình này diễn ra thành công, là kết quả của sự kết hợp giữa các yếu tố quan trọng như thời gian, nồng độ và tỷ lệ phản ứng. Phương pháp này không sử dụng hóa chất độc hại mà còn thân thiện với môi trường, nguyên liệu dễ tìm và chi phí thấp, phù hợp với định hướng phát triển công nghệ xanh hiện nay ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

Nguyễn Như Khai, Đặng Thị Oanh Yến, Nguyễn Ngọc Thanh và Nguyễn Nhật Nam (2024). Nghiên cứu tổng hợp nano bạc mang đặc tính kháng khuẩn và tiềm năng ứng dụng trong nông nghiệp. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Trà Vinh, 14(5).

Võ Văn Quốc Bảo, Lê Thị Kim Anh và Nguyễn Thị Phương Nga (2022). Nghiên cứu tổng hợp nano bạc sử dụng dịch chiết từ củ nghệ tươi (*Curcuma Longa* L.) và khảo sát khả năng kháng khuẩn *Vibrio Parahaemolyticus*. Huaf Journal of Agricultural Science & Technology, 6(2), 3050-3057.

Vũ Tiến Hiếu, Nguyễn Ngọc Thắng và Bùi Văn Huân (2023). Nghiên cứu so sánh hoạt tính kháng khuẩn và kháng nấm của nano bạc tổng hợp từ dịch chiết lá trà không và lá dâu tằm. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 59(3), 126-130.

Võ Mộng Thắm, Nguyễn Trần Hưng Yên và Ninh Thị Như Hà (2024). Nghiên cứu tổng hợp nano bạc bằng hóa học xanh sử dụng dịch chiết vỏ quả măng cụt (*Garcinia mangostana* L.) ứng dụng kháng khuẩn. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Quốc tế Hồng Bàng*, 29, 177-184.

Gharari, Z., Hanachi, P., Sadeghinia, H., & Walker, T. R. (2023). Eco-Friendly Green Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles by *Scutellaria multicaulis* Leaf Extract and Its Biological Activities. *Pharmaceuticals*, 16(7), 992.

Gur T. (2022). Green synthesis, characterizations of silver nanoparticles using sumac (*Rhus coriaria* L.) plant extract and their antimicrobial and DNA damage protective effects. *Front. Chem.*, 10, 968280.

Netai Mukaratirwa-Muchanyereyi et al. (2022). Synthesis of silver nanoparticles using plant extracts from *Erythrina abyssinica* aerial parts and assessment of their anti-bacterial and anti-oxidant activities. *Results in Chemistry*, 4, 100402.

V.N. Ramazanli* & I.S.Ahmadov (2022). Synthesis of silver nanoparticles by using extract of olive leaves. *Advances in Biology & Earth Sciences*, 7(3), 238-244.

Ngày nhận bài: 9/3/2026

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 24/3/2026

Ngày chấp nhận đăng bài: 11/4/2026

GREEN SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES USING STARFRUIT (*AVERRHOA CARAMBOLA* L.) LEAF EXTRACTS

● **HUYNH THI HONG HOA¹**

● **MAI THI THUY LAM¹**

¹Tra Vinh University

ABSTRACT:

This study reports the green synthesis of silver nanoparticles (AgNPs) using starfruit leaf extracts as both reducing and stabilizing agents. Key synthesis parameters, including AgNO₃ concentration, AgNO₃-to-extract volume ratio, and reaction time, were systematically investigated for their effects on nanoparticle formation and physicochemical characteristics. The optimal conditions were determined to be an AgNO₃-to-extract ratio of 5:5 (v/v), an AgNO₃ concentration of 1.25 mM, and a reaction time of 60 min. Under these conditions, the synthesized AgNPs exhibited an average particle size of 46.17 nm, a polydispersity index (PDI) of 0.264, and a UV-Vis absorbance of 2.8414, indicating a relatively narrow size distribution and good colloidal stability. These findings demonstrate the effectiveness of starfruit leaf extracts in facilitating the eco-friendly synthesis of stable AgNPs with promising physicochemical properties.

Keywords: extracts from starfruit leaves, green synthesis methods, silver nanoparticles.