

DOI: <https://doi.org/10.59294/HIUJS.KHD.2026.007>

BÀO CHẾ VÀ ĐÁNH GIÁ HOẠT TÍNH KHÁNG KHUẨN GEL NANO BẠC TỔNG HỢP TỪ DỊCH CHIẾT LÁ VỎI (*Syzygium nervosum*, Myrtaceae)

Võ Mộng Thắm*, Ninh Thị Như Hà, Phạm Nguyễn Phương Anh, Nguyễn Trần Xuân Phương
Trường Đại học Quốc tế Hồng Bàng

TÓM TẮT

Đặt vấn đề: Nhiễm khuẩn da do *Propionibacterium acnes* (*P. acnes*) là nguyên nhân thường gặp gây mụn trứng cá. Việc sử dụng kháng sinh kéo dài dẫn đến tình trạng gia tăng đề kháng của *P. acnes*, đặt ra nhu cầu tìm kiếm các tác nhân kháng khuẩn thay thế an toàn và hiệu quả. Gel chứa nano bạc tổng hợp bằng phương pháp sinh học với dịch chiết lá Vối có khả năng kháng khuẩn là tiền đề phát triển các sản phẩm trị mụn. **Mục tiêu:** Nghiên cứu được thực hiện nhằm xây dựng công thức bào chế gel chứa nano bạc tổng hợp bằng dịch chiết lá Vối và đánh giá hoạt tính kháng *P. acnes*. **Đối tượng và phương pháp nghiên cứu:** Gel chứa nano bạc được tổng hợp bằng dịch chiết lá Vối và thử nghiệm tác dụng kháng khuẩn. Khảo sát thành phần công thức và đánh giá hoạt tính kháng *P. acnes* bằng cách xác định nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC). **Kết quả:** Xây dựng công thức bào chế gel chứa nano bạc tổng hợp từ dịch chiết lá Vối với nano bạc 4%, Sepimax Zen 1.5%, propylene glycol 5%, glycerin 1% và nước cất vừa đủ 100%. Đánh giá hoạt tính kháng khuẩn: Gel có hoạt tính kháng khuẩn *P. acnes* với MIC và MBC ở nồng độ 1.95 mg/mL và 31.25 mg/mL. **Kết luận:** Nghiên cứu đã xây dựng được công thức bào chế gel chứa nano bạc được tổng hợp bằng phương pháp sinh học sử dụng dịch chiết lá Vối. Chế phẩm gel thể hiện hoạt tính kháng *P. acnes*, trong đó nano bạc là thành phần chính có tác dụng kháng khuẩn.

Từ khóa: lá Vối, gel chứa nano bạc, *Propionibacterium acnes*, kháng khuẩn

FORMULATION AND EVALUATION OF THE ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF A SILVER NANOPARTICLE GEL SYNTHESIZED FROM *Syzygium nervosum* LEAF EXTRACT

Vo Mong Tham, Ninh Thi Nhu Ha, Pham Nguyen Phuong Anh, Nguyen Tran Xuan Phuong

ABSTRACT

Background: Cutaneous infection caused by *Propionibacterium acnes* (*P. acnes*) is a major etiological factor in acne vulgaris. Prolonged use of antibiotics has contributed to the increasing prevalence of antibiotic-resistant *P. acnes*, highlighting the need for safe and effective alternative antibacterial agents. In this context, a gel formulation containing biosynthesized silver nanoparticles using *Syzygium nervosum* leaf extract represents a potential approach for the development of topical anti-acne products. **Objectives:** This study aimed to develop a gel formulation containing silver nanoparticles biosynthesized using *Syzygium nervosum* leaf extract and to evaluate its antibacterial activity against *P. acnes*. **Materials and methods:** Silver nanoparticles were biosynthesized using *Syzygium nervosum* leaf extract and incorporated into a gel formulation, which was subsequently evaluated for antibacterial activity. Various formulation components were investigated, and the antibacterial activity against *P. acnes* was evaluated through the determination of the minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC). **Results:** The

* Tác giả liên hệ: Võ Mộng Thắm, Email: thamvm@hiu.vn

(Ngày nhận bài: 17/4/2026; Ngày nhận bản sửa: 05/5/2026; Ngày duyệt đăng: 06/5/2026)

formulation for the gel containing silver nanoparticles synthesized from *Syzygium nervosum* leaf extract was successfully established with the following composition: 4% silver nanoparticles, 1.5% Sepimax Zen, 5% propylene glycol, 1% glycerin, and distilled water ad 100%. In the antibacterial evaluation, the gel demonstrated an antibacterial efficacy, with the MIC and MBC values of 1.95 mg/mL and 31.25 mg/mL, respectively. Conclusion: The study successfully developed a gel formulation containing silver nanoparticles synthesized via a biological method using *Syzygium nervosum* leaf extract. The gel demonstrated antibacterial activity against *P. acnes*, with silver nanoparticles identified as the primary contributor to the antibacterial effect.

Keywords: *Syzygium nervosum* leaves, silver nanoparticle gel, *Propionibacterium acnes*, antibacterial

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhiễm khuẩn da do vi khuẩn *P. acnes* là nguyên nhân chủ yếu gây ra các tổn thương mụn trứng cá như mụn sần viêm, mụn mủ. Tình trạng này thường để lại những di chứng sẹo vĩnh viễn, gây ảnh hưởng tiêu cực đến chất lượng cuộc sống và tâm lý người bệnh. Mặc dù các phác đồ điều trị hiện nay bao gồm thuốc kháng sinh, laser và liệu pháp ánh sáng mang lại hiệu quả nhất định, nhưng việc lạm dụng kháng sinh đang dẫn đến sự gia tăng nhanh chóng tỷ lệ kháng thuốc của *P. acnes*. Do đó, việc tìm kiếm các thành phần có hoạt tính sinh học mới, an toàn và có phổ kháng khuẩn rộng là một yêu cầu cấp thiết [1, 2].

Công nghệ nano bạc đang trở thành giải pháp trong lĩnh vực dược nhờ phổ kháng khuẩn rộng và hạn chế tối đa nguy cơ kháng thuốc. Tuy nhiên, quá trình tổng hợp bằng phương pháp hóa học hay vật lý truyền thống thường đi kèm với chi phí cao, tiêu thụ nhiều năng lượng và sử dụng các hóa chất khử độc hại. Để khắc phục nhược điểm này, “tổng hợp xanh” nano bạc sử dụng chiết xuất tự nhiên đang trở thành xu hướng tất yếu [3].

Tại Việt Nam, lá Vối (*Syzygium nervosum*, Myrtaceae) là một dược liệu y học cổ truyền quen thuộc, sở hữu nhiều đặc tính dược lý quý như kháng viêm, chống oxy hóa, kháng khuẩn [4]. Các nghiên cứu y học hiện đại còn xác nhận thêm tiềm năng chống lão hóa, bảo vệ thần kinh và chống ung thư của dược liệu này [5]. Hoạt tính sinh học này được quyết định bởi nhóm flavonoid thể hiện khả năng chống dị ứng, chống viêm [6]. Hơn thế nữa, cơ chế khử của các hợp chất flavonoid biến chúng thành tác nhân tự nhiên lý tưởng cho quá trình tổng hợp xanh hạt nano bạc [7].

Xuất phát từ thực trạng kháng thuốc và nhu cầu tìm kiếm các liệu pháp chăm sóc sức khỏe an toàn từ thiên nhiên, đề tài “Nghiên cứu bào chế và đánh giá hoạt tính kháng khuẩn của gel chứa nano bạc tổng hợp bằng dịch chiết lá Vối (*Syzygium nervosum*, Myrtaceae)” được thực hiện. Việc bào chế thành công sẽ góp phần tối ưu hóa nguồn tài nguyên dược liệu Việt Nam, tạo tiền đề vững chắc cho các nghiên cứu sản phẩm trị mụn tự nhiên, an toàn và mang lại hiệu quả cao.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Gel chứa nano bạc được tổng hợp bằng phương pháp sinh học sử dụng dịch chiết lá Vối (*Syzygium nervosum*, Myrtaceae) được bào chế nhằm đánh giá hoạt tính kháng *P. acnes*.

2.2. Phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại phòng thí nghiệm Khoa học Dược và Hóa Dược, Khoa Dược, Trường Đại học Quốc tế Hồng Bàng từ tháng 10/2024 đến tháng 12/2025.

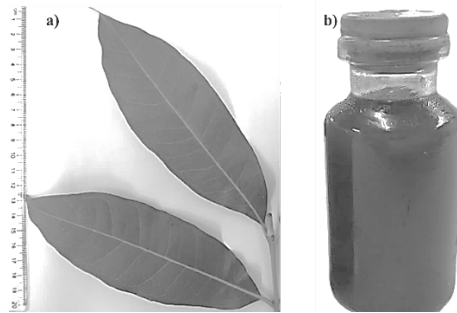
2.3. Nguyên vật liệu và thiết bị

Hoá chất: Carbopol 940 (Himedia, Ấn Độ), Simulgel (Seppic, Pháp), Sepimax Zen (Seppic, Pháp) và Sepinov EMT 10 (Seppic, Pháp), propylen glycol và glycerin (Xilong, Trung Quốc), penicillin

(Himedia, > 98%), resazurin (Sigma Aldrich, > 80%), thạch Tryptic Soy Agar (TSA, Himedia), nước cất hai lần.

Chủng vi khuẩn: *Propionibacterium acnes* (ATCC 6919).

Quy trình điều chế nano bạc: Nano bạc được tổng hợp từ dịch chiết lá Vối theo quy trình [8]: Đun sôi 20 g lá Vối tươi trong 450 mL nước khử ion trong 5 phút, sau đó để nguội về nhiệt độ phòng và lọc lấy dịch chiết lá Vối. Chuẩn bị hỗn hợp gồm 10 mL dung dịch AgNO_3 0.08 M và 1 mL polyvinylpyrrolidone 10% (w/v). Hỗn hợp AgNO_3 - PVP được thêm từ từ vào bình cầu chứa 40 mL dịch chiết lá Vối ở nhiệt độ phòng, đồng thời khuấy từ liên tục trong 30 phút.



Hình 1. (a) Lá Vối và (b) Nano bạc được tổng hợp từ lá Vối

Thiết bị: Máy quang phổ UV - Vis Shimadzu V630, máy khuấy từ gia nhiệt IKA C-MAG MS 7, bể siêu âm Elmasonic S100H và các dụng cụ khác.

2.4. Phương pháp nghiên cứu

2.4.1. Xây dựng công thức bào chế gel chứa nano bạc

Xây dựng công thức bào chế cho sản phẩm gel nano bạc gồm các thành phần trong Bảng 1.

Bảng 1. Thành phần công thức bào chế gel chứa nano bạc

Thành phần	Tỷ lệ (%)	Vai trò
Dung dịch nano bạc tổng hợp từ dịch chiết lá Vối	4	Hoạt chất
Tá dược tạo gel	0.5 - 1.5	Tạo cấu trúc gel, tăng độ bám dính
Propylen glycol	5 - 10	Đồng dung môi, giữ ẩm, cải thiện đàn trải
Glycerin	1 - 3	Giữ ẩm
Nước cất	Vừa đủ 100	Môi trường phân tán
Tác nhân điều chỉnh pH (TEA/NaOH loãng) (nếu cần)	Vừa đủ	Điều chỉnh pH 5.5 - 6.5

Quy trình bào chế được thực hiện theo tài liệu [9], cụ thể như sau: Hoà tan propylene glycol (5 - 10%) và glycerin (1 - 3%) trong nước cất vừa đủ, sau đó bổ sung nano bạc tổng hợp từ dịch chiết lá Vối (4%) và khuấy để nano bạc phân tán đều trong hệ. Tá dược tạo gel Sepimax Zen (0.5 - 1.5%) được cho từ từ vào hỗn dịch nano bạc dưới điều kiện khuấy nhẹ đến trung bình cho đến khi gel hình thành hoàn toàn. Sau khi tạo gel, pH của chế phẩm được đo và điều chỉnh về khoảng 5.5 - 6.5 bằng dung dịch TEA hoặc NaOH loãng (nếu cần) nhằm đảm bảo độ ổn định của cấu trúc gel và phù hợp với pH sinh lý da. Cuối cùng, bổ sung nước cất vừa đủ khối lượng, khuấy nhẹ để thu được gel đồng nhất và để gel nghỉ ở nhiệt độ phòng trong 24 giờ trước khi tiến hành các đánh giá tiếp theo.

2.4.2. Khảo sát thành phần tá dược tạo gel

Các tá dược tạo gel được sử dụng để khảo sát là Carbopol 940, Simulgel, Sepimax Zen. Tiến hành bào chế theo quy trình đã mô tả tại mục 2.4.1. Đánh giá tính chất của gel thu được, từ đó lựa chọn tá dược tạo gel và tỷ lệ tá dược tạo gel phù hợp.

Bảng 2. Khảo sát tỷ lệ tá dược tạo gel

Thành phần	Tỷ lệ (%)		
	Tá dược tạo gel	0.5	1.0
Nước cất	Vừa đủ 100%		

2.4.3. Khảo sát thành phần chất tăng thấm, chất giữ ẩm

Qua quá trình tham khảo tài liệu và các sản phẩm trên thị trường, nghiên cứu lựa chọn propylene glycol làm chất tăng thấm và glycerin làm chất giữ ẩm. Tiến hành bào chế theo các công thức trong 3 với quy trình đã mô tả ở mục 2.4.1. Đánh giá tính chất của gel thu được, lựa chọn tỷ lệ propylene glycol và glycerin phù hợp.

Bảng 3. Khảo sát tỷ lệ chất tăng thấm, chất giữ ẩm

Thành phần	Tỷ lệ (%)			
	C1	C2	C3	C4
Tá dược tạo gel	Khảo sát và lựa chọn ở mục trên			
Propylen glycol	5	5	10	10
Glycerin	1	3	1	3
Nước cất	Vừa đủ 100%			

2.4.4. Đánh giá hoạt tính kháng *Propionibacterium acnes*

Xác định nồng độ ức chế tối thiểu (MIC): Phân tán 1.0 g gel trong nước cất vô trùng tạo hỗn dịch gel gốc nồng độ 1,000 mg/mL. Tiến hành một loạt pha loãng hai lần của mẫu thử trong nước cất vô trùng từ nồng độ gel gốc 1,000 mg/mL xuống 0.12 mg/mL (được gán nhãn Mẫu số 3 - 16). Trong các ống vi tâm, thêm 100 µL dung dịch *P. acnes* ở nồng độ 1×10^8 CFU/mL, sau đó thêm 100 µL của từng mẫu thử đã pha loãng. Bao gồm cả các đối chứng được chuẩn bị theo cách tương tự: nước cất vô trùng làm đối chứng âm (Mẫu số 1) và penicillin ở nồng độ 10 µg/mL làm đối chứng dương (Mẫu số 2). Ủ tất cả các ống trong điều kiện kỵ khí ở 37°C trong 72 giờ.

Sau khi ủ, thêm 6 µL dung dịch resazurin 0.015% vào mỗi ống và ủ kỵ khí ở 37°C trong khoảng 2 giờ. Đánh giá sự thay đổi màu sắc: các ống có sự phát triển của vi khuẩn sẽ làm cho resazurin chuyển từ màu xanh sang các sắc thái hồng (từ nhạt đến đậm, tùy thuộc vào mật độ tế bào), trong khi các ống có sự ức chế hoàn toàn sẽ vẫn giữ màu xanh. MIC được định nghĩa là nồng độ mẫu thấp nhất mà không quan sát thấy sự thay đổi màu sắc (resazurin vẫn giữ màu xanh).

Nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC): Hút dịch trong các giếng (sau khi xác định MIC) cấy trải/chấm điểm trên đĩa thạch TSA, ủ ở 37°C trong 72 giờ.

3. KẾT QUẢ

3.1. Lựa chọn tá dược tạo gel

Kết quả khảo sát các tá dược tạo gel được trình bày trong Bảng 4. Kết quả trên cho thấy các tá dược Carbopol 940, Simulgel và Sepimax Zen đều có khả năng tạo gel tốt ở nồng độ 0.5 - 1.5%. Khi thử nghiệm, gel bôi lên da đều cho khả năng bám dính tốt, mềm mịn và dễ chịu với da. Trong đó, Sepimax Zen có khả năng tạo gel trong suốt ở nồng độ thấp 0.5 - 1.5%, nên sẽ phù hợp hơn để tạo gel cho hệ phân tán nano. Ngoài ra, Sepimax Zen còn có ưu điểm là có tính chất treo hạt (suspending properties), giúp ổn định tiểu phân nano trong quá trình bảo quản. Nghiên cứu chọn Sepimax Zen làm tá dược tạo gel cho công thức bào chế gel nano bạc.

Bảng 4. Khả năng tạo gel của các tá dược khác nhau

Tỷ lệ (%)	Carbopol 940	Simulgel	Sepimax Zen
0.5	Gel đặc, trong suốt, đồng nhất, chảy được khi nghiêng	Gel đặc, đục, đồng nhất, chảy được khi nghiêng	Gel sệt, trong suốt, đồng nhất, chảy được khi nghiêng

Tỷ lệ (%)	Carbopol 940	Simulgel	Sepimax Zen
1.0	Gel đông đặc, hơi đục, đồng nhất, không chảy khi nghiêng	Gel đông đặc, đục, đồng nhất, không chảy khi nghiêng	Gel đặc sệt, trong suốt, đồng nhất, chảy được khi nghiêng
1.5	Gel đông đặc, hơi đục, đồng nhất, không chảy khi nghiêng	Gel đông đặc, đục, đồng nhất, không chảy khi nghiêng	Gel đông đặc, trong suốt, đồng nhất, không chảy khi nghiêng

3.2. Nồng độ tá dược tạo gel

Kết quả khảo sát khả năng tạo gel của gel chứa nano bạc của Sepimax Zen với nồng độ từ 0.5 - 1.5% được trình bày trong Bảng 5.

Bảng 5. Kết quả khảo sát nồng độ Sepimax Zen

Tỷ lệ (%)		0.5	1.0	1.5
Độ nhớt (cP)	Lần 1	7,325.7	26,270.1	47,198.7
	Lần 2	7,250.4	26,233.5	47,491.1
	Lần 3	7,355.1	26,799.0	47,533.8
	Trung bình	7,310.4 ± 54	26,434.2 ± 316	47,407.87 ± 182

Kết quả khảo sát độ nhớt cho thấy tỷ lệ Sepimax Zen 1.5% tạo gel có độ nhớt phù hợp với yêu cầu của FDA đối với sản phẩm gel bôi ngoài da (> 35,000 cP) [10]. Thử nghiệm khi bôi lên da cũng cho thấy gel rất mềm mịn, dễ chịu với da, không gây trợt nhờn, có khả năng bám dính và dần mỏng tốt.

3.3. Thành phần chất tăng khả năng thấm, chất giữ ẩm

Thành phần chất tăng khả năng thấm, chất giữ ẩm được thể hiện ở Bảng 6.

Bảng 6. Kết quả khảo sát chất tăng thấm và chất giữ ẩm

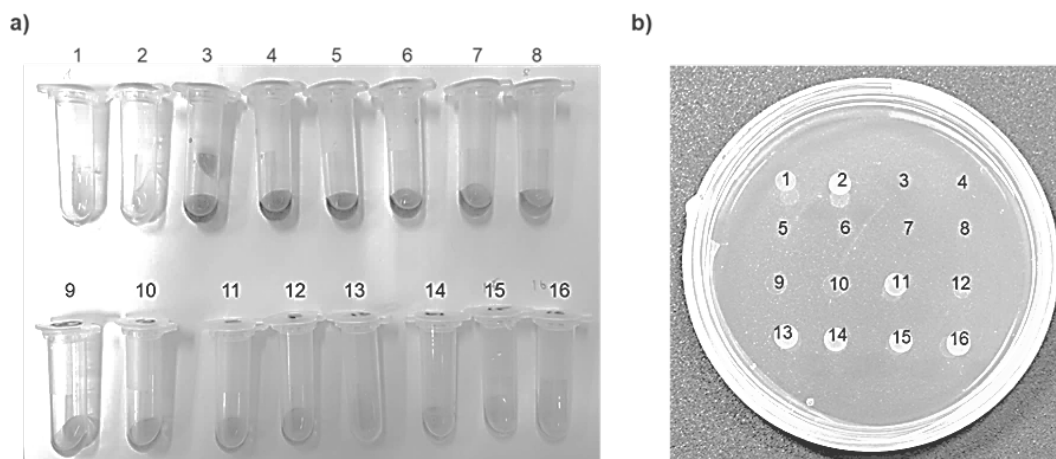
Công thức	C1	C2	C3	C4
Tính chất	Khô ráo, thấm nhanh	Trơn nhờn, thấm chậm	Trơn nhờn, thấm chậm	Trơn nhờn, thấm chậm

Tiến hành thử nghiệm bôi lên da thì các mẫu C2 (propylene glycol 5%, glycerin 3%), C3 (propylene glycol 10%, glycerin 1%) và C4 (propylene glycol 10%, glycerin 3%) lại cho cảm giác trơn nhờn và khả năng thấm chậm hơn so với mẫu C1 (propylene glycol 5%, glycerin 1%). Vì vậy, nghiên cứu lựa chọn công thức chứa propylene glycol 5% và glycerin 1% để bào chế gel chứa nano bạc tổng hợp từ dịch chiết lá Vối.

3.4. Đánh giá hoạt tính kháng *P. acnes*

Hoạt tính kháng khuẩn của gel chứa AgNPs chống lại *P. acnes* được thể hiện trong Hình 2. Kết quả MIC (Hình 2a) cho thấy các mẫu 13 - 16 có sự thay đổi màu sắc của resazurin tương tự như đối chứng âm, phản ánh hoạt động trao đổi chất của vi khuẩn. Mẫu 12 là mẫu có nồng độ gel AgNPs thấp nhất ngăn chặn sự khử resazurin (không có sự thay đổi màu), cho thấy sự ức chế hoàn toàn sự phát triển. Do đó, nồng độ của mẫu 12 được xem là MIC, tương ứng với nồng độ gel 1.95 mg/mL.

Sau khi cấy chấm điểm các mẫu thu được sau thí nghiệm MIC lên đĩa TSA và ủ trong 72 giờ, đã quan sát thấy sự hình thành các khuẩn lạc cho các mẫu 9 - 16. Điều này cho thấy, trong khi nồng độ gel AgNP trong các mẫu 9 - 12 đủ để ức chế hoạt động trao đổi chất của vi khuẩn trong thí nghiệm MIC, chúng không có tác dụng diệt khuẩn; các tế bào sống sót đã phục hồi sự phát triển trên thạch, tạo thành các khuẩn lạc. Ngược lại, mẫu 8 là nồng độ thấp nhất không tạo ra khuẩn lạc nào, cho thấy sự diệt khuẩn hoàn toàn. Do đó, nồng độ của mẫu 8 được xem là MBC, tương ứng với nồng độ gel 31.25 mg/mL (Hình 2b).



Hình 2. Kết quả (a) MIC và (b) MBC của gel chứa nano bạc trên chủng *P. acnes*

Từ kết quả Hình 2, có thể thấy gel chứa AgNPs có hoạt tính kháng *P. acnes* với MIC và MBC lần lượt là 1.95 mg/mL và 31.25 mg/mL. Sự khác biệt giữa hai giá trị này cho thấy tác dụng kháng khuẩn của chế phẩm phụ thuộc vào nồng độ. Ngoài ra, kết quả còn khẳng định hệ gel là dạng bào chế phù hợp để mang AgNPs, vẫn duy trì hoạt tính sinh học của AgNPs và có tiềm năng ứng dụng trong các chế phẩm bôi ngoài da.

4. BÀN LUẬN

Sepimax Zen là polymer thể hệ mới dùng tạo gel trong suốt với nồng độ thấp, ít phụ thuộc vào pH và có khả năng tương thích cao với nhiều loại hoạt chất cũng như hệ phân tán nano [11]. Bên cạnh đó, Sepimax Zen còn có tính treo hạt, giúp giảm kết tụ của các hạt nano góp phần nâng cao độ ổn định của chế phẩm [11]. Ưu điểm này phù hợp với hệ gel chứa nano bạc, việc duy trì trạng thái phân tán đồng đều của tiểu phân nano bạc có ý nghĩa quan trọng với hiệu quả kháng khuẩn của chế phẩm. Khả năng kháng khuẩn *P. acnes* của gel chứa nano bạc từ lá vòi được đánh giá thông qua giá trị nồng độ MIC và MBC lần lượt tương ứng với nồng độ 1.95 mg/mL và 31.25 mg/mL. Kết quả MIC cho thấy gel nano bạc có khả năng ức chế sự phát triển của *P. acnes* ngay ở nồng độ thấp 1.95 mg/mL, chứng tỏ hoạt tính kháng khuẩn mạnh của chế phẩm và MBC 31.25 mg/mL cho thấy gel có khả năng diệt khuẩn hoàn toàn ở nồng độ cao hơn nồng độ ức chế - một đặc điểm thường gặp ở tác nhân kháng khuẩn có cơ chế đa đích như nano bạc [12]. Theo nhiều nghiên cứu, nano bạc có phổ kháng khuẩn rộng (trong đó có *P. acnes*) bằng nhiều cơ chế: Bám dính lên màng tế bào vi khuẩn, gây phá vỡ tính toàn vẹn của màng, tạo stress oxy hóa và ức chế các enzyme hô hấp của tế bào vi khuẩn [13, 14]. Đặc biệt, nano bạc được tổng hợp từ dịch chiết lá Vòi gồm các hợp chất polyphenol và flavonoid đóng vai trò vừa là tác nhân khử, vừa là chất ổn định bề mặt tiểu phân nano. Hợp chất polyphenol không chỉ giúp ổn định kích thước và hình thái của nano bạc mà còn có khả năng hiệp đồng làm tăng hiệu quả kháng khuẩn của nano bạc thông qua việc làm tăng tính thấm của màng tế bào vi khuẩn [15].

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã phát triển thành công công thức gel chứa nano bạc được tổng hợp từ dịch chiết lá Vòi, với thành phần tối ưu gồm nano bạc 4%, Sepimax Zen 1.5%, propylene glycol 5%, glycerin 1% và nước cất vừa đủ 100%. Chế phẩm gel thu được thể hiện hoạt tính kháng khuẩn *P. acnes*, với nồng độ ức chế tối thiểu đạt 1.95 mg/mL và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu đạt 31.25 mg/mL, cho thấy tiềm năng ứng dụng trong các chế phẩm dùng ngoài da.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được Trường Đại học Quốc tế Hồng Bàng cấp kinh phí thực hiện dưới mã số đề tài GVTC18.49.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] L. E. Wiznia, M. L. Stevenson, and R. S. Nagler, "Laser treatments of active acne," *Lasers Med. Sci.*, vol. 32, no. 7, pp. 1647-1658, 2017.
- [2] C. Zhu, B. Wei, Y. Li, and C. J. Wang, "Antibiotic resistance rates in *Cutibacterium acnes* isolated from patients with acne vulgaris: a systematic review and meta-analysis," *Front. Med.*, vol. 16, p. 1565111, 2025.
- [3] N. A. Shafie *et al.*, "Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Plant Extracts: Recent Advances in Mechanisms, Parameters, and Characterization Methods," *J. Nanotechnol.*, vol. 2025, Art. no. 5532145, 2025.
- [4] G. N. Pham, T. T. T. Nguyen, H. J. Nguyen-Ngoc, and A. Nguyen, "Ethnopharmacology, phytochemistry, and pharmacology of *Syzygium nervosum*," *Evid. Based Complement. Alternat. Med.*, vol. 2020, p. 8263670, 2020.
- [5] D. T. Thanh *et al.*, "Phytochemical Composition, Antioxidant, Anti-*Helicobacter pylori*, and Enzyme Inhibitory Evaluations of *Cleistocalyx operculatus* Flower Bud and Leaf Fractions," *Molecules*, vol. 29, no. 4, p. 842, 2024.
- [6] N. A. Zawawi *et al.*, "Flavonoids as natural anti-inflammatory agents in the atopic dermatitis treatment," *J. Pharm. Sci.*, vol. 17, no. 2, pp. 261-274, 2025.
- [7] N. Sahu *et al.*, "Synthesis of silver nanoparticles using flavonoids: hesperidin, naringin and diosmin, and their antibacterial effects and cytotoxicity," *Int. Nano Lett.*, vol. 6, no. 3, pp. 173-181, 2016.
- [8] C. H. Hanh *et al.*, "Silver nanoparticles synthesized using *S. nervosum* leaf extract, and their antibacterial and antifungal activity," *Vietnam J. Sci. Technol.*, vol. 63, no. 6, pp. 1160-1173, 2025.
- [9] M. E. Aulton and K. Taylor, *Aulton's Pharmaceutics: The Design and Manufacture of Medicines*, 4th ed. Edinburgh: Elsevier Health Sciences, 2013.
- [10] FDA, "Physicochemical and Structural (Q3) Characterization of Topical Drug Products Submitted in ANDAs," *Guidance for Industry*, U.S. Food and Drug Administration, 2022.
- [11] E. A. Khalil *et al.*, "Physicochemical characterization of emulgel formulated with Sepineo P 600, Sepineo SE 68 and cosolvent mixtures," *J. Pharm. Innov.*, vol. 11, no. 5, pp. 519-527, 2016.
- [12] J. Y. Maillard and A. Hugo, "Factors affecting the activities of microbicides," in *Principles and Practice of Disinfection, Preservation and Sterilization*, 5th ed. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, pp. 71-86, 2013.
- [13] M. Rai, A. Yadav, and A. Gade, "Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials," *Biotechnol. Adv.*, vol. 27, no. 1, pp. 76-83, 2009.
- [14] J. R. Morones *et al.*, "The bactericidal effect of silver nanoparticles," *Nanotechnology*, vol. 16, no. 10, pp. 2346-2353, 2005.
- [15] C. Vanlalveni *et al.*, "Green synthesis of silver nanoparticles using plant extracts and their antimicrobial activities: A review of recent literature," *RSC Adv.*, vol. 11, no. 5, pp. 2804-2837, 2021.