



DOI:10.22144/ctujos.2025.077

CHẾ TẠO HẠT NANO BẠC TỪ DỊCH CHIẾT LÁ CÂY LÒNG MANG (*Pterospermum heterophyllum*) TẠI VIỆT NAM VÀ KHẢ NĂNG ỨC CHẾ TẾ BÀO UNG THƯ

Từ Quang Trung^{1*}, Hoàng Phú Hiệp¹, Đỗ Thị Huệ¹ và Chu Thị Hồng Huyền²

¹Trường Đại học Sư phạm - Đại học Thái Nguyên, Việt Nam

²Trường Đại học Khoa học - Đại học Thái Nguyên, Việt Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): trungtq@tnue.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 01/10/2024

Sửa bài (Revised): 15/10/2024

Duyệt đăng (Accepted): 16/01/2025

Title: Synthesis of silver nanoparticles from extract of *Pterospermum heterophyllum* leaves in Vietnam and their cytotoxic effect on cancer cells

Author(s): Tu Quang Trung^{1*}, Hoang Phu Hiep¹, Do Thi Hue¹ and Chu Thi Hong Huyen²

Affiliation(s): ¹Thai Nguyen University - University of Education, Viet Nam;

²Thai Nguyen University - University of Sciences, Viet Nam

TÓM TẮT

Nano bạc được tổng hợp từ dung dịch bạc nitrat và dịch chiết lá cây Lòng Mang (*Pterospermum heterophyllum*) tại Việt Nam. Nó được phân tích bằng UV-Vis cho thấy bước sóng hấp thụ cực đại ở 415 nm, xác nhận sự hình thành hạt nano bạc. Hình ảnh TEM cho thấy hạt có hình dạng cầu, đường kính khoảng 40 - 45 nm và kích thước đồng đều. Phân tích FT-IR chỉ ra sự tham gia của các nhóm chức trong dịch chiết vào quá trình tổng hợp. Nano bạc có khả năng ức chế tế bào ung thư với IC₅₀ lần lượt là 50,40 ± 1,60 µg/ml (MDA-MB-231), 40,88 ± 2,51 µg/ml (HT-29) và 55,32 ± 2,78 µg/ml (K562).

Từ khóa: Dịch chiết Lòng Mang, HT29, K562, MDA-MB-231, Nano bạc, ức chế tế bào

ABSTRACT

Silver nanoparticles were synthesized from silver nitrate solution using an extract from the leaves of *Pterospermum heterophyllum* in Vietnam. UV-Vis analysis showed a maximum absorption wavelength at 415 nm, confirming the formation of silver nanoparticles. TEM images revealed spherical particles with a diameter of approximately 40,- 45 nm and a fairly uniform size. FT-IR analysis indicated the presence of functional groups in the extract, demonstrating their involvement in the synthesis process. The synthesized silver nanoparticles exhibited the ability to inhibit cancer cell growth, with IC₅₀ values of 50.40 ± 1.60 µg/ml for MDA-MB-231, 40.88 ± 2.51 µg/ml for HT-29, and 55.32 ± 2.78 µg/ml for K562.

Keywords: Extract from *Pterospermum heterophyllum*, Silver nanoparticles, Cell inhibition, HT29, K562, MDA-MB-231

1. GIỚI THIỆU

Ung thư vú, ung thư ruột kết và ung thư bạch cầu mãn tính là những bệnh lý ung thư phổ biến, gây ra nhiều thách thức đến sức khỏe toàn cầu. Các phương pháp điều trị hiện đại, bao gồm phẫu thuật, hóa trị,

xạ trị và liệu pháp miễn dịch đã có những tiến bộ nhất định (Anwanwan et al., 2020). Tuy nhiên, những phương pháp này vẫn tiềm ẩn nhiều tác dụng phụ nghiêm trọng và tỷ lệ tái phát cao (Bruix et al., 2011; El-Khoueiry et al., 2017). Ngoài ra, chi phí điều trị ngày càng gia tăng là một gánh nặng lớn đối

với bệnh nhân, đặc biệt là ở các quốc gia đang phát triển (Leighl et al., 2021).

Trong bối cảnh này, nghiên cứu về các phương pháp điều trị mới, bao gồm cả thuốc thảo dược truyền thống, đã thu hút sự quan tâm đáng kể vì khả năng tiêu diệt tế bào ung thư với ít tác dụng phụ hơn (Bozorgi et al., 2020). Chi *Pterospermum*, với nhiều hợp chất có giá trị sinh học cao, đã được ghi nhận khả năng ức chế một số dòng ung thư, bao gồm *Pterospermum acerifolium* và *Pterospermum lanceifolium*. Kết quả nghiên cứu trước đây cho thấy chiết xuất từ các loài thuộc chi này có thể ức chế tế bào đối với nhiều dòng tế bào ung thư, bao gồm A549 (ung thư phổi) và HepG2 (ung thư gan) (Pal et al., 2022; Tripathi & Biswal, 2018).

Đặc biệt, Lồng Mang là loài cây bản địa tại Việt Nam, đã được phát hiện chứa nhiều hợp chất có tác dụng sinh học như acid protocatechuic và triterpenoids, có khả năng ức chế tế bào đối với các dòng tế bào ung thư khác nhau (Li et al., 2009; Yang et al., 2020). Tuy nhiên, chưa có nhiều nghiên cứu về việc điều chế dung dịch nano bạc từ loài Lồng Mang cũng như đánh giá khả năng ức chế tế bào ung thư từ dung dịch này.

Do đó, mục tiêu của nghiên cứu là điều chế dung dịch nano bạc và đánh giá khả năng ức chế tế bào ung thư vú (MDA-MB-231), tế bào ung thư ruột kết (HT-29) và tế bào ung thư bạch cầu mãn tính (K562) từ lá của loài Lồng Mang được thu tại Việt Nam.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Nguyên liệu tạo dung dịch nano bạc được lấy từ lá cây Lồng Mang (*P. heterophyllum*), được thu hái tại rừng phòng hộ Phước Hoàng, xã Cù Vân, huyện Đại Từ, tỉnh Thái Nguyên, Việt Nam. Định danh mẫu cây được thực hiện bởi PGS.TS. Sỹ Danh Thường, Trường Đại học Sư phạm - Đại học Thái Nguyên, dựa trên các đặc điểm thực vật học.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Điều chế cao chiết ethanol từ lá của loài Lồng Mang

Mẫu lá và mẫu thân của loài Lồng Mang sau khi thu hoạch được rửa sạch, cắt nhỏ và sấy khô ở nhiệt độ 50°C trong 48 giờ. Sau khi sấy khô, mẫu được nghiền thành bột mịn. Quy trình chiết xuất được thực hiện như sau: 10 g mẫu được kết hợp với 30 ml ethanol 90% và đưa vào thiết bị siêu âm, ngâm trong 3 ngày để thu được dịch chiết. Dịch chiết sau đó được lọc qua giấy lọc Whatman No. 1 (Merck, Đức)

và sử dụng máy cô quay chân không Rotavapor R100 (Buchi, Thụy Sĩ) để loại bỏ cồn. Kết quả thu được là cao chiết ethanol. Mẫu cao chiết được bảo quản ở nhiệt độ 4°C trong vài tháng (Zong et al., 2009).

2.2.2. Điều chế dung dịch nano bạc từ lá của loài Lồng Mang

Mười gram cao lá ethanol của Lồng Mang được hòa tan trong 100 ml nước khử ion để tạo thành dịch chiết. Sau đó, 10 ml dịch chiết này được cho vào bình phản ứng có chứa 10 ml dung dịch AgNO₃ 1 mM. pH của dung dịch được điều chỉnh về mức trung tính (pH = 7) bằng cách thêm NaOH và HCl. Hỗn hợp được khuấy với tốc độ 300 vòng/phút ở nhiệt độ phòng trong khoảng 1 giờ. Sự chuyển đổi của dung dịch từ màu nâu sáng sang màu nâu đục được xem là dấu hiệu cho thấy hạt nano bạc đã hình thành (Raja et al., 2015).

Đặc tính quang của các dung dịch hạt nano bạc được khảo sát thông qua phổ hấp thụ UV-Vis thực hiện trên hệ Jasco V-770 UV-Vis spectrophotometer với bước sóng trong phạm vi 250 nm đến 1000 nm. Hình thái, kích thước của hạt nano bạc được thực hiện trên hệ JEOL JEM-1010 transmission electron microscope (TEM) vận hành ở 80 kV. Các hợp chất hữu cơ trong dịch chiết và hạt nano bạc được phát hiện thông qua phổ hấp thụ hồng ngoại FT-IR. Các dung dịch hạt được li tâm 3 lần với nước khử ion, mỗi lần 15 phút ở tốc độ 8000v/p. Các hạt nano bạc thu được được trộn với bột KBr để đo hấp thụ trên hệ Cary 600 Series FTIR spectrometer, phạm vi số sóng 7500–2800 cm⁻¹.

2.2.3. Xác định khả năng ức chế tế bào ung thư của dung dịch nano bạc từ lá của loài Lồng Mang

– Vật liệu và hoá chất:

+ Dòng tế bào ung thư ở người: MDA-MB-231 (ung thư vú), HT-29 (ung thư ruột kết) và K562 (ung thư bạch cầu mãn tính),

+ Môi trường nuôi cấy: DMEM/MEME với L-glutamine, sodium pyruvate, NaHCO₃, penicillin/streptomycin, 10% FBS, Trypsin-EDTA (0,05%),

+ Dụng cụ: kính hiển vi ngược, buồng đếm tế bào, máy quang phổ, tủ ấm CO₂, tủ lạnh sâu -80°C, bình nitơ lỏng, cân phân tích, máy đo pH,

+ Hóa chất: DMSO, TCA, Tris base, PBS, Ellipticine, SRB, acetic acid,

+ Nguồn cung cấp tế bào: GS. TS. J. M. Pezzuto (Trường Đại học Long Island, Mỹ) và GS. Jeanette Maier (Trường Đại học Milan, Italia).

– Phương pháp xác định tính độc tế bào: Theo tiêu chuẩn NCI, phương pháp Sulforhodamine B (SRB) được sử dụng để đo hàm lượng protein tế bào qua OD (Skehan et al., 1990). **Quy trình bao gồm:**

+ **Chuẩn bị tế bào:** Trypsin hóa, đếm và cho vào đĩa 96 giếng (190 μ L/tế bào),

+ Chuẩn bị mẫu thử: hòa tan mẫu trong DMSO 100% (20 mg/mL), pha loãng và thêm vào giếng (10 μ L/mẫu),

+ Cố định tế bào: sử dụng TCA 20% sau 1 giờ,

+ Ủ tế bào: 37°C trong 72 giờ,

+ Nhuộm tế bào: cố định, nhuộm SRB, rửa và để khô,

+ Đo OD: hòa tan SRB bằng 10 mM Tris base, đọc OD ở 540 nm.

+ **Tính toán ức chế:**

$$\% \text{ ức chế} = 100 - \frac{OD(\text{mẫu}) - OD(\text{ngày0})}{OD(\text{DMSO}) - OD(\text{ngày0})} \times 100$$

– Phương pháp MTT: sử dụng muối tetrazolium (MTT) để đánh giá sự sống sót tế bào. (Mosmann, 1983). **Quy trình bao gồm:**

+ Chuẩn bị mẫu: hòa tan mẫu trong DMSO 100% (20 mg/mL) và thêm vào giếng (10 μ L/mẫu),

+ Thêm tế bào: đưa 190 μ L tế bào vào giếng có mẫu thử và thiết lập giếng đối chứng DMSO 10%,

+ Ủ tế bào: 37°C, 5% CO₂ trong 72 giờ.

+ Thêm MTT: sau 72 giờ, thêm MTT (10 μ L, 5 mg/mL),

+ Hòa tan formazan: sau 4 giờ, hòa tan bằng DMSO 100% và đo OD ở 540 nm.

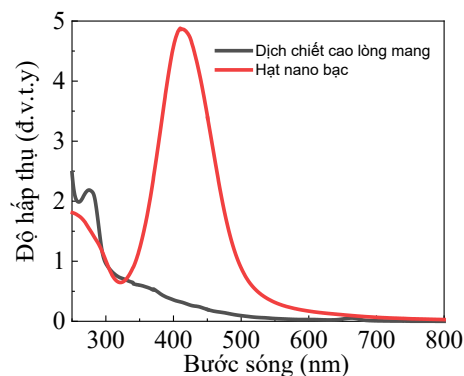
+ **Tính toán ức chế:**

$$\% \text{ ức chế} = 100 - \frac{OD(\text{mẫu}) - OD(\text{blank})}{OD(\text{DMSO}) - OD(\text{blank})} \times 100$$

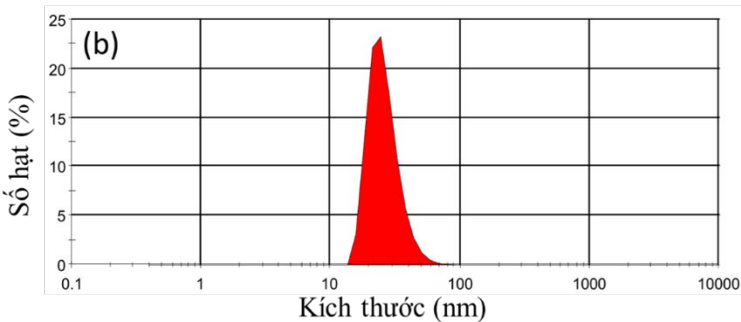
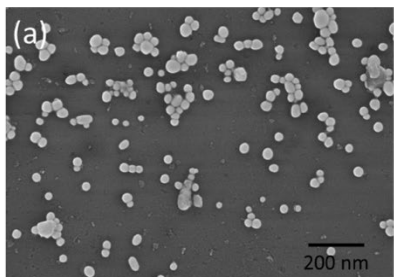
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả tổng hợp dung dịch nano bạc từ lá của loài Lòng Mang

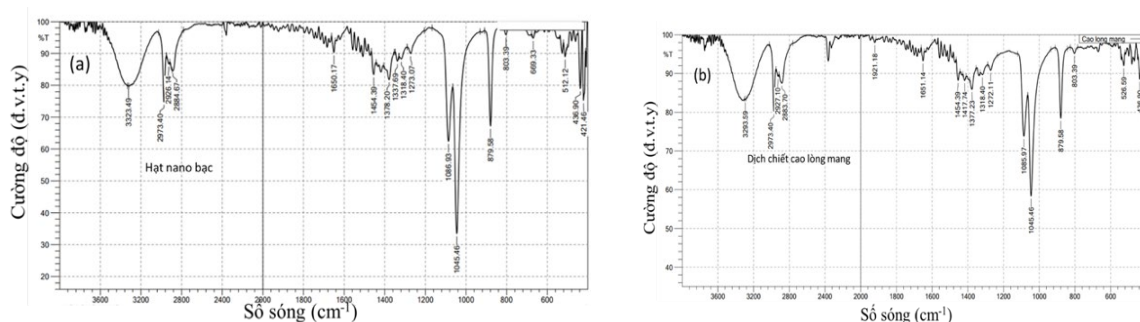
Kết quả được thể hiện ở Hình 1 trình bày phổ hấp thụ của dịch chiết cao Lòng Mang và dung dịch hạt nano bạc được tổng hợp từ dịch chiết này. Dịch chiết cao Lòng Mang cho thấy độ hấp thụ mạnh nhất trong vùng tử ngoại gần, trong khi khả năng hấp thụ ánh sáng trong vùng khả kiến gần như không đáng kể. Ngược lại, dung dịch hạt tổng hợp hiển thị đỉnh hấp thụ tại bước sóng 415 nm với độ rộng phổ hẹp. Điều này xác nhận sự hình thành các hạt nano bạc hình cầu với kích thước tương đối đồng đều, có đường kính khoảng 40 - 45 nm.



Hình 1. Phổ hấp thụ UV-VIs của dịch chiết cao Lòng Mang và dung dịch hạt nano bạc



Hình 2. Ảnh TEM của các hạt nano bạc tổng hợp sử dụng dịch chiết cao Lòng Mang với thang kích thước 200 nm (a) và phổ phân bố kích thước theo phần trăm số hạt



Hình 3. Phổ hấp thụ hồng ngoại FT-IR của dịch chiết cao Lòng Mang và dung dịch hạt nano bạc

Kết quả ở Hình 2a trình bày ảnh TEM của các hạt nano bạc được tổng hợp từ dịch chiết cao Lòng Mang. Các hạt nano bạc có hình dạng cầu và phân bố đồng đều trong dung dịch. Kích thước của các hạt tương đối nhất quán với kích thước trung bình khoảng $40 \text{ nm} \pm 5 \text{ nm}$ được tính toán từ 200 hạt nano bạc bằng phần mềm phân tích ảnh Image. Kết quả này cũng được phản ánh trong phổ hấp thụ UV-Vis của dung dịch. Nội dung được thể hiện ở Hình 2b là sự phân bố kích thước hạt qua phương pháp tán xạ ánh sáng động DLS, cho thấy hệ số đa phân tán (PdI) đạt 0,1. Điều này xác nhận rằng các hạt nano bạc được phân tán tốt trong dung dịch, nhờ vào dịch chiết cao Lòng Mang, không chỉ đóng vai trò chất khử mà còn là chất ổn định bề mặt giúp ngăn ngừa sự kết tụ của các hạt.

Các nhóm chức và hợp chất hữu cơ trong dịch chiết cao Lòng Mang cũng như trong dung dịch hạt nano bạc được xác định khi thực hiện đo phổ FT-IR (Hình 3). So sánh phổ FT-IR giữa dịch chiết cao Lòng Mang và dung dịch hạt nano bạc cho thấy hầu hết các đỉnh hấp thụ là tương tự nhau, đặc trưng cho các hợp chất có trong dịch chiết. Điều này cho thấy các hạt nano bạc đã được hoạt hóa bề mặt bởi các phân tử hữu cơ từ dịch chiết. Các đỉnh đặc trưng được ghi nhận tại các bước sóng 3293 cm^{-1} , 2973 cm^{-1} , 1045 cm^{-1} và 879 cm^{-1} tương ứng với dao động của liên kết O - H trong các hợp chất alcohol và phenol, liên kết C - H trong ankan, cũng như liên kết C - O trong nhóm acid cacboxylic. Sự giảm mạnh cường độ tại đỉnh 1045 cm^{-1} trong phổ FT-IR của dung dịch hạt nano bạc so với phổ của dịch chiết Lòng Mang chỉ ra vai trò quan trọng của hợp chất acid cacboxylic trong quá trình tổng hợp hạt nano. Bên cạnh đó, sự xuất hiện của đỉnh hấp thụ tại 436 cm^{-1} trong phổ dung dịch hạt nano bạc cho thấy sự hiện diện của liên kết giữa Ag và nhóm OH (Luna-Sánchez et al., 2020).

3.2. Tác động ức chế tế bào ung thư từ dung dịch nano bạc của lá cây Lòng Mang

Kết quả về khả năng ức chế tế bào ung thư của dung dịch nano bạc từ lá cây Lòng Mang được đánh giá trên ba dòng tế bào ung thư ở người: MDA-MB-231 (ung thư vú), HT-29 (ung thư ruột kết) và K562 (ung thư bạch cầu mãn tính), như trình bày trong Bảng 1.

Theo kết quả Bảng 1, dung dịch nano bạc từ lá cây Lòng Mang cho thấy hoạt tính ức chế rõ rệt đối với ba dòng tế bào ung thư: MDA-MB-231, HT-29 và K562. Cụ thể, giá trị IC_{50} của dung dịch nano bạc đối với MDA - MB -231, HT - 29 và K562 lần lượt là $50,40 \pm 1,60 \text{ } \mu\text{g/ml}$, $40,88 \pm 2,51 \text{ } \mu\text{g/ml}$ và $55,32 \pm 2,78 \text{ } \mu\text{g/ml}$. Dung dịch này có hiệu quả ức chế cao nhất trên dòng tế bào ung thư ruột kết HT - 29 với giá trị $40,88 \text{ } \mu\text{g/ml}$, trong khi K562 cho thấy hoạt tính ức chế thấp nhất với giá trị $55,32 \text{ } \mu\text{g/ml}$.

Chất đối chứng dương Ellipticine thể hiện hoạt động ổn định và mạnh mẽ trong các thử nghiệm với giá trị IC_{50} thấp ($2,42 \pm 0,04 \text{ } \mu\text{g/ml}$ cho MDA - MB-231, $0,40 \pm 0,02 \text{ } \mu\text{g/ml}$ cho HT - 29, và $0,42 \pm 0,03 \text{ } \mu\text{g/ml}$ cho K562) cho thấy nó là một chất chống ung thư hiệu quả.

Các nghiên cứu trước đây cũng chỉ ra rằng nhiều loài trong chi *Pterospermum* có khả năng ức chế các dòng tế bào ung thư, bao gồm tế bào ung thư mô miệng, ung thư vú, ung thư biểu mô phổi và ung thư gan, như các loài *P. lanceifolium* (Pal et al., 2022), *P. Schreb* (Steven et al., 2024) và *P. truncatolobatum* Gagnep (Le et al., 2022). Theo Li et al. (2009), các hợp chất triterpenoid chiết xuất từ rễ của *P. heterophyllum* đã được chứng minh có hoạt tính ức chế tế bào với giá trị IC_{50} từ 0,21 đến 1,22 μM , trong đó dòng tế bào ung thư gan (Bel7402) có giá trị IC_{50} là 0,4 μM . Thêm vào đó, các phức hợp nano bạc được tổng hợp từ *P. acerifolium* cũng cho thấy khả năng ức chế tế bào mạnh đối với tế bào HepG2 với giá trị IC_{50} là $4,76 \pm 1,1 \text{ } \mu\text{g/ml}$, trong khi không gây ức chế sự phát triển của tế bào HEK-293 (Raghuwanshi et al., 2021).

Bảng 1. Tác động gây độc tế bào ung thư từ dung dịch nano bạc của lá cây Lòng Mang

Nồng độ ($\mu\text{g ml}^{-1}$)	Dung dịch nano bạc từ lá lòng Mang					
	MDA-MB-231		HT29		K562	
	% ức chế	Sai số	% ức chế	Sai số	% ức chế	Sai số
80	64,62	1,69	79,24	1,24	66,96	1,29
40	44,49	1,32	49,33	1,13	39,50	1,21
20	23,82	1,08	27,51	1,03	19,09	0,81
4	1,98	0,12	13,28	0,81	5,02	0,48
0,8	1,31	0,03	1,97	0,51	1,93	0,16
0,16	0,57	0,24	1,87	0,19	2,54	0,26
IC ₅₀	50,40 ± 1,60		40,88 ± 2,51		55,32 ± 2,78	
**Ellipticine						
Nồng độ ($\mu\text{g ml}^{-1}$)	MDA-MB-231		HT29		K562	
	% ức chế	Sai số	% ức chế	Sai số	% ức chế	Sai số
10	93,98	2,57	89,14	1,72	87,06	2,81
2	79,62	1,93	80,02	1,76	79,74	1,77
0.4	47,10	1,83	51,25	1,03	50,31	1,23
0.08	21,03	1,09	23,54	1,26	22,22	0,58
*IC ₅₀	2,42 ± 0,04		0,40 ± 0,02		0,42 ± 0,03	

* * Giá trị IC₅₀ được tính toán từ trung bình của ba thí nghiệm độc lập, trong đó mỗi nồng độ hợp chất được kiểm tra với ba lần lặp lại trong các giếng.

**Ellipticine, được sử dụng làm chất đối chứng dương, đã được thử nghiệm ở các nồng độ 10, 2, 0,4 và 0,08 (mg/ml⁻¹). Các chữ cái khác nhau ở mỗi hàng cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) theo phép thử Duncan (trong SPSS), $n = 3$.

- Dòng tế bào ung thư MDA-MB-231 và HT-29 được xác định bằng Phương pháp SRB

- Dòng tế bào ung thư K562 được xác định bằng Phương pháp MTT

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, nano bạc đã được tổng hợp từ muối bạc nitrat, sử dụng cao chiết ethanol từ lá cây Lòng Mang ở Việt Nam làm tác nhân khử. Phân tích UV-Vis và TEM cho thấy các hạt nano bạc hình thành có dạng cầu, với kích thước khoảng 40 - 45 nm. Phân tích FT-IR cho thấy các hợp chất hữu

cơ trong dịch chiết từ lá Lòng Mang không chỉ đóng vai trò là chất khử mà còn là chất ổn định trong quá trình tổng hợp nano bạc. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng nano bạc thu được có khả năng ức chế tế bào ung thư với giá trị IC₅₀ lần lượt trên ba dòng tế bào MDA-MB-231, HT29 và K562 là 50,40 $\pm$ 1,60; 40,88 $\pm$ 2,51 và 55,32 $\pm$ 2,78 $\mu\text{g/ml}$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO (REFERENCES)

Anwanwan, D., Singh, S. K., Singh, S., Saikam, V., & Singh, R. (2020). Challenges in liver cancer and possible treatment approaches. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Reviews on Cancer*, 1873, 188314. <https://doi.org/10.1016/j.bbcan.2019.188314>

Bozorgi, A., Khazaei, S., Khademi, A., & Khazaei, M. (2020). Natural and herbal compounds targeting breast cancer: A review based on cancer stem cells. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 23(7), 970–983. <https://doi.org/10.22038/ijbms.2020.43745.10270>

Bruix, J., & Sherman, M. (2011). Management of hepatocellular carcinoma: An update. *Hepatology*, 53(3), 1020–1022. <https://doi.org/10.1002/hep.24199>

El-Khoueiry, A. B., Sangro, B., Yau, T., Crocenzi, T. S., Kudo, M., Hsu, C., Kim, T.-Y., Choo, S.-P., Trojan, J., Welling, T. H., Meyer, T., Kang, Y.-K., Yeo, W., Chopra, A., Anderson, J., Dela Cruz, C., Lang, L., Neely, J., Tang, H., Dastani, H. B., & Melero, I. (2017). Nivolumab in patients with advanced hepatocellular carcinoma (CheckMate 040): An open-label, non-comparative, phase 1/2 dose escalation and expansion trial. *The Lancet*, 389(10088), 2492–2502. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31046-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31046-2)

Hidayathulla, S., Chandra K, K., & Chandrashekar, K. (2011). Phytochemical evaluation and antibacterial activity of *Pterospermum diversifolium* Blume. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3(1), 165–167.

- Leighl, N. B., Nirmalakumar, S., Ezeife, D. A., & Gyawali, B. (2021). An arm and a leg: The rising cost of cancer drugs and impact on access. *ASCO Educational Book*, e1–e12.
https://doi.org/10.1200/EDBK_100028
- Li, D., Yin, Y., Li, J., & Xuan, L. (2015). Bibenzyl and phenolic glycosides from *Pterospermum heterophyllum*. *Phytochemistry Letters*, 11, 220–223.
<https://doi.org/10.1016/j.phytol.2015.01.003>
- Li, S., Shi, Y., Shang, X.-Y., Cui, B.-S., Yuan, Y., Chen, X.-G., Yang, Y.-C., & Shi, J.-G. (2009). Triterpenoids from the roots of *Pterospermum heterophyllum* Hance. *Journal of Asian Natural Products Research*, 11(7), 652–657.
<https://doi.org/10.1080/10286020902964248>
- Le, L. T. K., Nguyen, U. T., Pham, D. H., & Dang, Q. N. (2022). Cytotoxic constituents from Vietnamese *Pterospermum truncatolobatum* Gagnep. *Indian Journal of Natural Products and Resources (IJNPR)*, 13(1), 32–35.
<https://doi.org/10.56042/ijnpr.v13i1.42120>
- Luna-Sánchez, J. L., Jiménez-Pérez, J. L., Correa-Pacheco, Z. N., Macías-Mier, M., Cruz-Orea, A., Castañeda-Galván, A. A., & Gutiérrez-Fuentes, R. (2020). Photoacoustic spectroscopy for curing time determination of an acrylic nanocomposite. *International Journal of Thermophysics*, 41(7).
<https://doi.org/10.1007/s10765-020-02683-y>
- Mosmann, T. (1983). Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. *Journal of Immunological Methods*, 65(1-2), 55-63.
[https://doi.org/10.1016/0022-1759\(83\)90303-4](https://doi.org/10.1016/0022-1759(83)90303-4)
- Pal, L. C., Prateeksha, Singh, B. N., Pande, V., & Rao, C. V. (2022). Phenolics-enriched fraction of *Pterospermum lanceifolium* Roxb. efficiently reverses hepatocellular carcinoma in NDEA-induced HCC rats. *Nutrition and Cancer*, 74.
<https://doi.org/10.1080/01635581.2021.1922716>
- Raja, S., Ramesh, V., & Thivaharan, V. (2015). Antibacterial and anticoagulant activity of silver nanoparticles synthesized from a novel source—pods of *Peltophorum pterocarpum*. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 29, 257–264.
<https://doi.org/10.1016/j.jiec.2015.03.033>
- Raghuwanshi, N., Patel, A., Arora, N., Varshney, R., Srivastava, K., & Pruthi, V. (2021). Antineoplastic and antimicrobial potential of novel phytofabricated silver nanoparticles from *Pterospermum acerifolium* leaf extract. *Nanoscience & Nanotechnology-Asia*, 8(2), 297–308.
<https://doi.org/10.2174/2210681207666170607154529>
- Salempa, P., Noor, A., Harlim, T., Hariani, N., Muharram, M., & Sudding, S. (2014). The antibacterial properties of bayur tissues' extract (*Pterospermum subpeltatum* C.B. Rob). *Jurnal Teknologi*, 69(1), 87–89.
<https://doi.org/10.11113/jt.v69.3210>
- Shetty, S. G., Vinayachandra, H., Hidayathulla, S., & Chandrashekar, K. (2011). Antimicrobial activity and phytochemical screening of *Pterospermum reticulatum* Wight & Arn. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3(1), 35–37.
- Skehan, P., Storeng, R., Scudiero, D., Monks, A., McMahon, J., Vistica, D., Warren, J. T., Bokesch, H., Kenney, S., & Boyd, M. R. (1990). New colorimetric cytotoxic assay for anticancer-drug screening. *National Library of Medicine*, 82(13), 1107-1112.
<https://doi.org/10.1093/jnci/82.13.1107>
- Tripathi, S. K., & Biswal, B. K. (2018). *Pterospermum acerifolium* (L.) wild bark extract induces anticarcinogenic effect in human cancer cells through mitochondrial-mediated ROS generation. *Molecular Biology Reports*, 45(3), 2283–2294.
<https://doi.org/10.1007/s11033-018-4390-6>
- Yang, L., Liu, R., Fan, A., Zhao, J., Zhang, Y., & He, J. (2020). Chemical composition of *Pterospermum heterophyllum* root and its anti-arthritis effect on adjuvant-induced arthritis in rats via modulation of inflammatory responses. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 584849.
<https://doi.org/10.3389/fphar.2020.584849>
- Zong, X. H., Lai, F. L., Wang, Z. N., et al. (2009). Studies on chemical constituents of root of *Millettia speciosa*. *Journal of Chinese Medicinal Materials*, 32(4), 520-521.