

# TỔNG HỢP NANO BẠC TỪ CHIẾT XUẤT NHA ĐAM

Với khả năng kháng khuẩn tốt, từ lâu nano bạc đã trở thành vật liệu tiềm năng trong nhiều lĩnh vực khác nhau, bao gồm dược phẩm, thực phẩm và mỹ phẩm. Tuy nhiên, nano bạc thường được điều chế bằng phương pháp truyền thống vốn sử dụng các tác nhân khử hóa học độc hại, đắt tiền và không thân thiện với môi trường. Chính vì vậy, nhiều nhà khoa học đã đề nghị tổng hợp nano bạc thông qua những con đường "hóa học xanh", an toàn và tiết kiệm hơn. Trong xu thế đó, nhóm nghiên cứu của Tiến sĩ Apiwat Chompoosor (Khoa Hóa học, Đại học Ramkhamhaeng, Thái Lan) đã sử dụng chiết xuất từ lá cây nha đam để tổng hợp thành công nano bạc, sản phẩm có khả năng ức chế vi khuẩn hiệu quả, ngay cả đối với các loại khuẩn kháng kháng sinh.

## Tổng hợp nano bạc bằng hóa học xanh

Trong nhiều thập kỷ qua, nano bạc luôn thu hút sự chú ý của các nhà khoa học trên thế giới, xuất phát từ những tính chất độc đáo cũng như phạm vi ứng dụng rộng lớn của vật liệu này. Cụ thể, nano bạc đã được nghiên cứu sử dụng làm chất xúc tác [1], đầu dò sinh học [2] hay chất hiện hình [3]. Đặc biệt, nhờ vào hoạt tính kháng khuẩn hiệu quả, nano bạc được xem là giải pháp tiềm năng cho nhiều vấn đề về nhiễm khuẩn sinh học, bao gồm cả vi khuẩn kháng kháng sinh [4]. Vì vậy, rất nhiều phương pháp tổng hợp từ vật lý đến hóa học đã được đề xuất để điều chế nano bạc. Một trong những phương pháp truyền thống phổ biến được nhiều nghiên cứu đề cập là sử dụng các tác nhân khử hóa học như hydrazine [5], sodium borohydride [6], acid ascorbic [7]... nhằm chuyển hóa ion bạc thành bạc kim loại. Mặc dù thường tỏ ra hiệu quả, nhưng phương pháp này vẫn có những hạn chế lớn, bao gồm độc tính từ các tác chất sử dụng cũng như khó khăn trong việc loại bỏ các tác chất trên [8].

Để tránh hoặc giảm thiểu ảnh hưởng của các tác chất độc hại, gần đây giới khoa học đã bắt đầu áp dụng định hướng của hóa học xanh trong việc điều chế nano bạc, với hai tiêu chí luôn phải đảm bảo (vừa kinh tế, vừa thân thiện với môi trường) [9]. Trong số các phương pháp hóa học xanh, phương pháp điều chế nano bạc từ phản ứng giữa tiền chất bạc với các vi chất hữu cơ hoặc chiết xuất từ thực vật đang ngày càng cho thấy nhiều tiềm năng và ưu thế do đây là những tác chất có giá thành thấp, hoạt tính hóa học cao, quy trình sử dụng đơn giản và thân thiện với môi trường. Nhờ sở hữu các thành phần có khả năng khử sinh học như peptide, acid sorbic, acid citric, euphol, polyhydroxy limonoid, acid ascorbic, acid retinoic, tannins và acid ellagic, các nhà khoa học tin rằng có thể sử dụng tảo, nấm và nhiều loại thực vật để điều chế nano kim loại,



Hình 1. Cây thủy xương bồ.

trong đó có nano bạc mà không cần bổ sung tác nhân khử [10]. Ngoài ra, thành phần của thực vật thường hay chứa các hoạt chất giúp làm bền hóa nano bạc mới được sinh ra như protein, amino acid, enzyme, polysaccharide, tannin, saponin... [11]. Trong nghiên cứu của mình, Kumar và các cộng sự [12] đã tổng hợp thành công các hạt nano bạc hình cầu với đường kính 50-100 nm thông qua chiết xuất từ cây mắt nhung (*Alternanthera dentata*) chỉ trong vòng 10 phút phản ứng. Những hạt nano bạc này thể hiện hoạt tính kháng khuẩn đáng kể đối với *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia* và *Enterococcus faecal* [12]. Gần đây, thủy xương bồ (*Acorus calamus*, hình 1), một loài thực vật sinh trưởng ở đầm lầy hoặc những vùng nước lợ (Trung Quốc, Việt Nam, Ấn Độ, Nhật Bản...) cũng được Nakkala và cộng sự dùng để tổng hợp nano bạc [13]. Kết quả khảo sát cho thấy, nano bạc trong nghiên cứu này vừa có hoạt tính chống oxy hóa, vừa có khả năng kháng khuẩn, thậm chí có thể chống ung thư. Từ những nghiên cứu trên, có thể thấy, việc tổng hợp

## ■ Nhìn ra thế giới

nano bạc với các nguyên liệu thiên nhiên ứng với từng địa phương đang trở thành một xu thế mới, hấp dẫn, nhận được rất nhiều sự quan tâm của cộng đồng khoa học.

### Các tác nhân khử trong chiết xuất nha đam

Nha đam hay lô hội (Aloe vera, hình 2) là tên gọi của một loài cây mọng nước có nguồn gốc từ Bắc Phi vốn có rất nhiều ứng dụng trong dược phẩm, thực phẩm và mỹ phẩm nhờ sở hữu nhiều hoạt chất sinh học có khả năng chống viêm, chống rạn da, chống tia tử ngoại cũng như thúc đẩy khả năng hồi phục vết thương [14]. Các nhà khoa học cũng đã tìm ra nhiều thành phần như lignin, hemicellulose, pectin có thể được sử dụng để khử ion bạc [15]. Gần đây, Zhang và cộng sự đã chỉ định cụ thể hydroquinone trong chiết xuất nha đam có vai trò như một tác nhân khử điển hình [16]. Ngoài ra, những enzyme và protein lớn tồn tại trong chiết xuất từ lá cây nha đam được tin rằng có thể liên kết với các ion bạc, từ đó đóng vai trò như những tác nhân tạo phức. Hơn nữa, các liên kết yếu giữa các protein trong dung dịch còn giúp phát triển các hạt nano bạc hình cầu, giúp hình thành các hạt nano bạc đồng hướng.



Hình 2. Nha đam - thực vật có nhiều ứng dụng trong dược phẩm, thực phẩm và mỹ phẩm.

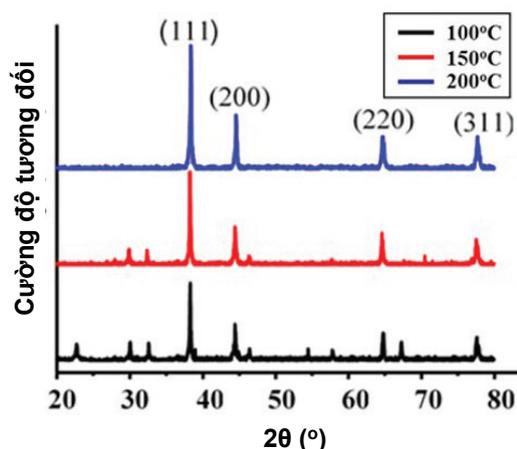
### Điều chế nano bạc từ chiết xuất nha đam

Xuất phát từ những quan điểm trên, nhóm nghiên cứu của Tiến sĩ Apiwat Chompoosor (Khoa Hóa học, Đại học Ramkhamhaeng, Thái Lan) đã sử dụng chiết xuất từ lá cây nha đam để tổng hợp các hạt nano bạc với kích thước từ 70-192 nm bằng phương pháp thủy nhiệt [17]. Đây là phương pháp tổng hợp đơn giản cho phép đạt đồng thời nhiệt độ cao và áp suất cao, vốn là những điều kiện cần thiết cho phản ứng khử ion bạc thành bạc kim loại. Sản phẩm sinh ra được nhóm nghiên cứu lần lượt tiến hành đánh giá khả năng kháng khuẩn đối với hai loại vi khuẩn *S. epidermidis* và *P. aeruginosa*.

Quá trình tổng hợp nano bạc trong nghiên cứu của

Tiến sĩ Chompoosor được thực hiện thông qua hai giai đoạn. Đầu tiên, dung dịch chiết xuất nha đam được điều chế từ 50 g lá nha đam đã được rửa và cắt mịn thành những mẫu nhỏ. Các lá nha đam đã cắt này sẽ được đun sôi trong nước cất 20 phút và được để nguội tự nhiên đến nhiệt độ phòng. Sau đó, phần dung dịch được lọc và lưu trữ trong tủ lạnh ở 4°C để có được dung dịch chiết xuất.

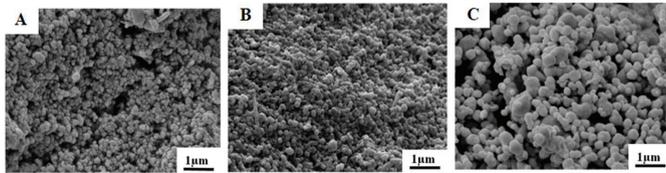
Ở giai đoạn thứ hai, 0,3 mol  $\text{AgNO}_3$  được hòa tan trong 20 ml nước cất rồi hòa với 20 ml dung dịch chiết xuất nha đam đã được điều chế ở trên, khuấy đều ở nhiệt độ phòng trong 30 phút. Hỗn hợp dung dịch này sau đó được rót vào bình thủy nhiệt Teflon với dung tích 100 ml. Hệ Teflon sẽ được gia nhiệt và duy trì ở nhiều nhiệt độ khác nhau, từ 100-200°C trong vòng 6 giờ, rồi làm nguội từ từ đến nhiệt độ phòng. Cuối cùng, dung dịch sau phản ứng được lọc để thu được kết tủa dạng bột xám, kết tủa này sẽ được rửa bằng nước cất và sấy khô ở 60°C trong vòng 6 giờ để thu được sản phẩm nano bạc.



Hình 3. Giản đồ nhiễu xạ tia X của các mẫu nano bạc được điều chế với chiết xuất nha đam ở các nhiệt độ thủy nhiệt khác nhau.

Hình 3 trình bày phổ nhiễu xạ tia X của các mẫu nano bạc được điều chế từ phản ứng khử  $\text{AgNO}_3$  với chiết xuất nha đam. Hầu hết tất cả peak tín hiệu có cường độ cao đều thuộc về cấu trúc lập phương tâm diện của tinh thể bạc, phù hợp với phổ tham chiếu JCPDS số 01-071-4613. Tuy nhiên, chỉ có mẫu được điều chế ở nhiệt độ thủy nhiệt 200°C mới có thành phần bạc tinh khiết. Ở các nhiệt độ thấp hơn, phản ứng hóa học chuyển hóa bạc diễn ra với tốc độ chậm hơn, vì vậy thời gian cần nhiều hơn 6 giờ để xảy ra hoàn toàn, dẫn đến việc hình thành pha  $\text{Ag}_2\text{O}$  với hàm lượng thấp. Ảnh kính hiển vi điện tử quét của các mẫu cho thấy sự gia tăng đáng kể kích thước hạt khi nhiệt độ tăng (hình 4). Ở 100°C, các hạt nano hình cầu chủ yếu tồn tại với đường kính khoảng 70,7 nm. Kích thước này lần lượt tăng lên 79,4 nm ở 150°C và đạt gần 161,6 nm tại

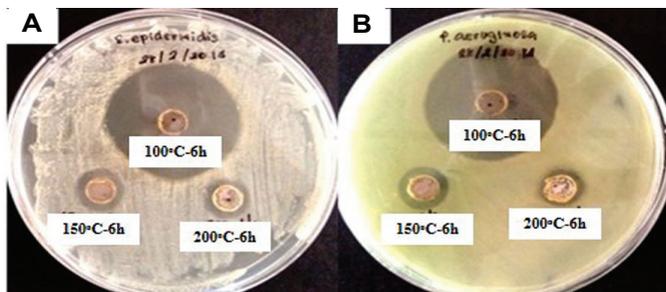
200°C. Như vậy, nhiệt độ thủy nhiệt không chỉ ảnh hưởng trực tiếp đến thành phần pha mà còn ảnh hưởng đáng kể đến hình thái của các hạt nano bạc.



Hình 4. Ảnh hiển vi điện tử quét của các mẫu nano bạc điều chế ở (A) 100°C, (B) 150°C và (C) 200°C.

**Hoạt tính kháng khuẩn của nano bạc tổng hợp từ chiết xuất nha đam**

Mặc dù khả năng kháng khuẩn của nano bạc đã được thừa nhận rộng rãi, hoạt tính sinh học của nano bạc sản xuất từ chiết xuất nha đam vẫn cần được kiểm chứng cụ thể. Chính vì vậy, nhóm nghiên cứu của Tiến sĩ Chompoosor đã tiến hành khảo sát khả năng kháng khuẩn của nano bạc thông qua thí nghiệm ức chế sự phát triển của hai loại vi khuẩn *S. epidermidis* và *P. aeruginosa*, vốn là hai chủng vi khuẩn điển hình cho các chứng nhiễm khuẩn kháng kháng sinh. Kết quả thí nghiệm được thể hiện qua đường kính vòng kháng khuẩn được tạo ra trên đĩa petri có chứa thạch dưỡng chất đồng thời với nano bạc và vi khuẩn sau khi được ủ ở 37°C trong vòng 24 giờ (hình 5).



Hình 5. Kết quả khảo sát khả năng kháng khuẩn của các mẫu nano bạc điều chế ở các nhiệt độ thủy nhiệt khác nhau đối với (A) *S. epidermidis* và (B) *P. Aeruginosa*.

Cả ba mẫu nano bạc đều cho thấy khả năng kháng hai loại vi khuẩn hiệu quả. Trong đó, mẫu thủy nhiệt ở 100°C có đường kính vòng kháng khuẩn đạt 3,65 cm, gần gấp đôi so với đường kính của hai mẫu điều chế ở 150 và 200°C. Như vậy, dù mẫu điều chế ở 100°C không có thành phần bạc tinh khiết nhưng nhờ nhiệt độ thấp, quá trình thiêu kết diễn ra hạn chế đã giúp tạo ra các hạt nano bạc kích thước nhỏ, sở hữu diện tích bề mặt riêng lớn, từ đó có hoạt tính kháng khuẩn cao. Khi nhiệt độ thủy nhiệt tăng, kích thước hạt tăng khiến diện tích bề mặt riêng giảm, hoạt tính kháng khuẩn cũng giảm.

Như vậy, bằng con đường hóa học xanh sử dụng chiết xuất nha đam (loại thực vật có giá thành thấp, phong phú trong tự nhiên), nhóm nghiên cứu của Tiến sĩ Chompoosor đã điều chế thành công nano bạc với khả năng kháng khuẩn hiệu quả, ngay cả đối với những loại khuẩn kháng kháng sinh. Kết quả này cho thấy tiềm năng rất lớn của việc ứng dụng các sản phẩm thiên nhiên trong tổng hợp vật liệu, một hướng nghiên cứu chắc chắn sẽ được phát triển mạnh trong tương lai.

Lê Tiến Khoa (tổng hợp)

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1] N. Pradhan, A. Pal, T. Pal (2002), "Silver nanoparticle catalyzed reduction of aromatic nitro compounds", *Colloid. Surf. A*, **196**, pp.247-257.

[2] J.N. Anker, W.P. Hall, O. Lyandres, N.C. Shah, J. Zhao, R.P. Van Duyne (2008), "Biosensing with plasmonic nanosensors", *Nat. Mater.*, **7**, pp.442-453.

[3] K.S. Lee, M.A. El-Sayed (2006), "Gold and silver nanoparticles in sensing and imaging: sensitivity of plasmon response to size, shape, and metal composition", *J. Phys. Chem. B*, **110**, pp.19220-19225.

[4] K.H. Cho, J.E. Park, T. Osaka, S.G. Park (2005), "The study of antimicrobial activity and preservative effects of nanosilver ingredient", *Electrochim. Acta*, **51**, pp.956-960.

[5] A. Taleb, C. Petit, M. Pileni (1997), "Synthesis of highly monodisperse silver nanoparticles from AOT reverse micelles: a way to 2D and 3D self-organization", *Chem. Mater.*, **9**, pp.950-959.

[6] Z. Zhang, R.C. Patel, R. Kothari, C.P. Johnson, S.E. Friberg, P.A. Aikens (2000), "Stable silver clusters and nanoparticles prepared in polyacrylate and inverse micellar solutions", *J. Phys. Chem. B*, **104**, pp.1176-1182.

[7] G.J. Lee, S.I. Shin, Y.C. Kim, S.G. Oh (2004), "Preparation of silver nanorods through the control of temperature and pH of reaction medium", *Mater. Chem. Phys.*, **84**, pp.197-204.

[8] A. Nabikhan, K. Kandasamy, A. Raj, N.M. Alikunhi (2010), "Synthesis of antimicrobial silver nanoparticles by callus and leaf extracts from saltmarsh plant, *Sesuvium portulacastrum*", *Colloid. Surf. B*, **79**, pp.488-493.

[9] V.K. Sharma, R.A. Yngard, Y. Lin (2009), "Silver nanoparticles: green synthesis and their antimicrobial activities", *Adv. Colloid Interf. Sci.*, **145**, pp.83-96.

[10] R. Rajan, K. Chandran, S.L. Harper, S.I. Yun, P.T. Kalaichelvan (2015), "Plant extract synthesized silver nanoparticles: an ongoing source of novel biocompatible materials", *Ind. Crops Prod.*, **70**, pp.356-373.

[11] N. Kulkarni, U. Muddapur (2014), "Biosynthesis of metal nanoparticles: a review", *J. Nanotechnol.*, **2014**, pp.1-8.

[12] D.A. Kumar, V. Palanichamy, S.M. Roopan (2014), "Green synthesis of silver nanoparticles using *Alternanthera dentata* leaf extract at room temperature and their antimicrobial activity", *Spectrochim. Acta A*, **127**, pp.168-71.

[13] J.R. Nakkala, R. Mata, A.K. Gupta, S.R. Sadras (2014), "Biological activities of green silver nanoparticles synthesized with *Acorous calamus* rhizome extract", *Eur. J. Med. Chem.*, **85**, pp.784-794.

[14] S.P. Chandran, M. Chaudhary, R. Pasricha, A. Ahmad, M. Sastry (2006), "Synthesis of gold nanotriangles and silver nanoparticles using *Aloevera* plant extract", *Biotechn. Prog.*, **22**, pp.577-583.

[15] T.H. Emaga, C. Robert, S.N. Ronkart, B. Wathelet, M. Paquot (2008), "Dietary fibre components and pectin chemical features of peels during ripening in banana and plantain varieties", *Biores. Technol.*, **99**, pp.4346-4354.

[16] Y. Zhang, D. Yang, Y. Kong, X. Wang, O. Pandoli, G. Gao (2010), "Synergetic antibacterial effects of silver nanoparticles@ aloe vera prepared via a green method", *Nano Biomed. Engineer.*, **2**, pp.252-257.

[17] P. Tippayawat, N. Phromviyo, P. Boueroy, A. Chompoosor (2017), "Green synthesis of silver nanoparticles in aloe vera plant extract prepared by a hydrothermal method and their synergistic antibacterial activity", *Peer. J.*, **4**, pp.1-15.