

Ứng dụng nano ZnO làm phân bón vi lượng

TS Lê Tiến Khoa

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh

Các loại thảo dược cổ truyền vừa làm thuốc, vừa làm rau gia vị như tía tô, rau thơm... có rất nhiều hoạt chất quý giúp bảo vệ sức khỏe của con người nên ngày càng được quan tâm sử dụng. Để tăng lượng hoạt chất cũng như năng suất cho các loài thảo dược này, nhiều công nghệ mới về canh tác và phân bón liên tục được phát triển, trong đó giải pháp sử dụng phân bón nano đang thu hút sự chú ý của nhiều nhà khoa học. Mới đây, TS Piotr Salachna và các đồng nghiệp thuộc Khoa Trồng trọt, Đại học Công nghệ West Pomeranian (Ba Lan) đã đề nghị ứng dụng phân bón nano ZnO dưới dạng dịch lỏng giúp gia tăng cả khối lượng lá và hàm lượng hoạt chất của cây.

Xu hướng phát triển phân bón nano ZnO

Đối với những quốc gia đang phát triển, hiện đại hóa nông nghiệp luôn là một trong những chiến lược quan trọng giúp duy trì an ninh lương thực và phát triển kinh tế bền vững. Theo đó, để có thể sản xuất nông sản hiệu quả, việc đảm bảo cân bằng các loại dưỡng chất đa lượng, trung lượng và vi lượng cho cây trồng từ lâu đã được khẳng định là yếu tố then chốt. Trong nhiều nguyên tố vi lượng khác nhau, kẽm cho thấy tầm quan trọng lớn khi là đồng nhân tố trong hơn 300 hệ thống enzyme [1], quyết định đến hàm lượng chlorophyll, protein và carbohydrate trong thực vật, vốn là những chất rất cần cho quá trình sinh trưởng và thụ phấn. Cụ thể, kẽm được sử dụng trong các hoạt động tổng hợp protein, quang hóa, tổng hợp hormone, hình thành đường, cũng như chịu trách nhiệm cho sức sống của cây con và khả năng đề kháng chống bệnh tật.

Tuy nhiên, trữ lượng kẽm trong đất không nhiều và mức độ phân tán của nguyên tố vi lượng này dao động rất lớn giữa các khu vực địa lý khác nhau trên thế giới, khiến gần 30% đất trồng thiếu kẽm. Cây thiếu kẽm dễ chịu nhiều tác động xấu của môi trường như khô hạn, nóng bức. Ngay cả khi có đủ các nguyên tố dinh dưỡng đa lượng như nitơ, photpho và kali, sự thiếu hụt kẽm vẫn khiến cây trồng không phát huy hết tiềm năng. Nhiều nghiên cứu cho thấy khi đất trồng thiếu kẽm, pH và hàm lượng các muối carbonate sẽ gia tăng, khiến rễ cây không phát triển, cây khó ra hoa, gây sụt giảm nghiêm trọng về năng suất và giá trị dinh dưỡng của cây trồng [2]. Để khắc phục tình trạng này, giải pháp thường được đề ra là bổ sung phân bón vi lượng

chứa kẽm dưới dạng các muối tan như $ZnSO_4$ vào nguồn nước tưới hoặc sử dụng như dung dịch bón lá. Về mặt tức thời, việc bổ sung $ZnSO_4$ có thể giúp gia tăng hàm lượng Zn trong mô thực vật, qua đó thúc đẩy hiệu quả quá trình tăng trưởng của thực vật [3]. Tuy nhiên, khi sử dụng phương pháp này, một lượng lớn muối kẽm dễ bị rửa trôi theo nguồn nước, khiến cây trồng chưa kịp hấp thu, không chỉ gây lãng phí mà còn có những tác động xấu đến môi trường.

Chính vì vậy, nhiều nhà khoa học đã đề nghị phát triển các loại phân bón chứa kẽm dưới dạng các hạt nano ZnO (hình 1), khó bị rửa trôi hơn so với các loại muối tan truyền thống [4, 5]. Đồng thời, nhờ có kích thước hạt nhỏ và diện tích bề mặt riêng lớn, những hạt nano ZnO khi được sử dụng dưới dạng phân bón phun trên lá hay lấp vào trong đất đều có thể được



Hình 1. Phân bón dựa trên bột nano ZnO.

cây hấp thu và chuyển hóa dễ dàng. Subbaiah và các cộng sự đã thử nghiệm phun các hạt nano ZnO 25 nm lên tán lá ngô và quan sát thấy các hạt nano ảnh hưởng tích cực đến sự phát triển của cây, năng suất và cả hàm lượng kẽm trong hạt ngô [6]. Tương tự, nghiên cứu của Ittroutwar cũng chỉ ra tỷ lệ nảy mầm, chiều dài rễ và sức sống cho cây lúa có thể được nâng cao đáng kể khi sử dụng phân bón nano ZnO với kích thước dao động trong khoảng 15-52 nm [7]. Ngoài ra, theo một số báo cáo, sự hiện diện của nano ZnO còn có thể kích thích hoặc ức chế các quá trình sinh tổng hợp, chuyển hóa chất, qua đó đem đến khả năng điều chỉnh hoạt tính chống oxy hóa của cây trồng [8], một đặc tính rất thú vị đối với các trường hợp thảo dược và cây thuốc.

Ứng dụng trên cây tía tô

Trong số các loại thảo dược, tía tô được trồng khá phổ biến ở hầu hết các quốc gia, do giá trị kinh tế cao, vừa làm rau gia vị vừa làm cây thuốc. Tía tô có nhiều hoạt chất quý chống vi-rút, kháng khuẩn, chống oxy hóa, tiểu đường, lão hóa, ung thư... [9]. Chính vì vậy, việc nâng cao năng suất, chất lượng cho loại cây này rất được quan tâm. Mới đây, trong hướng nghiên cứu sử dụng phân bón nano để gia tăng hàm lượng hoạt chất cho thảo dược, nhóm nghiên cứu do TS Piotr Salachna (Khoa Trồng trọt, Đại học Công nghệ West Pomeranian, Ba Lan) dẫn đầu đã ứng dụng phân bón nano ZnO dưới dạng dịch lỏng cho tía tô. Kết quả cho thấy, khối lượng lá và hàm lượng polyphenol của cây đều được gia tăng đáng kể.

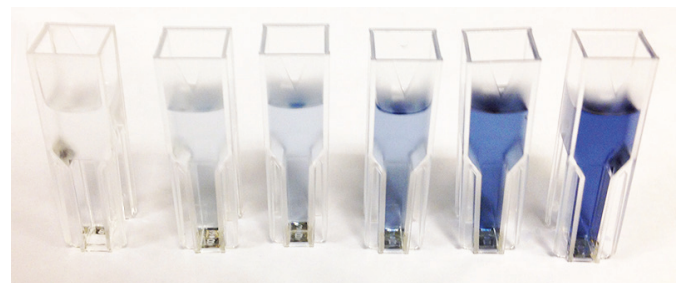
Nhóm nghiên cứu của TS Piotr Salachna đã tiến hành gieo mầm tía tô trong các khay nhựa đặt trong nhà kính với nhiệt độ được giữ ổn định trong khoảng 18-22°C. Sau 6 tuần, các cây con được chuyển vào các chậu dung tích 2 lít chứa đầy chất nền rêu than bùn (pH 6,5) trộn cùng 3 g/l phân bón NPK (Yara International ASA, Na Uy) với hàm lượng dinh dưỡng lần lượt là 12% N, 4,8% P, 14,9% K, 1,6% Mg, 8% S, 0,015% B, 0,2% Fe, 0,02% Mn và 0,02% Zn. Những cây con này được cho phát triển dưới điều kiện ánh sáng tự nhiên. Song song với quá trình ươm mầm tía tô, dịch phân bón nano ZnO được tổng hợp một cách đơn giản từ các hạt nano ZnO thương mại với kích thước khoảng 70 nm. Trước hết, 0,1 gam bột nano ZnO được hòa vào 99,9 ml nước cất, đánh siêu âm trong 10 phút. Hỗn hợp huyền phù này được khuấy từ trong 15 phút rồi pha loãng với nước cất để thu được các dung dịch phân bón nano ZnO với nồng độ lần lượt là 50, 100 và 200 mg/l. Khi cây tía tô đạt độ cao 30-40 cm, các dung dịch phân bón nano ZnO



Hình 2. Cây tía tô sau 169 ngày trồng, từ trái sang phải: không sử dụng nano ZnO, sử dụng nano ZnO 50 mg/l, 100 mg/l và 200 mg/l.

được tưới 3 lần/ngày, liên tiếp trong 5 ngày với tổng thể tích dịch phân bón đạt 300 ml. Đến ngày thứ 169, toàn bộ lá tươi trên các cây tía tô (hình 2) được thu hoạch, tiến hành cân khối lượng (lá tươi). Sau đó, lượng lá này được rửa với nước cất và phơi khô trong bóng tối ở 25-30°C rồi sấy ở 105°C.

Tiếp theo, nhóm nghiên cứu tiến hành phân tích hàm lượng polyphenol trong chiết xuất từ lá tía tô khô, một thông số quan trọng liên quan đến hoạt tính chống oxy hóa của loại thảo mộc này. Càng nhiều polyphenol trong chiết xuất, khả năng chống oxy hóa của cây trồng càng cao. Phương pháp được TS Piotr Salachna và các cộng sự sử dụng là kỹ thuật so màu Folin-Ciocalteu (hình 3). Đầu tiên, chiết xuất tía tô được chuẩn bị đơn giản bằng cách nghiền 1 g lá khô với 100 ml methanol (80%), đánh siêu âm hỗn hợp trong 30 phút rồi để qua đêm ở nhiệt độ xấp xỉ 20°C. Sau đó dịch chiết được lọc và trích ra 100 µl để trộn với 0,2 ml tác chất Folin-Ciocalteu (hỗn hợp phosphomolybdate và phosphotungstate), 2 ml nước cất và 1 ml dung dịch Na₂CO₃ 20%. Hệ dung dịch được đặt trong bóng tối trong 1 giờ rồi đo độ hấp thụ ở bước sóng 760 nm. Trong quy trình này, acid gallic (GAE) được dùng để xây dựng đường chuẩn, do đó hàm lượng polyphenol được đánh giá thông qua đơn vị mg GAE/g lá khô.



Hình 3. Màu sắc của polyphenol sau khi phản ứng với thuốc thử trong kỹ thuật so màu Folin-Ciocalteu.

Khối lượng lá và hàm lượng polyphenol trong lá sau khi bón nano ZnO

Bảng 1 so sánh khối lượng lá tươi và lá khô thu hoạch từ các cây tía tô, cho thấy tác động kích thích rõ ràng của việc bón phân nano ZnO. Cụ thể, cây được bón phân nano ZnO có khối lượng lá tươi và khô lần lượt vượt 29,5% và 18,9%, so với cây không được bón phân. Sự gia tăng này cũng được báo cáo ở cà chua [10], lúa [11] và cà rốt [12]. Như vậy sự hiện diện của nano ZnO đã đem đến những tác động tích cực đối với sự cân bằng khoáng chất và khả năng hấp thu dinh dưỡng của cây trồng. Khối lượng lá tươi và lá khô lớn nhất được xác định khi cây được bón với dung dịch chứa 50 mg/l nano ZnO, chứng tỏ liều lượng thấp của nano ZnO sẽ có lợi hơn so với liều lượng cao, do hàm lượng nano ZnO cao có thể gây độc cho cây trồng [13]. Do đó, để cây trồng đạt được sự tăng trưởng sinh khối tối ưu, điều quan trọng là phải cung cấp cho chúng liều lượng kẽm phù hợp, thường nằm ở mức thấp, tương tự như các dưỡng chất vi lượng khác.

Bảng 1. Khối lượng lá tươi và lá khô thu hoạch được từ những cây tía tô sử dụng lượng phân bón nano ZnO khác nhau.

Liều lượng nano ZnO	Khối lượng lá tươi (g)	Khối lượng lá khô (g)
Không sử dụng nano ZnO	93,9	17,8
Dung dịch nano ZnO 50 mg/l	121,6	27,5
Dung dịch nano ZnO 100 mg/l	101,8	20,8
Dung dịch nano ZnO 200 mg/l	103,7	21,9

Kết quả này cũng được quan sát thấy ở hàm lượng polyphenol trong các cây tía tô được bón với liều lượng ZnO khác nhau (bảng 2). Bất chấp lượng Zn trong lá (đo bằng kỹ thuật phổ hấp thụ nguyên tử) tăng dần khi liều lượng nano ZnO tăng, hàm lượng polyphenol, đồng nghĩa với khả năng chống oxy hóa, chỉ đạt giá trị lớn nhất khi cây non tía tô được xử lý với dung dịch chứa 50 mg/l nano ZnO.

Bảng 2. Hàm lượng Zn và polyphenol có trong lá khô thu hoạch được từ những cây tía tô sử dụng lượng phân bón nano ZnO khác nhau.

Liều lượng nano ZnO	Hàm lượng Zn (mg/kg lá khô)	Hàm lượng polyphenol (mg GAE/g lá khô)
Không sử dụng nano ZnO	45,17	59,37
Dung dịch nano ZnO 50 mg/l	56,27	63,30
Dung dịch nano ZnO 100 mg/l	58,07	61,74
Dung dịch nano ZnO 200 mg/l	63,47	56,41

Như vậy, việc sử dụng phân bón nano ZnO với liều lượng thích hợp có ý nghĩa rất quan trọng cho cả năng suất lá và khả năng chống oxy hóa của tía tô. Có thể nói, những kết quả của nghiên cứu này không chỉ mở ra một giải pháp mới cho phép nâng cao giá trị của

tía tô, mà còn củng cố những lợi ích của việc nghiên cứu về phân bón nano, hướng nghiên cứu chắc chắn sẽ được giới khoa học quan tâm mạnh hơn trong thời gian tới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] G. Hacisalihoglu (2020), "Zinc (Zn): the last nutrient in the alphabet and shedding light on Zn efficiency for the future of crop production under suboptimal Zn", *Plants.*, **9**, p.1471.

[2] I. Cakmak (2009), "Enrichment of fertilizers with zinc: an excellent investment for humanity and crop production in India", *J. Trace Elem. Med. Biol.*, **23**, pp.281-289.

[3] D. Singh, R. Prasanna (2020), "Potential of microbes in the biofortification of Zn and Fe in dietary food grains. A review", *Agron. Sustain. Dev.*, **40**, pp.1-21.

[4] S. Davarpanah, A. Tehranifar, G. Davarynejad, J. Abadía, R. Khorasani (2016), "Effects of foliar applications of zinc and boron nanofertilizers on pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) fruit yield and quality", *Sci. Hortic.*, **210**, pp.57-64.

[5] L. Rossi, L.N. Fedenia, H. Sharifan, X. Ma, L. Lombardini (2019), "Effects of foliar application of zinc sulfate and zinc nanoparticles in coffee (*Coffea arabica* L.) plants", *Plant Physiol. Biochem.*, **135**, pp.160-166.

[6] L.V. Subbaiah, T.N.V.K.V. Prasad, T.G. Krishna, P. Sudhakar, B.R. Reddy, T. Pradeep (2016), "Novel effects of nanoparticulate delivery of zinc on growth, productivity and zinc biofortification in maize (*Zea mays* L.)", *J. Agric. Food Chem.*, **64**, pp.3778-3788.

[7] P.D. Itrotwar, K. Govindaraju, S. Tamilselvan, M. Kannan, K. Raja, K.S. Subramanian (2020), "Seaweed-based biogenic ZnO nanoparticles for improving agro-morphological characteristics of rice (*Oryza sativa* L.)", *J. Plant Growth Regul.*, **39**, pp.717-728.

[8] U. Burman, M. Saini, P. Kumar (2013), "Effect of zinc oxide nanoparticles on growth and antioxidant system of chickpea seedlings", *Environ. Toxicol. Chem.*, **95**, pp.605-612.

[9] Y. Roupael, M.C. Kyriacou, P. Carillo, F. Pizzolongo, R. Romano, M.I. Sifola (2019), "Chemical eustress elicits tailored responses and enhances the functional quality of novel food *Perilla frutescens*", *Molecules*, **24**, p.185.

[10] M. Faizan, A. Faraz, M. Yusuf, S.T. Khan, S. Hayat (2018), "Zinc oxide nanoparticle-mediated changes in photosynthetic efficiency and antioxidant system of tomato plants", *Photosynthetica*, **56**, pp.678-686.

[11] A. Singh, S.M. Prasad, S. Singh (2018), "Impact of nano ZnO on metabolic attributes and fluorescence kinetics of rice seedlings", *Environ. Nanotechnol. Monit. Manag.*, **9**, pp.42-49.

[12] Z.A. Siddiqui, A. Parveen, L. Ahmad, A. Hashem (2019), "Effects of graphene oxide and zinc oxide nanoparticles on growth, chlorophyll, carotenoids, proline contents and diseases of carrot". *Sci. Hortic.*, **249**, pp.374-382.

[13] C. García-Gómez, S. García-Gutiérrez, A. Obrador, M.D. Fernández (2020), "Study of Zn availability, uptake, and effects on earthworms of zinc oxide nanoparticle versus bulk applied to two agricultural soils: acidic and calcareous", *Chemosphere*, **239**, DOI: 10.1016/j.chemosphere.2019.124814.