Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Khoa học Tự nhiên
Tập 134, Số 1C, 117–124, 2025

pISSN 1859-1388
eISSN 2615-9678

VẬT LIỆU NANO OXIDE ĐẤT HIẾM CeO_2-Pr_2O_3 LÀM CHẾ PHẨM SINH HỌC CHO CÂY ĐƯƠNG QUY (*Angelica sinensis*)

Nguyễn Thị Thu Phương[1], Cao Văn Hoàng[2], Nguyễn Viết Trung[2]*, Huỳnh Xuân Trường[2], Phạm Trần Thanh Ngân[2], Đặng Thị Diệu Linh[2], Nguyễn Thuý Hằng[2]

[1] Trường Đại học Khoa học, Đại Học Huế, 77 Nguyễn Huệ, Thành phố Huế, Việt Nam
[2] Trường Đại học Quy Nhơn, 170 An Dương Vương, Thành phố Quy Nhơn, Bình Định, Việt Nam

* Tác giả liên hệ Nguyễn Viết Trung <ng.viettrungggg@gmail.com>
(*Ngày nhận bài: 31-03-2025; Hoàn thành phản biện: 10-04-2025; Ngày chấp nhận đăng: 10-04-2025*)

Tóm tắt. Trong nghiên cứu này, phân bón nano CeO_2-Pr_2O_3/chitosan 2% được tổng hợp và sử dụng làm chất kích thích sinh trưởng cho cây Đương quy. CeO_2-Pr_2O_3 được tổng hợp từ tiền chất $Ce(NO_3)_4$ và $Pr(NO_3)_3$ bằng phương pháp solgel kết hợp với rung siêu âm. Hình thái và cấu trúc vật liệu được phân tích bằng các phương pháp hóa lý bao gồm XRD, IR, EDX, SEM và TEM. Composite CeO_2-Pr_2O_3 có ảnh hưởng đáng kể đến sự sinh trưởng và phát triển của cây Đương quy. Sau 90 ngày, các mẫu cây được bón phân chứa CeO_2-Pr_2O_3 có sự phát triển vượt trội so với mẫu đối chứng. Chiều cao cây đạt 37,8 cm (tăng 36,0%); số lá đạt 37,9 lá/cây (tăng 37,3%); đường kính tán đạt 49,5 cm (tăng 31,6%). Ngoài ra, cây Đương quy được bón phân bổ sung CeO_2-Pr_2O_3 có lá dày, xanh và nhiều hơn, thân cây to khỏe hơn với màu tím đậm đặc trưng. Hệ rễ sinh trưởng và phát triển tốt hơn với nhiều nhánh rễ phụ và rễ chính to khỏe. Điều này cho thấy CeO_2-Pr_2O_3 có tác dụng kích thích sinh trưởng đối với cây Đương quy.

Từ khóa: CeO_2, Pr_2O_3, nano oxide, chế phẩm sinh học, kích thích sinh trưởng, Đương quy

CeO_2-Pr_2O_3 rare earth oxide nano materials for application as bioproduct in *Angelica sinensis* cultivation

Nguyen Thi Thu Phuong[1], Cao Van Hoang[2], Nguyen Viet Trung[2]*, Huynh Xuan Truong[2], Pham Tran Thanh Ngan[2], Dang Thi Dieu Linh[2], Nguyen Thuy Hang[2]

[1] University of Science, Hue University, 77 Nguyen Hue, Hue City, Vietnam
[2] Quy Nhon University, 170 An Duong Vuong, Quy Nhon City, Binh Dinh, Vietnam

* Correspondence to Nguyen Viet Trung <ng.viettrungggg@gmail.com>
(*Received: 31 March 2025; Revised: 10 April 2025; Accepted: 10 April 2025*)

Abstract. In this study, CeO_2-Pr_2O_3 nano fertilizer was manufactured and utilised as a plant growth stimulant for *Angelica sinensis*. CeO_2-Pr_2O_3 was synthesised from cerium(IV) nitrate and praseodymium(III) nitrate as precursors via the ultrasonic-assisted co-precipitation method. The morphology and structure of the nanomaterials were characterised by using XRD, IR, EDX, SEM, and TEM. The composite CeO_2-Pr_2O_3 substantially affected the growth and development of *Angelica sinensis*. After 90 days of application, the plants treated with CeO_2-Pr_2O_3 nanomaterials exhibited significantly enhanced growth performance: plant height reached 37.8 cm (an increase of 36.0%); leaf

number reached 37.9 leaves/plant (an increase of 37.3%), and canopy diameter reached 49.5 cm (an increase of 31.6%) compared with the control. Additionally, *Angelica sinensis* plants supplemented with CeO_2-Pr_2O_3 demonstrated improved morphological characteristics, including stronger stems, thicker and greener leaves, deeper purple stem colouration, and more vigorous root systems with a greater number of lateral and main roots. These findings suggest that CeO_2-Pr_2O_3 nanomaterials possess a notable plant growth-promoting effect on *Angelica sinensis*.

Keywords: CeO_2, Pr_2O_3, nano oxides, bioproduct, plant growth stimulant, Angelica sinensis

1 Mở đầu

Đương quy – tên gọi khoa học là *Angelica Sinesis*, thuộc họ Hoa tán (Apiaceae) – là một trong những loại dược liệu có giá trị cao, với đặc điểm hình thái đặc trưng: cuống dài màu tím nhạt, bẹ lá ở gốc, bề mặt nhẵn và mép răng cưa, khi ra hoa có chiều cao 75–100 cm. Cây thích nghi với khí hậu mát ẩm (15–25 °C), lượng mưa 1600–2000 mm/năm và đất giàu mùn [1–3]. Do những đặc điểm sinh học này, việc canh tác cây Đương quy gặp nhiều thách thức. Điều kiện khí hậu phải đạt các yêu cầu về mát mẻ, độ ẩm không khí cao; đất phải giàu dinh dưỡng và thoáng. Ở Việt Nam, để đáp ứng được những yêu cầu trên, Đương quy chỉ thích hợp trồng tại một số vùng núi cao. Ngoài ra, việc cây Đương quy có tập tính nhạy cảm với ánh sáng và cần được che bóng một phần để phát triển tốt nhất đã tạo ra thách thức, khó khăn trong việc thiết kế và duy trì hệ thống canh tác phù hợp.

Đương quy là loài được các nhà khoa học quan tâm nhiều trong thời gian gần đây do tác dụng sinh học của nó. Đương quy được sử dụng rộng rãi trong y học cổ truyền để điều trị các bệnh lý khác nhau của phụ nữ như tăng cường sức khoẻ, bổ máu, các triệu chứng về sức khoẻ sinh sản và sinh lý nữ. Chính vì thế, cây thuốc này được nghiên cứu, phát triển và ứng dụng cho các sản phẩm dược phẩm và thực phẩm chức năng hiện đại. Do những giá trị dược liệu quý, nhu cầu về Đương quy trong nước ngày càng tăng, nên người lao động sản xuất nông nghiệp cũng như các nhà phân phối trồng phổ biến loài dược liệu này ở nhiều địa phương vùng cao trên cả nước, trong đó có huyện An Lão, tỉnh Bình Định.

Trong nhiều năm trở lại đây, vật liệu nano oxide đất hiếm đã thu hút sự quan tâm lớn của các nhà khoa học trong lĩnh vực nông nghiệp và dược liệu. Việc ứng dụng các nguyên tố đất hiếm trong lĩnh vực nông nghiệp trên toàn thế giới đã được các nhà khoa học nghiên cứu, thử nghiệm và áp dụng vào sản xuất cây trồng từ những năm của thập niên 1970 với mục tiêu nâng cao năng suất và chất lượng cây trồng. Những chuyên gia khoa học nông nghiệp Trung Quốc đã khẳng định trong các nghiên cứu của mình rằng phân bón chứa các nguyên tố đất hiếm, ngoài việc cải thiện đáng kể về sản lượng, không gây ra tác động bất lợi đối với môi trường sống, đặc biệt là môi trường đất và nước. Tuy nhiên, nhiều nghiên cứu chuyên sâu khác cũng xác nhận các nguyên tố đất hiếm nắm giữ vai trò quan trọng trong việc phát triển và sinh trưởng cây trồng ở các khía cạnh như giúp cây trồng tăng trưởng, thúc đẩy việc tổng hợp chất diệp lục với tốc độ cao hơn, hệ thống rễ hoàn chỉnh hơn và hỗ trợ tích cực cho giai đoạn phát triển của cây con [4, 5].

Những lợi ích đã được chứng minh của phân bón nano oxide đất hiếm áp dụng cho cây trồng đã thu hút sự quan tâm lớn của các nhà khoa học. Họ hy vọng sẽ phát triển thêm nhiều loại oxide đất hiếm, đặc biệt là oxide cerium (CeO_2) ở kích thước nanomet, với nhiều tác động tích cực đến sự phát triển của cây trồng. Cao và cộng sự cho thấy khi bổ sung CeO_2 với hàm lượng 100 mg CeO_2/kg đất khô, khả năng sinh trưởng của thực vật được kích thích và hiệu suất quang hợp tăng đến 54%. Tuy nhiên, khi bổ sung CeO_2 với hàm lượng vượt quá 500 mg/kg thì khả năng

pISSN 1859-1388
eISSN 2615-9678

sinh trưởng bị suy giảm đáng kể. Nghiên cứu này cũng khẳng định rằng tác động sinh lý của hạt nano CeO_2 đối với cây đậu tương phụ thuộc vào nồng độ của hạt nano CeO_2 [6]. Trong một nghiên cứu khác, Sonali đã khảo sát sự phụ thuộc vào CeO_2 của cây cỏ cà ri đến việc tăng chiều cao trên mặt đất và chiều dài của rễ cây. Kết quả cho thấy khi bổ sung CeO_2 ở dạng vật liệu nano composite ở hàm lượng 75 mg/kg, cả chiều cao và chiều dài của rễ cây đều tăng lên đáng kể so với mẫu đối chứng [7].

Praseodymium oxide (Pr_2O_3) cũng là một oxide đất hiếm rất có tiềm năng ứng dụng lớn trong nông nghiệp mặc dù chưa được nghiên cứu nhiều như CeO_2. Với khả năng chuyển đổi giữa các trạng thái oxy hoá tương tự như CeO_2 và khả năng hoạt động như một chất xúc tác trong các phản ứng oxy hóa – khử thì Pr_2O_3 có thể giúp ích, hỗ trợ cho sự phát triển của cây trồng và cải thiện khả năng sinh trưởng, năng suất cũng như chất lượng của cây.

Trong nghiên cứu này, hệ vật liệu CeO_2-Pr_2O_3 được tổng hợp và khảo sát khả năng tác động đến sự phát triển của cây Đương quy nhằm phát huy tiềm năng sử dụng nano oxide đất hiếm đối với cây dược liệu tại các vùng núi cao.

2 Thực nghiệm

2.1 Nguyên liệu, hóa chất và dụng cụ

Nguyên liệu: Hạt giống Đương quy Nhật Bản (Angelica acutiloba Kitagawa) có nguồn gốc từ Viện Dược liệu Trung ương.

Hóa chất: Tất cả hóa chất và dung môi đều đạt tiêu chuẩn phân tích: $Ce(NO_3)_4$ (Trung Quốc), KOH (Trung Quốc), HCl (Việt Nam), chitosan (Merck), HNO_3 (Hàn Quốc), NaOH (Việt Nam), nước cất hai lần, $Pr(NO_3)_3$ (Merck) và citric acid (Merck).

Dụng cụ: Dụng cụ thí nghiệm bao gồm tủ sấy, lò nung, máy khuấy từ, cối nghiền, cân phân tích, bình autoclave, bình định mức, cốc thủy tinh, chậu thủy tinh, bình tam giác, phễu chiết, ống đong, đũa thủy tinh, bát, cốc nung, giấy pH, giấy lọc, giấy bạc.

2.2 Tổng hợp vật liệu

Tổng hợp nano oxide CeO2-Pr2O3

Cân 44,2 g $Ce(NO_3)_4$ và 38,1 g $Pr(NO_3)_3$ và cho vào bình định mức 1 L đã chứa sẵn 1/3 thể tích nước cất hai lần; lắc đều để tạo dung dịch đồng nhất. Thêm nước cất hai lần đến vạch định mức 1 lít, thu được dung dịch A. Cho dung dịch A vào bình phản ứng có gia nhiệt. Sau đó cân chính xác 106,2 g citric acid ($C_6H_8O_7 \cdot 9H_2O$) và cho từ từ vào bình cầu có nhánh chứa dung dịch A; khuấy đều trong 5 phút để cho citric acid tan hết trong dung dịch A. Sau đó đem hỗn hợp trên gia nhiệt ở 90 °C trong 30 phút. Dưới tác dụng của nhiệt thu được dung dịch gel. Đem dung dịch gel nung ở 750 °C thu được hỗn hợp nano oxide CeO_2-Pr_2O_3.

Tổng hợp phân bón nano oxide CeO2-Pr2O3/chitosan 2%

Cho 4 lít dung dịch nano chitosan 2% vào bình phản ứng dung tích 5 L. Sau đó cho từ từ 8 g nano CeO_2-Pr_2O_3 tổng hợp ở bước trên vào bình phản ứng và khuấy đều để cho các hạt nano CeO_2-Pr_2O_3 phân tán đồng đều trong dung dịch. Tác dụng của chitosan là ổn định và tăng hiệu quả phân tán của nano CeO_2-Pr_2O_3 trong dung dịch. Gia nhiệt lên 80 °C và rung siêu âm trên máy siêu âm trong 80 phút, thu được dung dịch nano oxide CeO_2-Pr_2O_3/chitosan 2%.

2.3 Đặc trưng vật liệu

Thành phần pha của vật liệu tổng hợp được xác định bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (D8-Advance 5005). Các liên kết hóa học đặc trưng trong vật liệu được phân tích thông qua phổ hồng ngoại IR (Tensor-27 – hãng Bruker). Phổ tán xạ

năng lượng tia X (EDS) ghi trên thiết bị JEOL 5410 được sử dụng để xác định sự có mặt và phân bố của các nguyên tố trong mẫu. Hình thái bề mặt của vật liệu được khảo sát bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) (JEOL JSM-6500F). Ngoài ra, cấu trúc vi mô bên trong và kích thước hạt nano của vật liệu cũng được quan sát kỹ bằng kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM).

2.4 Khảo sát ảnh hưởng của CeO_2-Pr_2O_3 đến sự sinh trưởng của cây Đương quy

Địa chỉ trồng cây: xã An Toàn, huyện An Lão, tỉnh Bình Định.

Chỉ tiêu theo dõi: Chiều cao, số lá/cây và đường kính tán.

Thí nghiệm: Thí nghiệm được thực hiện với một nhân tố là chế độ bón phân. Phương pháp bố trí thí nghiệm theo khối ngẫu nhiên đầy đủ, ba lần nhắc lại. Diện tích mỗi ô trồng là 20 m^2. Khoảng cách giữa các cây trên 1 hàng là 30 cm; khoảng cách giữa các hàng là 40 cm. Thí nghiệm được bố trí với 2 công thức áp dụng cho 1 ha đất canh tác:

+ Công thức 1 (Đối chứng): 15 tấn phân chuồng + 30 kg phân đạm + 30 kg phân lân + 30 kg phân kali.

+ Công thức 2 (CeO_2-Pr_2O_3/chitosan 2%): 1 lít dung dịch CeO_2-Pr_2O_3/chitosan 2% pha trong 400 L nước trước khi phun.

Tiêu chí chọn cây đương quy: Chọn cây khỏe mạnh, lá xanh tươi, chiều cao trung bình khoảng 75–80 cm.

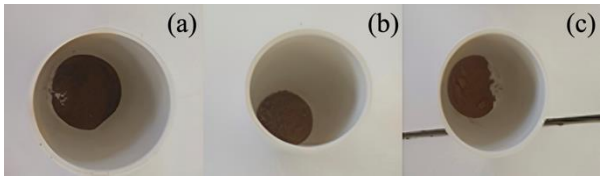
Cách tiến hành: Bón lót toàn bộ phân phức hợp hữu cơ vi sinh, phân đạm, lân và kali vào các hố có kích thước 10 × 10 cm, độ sâu 15 cm chứa đất tơi xốp 7 ngày trước khi bắt đầu trồng cây con (Lượng phân bón tính cho 1 ha cho 12 tháng đầu tiên từ khi trồng: 15 tấn phân chuồng hoai + 20 kg N + 20 kg P_2O_5 + 20 kg K_2O). Trồng cây đương quy con 4 tháng tuổi, chiều cao từ 10 cm, đường kính thân từ 0,2 cm; cây con sinh trưởng tốt, phát triển cân đối, không bị sâu bệnh và lá xanh tươi được trồng vào các hố đã đào sẵn. Khoảng cách trồng ứng với công thức KCx (x là kết quả khảo sát tối ưu), nước được tưới ứng với công thức Tx (x là kết quả khảo sát tối ưu). Chế phẩm phân bón ứng với công thức 1 (Đối chứng) và chế phẩm phân bón nano oxide ở công thức 2 (CeO_2-Pr_2O_3/chitosan 2% pha trong 400 lít nước) sẽ được bón và phun cho cây Đương quy (phun lá) lúc chiều mát; không phun trước mưa.

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Khảo sát hệ vật liệu CeO_2-Pr_2O_3

Khảo sát hệ vật liệu CeO2-Pr2O3 theo tỉ lệ mol 1:1, 1:2 và 1:3 điều chế ở 750 °C

Hình thái học của hệ vật liệu tổng hợp từ các tỉ lệ khác nhau của CeO_2-Pr_2O_3 cho thấy với tỉ lệ CeO_2-Pr_2O_3 là 1:1 thì hệ vật liệu có cấu trúc xốp mịn hơn so với hai tỉ lệ 1:2 và 1:3. Điều này có thể là do sự liên kết đan xen giữa các nguyên tử Ce-O-Pr tạo thành mạng lưới không gian dạng lập phương với cấu trúc rỗng. Ở các tỉ lệ 1:2 và 1:3, do Pr_2O_3 dư nên vật liệu có cấu trúc đặc khít và hệ vật liệu có dạng lập phương đặc khít. Mục tiêu của nghiên cứu này là điều chế ra hệ vật liệu có cấu trúc xốp nhằm tạo ra sản phẩm sinh học ứng dụng trong nông nghiệp cây trồng nên cấu trúc xốp là điều kiện lý tưởng cho canh tác nông nghiệp. Do đó, tỉ lệ CeO_2/Pr_2O_3 1:1 được lựa chọn cho các nghiên cứu tiếp theo.

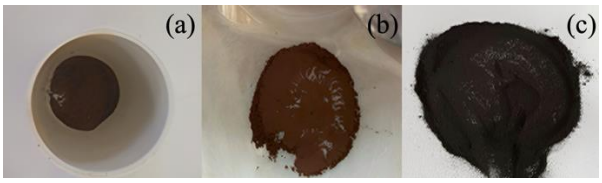


Hình 1. Hệ vật liệu CeO_2-Pr_2O_3 theo các tỉ lệ mol (a) 1:1; (b) 1:2; (c) 1:3 nung ở 750 °C

pISSN 1859-1388
eISSN 2615-9678

Khảo sát hệ vật liệu CeO2-Pr2O3 ở các nhiệt độ khác nhau

Nhiệt độ nung là yếu tố quan trọng trong quá trình tổng hợp hệ vật liệu với kích thước nhỏ ở dạng nano. Để tạo được hệ vật liệu có kích thước hạt bé và tìm ra được khoảng nhiệt độ phù hợp, chúng tôi đã nghiên cứu sơ bộ và sau đó lựa chọn khảo sát ở vùng nhiệt độ tối ưu ở 550, 650 và 750 °C.



Hình 2. Hệ vật liệu CeO_2-Pr_2O_3 nung ở (a) 550 °C; (b) 650 °C; (c) 750 °C

Kết quả khảo sát cho thấy ở 750 °C, hệ vật liệu thu được có hạt nhỏ hơn ở 550 và 650 °C. Do đó, 750 °C là nhiệt độ tối ưu cho các nghiên cứu tiếp theo.

Nghiên cứu thời gian rung siêu âm

Kết quả thu được ở Bảng 1 cho thấy thời gian rung siêu âm tối ưu là 80 phút.

Bảng 1. Thời gian rung siêu âm tối ưu

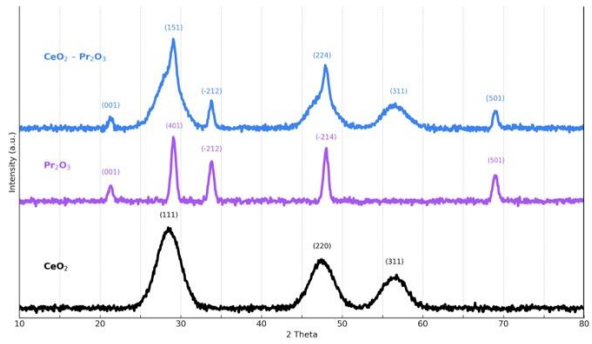
Thời gian (phút)	**20**	**40**	**60**	**80**
Độ phân tán (%)	43,4	62,3	95,8	100

3.2 Đặc trưng vật liệu

Để xác định các hợp phần trong vật liệu CeO_2, Pr_2O_3 và CeO_2-Pr_2O_3, các vật liệu tổng hợp được đặc trưng bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (Hình 3). Giản đồ XRD của CeO_2 có các đỉnh nhiễu xạ rộng tại các góc 2θ là 28,7, 47,3 và 56,5°, tương ứng với các mặt tinh thể đặc trưng (111), (220) và (311) của cấu trúc lập phương fluorite điển hình của CeO_2 (JCPDS No. 96-900-9009) [8, 9]. Trong khi đó, các đỉnh nhiễu xạ của Pr_2O_3 phù hợp với cấu trúc tinh thể đơn tà điển hình của Pr_2O_3 (JCPDS 01–082-1401) [10–12]. Bốn đỉnh nhiễu xạ rõ nét xuất hiện tại các góc 2θ là 28,5, 33,6, 48,5 và 68,8°, tương ứng với các mặt phẳng đặc trưng (401), (-212), (-214) và (501).

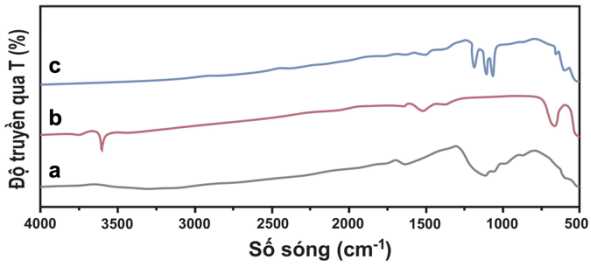
Khi kết hợp CeO_2 và Pr_2O_3 để tạo thành hệ composite hoặc hợp kim, trên giản đồ XRD xuất hiện đồng thời các đỉnh từ cả hai pha. Trên giản đồ XRD của mẫu CeO_2-Pr_2O_3 (Hình 3) xuất hiện các đỉnh đặc trưng từ cả hai pha CeO_2 và Pr_2O_3.

Đối với composite CeO_2-Pr_2O_3, trên giản đồ XRD xuất hiện các đỉnh đặc trưng tại 2θ ứng với các mặt phẳng (001), (151), (-212), (224), (311) và (501). Đỉnh ở 29,1° (151) có cường độ cao nhất, phản ánh định hướng tinh thể ưu tiên. Sự tồn tại đồng thời của các đỉnh (001) và (-212) từ Pr_2O_3 và (311) từ CeO_2 xác nhận sự kết hợp hai pha oxide thành công. Các đỉnh sắc nét, chứng tỏ vật liệu có độ kết tinh cao và kích thước hạt đồng nhất.



Hình 3. Giản đồ XRD của các vật liệu CeO_2, Pr_2O_3 và CeO_2- Pr_2O_3

Các đặc điểm liên kết trong vật liệu CeO_2 và Pr_2O_3 và các tỉ lệ được khảo sát bằng phổ hồng ngoại (Hình 4).



Hình 4. Phổ hồng ngoại của (a) CeO_2; (b) Pr_2O_3; (c) CeO_2-Pr_2O_3

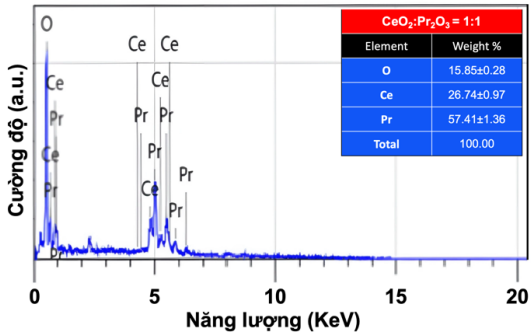
Các đặc điểm liên kết trong vật liệu CeO_2, Pr_2O_3 và CeO_2-Pr_2O_3 cho thấy xuất hiện dải hấp thụ tại số sóng 500 cm^{-1} ứng với dao động của liên kết Ce–O trong CeO_2 và các dải phổ tại 1557, 1125 và 1075 cm^{-1} được quy cho dao động của carbonate trên bề mặt của các vật liệu [13]. Phổ hồng ngoại của Pr_2O_3 có các đỉnh hấp thụ tại số sóng 601 và 863 cm^{-1}, tương ứng với dao động đặc trưng của liên kết Pr–O trong Pr_2O_3 [14]. Trong khi đó, trên phổ hồng ngoại của vật liệu CeO_2-Pr_2O_3, xuất hiện đầy đủ các đỉnh phổ đặc trưng cho hợp phần CeO_2 và Pr_2O_3.

Để xác định thành phần các nguyên tố có mặt trong CeO_2-Pr_2O_3, chúng tôi sử dụng phổ tán xạ năng lượng tia X (Hình 5). Trên phổ EDX của các vật liệu CeO_2-Pr_2O_3 đều xuất hiện các đỉnh đặc trưng cho nguyên tố Ce, Pr và O và không có sự xuất hiện của nguyên tố khác. Như vậy, vật liệu CeO_2-Pr_2O_3 thu được có độ tinh khiết cao, chỉ chứa các nguyên tố mong muốn là Ce, Pr và O.

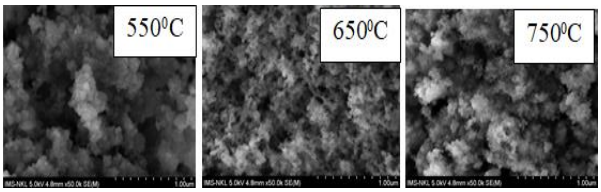
Bề mặt ngoài của vật liệu CeO_2-Pr_2O_3 được quan sát bằng phương pháp SEM (Hình 6). Hệ vật liệu nano oxide đất hiếm CeO_2-Pr_2O_3 với kích thước hạt nano và đồng đều, như quan sát từ ảnh SEM, có khả năng thúc đẩy sinh trưởng cây trồng, trong đó CeO_2 kích thích sự phát triển của nhánh bên, còn Pr_2O_3 thúc đẩy chiều cao cây. Kích thước hạt cũng như diện tích của mặt là một yếu tố quan trọng đối với một hệ vật liệu phân bón.

Để xem xét hình dạng và kích thước của tinh thể vật liệu CeO_2-Pr_2O_3 thay đổi như thế nào khi tăng nhiệt độ nung, các mẫu này được tiếp tục phân tích bằng phương pháp TEM (Hình 7).

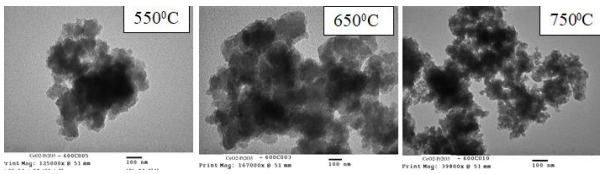
Ảnh TEM cho thấy các hạt đều có dạng hình cầu với kích thước nano khá đều nhau khoảng 16–34 nm. Những hạt nano CeO_2-Pr_2O_3 này có xu hướng kết tụ lại với nhau tạo thành một đám hạt ở dạng xốp phù hợp cho việc sử dụng làm phân bón cho nông nghiệp.



Hình 5. Phổ EDX của vật liệu CeO_2-Pr_2O_3



Hình 6. Ảnh SEM của vật liệu tổng hợp ở các nhiệt độ khác nhau



Hình 7. Ảnh TEM của vật liệu ở các nhiệt độ khác nhau

3.3 Ảnh hưởng của CeO_2-Pr_2O_3 đến sự sinh trưởng của cây Đương quy

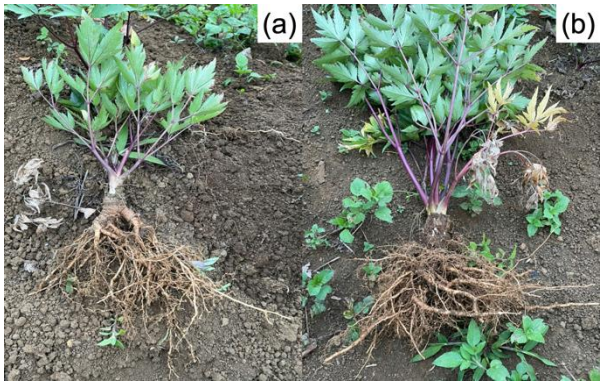
Kết quả khảo sát ảnh hưởng của CeO_2-Pr_2O_3 đến sự sinh trưởng và phát triển cây Đương quy được trình bày ở Bảng 2. Kết quả nghiên cứu cho thấy nano oxide đất hiếm CeO_2-Pr_2O_3 có ảnh hưởng tích cực đến sự sinh trưởng và phát triển của cây Đương quy Nhật Bản sau 90 ngày (từ 11/11/2024 đến 01/02/2025). Số liệu tại Bảng 2 cho thấy các chỉ tiêu sinh trưởng của cây đều tăng đáng kể khi bổ sung nano CeO_2-Pr_2O_3 so với đối chứng. Đặc biệt, nồng độ 1000 ppm cho hiệu quả cao nhất với chiều cao cây đạt 37,8 cm (tăng 36,0%); số lá đạt 37,9 lá/cây (tăng 37,3%); đường kính tán đạt 49,5 cm (tăng 31,6%) so với đối chứng. Tuy nhiên, khi tăng nồng độ lên 1500 ppm, các chỉ tiêu sinh trưởng có xu hướng giảm nhẹ so với khi bón với nồng độ 1000 ppm, dù vẫn cao hơn so với đối chứng.

pISSN 1859-1388
eISSN 2615-9678

Bảng 2. Ảnh hưởng của nồng độ phân bón nano CeO_2-Pr_2O_3 lên chiều cao, số lá và đường kính tán của cây Đương quy Nhật Bản theo thời gian

Thời gian trồng	11/11/2024	
Thời gian thu hoạch	09/02/2025	
Chỉ tiêu theo dõi	**Nghiệm thức**	**Thời gian (90 ngày)**
Chiều cao (cm)	Đối chứng	27,8^{c}
	500 ppm	34,2^{a}
	1000 ppm	37,8^{a}
	1500 ppm	33,3^{b}
	Mức ý nghĩa CV (%)	2,71
Số lá/cây	Đối chứng	27,6^{c}
	500 ppm	36,0^{a}
	1000 ppm	37,9^{ab}
	1500 ppm	31,5^{b}
	Mức ý nghĩa CV (%)	2,74
Đường kính tán (cm)	Đối chứng	37,6^{b}
	500 ppm	45,5^{a}
	1000 ppm	49,5^{a}
	1500 ppm	45,1^{a}
	Mức ý nghĩa CV (%)	2,63

Hình 8 so sánh cây Đương quy thu hoạch và cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa mẫu đối chứng và mẫu được bón phân bổ sung vật liệu nano CeO_2-Pr_2O_3, hoàn toàn phù hợp với số liệu đã phân tích. Mẫu được bổ sung vật liệu có sự phát triển vượt trội với hệ thống lá dày, xanh và nhiều hơn, thân cây to khỏe hơn với màu tím đậm đặc trưng, đồng thời hệ rễ phát triển mạnh mẽ hơn với nhiều nhánh rễ phụ và rễ chính to khỏe. Những quan sát này trực quan hóa kết quả từ bảng số liệu và chứng minh rằng việc bổ sung nano CeO_2-Pr_2O_3 giúp cải thiện đáng kể các chỉ tiêu sinh trưởng của cây Đương quy.



Hình 8. Cây Đương quy khi không có (đối chứng) (a) và có bổ sung vật liệu CeO_2-Pr_2O_3 (b)

4 Kết luận

Đã tổng hợp thành công vật liệu CeO_2-Pr_2O_3 bằng phương pháp solgel kết hợp với rung siêu âm. Cây Đương quy được bón phân bổ sung hệ vật liệu nano oxide đất hiếm CeO_2-Pr_2O_3 có sự phát triển rõ rệt về chiều cao cây (tăng 36,0%), số lá/cây (tăng 37,3%), và đường kính tán (tăng 31,6%) so với mẫu đối chứng.

Lời cảm ơn

Các tác giả ghi nhận sự hỗ trợ kinh phí từ NCKH sinh viên của Trường Đại học quy Nhơn.

Tài liệu tham khảo

1. Chi VV. Từ điển cây thuốc Việt Nam (Tập 1). Hà Nội: Nxb Y học; 2012.
2. Hải TT, Hương NTT, Bằng BT. Đặc điểm sinh hóa học của cây đương quy Nhật Bản (Angielica acutiloba Kitagawa) trồng tại Thái Nguyên. Tạp chí dược liệu. 1997;1(4).
3. Thuận VN. Xây dựng một số quy trình sản xuất dược liệu sạch và chế biến sạch để bào chế một số chế phẩm chất lượng cao. Đề tài cấp Nhà nước KC 10.02.2001-2005.
4. Hu Z, Richter H, Sparovek G, Schnug E. Physiological and Biochemical Effects of Rare Earth Elements on Plants and Their Agricultural Significance: A Review. Journal of Plant Nutrition. 2004;27(1):183-220.

5. Diatloff E, Smith FW, Asher CJ. Rare earth elements and plant growth: I. Effects of lanthanum and cerium on root elongation of corn and mungbean. Journal of Plant Nutrition. 1995;18(10):1963-76.

6. Cao Z, Stowers C, Rossi L, Zhang W, Lombardini L, Ma X. Physiological effects of cerium oxide nanoparticles on the photosynthesis and water use efficiency of soybean (Glycine max (L.) Merr.). Environmental Science: Nano. 2017;4(5):1086-94.

7. Mary Isabella Sonali J, Kavitha R, Kumar PS, Rajagopal R, Gayathri KV, Ghfar AA, et al. Application of a novel nanocomposite containing micro-nutrient solubilizing bacterial strains and CeO2 nanocomposite as bio-fertilizer. Chemosphere. 2022;286:131800.

8. Siakavelas GI, Charisiou ND, AlKhoori A, AlKhoori S, Sebastian V, Hinder SJ, et al. Highly selective and stable Ni/La-M (M=Sm, Pr, and Mg)-CeO_2 catalysts for CO_2 methanation. Journal of CO2 Utilization. 2021;51:101618.

9. Tsiotsias AI, Charisiou ND, AlKhoori A, Gaber S, Stolojan V, Sebastian V, et al. Optimizing the oxide support composition in Pr-doped CeO2 towards highly active and selective Ni-based CO2 methanation catalysts. Journal of Energy Chemistry. 2022;71:547-61.

10. Munawar T, Mukhtar F, Nadeem MS, Manzoor S, Ashiq MN, Riaz M, et al. Facile synthesis of rare earth metal dual-doped Pr_2O_3 nanostructures: Enhanced electrochemical water-splitting and antimicrobial properties. Ceramics International. 2022;48(13):19150-65.

11. AlAbdulaal TH, AlShadidi M, Hussien MSA, Vanga G, Bouzidi A, Rafique S, et al. Enhancing the electrical, optical, and structure morphology using Pr_2O_3-ZnO nanocomposites: Towards electronic varistors and environmental photocatalytic activity. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry. 2021;418:113399.

12. Naveed ur Rehman M, Munawar T, Nadeem MS, Mukhtar F, Maqbool A, Riaz M, et al. Facile synthesis and characterization of conducting polymer-metal oxide based core-shell PANI-Pr_2O–NiO–Co_3O_4 nanocomposite: As electrode material for supercapacitor. Ceramics International. 2021;47(13):18497-509.

13. Janoš P, Henych J, Pelant O, Pilařová V, Vrtoch L, Kormunda M, et al. Cerium oxide for the destruction of chemical warfare agents: A comparison of synthetic routes. Journal of Hazardous Materials. 2016;304:259-68.

14. Ayodele BV, Khan MR, Cheng CK. Greenhouse gases mitigation by CO2 reforming of methane to hydrogen-rich syngas using praseodymium oxide supported cobalt catalyst. Clean Technologies and Environmental Policy. 2017;19(3):795-807.