



Original Article

## Synthesis of $\text{CeO}_2$ - $\text{Pr}_2\text{O}_3$ Composites and Their Application for the Growth of *Paramignya Trimera*

Tran Thi Thu Hien<sup>1</sup>, Nguyen Thi Thu Ha<sup>1</sup>, Do Minh The<sup>1,\*</sup>,  
Phan Phuoc Minh Hiep<sup>1</sup>, Pham Thi Minh Tam<sup>1</sup>, Dang Thi Ngoc Ha<sup>1</sup>,  
Nguyen Thi Kim Chi<sup>1</sup>, Pham Ngoc Thach<sup>1</sup>, Mai Hung Thanh Tung<sup>2</sup>,  
Nguyen Thi Phuong Le Chi<sup>3</sup>, Nguyen Tri Quoc<sup>4</sup>, Tran Thi Thu Phuong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Quy Nhon University, 170 An Duong Vuong, Quy Nhon, Vietnam

<sup>2</sup>Ho Chi Minh City University of Industry and Trade, 140 Le Trong Tan, Tan Phu, Ho Chi Minh, Vietnam

<sup>3</sup>Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment,  
236B Le Van Sy, Ho Chi Minh, Vietnam

<sup>4</sup>Mien Trung Industry and Trade College, 251 Nguyen Tat Thanh, Tuy Hoa, Vietnam

Received 23 March 2023

Revised 06 May 2023; Accepted 19 June 2023

**Abstract:** In this study,  $\text{CeO}_2$ - $\text{Pr}_2\text{O}_3$  composite material was successfully fabricated using a solid-phase heating method at different mass ratios of  $\text{CeO}_2$ - $\text{Pr}_2\text{O}_3$  (CP-11, CP-12, CP-13). These synthesized materials have been characterized by X-ray diffraction (XRD), Scanning electron microscope (SEM), Infrared spectroscopy (IR), and Energy-Dispersive X-ray spectroscopy (EDX), and the growth ability of *Paramignya Trimera*. The obtained results showed that the growth ability of *Paramignya Trimera* depended on the mass ratio of  $\text{CeO}_2$ - $\text{Pr}_2\text{O}_3$  composite material, in which, the highest efficiency of increasing the height of the *Paramignya Trimera* achieved at the CP-12 material (the mass ratio of  $\text{CeO}_2/\text{Pr}_2\text{O}_3$  is 1:2).

**Keywords:**  $\text{CeO}_2$ - $\text{Pr}_2\text{O}_3$ , synthesized materials, *Paramignya Trimera*, growth.

\* Corresponding author.

E-mail address: [theminh.38@gmail.com](mailto:theminh.38@gmail.com)

<https://doi.org/10.25073/2588-1140/vnunst.5550>

# Tổng hợp vật liệu composite $\text{CeO}_2\text{-Pr}_2\text{O}_3$ nhằm ứng dụng làm chất cung cấp dinh dưỡng cho cây Xáo tam phân

Trần Thị Thu Hiền<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Thu Hà<sup>1</sup>, Đỗ Minh Thế<sup>1,\*</sup>,  
Phan Phước Minh Hiệp<sup>1</sup>, Phạm Thị Minh Tâm<sup>1</sup>, Đặng Thị Ngọc Hà<sup>1</sup>,  
Nguyễn Thị Kim Chi<sup>1</sup>, Phạm Ngọc Thạch<sup>1</sup>, Mai Hùng Thanh Tùng<sup>2</sup>,  
Nguyễn Thị Phương Lệ Chi<sup>3</sup>, Nguyễn Trí Quốc<sup>4</sup>, Trần Thị Thu Phương<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Quy Nhơn, 170 An Dương Vương, Thành phố Quy Nhơn, Việt Nam

<sup>2</sup>Trường Đại học Công thương Tp.HCM, 140 Lê Trọng Tấn, Tân Phú,  
Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

<sup>3</sup>Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP HCM, 236B Lê Văn Sỹ, Tân Bình,  
Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

<sup>4</sup>Trường Cao đẳng Công thương Miền trung, 251 Nguyễn Tất Thành, Thành phố Tuy Hòa, Việt Nam

Nhận ngày 23 tháng 3 năm 2023

Chỉnh sửa ngày 06 tháng 5 năm 2023; Chấp nhận đăng ngày 19 tháng 6 năm 2023

**Tóm tắt:** Trong bài báo này, vật liệu  $\text{CeO}_2\text{-Pr}_2\text{O}_3$  đã được chế tạo thành công bằng phương pháp nhiệt pha rắn ở các tỷ lệ khối lượng  $\text{CeO}_2/\text{Pr}_2\text{O}_3$  khác nhau (CP-11, CP-12, CP-13). Các vật liệu tổng hợp được đặc trưng bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD), hiển vi điện tử quét (SEM), phổ hồng ngoại (IR) và phổ tán xạ năng lượng tia X (EDX). Kết quả khảo sát ảnh hưởng của vật liệu CP-11, CP-12, CP-13 đến khả năng sinh trưởng của cây Xáo tam phân cho thấy, cả ba vật liệu đều làm tăng kích thước thân chính so với mẫu đối chứng, vật liệu có khả năng tăng chiều cao thân chính Xáo tam phân cao nhất trong vùng khảo sát là CP-12 (ứng với tỉ lệ khối lượng  $\text{CeO}_2\text{-Pr}_2\text{O}_3$  là 1:2).

**Từ khóa:**  $\text{CeO}_2\text{-Pr}_2\text{O}_3$ , tổng hợp vật liệu, Xáo tam phân, sinh trưởng.

## 1. Mở đầu

Việc ứng dụng đất hiếm trong nông nghiệp trên thế giới được thực hiện từ năm 1972 nhằm tăng năng suất cây trồng. Các chuyên gia Trung Quốc đã nghiên cứu cả về năng suất và sinh lý cây trồng, kết quả thu được cho thấy, việc sử dụng phân bón đất hiếm làm tăng sản lượng nông nghiệp và không có tác động xấu đến môi trường. Nhiều công trình nghiên cứu về phân bón đất hiếm cũng đã được thực hiện nhằm khẳng định vai trò của đất hiếm đối với sự tăng trưởng và kích thích sự tổng hợp diệp lục, thúc đẩy sự phát triển của cây con, kích thích rễ và tăng trưởng các loại cây trồng như dưa chuột,

đậu tương và ngô. Sự tích lũy đất hiếm phụ thuộc vào liều lượng đất hiếm sử dụng. Do vậy, đất hiếm được sử dụng như nguồn nguyên tố vô cơ dạng vết trong thực vật [1, 2].

Nhiều dữ liệu phân tích cho thấy, trong đất trồng và cây cối thường chứa một lượng nguyên tố đất hiếm nhất định [3, 4]. Cây trồng hấp thụ đất hiếm từ đất để đáp ứng nhu cầu sinh trưởng và phát triển. Hơn nữa, các nguyên tố đất hiếm còn đóng vai trò quan trọng đối với quá trình sinh trưởng và phát triển của thực vật. Đất hiếm ảnh hưởng tới hệ thống rễ, hệ thống lá và quá trình này mầm, phát triển chồi. Chúng thúc đẩy quá trình phát triển của cây, làm tăng hàm lượng chất diệp lục, tăng quá trình quang hóa, tăng sự hấp thụ các chất dinh dưỡng vi lượng và đa lượng cũng như khả năng chống chịu trong điều kiện bất lợi của thời tiết [5-7]. Đất hiếm giúp tăng sự hấp thụ và tích lũy chất dinh

\* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: theminh.38@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1140/vnunst.5550>

đường, tăng tốc độ tổng hợp, tăng khả năng tích lũy và vận chuyển các chất đường trong ngũ cốc [8]. Sự có mặt của đất hiếm còn làm tăng hàm lượng đường của mía, củ cải đường, dưa hấu, tăng hàm lượng fructose và vitamin C trong trái cây, tăng độ cay và mùi thơm của hạt tiêu. Do vậy, trong thực tế năng suất và chất lượng cây trồng được cải thiện rõ rệt khi sử dụng phân bón chứa đất hiếm. Kết quả nghiên cứu của Cao và cộng sự cho thấy, ở hàm lượng 100 mg CeO<sub>2</sub>/kg đất khô thì CeO<sub>2</sub> có khả năng kích thích sinh trưởng thực vật và tăng tốc độ quang hợp lên đến 54%, nhưng khi hàm lượng CeO<sub>2</sub> lớn hơn 500 mg/kg hiệu quả bị giảm đáng kể. Kết quả cũng khẳng định tác dụng sinh lý của hạt nano CeO<sub>2</sub> đối với cây đậu tương phụ thuộc vào nồng độ của hạt nano CeO<sub>2</sub> [9]. Sonali đã khảo sát ảnh hưởng của CeO<sub>2</sub> đến sự tăng chiều cao của chồi và chiều dài của rễ cây cỏ cà ri cho thấy, với hàm lượng CeO<sub>2</sub> là 75 mg/kg trong vật liệu nano composite đã làm tăng đáng kể chiều cao của chồi và chiều dài của rễ cây cỏ cà ri so với mẫu đối chứng [10].

Trong khi đó, cây Xáo tam phân (*Paramignya trimeria* (Oliv.) Guillaum) thuộc chi Cựa gà *Paramignya*, họ cam chanh (*Rutaceae*) xuất hiện nhiều nhất ở các tỉnh miền Trung như Bình Thuận, Ninh Thuận, Khánh Hòa và là loài được quan tâm nhiều nhất gần đây về mặt tác dụng sinh học [11, 12]. Bên cạnh tác dụng dược lý về khả năng gây độc các dòng tế bào ung thư thì tác dụng bảo vệ gan và kháng tiểu đường là một trong số các tác dụng sinh học được quan tâm nghiên cứu gần đây [12, 13]. Chính vì giá trị dược liệu quý này nên trong thời gian qua cây Xáo tam phân trong tự nhiên đang được người dân khai thác mạnh. Vì vậy, để phổ biến cây dược liệu Xáo tam phân như một cây trồng chủ lực đến người dân vùng Nam Trung Bộ nói chung và tại Bình Định nói riêng, cần có sự trồng thử nghiệm Xáo tam phân cũng như khảo sát sự sinh trưởng khi sử dụng các vật liệu có những tính chất quý như đất hiếm nhằm đẩy mạnh sự phát triển vùng dược liệu Xáo tam phân tại Bình Định.

Trong nghiên cứu này, hệ vật liệu CeO<sub>2</sub>-Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> được tổng hợp và khảo sát khả năng

tác động đến chiều cao thân chính của cây Xáo tam phân nhằm phát huy tiềm năng ứng dụng đất hiếm đối với cây dược liệu tại vùng Nam Trung Bộ nói chung và Bình Định nói riêng.

## 2. Thực nghiệm

### 2.1. Tổng hợp vật liệu

#### 2.1.1 Tổng hợp CeO<sub>2</sub> và Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Vật liệu CeO<sub>2</sub> được tổng hợp qua 2 bước gồm thủy nhiệt và nung.

Bước 1: lấy 50 ml dung dịch Ce(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> nồng độ 0,4 M và 1,2 g urea (tỉ lệ mol 1:1) vào bình phản ứng, khuấy đều đến khi hỗn hợp hòa tan hoàn toàn. Dung dịch được cho vào bình Teflon và tiến hành thủy nhiệt ở nhiệt độ 150 °C trong 10 giờ, sau đó lọc, rửa bằng nước nóng thu được kết tủa Ce(OH)<sub>4</sub>. Sấy khô kết tủa ở nhiệt độ 100 °C trong 8 giờ.

Bước 2: đem nung kết tủa Ce(OH)<sub>4</sub> sau khi sấy khô ở nhiệt độ 400 °C trong 4 giờ (tốc độ gia nhiệt 1 °C/phút), thu được vật liệu CeO<sub>2</sub>.

Vật liệu Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> được tổng hợp tương tự CeO<sub>2</sub> nhưng tỉ lệ mol giữa Pr(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> và urea là 1: 1,5 và nung kết tủa ở 700 °C.

#### 2.1.2. Tổng hợp vật liệu CeO<sub>2</sub>-Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Lấy CeO<sub>2</sub> và Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> theo các tỉ lệ khối lượng CeO<sub>2</sub>/Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> lần lượt là 1:1; 1:2 và 1:3, sau đó hỗn hợp được nghiền mịn, trộn đều, đem nung tại nhiệt độ 700 °C trong 2 giờ, thu được các vật liệu CeO<sub>2</sub>-Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> với tỉ lệ khối lượng khác nhau. Mẫu vật liệu tổng hợp được ký hiệu là CP-x, với x lần lượt là tỉ lệ khối lượng CeO<sub>2</sub>/Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ứng với 1:1 (CP-11); 1:2 (CP-12) và 1:3 (CP-13).

### 2.2. Đặc trưng vật liệu

Thành phần pha được xác định bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (D8-Advance 5005). Đặc trưng các liên kết hóa học của vật liệu tổng hợp được xác định bằng phương pháp phổ hồng ngoại (FTIR- Tensor-27, Bruker). Sự có mặt của các nguyên tố trong các mẫu vật liệu tổng hợp được phân tích bằng phương pháp phổ tán xạ năng lượng tia X (thiết bị Jeol 5410). Khảo sát hình ảnh bề mặt bằng phương pháp hiển vi điện tử quét (JEOL JSM-6500F).

### 2.3. Thí nghiệm khảo sát khả năng kích thích sinh trưởng của $CeO_2-Pr_2O_3$ đến chiều cao thân chính Xáo tam phân

- Địa chỉ trồng Xáo tam phân: tại khu thực nghiệm Nhơn Tân của trường Đại học Quy Nhơn thuộc thôn Gia Tự, xã Nhơn Tân, thị xã An Nhơn, tỉnh Bình Định.

- Thời gian khảo sát: từ 24/4/2022 đến 24/8/2022.

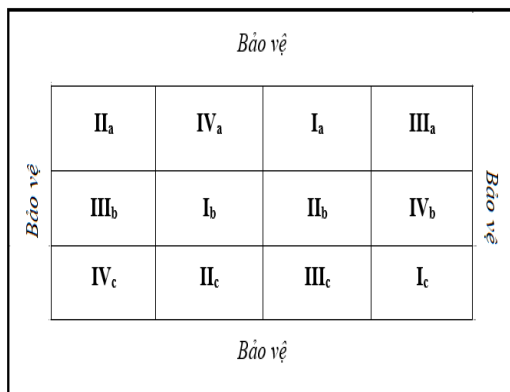
- Thí nghiệm đồng ruộng:

i) Bố trí thí nghiệm ở điều kiện tự nhiên ngoài đồng ruộng (trên loại đất thịt pha cát) với 04 công thức thí nghiệm (I, II, III, IV), được bố trí theo phương pháp khối hoàn toàn ngẫu nhiên, với 3 lần nhắc lại (a, b, c), diện tích mỗi ô thí nghiệm là 30 m<sup>2</sup>;

ii) Tiêu chí chọn cây Xáo tam phân để khảo nghiệm: cây khỏe mạnh, lá xanh tươi, chiều cao trung bình khoảng 40 cm;

iii) Khoảng cách giữa các cây trên 1 hàng là 50 cm, khoảng cách giữa các hàng là 1 m;

iv) Sơ đồ bố trí thí nghiệm.



- Công thức thí nghiệm:

Công thức	Ký hiệu	Thành phần (tính cho 1 ha)
I	ĐC	Nền: 15 tấn phân chuồng + 30 kg N (Urê) + 30 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Supe lân) + 30 kg K <sub>2</sub> O (Kali clorua)
II	CP-11	Nền + 1 gam CP-11/1 lít dung dịch chitosan nồng độ 500 mg/L (pha trong 360 lít nước trước khi phun)
III	CP-12	Nền + 1 gam CP-12/1 lít

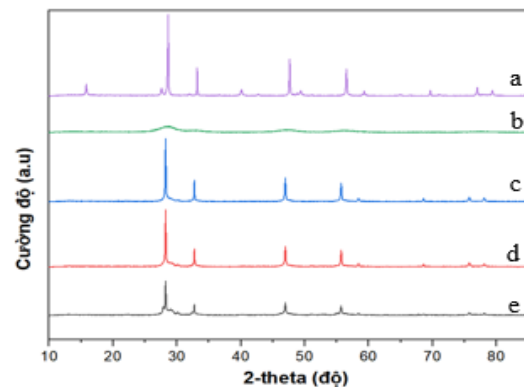
		dung dịch chitosan nồng độ 500 mg/L (pha trong 360 lít nước trước khi phun)
IV	CP-13	Nền + 1 gam CP-13/1 lít dung dịch chitosan nồng độ 500 mg/L (pha trong 360 lít nước trước khi phun)

Thời gian phun vật liệu CP-x: phun 1 lần vào ngày 24/4/2022 trong kỳ khảo nghiệm (24/4/2022 - 24/8/2022). Các vật liệu CP-x được hòa vào dung dịch chitosan nồng độ 500 mg/L (chitosan có khả năng phân tán ổn định các hạt nano đất hiếm) theo tỉ lệ 1 gam CP-x/1 lít dung dịch chitosan (CP-xC). Sau đó, CP-xC được pha trong 360 lít nước và phun cho cây vào lúc chiều mát, không phun trước mưa.

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Đặc trưng vật liệu

Để xác định các hợp phần trong vật liệu Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CeO<sub>2</sub>, và CP-x tổng hợp, các mẫu được đặc trưng bằng phương pháp nhiễu xạ tia X, kết quả được trình bày ở Hình 1.

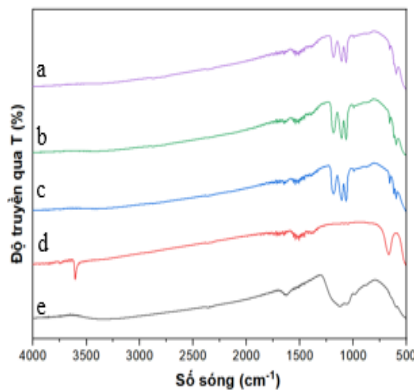


Hình 1. Giản đồ nhiễu xạ tia X của các vật liệu Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (a), CeO<sub>2</sub> (b), và CP-13 (c), CP-12 (d), CP-11(e).

Kết quả từ giản đồ nhiễu xạ tia X ở Hình 1 của các vật liệu composite CP-11, CP-12, CP-13 cho thấy, xuất hiện các đỉnh nhiễu xạ ở các vị trí 2θ khoảng 28,5°; 32,51° và 47,5° ứng với cấu trúc tinh thể lập phương của Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [14]. Tuy nhiên, các đỉnh nhiễu xạ tại các vị trí này có sự chuyển dịch nhẹ về phía góc nhỏ hơn so

với mẫu đơn  $\text{Pr}_2\text{O}_3$ . Điều này có thể là do sự tương tác của  $\text{Pr}_2\text{O}_3$  và  $\text{CeO}_2$  trong quá trình hình thành vật liệu composite  $\text{CeO}_2\text{-Pr}_2\text{O}_3$ . Trong khi đó, đỉnh nhiễu xạ đặc trưng cho  $\text{CeO}_2$  tại vị trí góc  $2\theta$  bằng  $28,40^\circ$  [15] gần như bị che lấp bởi đỉnh nhiễu xạ tại vị trí  $2\theta = 28,73^\circ$  của  $\text{Pr}_2\text{O}_3$ .

Các đặc điểm liên kết trong vật liệu  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{Pr}_2\text{O}_3$  và CP-x được khảo sát bằng phổ hồng ngoại, kết quả được trình bày ở Hình 2.



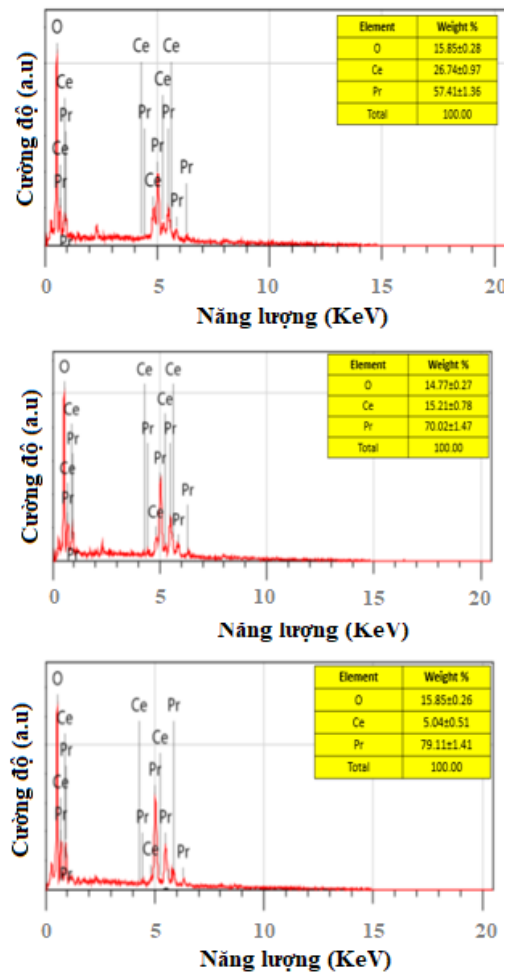
Hình 2. Phổ hồng ngoại của các vật liệu CP-13 (a), CP-12 (b), CP-11 (c) và  $\text{Pr}_2\text{O}_3$  (d),  $\text{CeO}_2$  (e).

Kết quả phổ hồng ngoại ở Hình 2 của các vật liệu CP-x cho thấy, các liên kết đặc trưng  $\text{Pr}_2\text{O}_3$  và  $\text{CeO}_2$  đều xuất hiện đầy đủ trong phổ hồng ngoại của các vật liệu CP-x nhưng có sự khác nhau về cường độ các đỉnh phổ do sự thay đổi tỉ lệ khối lượng  $\text{CeO}_2/\text{Pr}_2\text{O}_3$ . Cụ thể, trên phổ hồng ngoại của CP-x đều xuất hiện các đỉnh phổ tại số sóng  $601\text{ cm}^{-1}$  và  $863\text{ cm}^{-1}$  tương ứng với dao động đặc trưng của liên kết Pr-O trong  $\text{Pr}_2\text{O}_3$  [16] và đỉnh phổ ở khoảng số sóng  $500\text{ cm}^{-1}$  ứng với dao động co giãn của O-Ce-O trong  $\text{CeO}_2$  [17]. Bên cạnh đó, trên phổ hồng ngoại của  $\text{CeO}_2$  và CP-x còn xuất hiện các đỉnh phổ tại  $1557, 1125, 1075\text{ cm}^{-1}$  được quy cho các dao động của carbonate trên bề mặt của các vật liệu [17].

Để xác định thành phần các nguyên tố có mặt trong các vật liệu  $\text{CeO}_2\text{-Pr}_2\text{O}_3$ , các vật liệu được đặc trưng bằng phổ EDX. Kết quả được trình bày ở Hình 3.

Kết quả phổ tán xạ năng lượng tia X của các vật liệu CP-11, CP-12, CP-13 ở Hình 3 cho

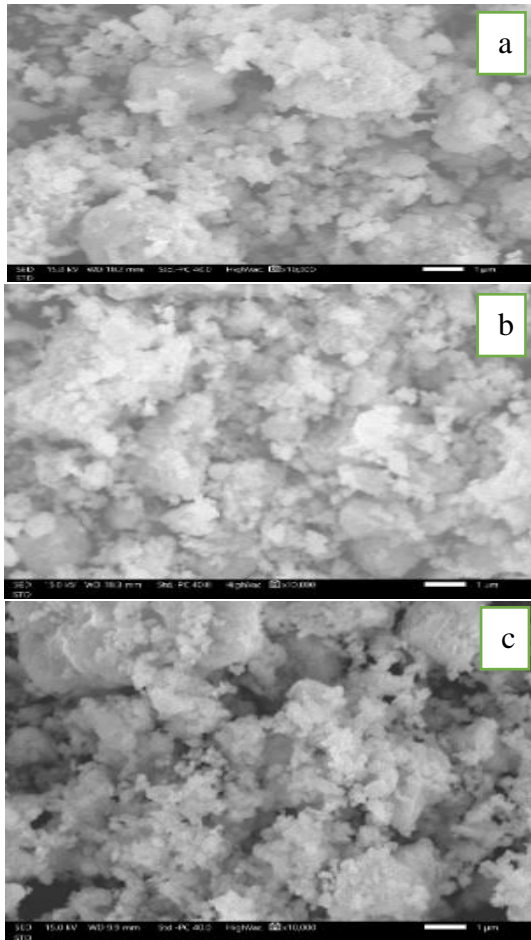
thấy, trên ba phổ EDX đều xuất hiện các đỉnh phổ đặc trưng cho nguyên tố Ce, Pr và O nhưng cường độ các đỉnh phổ của Ce, Pr, O có sự khác nhau và không có sự xuất hiện của nguyên tố khác. Như vậy, các vật liệu CP-11, CP-12, CP-13 thu được có độ tinh khiết cao.



Hình 3. Phổ EDX của vật liệu CP-11 (a), CP-12 (b), CP-13(c).

Hình ảnh bề mặt ngoài của các vật liệu CP-x được quan sát bằng phương pháp SEM, kết quả được trình bày ở Hình 4.

Từ kết quả SEM ở Hình 4 cho thấy, ảnh SEM vật liệu CP-12 có kích thước hạt nhỏ hơn và đồng đều hơn so với vật liệu CP-11 và CP-13. Đối với vật liệu làm phân bón kích thước hạt cũng như diện tích bề mặt đóng vai trò quan trọng.



Hình 4. Ảnh SEM của vật liệu các vật liệu CP-11 (a), CP-12 (b), CP-13 (c).

### 3.2. Khả năng kích thích sinh trưởng của $CeO_2-Pr_2O_3$ đến chiều cao thân chính Xáo tam phân

Một trong những thông số đánh giá sự phát triển của cây trồng nói chung và cây Xáo tam phân nói riêng là chiều cao thân chính của cây. Thân chính cao sẽ thúc đẩy sự phát triển bộ rễ, tạo tiền đề thuận lợi cho việc tạo ra có hoạt chất cần thiết trong bộ rễ của Xáo tam phân. Chiều cao cây phụ thuộc vào từng giai đoạn sinh trưởng, chất đất và các điều kiện ngoại cảnh như nước, phân bón, điều kiện canh tác,... Sự tăng trưởng chiều cao thân chính của cây Xáo tam phân phụ thuộc nhiều vào dinh dưỡng. Thí nghiệm được tiến hành trên ba vật liệu CP-13, CP-12 và CP-11 nhằm nghiên cứu ảnh hưởng của chế phẩm  $CeO_2-Pr_2O_3$  đến chiều cao thân chính

của cây Xáo tam phân. Kết quả được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của  $CeO_2-Pr_2O_3$  đến chiều cao thân chính của cây Xáo tam phân

Kỳ khảo sát từ 24/4/2022- 24/8/2022	Đơn vị	Công thức			
		ĐC	CP-11	CP-12	CP-13
24/4	cm	40,3	40,3	40,3	40,3
24/5	cm	41,0	41,6	41,9	41,3
24/6	cm	43,5	44,7	47,1	43,4
24/7	cm	46,2	47,5	51,3	48,2
24/8	cm	47,9	49,1	54,7	51,8

Kết quả ở Bảng 1 cho thấy, chiều cao thân chính của cây Xáo tam phân có bổ sung CP-13, CP-12 và CP-11 thì cao hơn so với mẫu đối chứng (ĐC). Cụ thể, sau 120 ngày thì chiều cao thân chính trên vật liệu ĐC là 47,9 cm. Trong khi đó, vật liệu CP-12 đạt chiều cao thân chính là 54,7 cm, còn đối với các vật liệu CP-11 và CP-13, chiều cao thân chính lần lượt đạt 49,1 và 51,8 cm. Điều này cho thấy, cả ba mẫu vật liệu đều có chiều cao thân chính cao hơn mẫu đối chứng. Điều này có thể được giải thích là do  $CeO_2-Pr_2O_3$  đã thúc đẩy quá trình quang hóa, tăng sự hấp thụ các chất dinh dưỡng vi lượng và đa lượng cũng như khả năng chống chịu trong điều kiện bất lợi của thời tiết dẫn đến thúc đẩy sự sinh trưởng của cây Xáo tam phân cao hơn so với mẫu đối chứng ĐC không sử dụng chế phẩm.

## 4. Kết luận

Đã tổng hợp thành công vật liệu  $CeO_2-Pr_2O_3$  bằng phương pháp nhiệt pha rắn. Kết quả phân tích tính chất vật liệu bằng các phương pháp hoá lý hiện đại cho thấy, tỉ lệ khối lượng tiền chất  $CeO_2/Pr_2O_3$  có ảnh hưởng đến kích thước hạt vật liệu. Đã khảo sát ảnh hưởng của CP-11, CP-12, CP-13 đến khả năng sinh trưởng của cây Xáo tam phân trong khoảng thời gian từ 24/4/2022 - 24/8/2022, trong đó, vật liệu có khả năng tăng chiều cao thân chính cây Xáo tam phân cao nhất trong vùng khảo sát là CP-12.

## Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo cho đề tài cấp Bộ mã số CT2022.08.QNU.06 (thuộc Chương trình Khoa học và Công nghệ cấp Bộ).

## Tài liệu tham khảo

- [1] Z. Hu, H. Richter, G. Sparovek, E. Schnug, Physiological and Biochemical Effects of Rare Earth Elements on Plants and Their Agricultural Significance; A Review, *J. Plant Nutr.*, Vol. 25, No. 1, 2004, pp. 183-220.
- [2] E. Diatloff, F. W. Smith, C. J. Asher, Rare Earth Elements and Plant Growth, First Effects of Lanthanum and Cerium on Root Elongation of Corn and Mungbean, *J. Plant Nutr.*, Vol. 18, 1995, pp. 1963-1976.
- [3] B. Z. Bai, F. Y. Chen, Effect of REEs on Some Index of Modality and Physiology for Sugar Beet, *Chinese J. Sugar Beet*, Vol. 11, No. 1, 1989, pp. 10-12.
- [4] E. Diatloff, F. W. Smith, C. J. Asher, Rare Earth Elements and Plant Growth, Second Responses of Corn and Mungbean to Low Concentrations of Lanthanum in Dilution, Continuously Flowing Nutrient Solutions, *J. Plant Nutr.*, Vol. 18, 1995, pp. 1977-1989.
- [5] J. Chang, Effects of Lanthanum on the Permeability of Root Plasmalemma and the Absorption and Accumulation of Nutrients in Rice and Wheat, *Plant Physiol Commun*, Vol. 27, 1991, pp. 17-21.
- [6] B. S. Guo, Rare Earth in Agriculture, Agricultural Scientific and Technological Press, Beijing, China, 1988, pp. 30-150.
- [7] Z. M. Wu, X. Tang, C. Tsui, Studies on the Effect of Rare Earth Elements on the Increase of Yield in Agriculture, *J. Chin. Rare Earth Soc.*, Vol. 1, 1983, pp. 70-75.
- [8] J. B. Ning, S. L. Xiao, Effect of Rare Earth Elements on Day Lily, *J. Chin. Rare Earth Soc.*, Vol. 5, 1989, pp. 52.
- [9] Z. Cao, C. Stowers, L. Rossi, W. Zhang, L. Lombardini, X. Ma, Physiological Effects of Cerium Oxide Nanoparticles on the Photosynthesis and Water use Efficiency of Soybean (*Glycine Max (L.) Merr.*), *Environ. Sci. Nano*, Vol. 4, 2017, pp. 1086-1094.
- [10] J. M. I. Sonali, R. Kavitha, P. S. Kumar, R. Rajagopal, K. V. Gayathri, A. A. Ghfar, S. Govindaraju, Application of a Novel Nanocomposite Containing Micro-Nutrient Solubilizing Bacterial Strains and CeO<sub>2</sub> Nanocomposite as Bio-Fertilizer, *Chemosphere*, Vol. 286, 2022, pp. 131800.
- [11] N. M. Cuong, H. V. Duc, V. Tai, P. N. Khanh, V. T. Ha, T. T. Huong, N. D. Nhat, Initial Research on Chemical Composition of Paramignya Trimeria, *VNU Journal of Science*, Vol. 3, No. 51, 2013, pp. 22-296 (in Vietnamese).
- [12] N. M. Khoi, P. T. N. Hang, D. T. Phuong, Study on Acute Toxicity, Hepatoprotective Activity and Cytotoxic Activity of Paramignya Trimeria, *Journal of Medicinal Materials*, Vol. 18, 2013, pp. 14-20 (in Vietnamese).
- [13] T. H. T. T. Duong, H. D. Phuong, N. T. Ly, D. V. Vy, N. D. L. Son, Coumarins and Acridon Alkaloids from the Roots of Paramignya Trimeria, *VNU Journal of Science: Natural Sciences and Technology*, Vol. 32, No. 4, 2016, pp. 115-123.
- [14] B. V. Ayodele, M. R. Khan, C. K. Cheng, Greenhouse Gases Mitigation by CO<sub>2</sub> Reforming of Methane to Hydrogen-Rich Syngas using Praseodymium Oxide Supported Cobalt Catalyst, *Clean Technologies and Environmental Policy*, Vol. 19, No. 3, 2017, pp. 795-807.
- [15] E. D. Sherly, J. J. Vijaya, L. J. Kennedy, Effect of CeO<sub>2</sub> Coupling on the Structural, Optical and Photocatalytic Properties of ZnO Nanoparticle, *Journal of Molecular Structure*, Vol. 1099, 2015, pp. 114-125.
- [16] B. V. Ayodele, M. R. Khan, C. K. Cheng, Greenhouse Gases Mitigation by CO<sub>2</sub> Reforming of Methane to Hydrogen-Rich Syngas using Praseodymium Oxide Supported Cobalt Catalyst, *Clean Technologies and Environmental Policy*, Vol. 19, No. 3, 2017, pp. 795-807.
- [17] P. Janoš, J. Henych, O. Pelant, V. Pilařová, L. Vrtoch, M. Kormunda, V. Štengl, Cerium Oxide for the Destruction of Chemical Warfare Agents: A Comparison of Synthetic Routes, *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 304, 2016, pp. 259-268.