



Original Article

## Synthesis of $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ Material Applying for the Growth of *Paramignya trimera*

Le Thi Hong Nhan<sup>1,\*</sup>, Nguyen Thi Lieu<sup>1</sup>, Vo Thi Trong Hoa<sup>1</sup>, Ngo Kim Khue<sup>1</sup>,  
Phan Thi Dieu<sup>1</sup>, Nguyen Tri Quoc<sup>2</sup>, Vo Thi Tuyet Mai<sup>1</sup>, Nguyen Dinh Doc<sup>1</sup>,  
Do Thi Diem Thuy<sup>1</sup>, Cao Van Hoang<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>MienTrung Industry And Trade College, 251 Nguyen Tat Thanh, Tuy Hoa, Vietnam

Received 04 July 2023

Revised 14 January 2024; Accepted 14 May 2024

**Abstract:** This study focused on the synthesis of  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  material and its applications as a plant stimulant for *Paramignya trimera* (Oliv.) Guill. (Rutaceae). A solid-phase heating method was used to successfully synthesize  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  material from  $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3$  and  $\text{SiO}_2$  precursors. The cultivation results indicated the potential application of the synthesized  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  material as plant stimulants to induce root growth of *Paramignya trimera* as compared to the control,  $\text{SiO}_2$  and  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  exposed plants. Root lengths of the control,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ , and  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  exposed *Paramignya trimera* were 12.11, 15.12, 17.56, and 26.12 cm, respectively. Silica is a nutrient that promotes growth, and increases crop output by assisting in the formation and regeneration of plant cell walls.  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  increased the seedling and root growth. Combining both  $\text{SiO}_2$  and  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  exhibited synergic effects to greatly induce root growth of the *Paramignya trimera*. The root length of the  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  material exposed plant was greatly higher than those of the individual material exposed plants.

**Keywords:**  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ , *Paramignya trimera*, root, growth.

\* Corresponding author.

E-mail address: [lethihongnhan@qnu.edu.vn](mailto:lethihongnhan@qnu.edu.vn)

<https://doi.org/10.25073/2588-1140/vnunst.5572>

# Tổng hợp vật liệu $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ nhằm ứng dụng làm chất kích thích sinh trưởng cho cây Xáo tam phân (*Paramignya trimera*)

Lê Thị Hồng Nhân<sup>1,\*</sup>, Nguyễn Thị Liễu<sup>1</sup>, Võ Thị Trọng Hoa<sup>1</sup>, Ngô Kim Khuê<sup>1</sup>, Phan Thị Diệu<sup>1</sup>, Nguyễn Trí Quốc<sup>2</sup>, Võ Thị Tuyết Mai<sup>1</sup>, Nguyễn Đình Dốc<sup>1</sup>, Đỗ Thị Diễm Thúy<sup>1</sup>, Cao Văn Hoàng<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Trường Cao đẳng Công thương Miền trung, 251 Nguyễn Tất Thành, Tuy Hòa, Việt Nam

Nhận ngày 04 tháng 7 năm 2023

Chỉnh sửa ngày 14 tháng 01 năm 2024; Chấp nhận đăng ngày 14 tháng 5 năm 2024

**Tóm tắt:** Nghiên cứu này tập trung vào việc tổng hợp vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  và ứng dụng làm chất kích thích sinh trưởng cây Xáo tam phân. Vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  được tổng hợp thành công từ tiền chất  $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3$  và  $\text{SiO}_2$  được xác nhận thông qua các phương pháp đặc trưng hóa lý bao gồm: đặc trưng XRD, EDX, IR, SEM và BET. Kết quả khảo sát khả năng phát triển rễ của cây Xáo tam phân khi sử dụng  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  và  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  cho thấy, rễ chính phát triển hơn so với mẫu đối chứng. Chiều dài rễ chính Xáo tam phân đối với mẫu đối chứng  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  và  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  trong kỳ khảo sát thay đổi lần lượt là 12,11; 15,12; 17,56 và 26,12 cm. Điều này có thể do  $\text{SiO}_2$  chủ yếu làm tăng sự phát triển của cây, còn  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  thì tăng cường phát triển rễ. Do vậy, khi kết hợp cả  $\text{SiO}_2$  và  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  đã có sự kích thích hiệp trợ làm cho rễ chính Xáo tam phân phát triển mạnh hơn so với khi chỉ sử dụng  $\text{SiO}_2$  hoặc  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  riêng lẻ.

**Từ khóa:**  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ , Xáo tam phân, rễ, sinh trưởng.

## 1. Mở đầu

Trong nông nghiệp, các nguyên tố đất hiếm là một trong những nguyên tố vi lượng cần thiết cho một số loại cây trồng như: lúa, mè, ngô, chuối, cam, chè, ... [1-4]. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra vai trò của đất hiếm đến sự phát triển của cây trồng [5-7]. Các nguyên tố đất hiếm đóng vai trò quan trọng đối với quá trình sinh trưởng và phát triển của thực vật, chúng tác động đến sự phát triển của hệ thống rễ, lá và quá trình nảy mầm, phát triển chồi, tăng hàm lượng chất diệp lục, làm cho quá trình quang hóa diễn ra mạnh mẽ do đó thúc đẩy quá trình phát triển của cây đồng thời tăng khả năng chống chịu lại những điều kiện bất lợi của môi trường, góp phần tăng năng suất cây trồng [8]. Trong cây cối và đất

nguyên tố đất hiếm. Cây cối chứa trung bình khoảng 0,0003%  $\text{Ln}_2\text{O}_3$ , trong đất trồng có chứa từ 0,0015 - 0,002%  $\text{Ln}_2\text{O}_3$  [5, 6, 9, 10]. Với hàm lượng rất ít các nguyên tố đất hiếm có trong đất trồng nên khi đã trải qua vài vụ gieo trồng, hàm lượng các nguyên tố đất hiếm bị giảm dần qua quá trình sử dụng của thực vật. Ning và cộng sự đã công bố rằng các oxide đất hiếm (hàm lượng các oxide đất hiếm  $\text{R}_2\text{O}_3 < 5 \text{ mg/L}$ ) có khả năng làm tăng sự phát triển rễ của của cây lúa nhưng đất hiếm sẽ ức chế sự phát triển của lúa khi hàm lượng lớn hơn 5 mg/L [5]. Tang và cộng sự đã chỉ ra rằng, bắp cải Trung Quốc có thể đạt được sự tăng trưởng tối ưu bằng cách sử dụng La, Ce, Pr và Nd ở nồng độ thấp (khoảng 0,05-1 mg/L), nhưng với nồng độ đất hiếm cao (>10 mg/L) sẽ ngăn cản sự phát triển của bắp cải [6]. Điều này cho thấy, sự tác động của các loại đất hiếm khác nhau lên sự phát triển của thực vật là khác nhau.

Hiện nay, silica đã được biết đến là một trong những yếu tố dinh dưỡng thiết yếu đối với

\* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: lethihongnhan@qnu.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1140/vnunst.5572>

cây trồng và có vai trò quan trọng đối với cây trồng. Theo nhiều nghiên cứu, silica giúp cây trồng tăng khả năng quang hợp, điều hòa dinh dưỡng khoáng, cây mọc thẳng, cứng cáp, lá đứng, sử dụng ánh sáng hiệu quả, tăng khả năng chịu mặn, chịu hạn của cây trồng, tăng sức chống chịu với điều kiện bất lợi, tăng sức đề kháng,... [11-13]. Do đó, silica đóng vai trò quan trọng trong việc tăng năng suất và chất lượng cây trồng. Các hợp chất của silica tồn tại trong đất chủ yếu trong các tinh thể aluminosilicat, đất sét, cao lanh và silica vô định hình (thành phần silica có trong đất thường chiếm 50-400 g/kg đất). Những dạng silica này có độ hòa tan rất thấp và thường trở về mặt sinh hóa. Do đó, việc bổ sung lượng silica thiếu hụt trong đất canh tác là cần thiết đem lại hiệu quả kinh tế cao.

Theo Phạm Hoàng Hộ tác giả sách “Cây cỏ Việt Nam” [14] thì cây Xáo tam phân (*Paramignya trimera*), là loài cây bản địa Việt Nam có thân gỗ nhỏ, dạng leo. Thân cây trưởng thành dài đến 5 m, có đường kính từ 8 - 12 cm và có vỏ màu nâu vàng. Trên thân và cành của dược liệu đều có gai nhọn. Phần gỗ của thân hơi cứng, có màu vàng. Phần gỗ của rễ có màu đậm hơn. Lá Xáo tam phân là lá đơn, có hình thuôn đẹp, mép cong xuống dưới, phiến lá dày có mặt dưới màu xanh nhạt và mặt trên màu xanh đậm. Tất cả những bộ phận của dược liệu đều chứa tinh dầu, nhiều nhất ở phần rễ, có mùi thơm nhẹ. Từ lâu, rễ Xáo tam phân được coi là bộ phận tốt nhất có tác dụng tăng cường miễn dịch, giải nhiệt, bồi bổ sức khỏe, mát gan và đặc biệt là điều trị ung thư. Trong số các hợp chất hóa học có trong rễ cây Xáo tam phân thì hợp chất ostruthin hiện đã được phân lập và có tác dụng bảo vệ gan tốt. Nhiều kết quả nghiên cứu về Xáo tam phân đã được công bố như: năm 2014, Trần Thị Thúy Quỳnh và cộng sự đã phân lập ba coumarin là ostruthin, 8-methoxyostruthin và xanthyletin cùng với hai acridon alkaloid là oriciacridon và citrusinin-I từ rễ cây thu hái ở Khánh Hòa [15, 16]. Nhóm nghiên cứu Đỗ Thị Thảo đã thử nghiệm cao methanol của rễ cây Xáo tam phân trên chuột, kết quả thu được cho thấy, cao chiết có tác dụng bảo vệ gan gần

trương đương so với chất đối chứng dương sylimarin khi thử trên chuột [17]. Năm 2017, Trịnh Hoàng Dương và cộng sự đã phân lập từ rễ cây Xáo tam phân (*Paramignya trimera*) bốn coumarin là ostruthin, 8-methoxyostruthin, 7-hydroxycoumarin và 7-methoxycoumarin cùng với bốn acridon alkaloid là oriciacridon, 5-hydroxynoracronycin, citrusinin-I và glycocitrin-III. Kết quả thử hoạt tính gây độc tế bào ung thư gan HepG2 sử dụng phương pháp sulforhodamin B cho thấy các hợp chất này có hoạt tính yếu với IC50 từ 30,53 đến 62,90  $\mu\text{g/mL}$  [18].

Trong nghiên cứu này, hệ vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  được tổng hợp và bước đầu khảo sát ảnh hưởng của  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  đến sự phát triển rễ chính của cây Xáo tam phân nhằm góp phần định hướng ứng dụng đất hiếm và silica trong phát triển cây dược liệu.

## 2. Thực nghiệm

### 2.1. Tổng hợp vật liệu

#### 2.1.1. Tổng hợp $\text{SiO}_2$

##### a) Điều chế $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ từ quặng cát

Cát được rửa sạch và phơi khô, sau đó nung ở nhiệt độ 600 °C trong thời gian 240 phút, để nguội và nghiền bằng cối sứ. Cân 10 gam cát cho vào cốc teflon, cho tiếp 100 mL dung dịch NaOH nồng độ 6,5 M. Tiến hành đun hỗn hợp (luôn giữ thể tích không đổi) trên bếp máy khuấy từ gia nhiệt trong 120 phút ở nhiệt độ 90 °C. Sau đó, tiếp tục khuấy đến khi hỗn hợp nguội hoàn toàn. Tiến hành lọc thu dung dịch  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  [19].

##### b) Điều chế vật liệu $\text{SiO}_2$ từ dung dịch $\text{Na}_2\text{SiO}_3$

Cho từ từ dung dịch HCl 2M vào trong 1 lit dung dịch  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  (vừa cho vừa khuấy đều tránh tạo kết tủa ngay lập tức) đến khi xuất hiện kết tủa trắng và pH khoảng 7, thu được hỗn hợp silica lẫn NaCl. Rửa hỗn hợp bằng nước cất, thử lại nước rửa bằng dung dịch  $\text{AgNO}_3$  cho đến khi không còn tạo kết tủa trắng. Lọc lấy phần kết tủa trắng đem sấy ở 80 °C trong 12 giờ, sau đó tiếp tục nung trong 4 giờ tại nhiệt độ 700 °C, thu được vật liệu  $\text{SiO}_2$  [19].

### 2.1.2. Điều chế vật liệu $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$

Hòa tan 7,88 g  $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  trong 100 mL nước cất. Dung dịch  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (nồng độ 25%) được nhỏ từ từ vào dung dịch muối  $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3$  đến pH = 12, tiếp tục khuấy mạnh trong 2 giờ, sau đó thêm 3,02 gam  $\text{SiO}_2$  và khuấy thêm 2 giờ nữa, bọc kín cốc và tiếp tục ủ ở nhiệt độ phòng trong 48 giờ. Sau khi lọc, phần chất rắn được rửa nhiều lần bằng nước khử ion và sấy khô ở 100 °C trong không khí. Hỗn hợp chất rắn được nung ở 700 °C trong 4 giờ, thu được vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  [20]. Vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  được tổng hợp tương tự nhưng không có  $\text{SiO}_2$ .

### 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 (IR- 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). Diện tích bề mặt riêng được xác định bằng phương pháp hấp phụ - giải hấp phụ nitrogen (BET - TriStar 3000 V6.07 A).

### 2.3. Thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ đến sự phát triển rễ 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 02/01/2023 đến 30/6/2023.

- Bố trí thí nghiệm ở điều kiện tự nhiên ngoài đồng ruộng trên 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>.

- Công thức thí nghiệm (tính cho 1 ha):

+ Công thức I (ĐC): 15 tấn phân chuồng + 30N kg + 30P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg + 30K<sub>2</sub>O kg (nền).

+ Công thức II ( $\text{SiO}_2$ ): Nền + 1 gam  $\text{SiO}_2$ /1 lít dung dịch chitosan nồng độ 500 mg/L (pha trong 360 lít nước trước khi phun).

+ Công thức III ( $\text{Nd}_2\text{O}_3$ ): nền + 1 gam  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ /1 lít dung dịch chitosan nồng độ 500 mg/L (pha trong 360 lít nước trước khi phun).

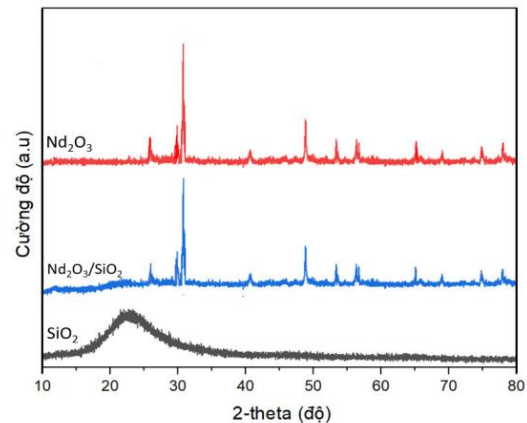
+ Công thức IV ( $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ ): nền + 1 gam  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ /1 lít dung dịch chitosan nồng độ 500 mg/L (pha trong 360 lít nước trước khi phun).

- Thời gian phun vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  và  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ : phun 1 lần trong kỳ khảo sát. Các vật liệu được hòa vào dung dịch chitosan theo tỉ lệ 1 gam vật liệu/1 lít dung dịch chitosan nồng độ 500 mg/L pha trong 360 lít nước trước khi phun và phun cho cây (phun lá) 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  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  và  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ , các vật liệu tổng hợp được đặc trưng bằng phương pháp nhiễu xạ tia X, kết quả được trình bày ở Hình 1.

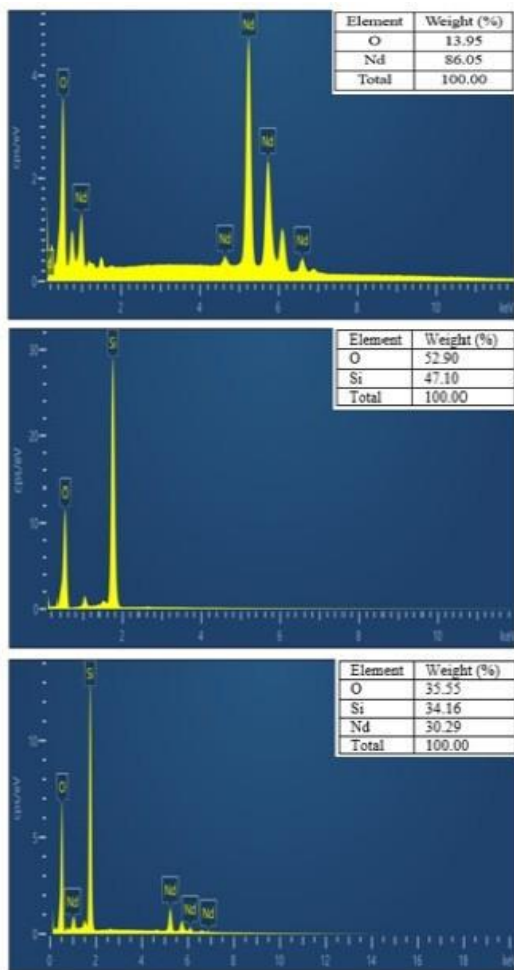


Hình 1. Giản đồ XRD của các vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  và  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ .

Trên giản đồ XRD của  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  cho thấy, xuất hiện các đỉnh nhiễu xạ được quan sát ở các góc 2-theta bằng 26,5; 29,8; 30,8; 40,5; 47,4 và 53,1° lần lượt tương ứng với các mặt (100); (002); (101); (102); (110); (103) [21, 22]. Đối với  $\text{SiO}_2$ , giản đồ nhiễu xạ tia X của  $\text{SiO}_2$  xuất hiện một đỉnh nhiễu xạ không sắc nét có độ

rộng bán phổ lớn với đỉnh nhiễu xạ ở góc 2-theta khoảng  $23^\circ$  [23, 24]. Trong khi đó, giản đồ nhiễu xạ tia X của các vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ , xuất hiện các đỉnh nhiễu xạ đặc trưng sắc nét cho hợp phần cho  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ , còn đỉnh nhiễu xạ đặc trưng cho  $\text{SiO}_2$  tại góc 2-theta khoảng  $23^\circ$  có cường độ rất yếu và không quan sát được rõ ràng, gần như chỉ xuất hiện đường gờ gề hơn so với  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ .

Để xác định thành phần các nguyên tố có mặt trong vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ , các vật liệu được đặc trưng bằng phổ EDX.

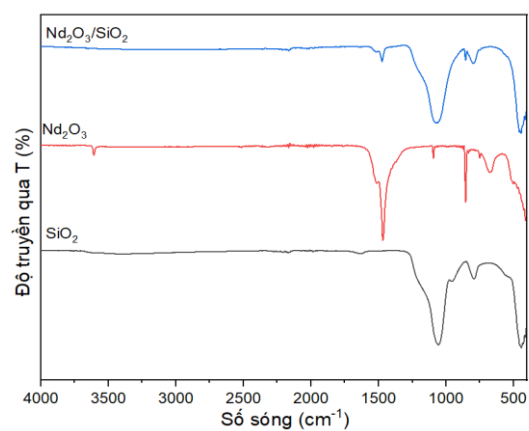


Hình 2. Phổ EDX của các vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  (a)  $\text{SiO}_2$  (b) và  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  (c).

Kết quả được trình bày ở Hình 2. Kết quả phổ tán xạ năng lượng tia X của các vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  và  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  ở Hình 2 chỉ ra

rằng, đỉnh đặc trưng cho nguyên tố Nd xuất hiện rõ nét tại mức năng lượng 4,62 keV, đỉnh đặc trưng cho Si xuất hiện tại mức năng lượng 1,88 keV, đỉnh đặc trưng cho O xuất hiện tại mức năng lượng 0,50 keV. Từ phổ EDX cho thấy, xuất hiện đầy đủ các đỉnh phổ đặc trưng cho cả hai hợp phần  $\text{SiO}_2$  và  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  trong vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ , không có sự xuất hiện của nguyên tố lạ [25].

Các đặc điểm liên kết trong vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  và  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  được khảo sát bằng phổ hồng ngoại, kết quả được trình bày ở Hình 3.

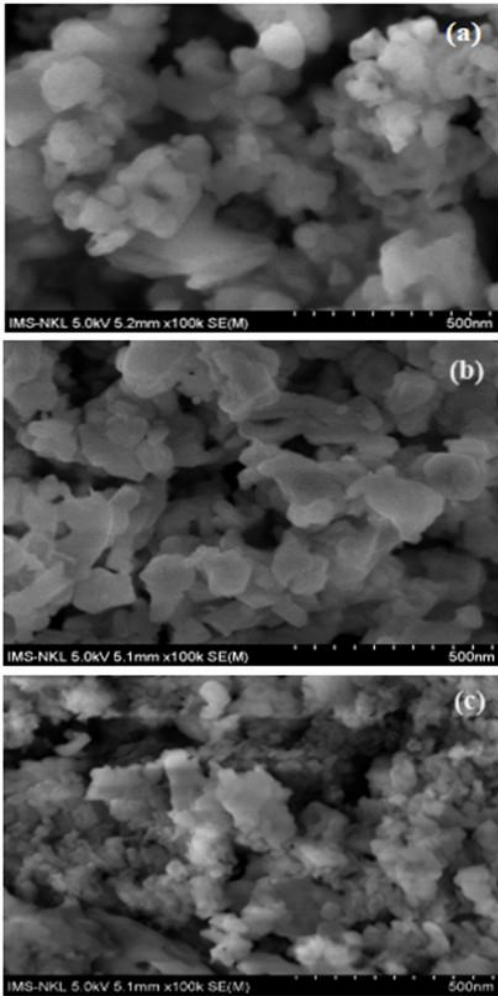


Hình 3. Phổ hồng ngoại của các vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  và  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ .

Phổ hồng ngoại của  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  cho thấy, xuất hiện các đỉnh phổ tại số sóng  $533\text{ cm}^{-1}$  ứng với dao động của liên kết Nd-O trong  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ , tại số sóng 858 và  $3600\text{ cm}^{-1}$  lần lượt ứng với dao động của nhóm carbonate và nhóm -OH [20, 26]. Còn đối với phổ hồng ngoại của  $\text{SiO}_2$  có đỉnh hấp thụ có cường độ mạnh ở số sóng  $1115\text{ cm}^{-1}$  đặc trưng cho dao động O-Si-O (siloxane), tại số sóng  $1594,73\text{ cm}^{-1}$  là ứng với dao động uốn của nhóm -OH, dao động ở số sóng khoảng  $800\text{ cm}^{-1}$  có thể là dao động của các nhóm Si-OH (silanol), từ  $475\text{ cm}^{-1}$  là dao động của Si-O [27]. Trong khi đó, trên phổ hồng ngoại của vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ , xuất hiện đầy đủ các đỉnh phổ đặc trưng cho hợp phần  $\text{SiO}_2$  với cường độ đủ mạnh, còn đối với  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  thì các đỉnh phổ có cường độ yếu hơn.

Hình ảnh bề mặt ngoài của các vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  và  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  được quan sát bằng

phương pháp SEM, kết quả được trình bày ở Hình 4. Ảnh SEM ở Hình 4 cho thấy, vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  gồm các hạt với đa dạng hình dáng khác nhau và có sự kết hợp lại với nhau tạo nên bề mặt khá gồ ghề; còn vật liệu  $\text{SiO}_2$  cũng gồm các hạt tạo ra bề mặt gồ ghề, lồi lõm. Đối với vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ , các hạt có sự phân tán và có kích thước đồng đều hơn so với vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  và  $\text{SiO}_2$  riêng lẻ.



Hình 4. Ảnh SEM của các vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  (a)  $\text{SiO}_2$  (b) và  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  (c).

### 3.2. Khả năng kích thích sinh trưởng của $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ đến rễ chính của Xáo tam phân

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  và  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  đến sự phát triển rễ chính của cây Xáo tam phân được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  và  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  đến sự phát triển rễ chính của cây Xáo tam phân

Công thức	Đơn vị	Kỳ khảo sát từ 02/01/2023 đến 30/6/2023	
		02/01/23	30/6/23
ĐC	cm	7,34	12,11
$\text{SiO}_2$	cm	7,34	15,12
$\text{Nd}_2\text{O}_3$	cm	7,34	17,56
$\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$	cm	7,34	26,12

Kết quả thực nghiệm ở Bảng 1 cho thấy, khi khảo sát khả năng phát triển rễ của cây Xáo tam phân có sử dụng  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  và  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  thì rễ chính đều dài hơn so với mẫu Xáo tam phân đối chứng. Cụ thể, chiều dài rễ chính Xáo tam phân của các mẫu ĐC,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  và  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  trong kỳ khảo sát thay đổi lần lượt là 12,11; 15,12; 17,56 và 26,12 cm. Điều này được giải thích là do, khi bón  $\text{SiO}_2$  cho cây chủ yếu làm tăng sự phát triển của cây [28], còn  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  thì tăng cường phát triển bộ rễ [6]. Do vậy, khi kết hợp cả  $\text{SiO}_2$  và  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  đã có sự kích thích hiệp trợ làm cho chiều dài rễ chính Xáo tam phân tăng lên đáng kể so với khi chỉ sử dụng  $\text{SiO}_2$  hoặc  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  riêng lẻ. Kết quả này cho thấy, có thể ứng dụng trong việc nghiên cứu phát triển cây Xáo tam phân.

### 4. Kết luận

Đã tổng hợp thành công vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  từ tiền chất là  $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3$  và  $\text{SiO}_2$  (điều chế từ quặng cát) bằng phương pháp nhiệt pha rắn. Kết quả khảo sát sự ảnh hưởng của  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  đến khả năng sinh trưởng của cây Xáo tam phân cho thấy, có sự tăng chiều dài rễ chính khi sử dụng vật liệu  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  so với mẫu  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  và đối chứng ĐC. Chiều dài rễ chính Xáo tam phân của các mẫu ĐC,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  và  $\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  trong kỳ khảo sát thay đổi lần lượt là 12,11; 15,12; 17,56 và 26,12 cm.

## Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo dưới đề tài cấp Bộ mã số CT2022.08.QNU.02 (thuộc Chương trình Khoa học và Công nghệ cấp Bộ).

## Tài liệu tham khảo

- [1] N. T. Le, P. V. Hai, Synthesis of Neodymium Glutamate Molybdate Complex and its Application to the Production of the Micronutrients Fertilizer for Sesame, *Journal of Science and Technology*, Vol. 31, No. 3, 2009, pp. 66-73.
- [2] L. M. Dai, D. V. Minh, The Results of Application of Rare Earth Microelements in Agriculture, Final Project Report, the National Center for Natural Science and Technology, 1999.
- [3] N. B. Tien, N. Y. Ninh, N. M. Phuong, M. C. Thuan, N. Q. Anh, D. T. Lien, Production of Rare Earth Micro-fertilizers Applying for the Growth of Tea, Collection of Reports of the 4<sup>th</sup> National Chemistry Conference, Chemical Symposium for Agriculture, Forestry and Fishery, 2004, pp. 9-13.
- [4] Horst Marschener, Mineral Nutrition of Higher Plants, Academic, Press London, Orlando, 1986, pp. 300-312.
- [5] J. B. Ning, S. L. Xiao, Effects of Rare Earth Elements Application on Day Lily, *Chinese Rare Earth*, Vol. 10, No. 5, 1989, pp. 52-54.
- [6] X. K. Tang, Z. Tong, Effects of Rare Earth Elements on Plant Root Growth and Activity, *Rare Metal*, Vol. 5, 1988, pp. 22-24.
- [7] 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, *Journal of Plant Nutrition*, Vol. 18, 1995, pp. 1977-1989.
- [8] E. S. C. Emmanuel, A. M. Ramachandran, A. D. Ravindran, M. Natesan, S. Maruthamuthu, Effect of some Rare Earth Elements on Dry Matter Partitioning, Nodule Formation and Chlorophyll Content in *Arachis Hypogaea* L. Plants, *AJCS*, Vol. 4, No. 9, 2010, pp. 670-675.
- [9] X. Pang, D. Li, A. Peng, Application of Rare-earth Elements in the Agriculture of China and its Environmental, *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 9, No. 2, 2002, pp. 143-148.
- [10] S. Ming, D. T. Linag, J. C. Yan, Z. L. Zhang, Z. C. Huang, Y. N. Xie, Fractionation of Rare Earth Elements in Plants and their Conceptive Model, *Science in Chinese C-Life Sciences*, Vol. 50, No. 1, 2007, pp. 47-55.
- [11] E. Epstein, A. J. Bloom, Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives, 2<sup>nd</sup> Edn, Sunderland: Sinauer Associates Inc, 2005.
- [12] E. Epstein, Silicon: Its Manifold Roles in Plants, *Ann, Appl. Biol.*, Vol. 155, 2009, pp. 155-160.
- [13] K. E. Richmond, M. Sussman, Got Silicon? The Non-essential Beneficial Plant Nutrient, *Curr, Opin, Plant Biol.*, Vol. 6, 2003, pp. 268-272.
- [14] P. H. Ho, An Illustrated Flora of Vietnam, Ho Chi Minh City Youth Publishing House, Vol. 2, 1999 (in Vietnamese).
- [15] T. T. T. Quynh, L. T. K. Thoa, P. D. Phuong, Solation of Coumarin from the Roots of *Paramignya Trimeria* (Oliv.) Burkill), *Journal of Medicinal Materials*, Vol. 54, No. 5, 2014, pp. 60-64 (in Vietnamese).
- [16] T. T. T. Quynh, N. T. Dung, P. P. Dong, Solation of some Acridone Alkaloids from the Roots of *Paramignya trimera* (Oliv.) Burkill), *Journal of Medicinal Materials*, Vol. 54, No. 6, 2014, pp. 61-64 (in Vietnamese).
- [17] D. T. Thao, N. T. Cuc, T. T. Huong, P. N. Khanh, N. T. Son, N. M. Cuong, Hepatoprotective Activities of *Paramignya Trimeria* Root Extract on the Mouse Model with the Liver Injury Caused by Paracetamol, *Journal of Science and Technology*, Vol. 1, No. 2, 2015, pp. 60-64 (in Vietnamese).
- [18] T. H. Duong, T. T. Phuong, H. D. Ly, N. T. Vy, D. V. Son, N. D. L. Hoa, Coumarin and Acridon Alkaloid from the Roots of *Paramignya Trimeria*, *VNU Journal of Science: Natural Sciences and Technology*, Vol. 32, No. 4, 2016, pp. 115-123 (in Vietnamese).
- [19] M. Triwikantoro, M. Z. Darminto, Synthesis of SiO<sub>2</sub> Nanopowders Containing Quartz and Cristobalite Phases from Silica Sands, *Materials Science-Poland*, Vol. 33. No. 1, 2015, pp. 47-55.
- [20] Y. Xin, Z. Wang, Y. Qi, Z. Zhang, S. Zhang, Synthesis of Rare Earth (Pr, Nd, Sm, Eu and Gd) Hydroxide and Oxide Nanorods (Nanobundles) by a Widely Applicable Precipitation Route, *Journal of Alloys and Compounds*, Vol. 507, No. 1, 2010, pp. 105-111.
- [21] J. Guo, M. Zhang, S. Yan, Y. Gao, G. Ma, J. Liu, Synthesis of Oxidized Acetylene Black/sulfur@Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Composite as Cathode Materials for Lithium-sulfur Batteries, *Journal of Nanoparticle Research*, Vol. 20, No. 12, 2018.
- [22] S. Ahmadi, L. Mohammadi, A. Rahdar, S. Rahdar, R. Dehghani, C. A. Igwegbe, G. Z.

- Kyzas, Acid Dye Removal from Aqueous Solution by Using Neodymium(III) Oxide Nanoadsorbents, *Nanomaterials*, Vol. 10, No. 3, 2020, pp. 556.
- [23] J. Cui, Y. Liang, D. Yang, Y. Liu, Facile Fabrication of Rice Husk Based Silicon Dioxide Nanospheres Loaded with Silver Nanoparticles as a Rice Antibacterial Agent, *Scientific Reports*, Vol. 6, No. 1, 2016.
- [24] R. K. Biswas, P. Khan, S. Mukherjee, A. K. Mukhopadhyay, J. Ghosh, K. Muraleedharan, Study of Short Range Structure of Amorphous Silica from PDF Using Ag Radiation in Laboratory XRD System, RAMAN and NEXAFS, *Journal of Non-Crystalline Solids*, Vol. 488, 2018, pp. 1-9.
- [25] S. Z. Ajabshir, S. M. Derazkola, M. S. Niasari,  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  - $\text{SiO}_2$  Nanocomposites: A Simple Sonochemical Preparation, Characterization and Photocatalytic Activity, *Ultrasonics Sonochemistry*, Vol. 42, 2018, pp. 171-182.
- [26] K. Suhailath, B. K. Bahuleyan, M. T. Ramesan, Synthesis, Characterization, Thermal Properties and Temperature-Dependent AC Conductivity Studies of Poly (Butyl Methacrylate)/Neodymium Oxide Nanocomposites, *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 2020.
- [27] M. Waseem, S. Mustafa, A. Naeem, K. H. Shah, I. Shah, Ihsan-uL-Haque, Synthesis and Characterization of Silica by Sol-gel Method, *J. Park, Mater. Soc.*, Vol. 3, No. 1, 2009, pp. 19.
- [28] V. D. Meena, M. Dotaniya, V. Coumar, S. Rajendiran, Ajay, S. Kundu, A. Subba Rao, A Case for Silicon Fertilization to Improve Crop Yields in Tropical Soils, *Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. B*, Vol. 84, 2014, pp. 505-518.