

# TỔNG HỢP NANO $\text{SiO}_2$ TỪ VỎ TRẤU BẰNG PHƯƠNG PHÁP THỦY NHIỆT VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA CHÚNG ĐẾN KHẢ NĂNG NẢY MẦM HẠT GIỐNG CÂY LẠC (*Arachis hypogaea* L.)

SYNTHESIS OF  $\text{SiO}_2$  NANO FROM RICE HUSK BY HYDROTHERMAL METHOD AND THEIR EFFECT ON THE GERMINATION ABILITY OF PEANUT SEEDS (*Arachis hypogaea* L.)

Nguyễn Giang Nam<sup>1,2</sup>, Nguyễn Thanh Bình<sup>3</sup>,  
Nguyễn Nho Dũng<sup>4</sup>, Nguyễn Mậu Thành<sup>5,\*</sup>

DOI: <https://doi.org/10.57001/huinh5804.2026.072>

## TÓM TẮT

Vỏ trấu có hàm lượng silica cao và có thể được sử dụng làm vật liệu chính để sản xuất nano-silica. Silicon (Si) tồn tại chủ yếu dưới dạng khoáng silicat, aluminosilicat hay silica/silicon dioxide ( $\text{SiO}_2$ ). Si thường được coi là một nguyên tố có lợi giúp cây trồng phát triển và giảm thiểu nhiều dạng căng thẳng sinh học và phi sinh học. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã tổng hợp được các hạt nano  $\text{SiO}_2$  từ vỏ trấu bằng phương pháp thủy nhiệt. Phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FT-IR), nhiễu xạ tia X (XRD), kính hiển vi điện tử quét (SEM) và quang phổ UV-vis đã sử dụng để phân tích các hạt nano  $\text{SiO}_2$  được tạo ra. Kết quả cho thấy bột silica là vô định hình với độ tinh khiết cao. Các hạt nano  $\text{SiO}_2$  này được sử dụng trong quá trình nảy mầm và phát triển rễ của hạt giống cây lạc (*Arachis hypogaea* L.). Các thí nghiệm cho thấy rằng, nano  $\text{SiO}_2$  cải thiện đáng kể sự nảy mầm và phát triển rễ của hạt giống cây lạc (*Arachis hypogaea* L.).

**Từ khóa:** Vỏ trấu, phương pháp thủy nhiệt, hạt nano silica, kích thích nảy mầm, hạt giống cây lạc (*Arachis hypogaea* L.).

## ABSTRACT

Rice husk has high silica content and can be used as the primary material for making nano-silica. Silicon (Si) exists mainly in the form of mineral silicates, aluminosilicates, or silica/silicon dioxide ( $\text{SiO}_2$ ). Si is generally considered a beneficial element that aids plant growth and relieves various abiotic and biotic stresses. In this study, we have been synthesized  $\text{SiO}_2$  nanoparticles from rice husk by hydrothermal method. Fourier transform infrared (FT-IR), X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), and UV-vis spectroscopy were used to analyze the produced  $\text{SiO}_2$  nanoparticles. The results show that silica powder is amorphous with high purity. These  $\text{SiO}_2$  nanoparticles were used in the germination and root development of peanut seeds (*Arachis hypogaea* L.). Experiments showed that,  $\text{SiO}_2$  nanoparticles significantly improved the germination and root development of peanut seeds (*Arachis hypogaea* L.).

**Keywords:** Rice husk, hydrothermal method, silica nanoparticles, germination, peanut seeds (*Arachis hypogaea* L.).

<sup>1</sup>Sở Giáo dục và Đào tạo Quảng Trị

<sup>2</sup>Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

<sup>3</sup>Viện Nghiên cứu Hạt nhân

<sup>4</sup>Trường Đại học Thể dục Thể thao Đà Nẵng

<sup>5</sup>Trường Đại học Quảng Bình

\*Email: [thanhnm@quangbinhuni.edu.vn](mailto:thanhnm@quangbinhuni.edu.vn)

Ngày nhận bài: 20/8/2025

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 25/10/2025

Ngày chấp nhận đăng: 30/3/2026

## 1. MỞ ĐẦU

Lạc hay đậu phộng, đậu phụng (*Arachis hypogaea* L.) là loài cây thực phẩm thuộc họ Leguminosae và phân họ

Papilionacea, đây là một loại cây họ đậu có nguồn gốc từ Nam Mỹ nhưng hiện được trồng ở nhiều môi trường khác nhau trên sáu lục địa rải khắp thế giới [1]. Bởi nó cho thấy

giá trị dinh dưỡng cao, cung cấp nhiều dầu (45%), protein (26 - 28%), carbohydrate (20%) và chất xơ (5%) cho cả người và động vật [2]. Cây lạc được trồng ở Việt Nam từ lâu và là cây lấy dầu đứng thứ nhất về diện tích, sản lượng và xuất khẩu; hàng năm đóng góp khá lớn vào tổng giá trị kim ngạch xuất khẩu nông sản của nước ta [3]. Mà phân bón hóa học đã được sử dụng rộng rãi nhưng rất khó để đạt được năng suất cao và bền vững cho cây lạc vì nguồn cung cấp các chất dinh dưỡng đa lượng như nitrogen (N), phosphorus (P) và potassium (K) thường không cân bằng, các chất dinh dưỡng vi lượng cũng có thể bị thiếu. Hơn nữa độ phì nhiêu của đất có thể xấu đi khi sử dụng phân NPK trong thời gian dài, dẫn đến đất bị axit hóa, tính ổn định của đất kém và hàm lượng các chất vi lượng thiết yếu cũng thấp, nên ảnh hưởng đến năng suất và hiệu quả kinh tế của giống lạc [4]. Trong những năm gần đây, công nghệ nano đã xuất hiện trong cuộc sống hàng ngày của chúng ta, bao gồm cả y học, hàng không vũ trụ, vật liệu công nghiệp,... [5]. Đáng chú ý, công nghệ nano có thể thay đổi đáng kể việc sản xuất lương thực trong nông nghiệp trên toàn thế giới [6]. Các hạt nano (đường kính từ 1 - 100nm) đã được chứng minh là có thể đẩy nhanh quá trình nảy mầm của hạt giống cây trồng [7]. Các hạt này có thể hòa tan hoặc không hòa tan trong huyền phù. Cả hai đều được sử dụng trong nông nghiệp ở nhiều giai đoạn phát triển của cây, bao gồm cả quá trình nảy mầm của hạt giống [8] và cây trưởng thành [9]. Vì chúng có thể giải phóng một lượng nhỏ ion kim loại để bổ sung dinh dưỡng cho cây hoặc cải thiện khả năng chịu đựng tác động của ngoại cảnh để thúc đẩy sự phát triển của cây [10]. Ngoài ra, phân bón nano còn ngăn ngừa sự rửa trôi hoặc bay hơi các chất dinh dưỡng, do đó duy trì độ phì nhiêu của đất lâu hơn so với phân bón thông thường [11].

Nano silica/silicon dioxide ( $\text{SiO}_2$ ) có các tính chất hóa học và vật lý điển hình như diện tích bề mặt lớn, độ phân tán và cách điện cao... khiến chúng trở nên hấp dẫn trong nhiều ứng dụng [12]. Trong nông nghiệp nó được sử dụng làm thuốc trừ sâu, chất mang trong quá trình phân phối thuốc, giúp hấp thụ, vận chuyển các nguyên tố dinh dưỡng và kích thích nảy mầm,... [13]. Mặt khác, trấu là lớp vỏ ngoài của hạt lúa bị loại bỏ trong quá trình xay xát, đây là nguồn nguyên liệu tự nhiên giàu silica ( $\text{SiO}_2$ ) và được xem là chất thải nông nghiệp, nên nó là nguồn cung cấp silica có cấu trúc nano với chi phí thấp [14, 15]. Có nhiều kỹ thuật đã được báo cáo để thu được nano  $\text{SiO}_2$  bao gồm phương pháp khuôn mẫu [16], lắng đọng hơi hóa học [17], kéo sợi tĩnh điện [18], xúc tác kim loại [19] và nhiệt bay hơi [20]. Tuy nhiên, những phương pháp này có thể gặp phải hai vấn đề chính là chúng có

thể vô tình đưa thêm những chất không mong muốn vào sản phẩm phản ứng, hay có chi phí cao do cần các thiết bị chịu nhiệt độ và áp suất lớn. Do đó, phương pháp thủy nhiệt thu hút nhiều sự chú ý hơn đối với việc tổng hợp nano  $\text{SiO}_2$  vì nó cho phép các điều kiện phản ứng đơn giản, dụng cụ nhẹ nhàng và vận hành dễ dàng [21]. Vì vậy, trong bài báo này chúng tôi đề cập đến các kết quả nghiên cứu chi tiết hơn về tổng hợp nano  $\text{SiO}_2$  từ vỏ trấu bằng phương pháp thủy nhiệt và ảnh hưởng của chúng đến khả năng nảy mầm hạt giống cây lạc (*Arachis hypogaea* L.).

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Hóa chất và thiết bị

Các hóa chất sử dụng trong nghiên cứu là các hóa chất tinh khiết được mua từ Hãng Merck, Đức gồm: Nitric acid ( $\text{HNO}_3$ ), zinc nitrate hexahydrate ( $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ). Còn hydrochloric acid (HCl), sodium hypochlorite ( $\text{NaClO}$ ), ethylene diamine ( $\text{C}_2\text{H}_4(\text{NH}_2)_2$ ), ethanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) được mua từ Hãng Guangzhou, Trung Quốc. Nước cất hai lần (cất trên thiết bị cất nước Fistream Cyclon, England) được sử dụng để pha chế hóa chất và tráng, rửa các dụng cụ thủy tinh. Hạt lạc giống L14, do Công ty Cổ phần Tổng công ty Nông nghiệp Quảng Bình cung cấp, đảm bảo tiêu chuẩn theo QCVN 01- 48:2011/BNNPTNT - Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về Chất lượng hạt giống lạc. Cốc thủy tinh chịu nhiệt 100mL, 200mL, 500mL, micropipet các loại, cốc niken có nắp, cân phân tích, máy khuấy từ gia nhiệt, máy lắc, cối chày mã não, lò nung, tủ sấy, bình thủy nhiệt (bộ Autoclave).

Nghiên cứu vật liệu tổng hợp được bằng các phương pháp vật lý hiện đại như: Cấu trúc tinh thể đặc trưng bởi sự nhiễu xạ tia X (XRD) của mẫu được ghi trên máy D8-Advance, Bruker với tia phát xạ  $\text{CuK}_\alpha$  có bước sóng  $\lambda = 1,5406\text{\AA}$ . Hình thái sản phẩm quan sát bằng quét kính hiển vi điện tử (SEM) được thực hiện trên SEM-JEOL-JSM 5410 LV (Nhật) ở 10kV. Bên cạnh đó, vật liệu được nhận dạng bởi phổ hồng ngoại và ghi trên máy IR-Prestige-21(Shimadzu) trong khoảng 400 đến  $4000\text{cm}^{-1}$ . Nồng độ của các hạt  $\text{SiO}_2$  trong dung dịch lọc được xác định bằng máy quang phổ hấp thụ phân tử UV-vis (UV-1800, Nhật Bản).

### 2.2. Tổng hợp nano $\text{SiO}_2$ từ vỏ trấu bằng phương pháp thủy nhiệt

Bước 1: Vỏ trấu sau khi đã được rửa sạch, sấy khô đem ngâm với dung dịch  $\text{HNO}_3$  1M trong 24 giờ để loại bỏ các kim loại nặng. Vỏ trấu sau khi ngâm  $\text{HNO}_3$  được rửa sạch nhiều lần bằng nước cất, sấy khô hoàn toàn ở nhiệt độ  $70^\circ\text{C}$  và bảo quản trong bình hút ẩm.

Bước 2: Cho vỏ trấu sau khi xử lý ở bước một vào cốc sứ chịu nhiệt, rồi đưa vào lò nung và duy trì nhiệt độ ở 700°C trong 3 giờ, sau đó để nguội tự nhiên, thu được vật liệu có màu trắng ký hiệu là RHA. Lấy RHA nghiền mịn thành bột rồi cân 2 g bột RHA đem trộn đều với 10g  $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ , tiếp tục nghiền kỹ sau đó được nung ở 400°C trong 4 giờ để thu được hỗn hợp bột (RHA/ZnO).

Bước 3: Cho 4g bột RHA/ZnO vào bình teflon 250mL rồi thêm 65mL nước cất hai lần và 105 mL dung dịch ethylene diamine. Thủy phân hỗn hợp trên bằng cách cho bộ Autoclave có chứa dung dịch trên vào lò nung. Tiến hành gia nhiệt ở nhiệt độ là 200°C với thời gian 5 giờ, rồi để nguội tự nhiên ở nhiệt độ phòng.

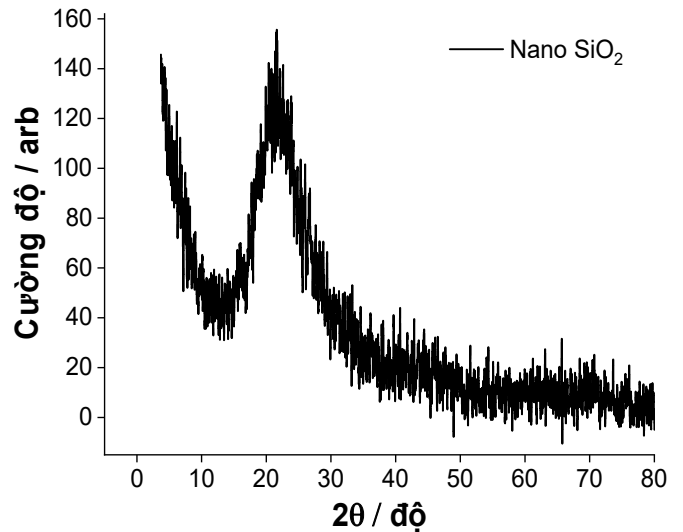
Bước 4: Dung dịch thu được đem ly tâm và rửa sạch bằng nước cất nhiều lần rồi cho vào cốc thủy tinh chứa 200 mL dung dịch HCl 4M, và khuấy trên máy khuấy từ trong 2 giờ. Tiếp theo gạn lấy kết tủa rồi rửa bằng ethanol và nước cất nhiều lần đến pH ≈ 7. Cuối cùng sản phẩm được sấy khô ở 70 °C trong vòng 12 giờ, nghiền mịn ta được các hạt nano SiO<sub>2</sub> màu trắng sữa [22, 23].

Do các hạt nano SiO<sub>2</sub> có xu hướng kết tụ mạnh trong môi trường trung tính, dung dịch huyền phù sau tổng hợp nên được điều chỉnh đến độ pH 9,5 - 10,0 bằng NaOH (0,1M). Khi pH ở vùng kiềm, thì bề mặt SiO<sub>2</sub> được khử proton hoàn toàn ( $\equiv Si-OH \rightarrow \equiv Si-O^-$ ), giúp tăng mật độ điện tích âm và tạo lực đẩy tĩnh điện giữa các hạt. Điều kiện này đã được chứng minh là giúp ổn định các hạt nano SiO<sub>2</sub> dạng keo mà không cần bổ sung thêm chất hoạt động bề mặt hữu cơ [27]. Bên cạnh đó, dung dịch sau khi điều chỉnh pH được khuấy từ trong thời gian 20 phút và xử lý siêu âm 10 phút trước khi pha loãng đến các nồng độ làm thí nghiệm (0,2; 0,5; 1,0 và 2,0g/L). Hệ huyền phù thu được ổn định tốt trong suốt thời gian tiến hành thí nghiệm và không ghi nhận hiện tượng lắng đáng kể. Các hạt nano được sử dụng trực tiếp sau khi chuẩn bị và được siêu âm nhẹ 3 - 5 phút trước mỗi lần xử lý hạt lạc để bảo đảm trạng thái phân tán đồng đều.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Đặc trưng các vật liệu bằng kết quả XRD

Phương pháp nhiễu xạ tia X là một trong những phương pháp thường được sử dụng để mô tả đặc điểm, nhận dạng cấu trúc, độ tinh thể của vật liệu và nó còn cho phép tính toán kích thước của hạt có trong vật liệu. Kết quả phân tích bằng kỹ thuật XRD của các hạt nano SiO<sub>2</sub> tổng hợp bằng phương pháp thủy nhiệt, thay đổi cường độ theo hàm của góc hai theta (2θ) từ 10° đến 80° được thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Biểu đồ XRD của nano SiO<sub>2</sub>

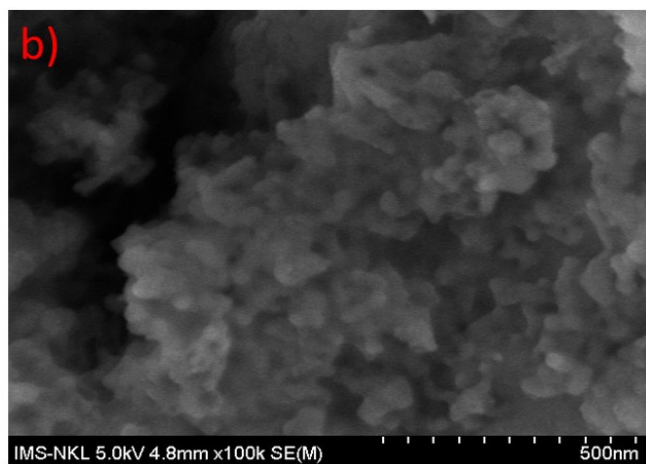
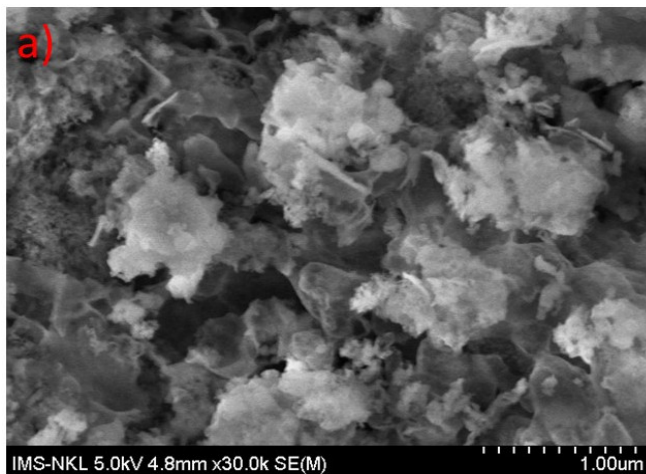
Biểu đồ nhiễu xạ XRD ở hình 1 cho thấy có một đỉnh rộng tại  $2\theta = 15 - 27^\circ$  đối với các hạt nano silica, điều này xác minh rằng nó có cấu trúc vô định hình. Có thể thấy rằng dải tán xạ rộng cao nhất được quan sát thấy ở giá trị  $2\theta$  khoảng  $21,5^\circ$  và không có đỉnh nhiễu xạ Bragg nào khác liên quan đến silica, chứng tỏ độ tinh khiết cao của các hạt nano SiO<sub>2</sub> mà chúng tôi tổng hợp được. Và giá trị  $2\theta$  này phù hợp với các quan sát trước đó của M. E. Carneiro và cộng sự [24] thu được nano silica từ cây cỏ đuôi Ngựa (*Equisetum arvenses*) được tổng hợp theo phương pháp nung. Hay nhóm tác giả N Setyawan và cộng sự [25] cũng thu được nano silica từ vỏ trấu nhưng được tổng hợp theo phương pháp sol-gel. Bên cạnh đó, kích thước của các hạt được ước tính bằng một nửa chiều rộng của đỉnh ( $\rho$ ) bằng cách sử dụng công thức Scherrer-Debye [26]:  $D = \frac{0,89 \times \lambda}{\rho \times \cos(\theta)}$  (1). Trong đó: D là kích thước

tinh thể trung bình (nm),  $\lambda$  là bước sóng tia X là 1,5418 Å,  $\rho$  là độ bán rộng bán chiều cao đỉnh (full-width half-maximum - FWHM) tính bằng radian,  $\theta$  là góc nhiễu xạ tương ứng (Góc Bragg) cũng được tính bằng radian. Và giá trị kích thước hạt của nano silica được tìm thấy là khoảng 11nm. Điều đó cho thấy vật liệu nano silica này nằm trong phạm vi kích thước nano nên phù hợp để sử dụng chúng trong việc thúc đẩy tỷ lệ nảy mầm của hạt giống, sức sống của cây con và ức chế sự phát triển của vi khuẩn có hại nhằm tăng cường sự phát triển của cây trồng so với các nguồn Si thông thường [27].

#### 3.2. Đặc trưng các vật liệu bằng ảnh SEM

Để quan sát được hình thái học bề mặt của vật liệu, chúng tôi tiến hành khảo sát vật liệu nano silica qua ảnh hiển vi điện tử quét SEM với các độ phóng đại khác nhau, với

kích thước 1µm và 500nm, được thể hiện lần lượt trong hình 2a và 2b.

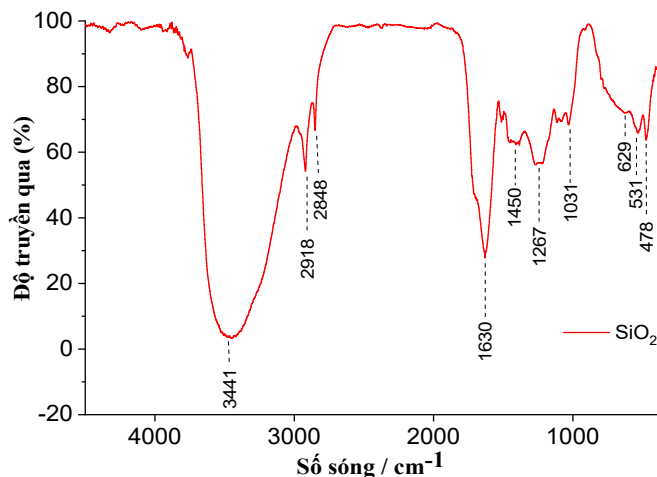


Hình 2. Ảnh SEM của vật liệu ở các độ phóng đại khác nhau

Từ hình 2 cho thấy các hạt nano silica có độ tinh khiết cao được hình thành bởi sự hiện diện của các khối kết tụ có hình dạng không đều với kích thước trung bình là < 50nm và sự hiện diện của một số hạt hình cầu phân bố trong cấu trúc xốp. Hơn nữa tỷ lệ bề mặt trên thể tích của hạt nano silica cao, điều này có thể là do lực liên kết phân tử giữa các hạt mạnh hơn so với lực hấp dẫn [28]. Bên cạnh đó, các vật liệu này thường có sự lan rộng của các hạt nano ở cấp độ sơ cấp (5 - 50nm) bằng liên kết hóa học hay hiệu ứng cộng hưởng. Do đó, các hạt nano silica đã được kết tụ.

**3.3. Đặc trưng vật liệu bằng phương pháp FT-IR**

Phương pháp phổ hồng ngoại (Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FT-IR) là một kỹ thuật thường được dùng để phân tích định tính sự có mặt của các liên kết hữu cơ và vô cơ trong mẫu vật liệu. Phân tích phổ hồng ngoại cho ta xác định được vị trí của các vân phổ, cường độ và hình dạng của vân phổ. Kết quả phân tích bằng FT-IR được thể hiện trên hình 3.



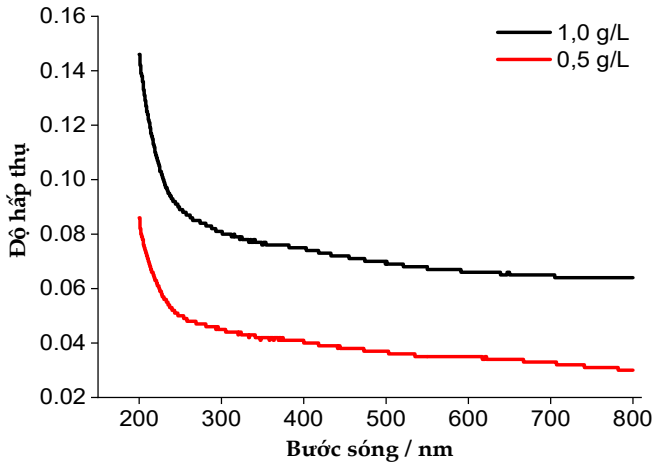
Hình 3. Phổ FT-IR của vật liệu nano SiO<sub>2</sub>

Qua hình 3 cho thấy, các đỉnh chỉ ra các nhóm chức đặc trưng cho các liên kết hóa học khác nhau có trong hạt nano SiO<sub>2</sub> tổng hợp được. Cụ thể có bảy đỉnh hấp thụ chính trong phạm vi 3441cm<sup>-1</sup>, 2918cm<sup>-1</sup>, 2848cm<sup>-1</sup>, 1630cm<sup>-1</sup>, 1450cm<sup>-1</sup>, 1261cm<sup>-1</sup>, 1031cm<sup>-1</sup>, 629cm<sup>-1</sup>, 531cm<sup>-1</sup> và 478cm<sup>-1</sup> tương ứng với các các chế độ dao động sau: Đỉnh rộng ở 3448cm<sup>-1</sup> và đỉnh ở 1630cm<sup>-1</sup> được gán cho dao động uốn cong và kéo dài của nhóm hydroxyl liên kết với phân tử nước (H-O-H ...-OH), đây là sự hấp phụ nước trên bề mặt của các hạt nano SiO<sub>2</sub> [29] (OSiO...H-O-H). Và hai đỉnh hấp thụ chiếm ưu thế ở 1450 và 1267cm<sup>-1</sup> là do các liên kết (Si ± O ± Si) [30]. Còn các đỉnh tại 2918 và 2848cm<sup>-1</sup>, chỉ ra rõ ràng sự biến đổi hữu cơ của bề mặt hạt nano và hạt nano silica thu được ở trạng thái vô định hình. Hơn nữa, các đỉnh tại 1031, 629cm<sup>-1</sup> lần lượt là do các liên kết dao động kéo dài không đối xứng, đối xứng và uốn cong của Si-O-Si [31]. Như vậy, có thể nói rằng việc tổng hợp nano SiO<sub>2</sub> bằng phương pháp thủy nhiệt sử dụng Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> để hoạt hoá có sản phẩm hoàn toàn tương đồng với các nghiên cứu đã được công bố trước đây. Do đó, phép đo này cũng phù hợp để xác nhận cấu trúc với sự hình thành vật liệu nano silica.

**3.4. Đặc trưng bằng phương pháp phổ phản xạ khuếch tán UV-vis**

Theo tán xạ Rayleigh, các hạt nano tổng hợp tán xạ ánh sáng một cách đàn hồi do kích thước của chúng nhỏ hơn nhiều so với bước sóng của ánh sáng [32]. Có nhiều yếu tố quyết định tính chất quang học của các hạt nano, chẳng hạn như góc tới/tán xạ, chiết suất, bước sóng, khoảng cách giữa các hạt,... Tuy nhiên, kích thước hạt và bước sóng tới là các thông số quan trọng đối với khả năng hấp thụ của chúng. Khả năng hấp thụ của các hạt nano phụ thuộc rất nhiều vào dải bước sóng. Sau khi thủy nhiệt, các hạt nano SiO<sub>2</sub> đã được nghiên cứu bằng

phương pháp quang phổ UV-Vis. Nồng độ nano SiO<sub>2</sub> 0,5g/L và 1,0 /L lần lượt được phân tán trong nước cất hai lần thông qua siêu âm, sau đó chuyển vào cuvet và quét quang phổ được thực hiện trong phạm vi bước sóng 200 - 800 nm để tìm bước sóng cho độ hấp thụ tối đa, và kết quả được thể hiện ở hình 4.



Hình 4. Phổ phản xạ khuếch tán UV-vis của nano SiO<sub>2</sub>

Từ hình 4 có thể thấy rằng cường độ phổ hấp thụ của các hạt nano SiO<sub>2</sub> tổng hợp được liên tục giảm theo bước sóng mà không có bất kỳ đỉnh peak rõ ràng nào cho cả hai nồng độ khác nhau. Cho thấy sự hình thành khá hoàn chỉnh của mạng tứ diện Si-O-Si trên bề mặt SiO<sub>2</sub> dẫn đến không có hiện tượng quang học trong các hạt nano SiO<sub>2</sub>, điều này phù hợp với quan sát trước đó của Yingjie Ren và cộng sự [33] về nano silica tinh khiết. Bên cạnh đó có thể thấy rằng, cường độ của đối với các hạt nano silica ở nồng độ 1,0g/L cao hơn một chút so với các hạt nano silica ở nồng độ 0,5g/L, nên dung dịch nano silica có nồng độ lớn hơn thì có khả năng hấp thụ tia UV cao hơn.

**3.5. Khả năng kích thích nảy mầm hạt giống cây lạc (*Arachis hypogaea L.*) của nano SiO<sub>2</sub>**

Tỉ lệ nảy mầm và chiều dài rễ là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá khả năng phát triển cũng như năng suất của hạt khi gieo trồng. Bên cạnh đó, đặc tính sinh dưỡng của cây trồng, khi xử lý nano SiO<sub>2</sub> đã nâng cao quá trình trao đổi chất tổng thể cho cây trồng. Như vào năm 2023, A. A. Sembada và cộng sự [27] đã báo cáo rằng khi hạt cà chua (*Lycopersicon esculentum*) được tác động bởi các hạt nano silica thì tỉ lệ nảy mầm tăng lên, thời gian nảy mầm giảm và sức sống được tăng cường. Hay sự nảy mầm của hạt đậu cô ve (*Phaseolus vulgaris*) trên giấy lọc cũng đã được chứng minh là được tăng cường khi được sử dụng nano silica [34]. Nên để xác định ảnh hưởng của các nồng độ nano SiO<sub>2</sub> đến quá trình nảy mầm và sự phát triển rễ của hạt giống cây lạc (*Arachis hypogaea L.*). Chúng tôi tiến hành

làm thí nghiệm gồm 5 nghiệm thức, bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên, lặp lại 3 lần, mỗi công thức tiến hành trên 60 hạt giống cây lạc (*Arachis hypogaea L.*) thực hiện ở nhiệt độ phòng, với các nghiệm thức như sau: Nghiệm thức 0: Ngâm hạt trong nước sạch nhằm đối chứng; Còn nghiệm thức 1, 2, 3 và 4 thì ngâm hạt trong dung dịch có nồng độ nano SiO<sub>2</sub> lần lượt là 0,2; 0,5; 1,0 và 2,0g/L.

Trước khi thử nghiệm, để tránh nhiễm bẩn bề mặt, hạt giống được khử trùng bề mặt bằng sodium hypochlorite (NaClO) 4% và sau đó rửa sạch bằng nước cất. Rồi tiến hành ngâm hạt trong dung dịch đã pha với các nồng độ khác nhau của các nghiệm thức (NT) trên để làm thí nghiệm. Thời gian ngâm hạt cho các nghiệm thức thí nghiệm là 24 giờ. Sau khi ngâm đủ thời gian 24 giờ, vớt hạt ra rồi rửa sạch lớp màng trên các vỏ hạt bằng nước cất, để ráo và ủ vào giấy báo sạch, gấp kín theo từng nghiệm thức, rồi đặt lên cùng một khay, để trong điều kiện thoáng mát ở nhiệt độ phòng cho hạt nảy mầm. Theo dõi đến ngày thứ 3, 5 và 7 thì kiểm tra, kết quả được, thể hiện qua bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của các nồng độ nano SiO<sub>2</sub> khác nhau đến tỷ lệ nảy mầm và sự phát triển chiều dài rễ hạt giống cây lạc (*Arachis hypogaea L.*) vào các ngày thứ 3, 5 và 7

Nghiệm thức	SiO <sub>2</sub> (g/L)	3 ngày		5 ngày		7 ngày	
		Tỷ lệ nảy mầm (%)	Chiều dài rễ (mm)	Tỷ lệ nảy mầm (%)	Chiều dài rễ (mm)	Tỷ lệ nảy mầm (%)	Chiều dài rễ (mm)
NT0	0	86,7	10,68 ± 0,95*	95,0	28,72 ± 1,64	100	34,83 ± 1,86
NT1	0,2	90,0	10,82 ± 0,86	98,3	30,13 ± 1,34	100	36,62 ± 1,60
NT2	0,5	90,0	11,37 ± 0,81	100	31,45 ± 1,45	100	37,90 ± 1,66
NT3	1,0	91,7	11,72 ± 0,79	100	32,75 ± 1,38	100	38,13 ± 1,45
NT4	2,0	93,3	11,95 ± 0,77	100	33,47 ± 1,31	100	40,17 ± 1,43

NT1: Nghiệm thức đối chứng; \*SD: Độ lệch chuẩn tương đối

Từ bảng 1 cho thấy, khi nồng độ nano SiO<sub>2</sub> tăng từ 0 - 2g/L thì cả tỷ lệ nảy mầm và chiều dài rễ hạt giống cây lạc (*Arachis hypogaea L.*) đều có xu hướng tăng. Cụ thể, vào ngày thứ 3, tỷ lệ nảy mầm tăng dần khi nồng độ nano SiO<sub>2</sub> tăng lên. Từ 86,7% ở nghiệm thức đối chứng (NTO) lên đến 93,3% ở nghiệm thức NT4 (2,0g/L). Đến ngày thứ 5, tỷ lệ nảy mầm tiếp tục tăng lên, đạt 100% ở các nghiệm thức từ NT2 (0,5g/L) đến NT4 (2,0g/L). Và tất cả các nghiệm thức

đều đạt tỷ lệ nảy mầm 100% vào ngày thứ 7. Điều này cho thấy nano SiO<sub>2</sub> có tác dụng thúc đẩy quá trình nảy mầm của hạt giống cây lạc (*Arachis hypogaea* L.). Bởi các hạt nano có vai trò quan trọng tạo ra một loạt các thay đổi sinh hóa cần thiết trong hạt giống để bắt đầu quá trình nảy mầm, chẳng hạn như phá vỡ trạng thái ngủ đông, thủy phân hoặc chuyển hóa chất ức chế, hấp thụ và hoạt hóa enzyme, hay tạo ra các loại oxy phản ứng/reactive oxygen species (ROS) là sản phẩm phụ của quá trình chuyển hóa tế bào [35]. Bên cạnh đó, chiều dài rễ cũng tăng dần khi nồng độ nano SiO<sub>2</sub> tăng lên. Cụ thể, vào ngày thứ 3, chiều dài rễ có tăng nhưng không đáng kể, từ 10,68 mm (NTO) lên đến 11,95mm (NT4). Chúng tôi cho rằng, trong giai đoạn này sự phát triển rễ có thể chậm hơn so với giai đoạn sau, khi cây đã thiết lập hệ thống rễ cơ bản. Mặc dù nano SiO<sub>2</sub> có thể thúc đẩy sự phát triển rễ, nhưng tác động này có thể cần thời gian để thể hiện rõ ràng. Đến ngày thứ 5, thì chiều dài rễ tăng từ 28,72mm (NTO) lên đến 33,47mm (NT4). Và chiều dài rễ tiếp tục tăng, đạt 40,17 mm ở nghiệm thức NT4 vào ngày thứ 7 nên giữa các nghiệm thức trở nên rõ ràng hơn khi thời gian tăng lên. Điều này một lần nữa cho thấy, khi nồng độ nano SiO<sub>2</sub> càng cao, thì hiệu quả càng rõ rệt đối với sự phát triển chiều dài rễ hạt giống cây lạc (*Arachis hypogaea* L.) theo thời gian. Tuy nhiên, những thí nghiệm này mới chỉ thực hiện với nồng độ nano SiO<sub>2</sub> từ 0 đến 2,0g/L. Do đó, các nghiên cứu tiếp theo cần mở rộng dải nồng độ khảo sát để xác định nồng độ tối ưu, đồng thời đánh giá ngưỡng an toàn đối với sự nảy mầm và sinh trưởng của cây lạc.

#### 4. KẾT LUẬN

Đã tổng hợp thành công các hạt nano silica/silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>) từ vỏ trấu bằng phương pháp thủy nhiệt sử dụng Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> để kích hoạt. Các công cụ lý hoá hiện đại khác nhau được sử dụng để đặc tính hóa những hạt nano ZnO này. Các thiết bị này là phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FT-IR), nhiễu xạ tia X (XRD), quang phổ UV-vis và kính hiển vi điện tử quét (SEM). Sự hiện diện của các hạt nano và các nhóm chức khác đã được quan sát thấy từ kết quả FT-IR. Từ kết quả XRD, sử dụng phương trình Debye-Scherrer cho thấy vật liệu được tạo ra ở quy mô nano với kích thước hạt trung bình khoảng 11nm. Hình thái, phân bố của nano SiO<sub>2</sub> được đánh giá bằng ảnh SEM và cho thấy sự hiện diện của một số hạt hình cầu phân bố trong cấu trúc xốp, có hình dạng không đều. Độ hấp thụ và tinh khiết của các hạt nano được xác định bằng quang phổ UV-vis. Bước đầu thử nghiệm kích thích tăng trưởng sự nảy mầm của hạt giống cây lạc (*Arachis hypogaea* L.) và cho thấy, nano SiO<sub>2</sub> có tác động tích cực đến sự phát triển

ban đầu của cây lạc, thúc đẩy cả quá trình nảy mầm, rút ngắn thời gian nảy mầm và tăng trưởng chiều dài hệ rễ. Những phát hiện này có thể cung cấp thêm nguồn phân bón để cải thiện nền nông nghiệp bền vững.

#### LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn sự tài trợ của Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Quảng Bình, theo hợp đồng Thực hiện Nhiệm vụ Khoa học và Công nghệ, số 34-24/HĐ-KHCN ngày 02 tháng 10 năm 2024.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Kiran Kumar Sharma, Pooja Bhatnagar-Mathur, "Peanut (*Arachis hypogaea* L.)," *Agrobacterium Protocols*, 347-358, 2006.
- [2]. Ahmed M Abdelghany, Aly AA El-Banna, Ehab AA Salama, Muhammad Moaaz Ali, Asma A Al-Huqail, Hayssam M Ali, Lidia Sas Paszt, Gawhara A El-Sorady, Sobhi F Lamloom, "The individual and combined effect of nanoparticles and biofertilizers on growth, yield, and biochemical attributes of peanuts (*Arachis hypogaea* L.)," *Agronomy*, 12(398), 1-18, 2022.
- [3]. Nguyễn Xuân Trường, Trần Thị Đào, Tạ Hà Trang, Nguyễn Thanh Huyền, Ngô Thị Vân Anh, Nguyễn Xuân Cảnh, "Phân lập và nghiên cứu đặc điểm sinh học của chủng nấm sclerotium rolfsii gây bệnh thối gốc lạc," *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 20(12), 1659-1671., 2022.
- [4]. Wang Xiaobing, Liu Wuxing, Li Zhengao, Teng Ying, Peter Christie, Luo Yongming, "Effects of long-term fertilizer applications on peanut yield and quality and plant and soil heavy metal accumulation," *Pedosphere*, 30(4), 555-562, 2020.
- [5]. Niranjani Chaurasia, "Nanotechnology and nanomaterials in everyday life," *J. Res. Sci. Eng*, 6, 1560-1562, 2017.
- [6]. Yaqi Jiang, Pingfan Zhou, Peng Zhang, Muhammad Adeel, Noman Shakoore, Yuanbo Li, Mingshu Li, Manlin Guo, Weichen Zhao, Benzhen Lou, "Green synthesis of metal-based nanoparticles for sustainable agriculture," *Environmental Pollution*, 309, 119755, 2022.
- [7]. Manzer H Siddiqui, Mohamed H Al-Wahaibi, "Role of nano-SiO<sub>2</sub> in germination of tomato (*Lycopersicon esculentum* seeds Mill.)," *Saudi Journal of Biological Sciences*, 21(1), 13-17, 2014.
- [8]. Ruixin Li, Jinxia He, Hongguo Xie, Wenxia Wang, Santosh Kumar Bose, Yeqing Sun, Jianen Hu, Heng Yin, "Effects of chitosan nanoparticles on seed germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.)," *International journal of biological macromolecules*, 126, 91-100, 2019.
- [9]. Jose R Peralta-Videa, Jose A Hernandez-Viezcas, Lijuan Zhao, Baltazar Corral Diaz, Yuan Ge, John H Priester, Patricia Ann Holden, Jorge L Gardea-Torresdey, "Cerium dioxide and zinc oxide nanoparticles alter the nutritional value of soil cultivated soybean plants," *Plant Physiology Biochemistry*, 80, 128-135, 2014.
- [10]. Md Rashid Al-Mamun, Md Rafiul Hasan, Md Sohel Ahommed, Md Sadek Bacchu, Md Romzan Ali, Md Zaved Hossain Khan, "Nanofertilizers towards sustainable agriculture and environment," *Environmental Technology Innovation*, 23, 101658, 2021.

- [11]. Ali Murad Jakhar, Irfan Aziz, Abdul Rasheed Kaleri, Maria Hasnain, Ghulam Haider, Jiahua Ma, Zainul Abideen, "Nano-fertilizers: A sustainable technology for improving crop nutrition and food security," *NanoImpact*, 27, 100411, 2022.
- [12]. Vadim Potapov, Roman Fediuk, Denis Gorev, "Hydrothermal SiO<sub>2</sub> nanopowders: Obtaining them and their characteristics," *Nanomaterials*, 10(4), 1-28, 2020.
- [13]. Van Nhan Le, Yukui Rui, Xin Gui, Xuguang Li, Shutong Liu, Yanning Han, "Uptake, transport, distribution and bio-effects of SiO<sub>2</sub> nanoparticles in Bt-transgenic cotton," *Journal of Nanobiotechnology*, 12, 1-15, 2014.
- [14]. Thanh Binh Nguyen, Nho Dung Nguyen, Cong Van Ha, Thanh Thao Tran, Khanh Linh Ha, Mau Thanh Nguyen, "Than hoạt tính từ vỏ trấu: Tổng hợp, đặc trưng và ứng dụng trong hấp phụ Cr(III) và Pb(II) từ dung dịch nước," *Hue University Journal of Science: Natural Science*, 132(1A), 83-93, 2023.
- [15]. Viviana Possamai Della, Ingeborg Kühn, Dachamir Hotza, "Rice husk ash as an alternate source for active silica production," *Materials letters*, 57(4), 818-821, 2002.
- [16]. Lin-Jer Chen, Jiunn-Der Liao, Yu-Ju Chuang, Yaw-Shyan Fu, "Characterization of crystalline silica nanorods synthesized via a solvothermal route using polyvinylbutyral as a template," *Journal of Nanoparticle Research*, 13, 783-790, 2011.
- [17]. Danqing Zhang, Xi Zhang, Jianglin Wei, Gangxu Gu, Gang Xiang, "Growth of tapered silica nanowires with a shallow U-shaped vapor chamber: Growth mechanism and structural and optical properties," *Journal of Applied Physics*, 117(16), 2015.
- [18]. Changlu Shao, Hak-Yong Kim, Jian Gong, Bin Ding, Douk-Rae Lee, Soo-Jin Park, "Fiber mats of poly (vinyl alcohol)/silica composite via electrospinning," *Materials Letters*, 57(9-10), 1579-1584, 2003.
- [19]. Hui Chen, Lei Zhao, Xitang Wang, Xuan He, Wei Fang, Xin Wang, Fucheng Wang, "Hybrid one-dimensional nanostructure based on biomorphic porous SiO<sub>2</sub> through in-situ catalytic pyrolysis of rice husk," *Ceramics International*, 41(4), 6089-6097, 2015.
- [20]. Supakorn Pukird, Pattanasuk Chamninok, Supon Samran, Pristanuch Kasian, Kiattisak Noipa, Lee Chow, "Synthesis and characterization of SiO<sub>2</sub> nanowires prepared from rice husk ash," *Journal of Metals, Materials Minerals*, 19(2), 1-8, 2009.
- [21]. LW Lin, YH Tang, LZ Pei, LB Zhu, Y Zhang, C Guo, "Smooth silicon oxide nanowires under supercritically hydrothermal conditions," *Journal of Non-crystalline Solids*, 353(2), 159-163, 2007.
- [22]. Anuj Bathla, Chetna Narula, RP Chauhan, "Hydrothermal synthesis and characterization of silica nanowires using rice husk ash: An agricultural waste," *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 29, 6225-6231, 2018.
- [23]. Meiyang Huang, Jianping Cao, Xing Meng, Yangsi Liu, Wei Ke, Jialiang Wang, Ling Sun, "Preparation of SiO<sub>2</sub> nanowires from rice husks by hydrothermal method and the RNA purification performance," *Chemical Physics Letters*, 662, 42-46, 2016.
- [24]. Mayara E Carneiro, Washington LE Magalhães, GI Bolzon de Muñoz, Silvana Nisgoski, Kestur Gundappa Satyanarayana, Mayara E Carneiro, Graciela I Bolzon de Muñoz, Kestur Gundappa Satyanarayana, "Preparation and characterization of nano silica from Equisetum arvense," *Journal of Bioprocessing & Biotechniques*, 5, 2, 2015.
- [25]. N Setyawan, Yuliani S Hoerudin, "Synthesis of silica from rice husk by sol-gel method," *IOP Conf Ser: Earth Environ Sci*, 733, 1-6, 2021.
- [26]. AL Patterson, "The Scherrer formula for X-ray particle size determination," *Physical review*, 56(10), 978, 1939.
- [27]. Anca Awal Sembada, Shinya Maki, Ahmad Faizal, Toshiyuki Fukuhara, Takeshi Suzuki, I Wuled Lenggoro, "The role of silica nanoparticles in promoting the germination of tomato (*Solanum lycopersicum*) seeds," *Nanomaterials*, 13(14), 2110, 2023.
- [28]. PP Nayak, AK Datta, "Synthesis of SiO<sub>2</sub>-nanoparticles from rice husk ash and its comparison with commercial amorphous silica through material characterization," *Silicon*, 13(4), 1209-1214, 2021.
- [29]. D Arun Kumar, J Merline Shyla, Francis P Xavier, "Synthesis and characterization of TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> nano composites for solar cell applications," *Applied Nanoscience*, 2, 429-436, 2012.
- [30]. Sabah M Thahab Al-Abboodi, Eman Jabber Abed Al-Shaibani, Enass A Alrubai, "Preparation and Characterization of Nano silica Prepared by Different Precipitation Methods," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 978, 3rd International Conference on Recent Innovations in Engineering (ICRIE 2020) 9-10 September 2020, Duhok, Iraq, 2020.
- [31]. Babak Shokri, M Abbasi Firouzjah, Seyed Iman Hosseini, "FTIR analysis of silicon dioxide thin film deposited by metal organic-based PECVD," in *Proceedings of 19th International Symposium on Plasma Chemistry Society*, 2009.
- [32]. Biswajit Santra, Mikhail N Shneider, Roberto Car, "In situ characterization of nanoparticles using Rayleigh scattering," *Scientific Reports*, 7(1), 40230, 2017.
- [33]. Yingjie Ren, Yonghong Zhao, Yongjie Zhang, Weiyue Tang, Xia Xin, Jinglin Shen, Lin Wang, "Facile synthesis of Au@ SiO<sub>2</sub> core-shell nanoparticles with multiple Au nanodots by a reverse microemulsion (water-in-oil) method," *Colloids Surfaces A: Physicochemical Engineering Aspects*, 486, 14-20, 2015.
- [34]. Abdullah Alsaedi, Hassan El-Ramady, Tarek Ali Alshaal, Mahdi Almohsen, "Enhancing seed germination and seedlings development of common bean (*Phaseolus vulgaris*) by SiO<sub>2</sub> nanoparticles," *Egyptian Journal of Soil Science*, 57(4), 407-415, 2017.
- [35]. Deepa Sharma, Shadma Afzal, Nand K Singh, "Nanoprimer with phytosynthesized zinc oxide nanoparticles for promoting germination and starch metabolism in rice seeds," *Journal of Biotechnology*, 336, 64-75, 2021.

#### AUTHORS INFORMATION

**Nguyen Giang Nam<sup>1,2</sup>, Nguyen Thanh Binh<sup>3</sup>, Nguyen Nho Dung<sup>4</sup>, Nguyen Mau Thanh<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Quang Tri Department of Education and Training, Vietnam

<sup>2</sup>University of Sciences, Hue University, Vietnam

<sup>3</sup>Nuclear Research Institute, Vietnam

<sup>4</sup>Danang Sport University, Vietnam

<sup>5</sup>Quang Binh University, Vietnam