

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC SỢI NANO SILICA LÊN KHẢ NĂNG NẢY MẦM HẠT GIỐNG CÂY CHÈ XANH (*Camelia sinensis*)

NGUYỄN GIANG NAM¹; ĐINH THỊ HÀ²;
TRƯƠNG THỊ THANH NGA³; NGUYỄN MẬU THÀNH⁴

¹Sở Giáo dục và Đào tạo tỉnh Quảng Trị

²Trường THPT Quảng Ninh, tỉnh Quảng Trị

³Sở Nông nghiệp và Môi trường tỉnh Quảng Trị

⁴Trường Đại học Quảng Bình

1. Đặt vấn đề

Khả năng phát triển của bất kỳ quốc gia nào phụ thuộc vào khả năng sản xuất lương thực và tài nguyên giàu chất dinh dưỡng hoặc giá trị cho người dân. Tuy nhiên, sự phát triển này đang bị cản trở bởi nhiều yếu tố như chất lượng đất, chất lượng nước, biến đổi khí hậu và tình trạng dân số quá đông. Do dân số gia tăng, dự kiến mức tiêu thụ lương thực toàn cầu sẽ tăng hơn 70% vào năm 2050 [1]. Do đó, các phương pháp canh tác hiện nay đang được nâng cấp và cập nhật bằng cách sử dụng nhiều công nghệ hiện đại khác nhau, bao gồm cả công nghệ nano. Công nghệ nano là nghiên cứu các hạt nano (NP) có kích thước từ 1-100nm và sở hữu nhiều đặc tính như đường kính nhỏ, trọng lượng nhẹ và diện tích bề mặt lớn,... Những đặc tính độc đáo này của các hạt nano cho phép nó nhanh chóng lan rộng qua tất cả các lĩnh vực quan trọng của khoa học và công nghệ như điện tử, hàng không vũ trụ, quốc phòng, y tế và môi trường,... [2]. Ngoài ra, công nghệ nano có thể giúp cải thiện năng suất và chất lượng cây trồng thông qua việc tăng cường sự phát triển của cây và cơ chế kháng bệnh [3]. Xử lý hạt giống như một kỹ thuật tiên gieo trồng tạo ra những biến đổi sinh lý nhất định trong hạt, từ đó rút ngắn thời gian và cải thiện hiệu quả nảy mầm. Bên cạnh đó, kỹ thuật này còn góp phần tăng cường sức mạnh sinh trưởng của cây trồng thông qua hoạt động kích hoạt các cơ chế chống chịu trước các tác nhân gây hại sinh học và phi sinh học [4].

Chè xanh (*Camelia sinensis*) là cây công nghiệp lâu năm có giá trị kinh tế và sinh học

cao, nhờ chứa nhiều hợp chất như polyphenol, catechin, caffeine và các chất chống oxy hóa tự nhiên. Hạt chè xanh có đặc điểm sinh lý khá đặc biệt: chúng tồn tại trạng thái ngủ nghỉ mạnh, vỏ hạt dày và cứng, khả năng thấm nước kém và quá trình hoạt hóa enzyme diễn ra chậm. Do đó, tỉ lệ nảy mầm tự nhiên thường thấp, thời gian nảy mầm kéo dài và không đồng đều [5]. Để cải thiện sự sinh trưởng và năng suất cây trồng, người ta sử dụng các nguồn phân bón silicon (Si) khác nhau. Đồng thời, sự hiện diện của silicon góp phần nâng cao khả năng chống chịu của cây trước các điều kiện bất lợi. Thực vật thường hấp thụ silicon dưới dạng monosilicic và polysilicic acids. Các dạng silica (SiO₂) hay silicates sau khi hấp thụ sẽ được vận chuyển rồi lắng đọng tại các mô trên thân và lá, làm thúc đẩy một số quá trình sinh lý ở cây trồng [6]. Các sợi nano silica (NPs SiO₂) sở hữu nhiều ưu điểm nổi bật nhờ cấu trúc bề mặt giàu nhóm silanol (Si-OH), cho phép chúng dễ dàng được chức năng hóa và có khả năng tương tác mạnh với các phân tử sinh học như protein, nucleic acid và thuốc kháng sinh nên được ứng dụng nhiều trong xúc tác, hấp phụ, kháng khuẩn và chống ung thư [7]. Tuy nhiên, việc tổng hợp các sợi nano silica từ nguồn sinh khối tự nhiên vẫn còn hạn chế. Trong khi đó, tro trấu là một phụ phẩm giàu silica (>60% SiO₂), carbon (10-40%) và khoáng chất [8]. Mặt khác, Việt Nam là một quốc gia nông nghiệp, trong đó sản xuất lúa gạo từng đưa Việt Nam đứng thứ hai thế giới về xuất khẩu. Trấu, lớp vỏ ngoài của hạt lúa, phát sinh trong quá trình xay xát, hiện chủ yếu được sử dụng làm nhiên liệu sinh hoạt ở nông thôn

hoặc thải trực tiếp ra môi trường, gây tình trạng ô nhiễm. Việc tận dụng phụ phẩm nông nghiệp như vỏ trấu để tổng hợp vật liệu nano silica có ý nghĩa quan trọng trong việc giảm thiểu ô nhiễm môi trường, đồng thời tạo ra các sản phẩm có giá trị cao hơn [9],[10]. Vì vậy, nghiên cứu ảnh hưởng của các sợi nano silica được tổng hợp từ vỏ trấu lên khả năng nảy mầm hạt giống cây chè xanh (*Camelia sinensis*) là việc làm cần thiết và có nhiều ý nghĩa thực tiễn.

2. Thực nghiệm

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 (HNO_3), zinc nitrate hexahydrate ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), dimethyl sulfoxide ($(\text{CH}_3)_2\text{SO}$ (DMSO)). Còn hydrochloric acid (HCl), 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. Cốc thủy tinh chịu nhiệt và 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). Vỏ trấu được lấy từ các cơ sở xay xát của các hộ dân thuộc xã Ninh Châu và Trường Ninh, tỉnh Quảng Trị. Còn hạt giống cây chè xanh (*Camelia sinensis*) được thu hái trên các cây mẹ khỏe mạnh, không bị sâu bệnh từ những vùng đồi núi thuộc địa phận xã Trường Sơn, tỉnh Quảng Trị theo tiêu chuẩn TCVN 10684-6:2018: Cây công nghiệp lâu năm - Tiêu chuẩn cây giống, hạt giống.

Nghiên cứu vật liệu tổng hợp được bằng các phương pháp vật lý hiện đại như: Hình thái sản phẩm quan sát bằng kính hiển vi điện tử (SEM) được thực hiện trên SEM-JEOL-JSM 5410 LV (Nhật) ở 10kV. Vật liệu được nhận dạng bởi phổ hồng ngoại và ghi trên máy IR-Prestige-21 (Shimadzu) trong khoảng 400 đến 4.500cm. Phổ phân tích nhiệt lượng quét vi sai (DSC) được thực hiện trên máy Setaram Labsys DSC 131 (Pháp), đo trong môi trường không khí (Air). Thế Zeta của mẫu được xác định bằng thiết bị ZEN 3600, hãng Malvern

(Anh) và được tiến hành ở nhiệt độ phòng.

2.2. Tổng hợp sợi nano silica từ vỏ trấu bằng phương pháp thủy nhiệt

Bước 1. Vỏ trấu (RH) sau khi đã được rửa sạch, sấy khô đem ngâm với dung dịch HNO_3 1M trong 24 giờ để loại bỏ các kim loại nặng. Sau đó được rửa sạch nhiều lần bằng nước cất, sấy khô hoàn toàn ở nhiệt độ 70°C và bảo quản trong bình hút ẩm.

Bước 2. Cho vỏ trấu sau khi xử lý ở bước 1 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 thì thu được tro trấu (RHA). Lấy RHA nghiền mịn thành bột, cân 2g rồi trộn đều với 10g $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, tiếp tục nghiền kỹ, sau đó đem 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 105ml 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 180°C với thời gian 24 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 200ml HCl 4M, 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 sấy khô ở 70°C trong vòng 12 giờ, nghiền mịn ta được các sợi nano silica màu trắng sữa [11],[12].

2.3. Thí nghiệm ảnh hưởng nảy mầm của hạt chè xanh (*Camelia sinensis*)

Hạt chè xanh được xử lý bằng dung dịch hai công thức (CT) khác nhau chứa nano silica và trong nước sạch (không xử lý nano silica) để làm đối chứng, sau đó ủ trong điều kiện tự nhiên. Tỷ lệ nảy mầm được xác định theo Scott S và cộng sự bằng cách lấy cả 50 hạt, rồi đếm số hạt nảy mầm đạt yêu cầu ở thời điểm 48 giờ (kể từ khi ủ) và được tính theo công thức 1 [13].

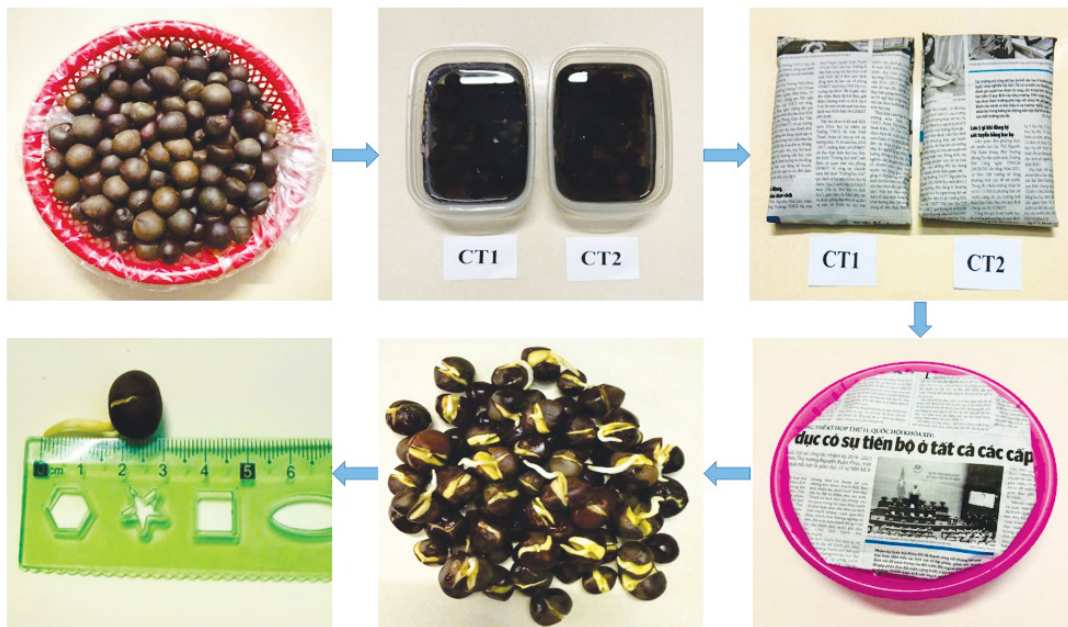
$$GP\% = \frac{A}{B} \times 100$$

Trong đó GP là tỉ lệ nảy mầm; A là số hạt nảy mầm đạt yêu cầu; B là tổng số hạt thí

nghiệm. Bên cạnh đó, tiến hành đo chính xác chiều dài rễ mầm (mm) và ghi nhận trong suốt

quá trình thí nghiệm, được mô tả qua Hình 1.

Hình 1. Xử lý hạt giống với các công thức thí nghiệm khác nhau



3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Các yếu tố ảnh hưởng tới hình thái, cấu trúc của vật liệu

Kết quả nghiên cứu hình thái, cấu trúc, liên kết các nhóm chức, độ tinh khiết và tính ổn định của các sợi nano silica đã được trình bày chi tiết trong bài báo “Hoạt tính kháng khuẩn trên *bacillus subtilis* và *staphylococcus aureus* của các sợi nano silica tổng hợp từ vỏ trấu” mà chúng tôi đã công bố trên Kỷ yếu Hội nghị Hóa học toàn quốc lần thứ IX “Hóa học Việt Nam vì sự phát triển xanh, bền vững”; Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, trang 349-360, ISSN: 978-604-375-454-8. DOI: 10.15625/vap.2025.0167

3.2. Khả năng kích thích nảy mầm hạt giống cây chè xanh (*Camelia sinensis*) của các sợi nano silica

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 silica sẽ nâng cao quá trình trao đổi chất

tổng thể cho cây trồng. Do đó, để nghiên cứu ảnh hưởng của nano silica đến khả năng nảy mầm của hạt giống chè xanh (*Camelia sinensis*), nhóm nghiên cứu tiến hành làm thí nghiệm gồm 2 công thức và bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên, lặp lại 3 lần, mỗi công thức tiến hành trên 50 hạt giống chè xanh thực hiện ở nhiệt độ phòng. Công thức 1 (CT1): Ngâm hạt chè trong nước sạch - đối chứng; Công thức 2 (CT2): Ngâm hạt chè trong dung dịch có hàm lượng nano silica 500pm. Tiến hành ngâm hạt trong dung dịch đã pha của các công thức (CT) 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, gập 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 14, 16 và 18 thì kiểm tra, kết quả được thể hiện qua Bảng 1 và Hình 2.

Hình 2. Hình ảnh nảy mầm ở của hạt chè xanh ở ngày thứ 16



Bảng ảnh hưởng của nano silica đến tỉ lệ nảy mầm và sự phát dài rễ hạt chè xanh (*Camelia sinensis*) vào ngày thứ 14, 16 và 18

Công thức	Nano silica (ppm)	14 ngày		16 ngày		18 ngày	
		Tỉ lệ nảy mầm (%)	Chiều dài rễ (mm)	Tỉ lệ nảy mầm (%)	Chiều dài rễ (mm)	Tỉ lệ nảy mầm (%)	Chiều dài rễ (mm)
CT1	0	56	4,4 ± 0,5*	64	8,3 ± 0,7	74	11,8 ± 0,8
CT2	500	64	5,7 ± 0,5	76	11 ± 0,8	90	16,2 ± 1,1

NT1: Nghiệm thức đối chứng; *SE: Sai số chuẩn

Từ kết quả Bảng trên cho thấy, nano silica tổng hợp từ vỏ trấu có ảnh hưởng tích cực rõ rệt đến cả tỉ lệ nảy mầm và sự phát triển chiều dài rễ của hạt chè xanh (*Camelia sinensis*) theo thời gian. Ở tất cả các mốc khảo sát (14, 16 và 18 ngày), nghiệm thức bổ sung nano silica 500ppm (CT2) đều cho giá trị cao hơn so với nghiệm thức đối chứng không bổ sung nano silica (CT1). Cụ thể, tại ngày thứ 14, tỉ lệ nảy mầm ở CT2 đạt 64%, cao hơn 8% so với CT1 (56%), đồng thời chiều dài rễ cũng tăng từ 4,4 ± 0,5mm lên 5,7 ± 0,5mm. Xu hướng này tiếp tục được duy trì và thể hiện rõ hơn ở các thời điểm sau. Đến ngày thứ 16, tỉ lệ nảy mầm của CT2 đạt 76% so với 64% ở đối chứng, trong

khi chiều dài rễ tăng đáng kể từ 8,3 ± 0,7mm lên 11,0 ± 0,8mm. Tại ngày thứ 18, sự khác biệt trở nên rõ rệt nhất, với tỉ lệ nảy mầm đạt 90% ở CT2 (so với 74% ở CT1) và chiều dài rễ đạt 16,2 ± 1,1mm, cao hơn đáng kể so với 11,8 ± 0,8mm của mẫu đối chứng. Những kết quả này chứng tỏ nano silica không chỉ thúc đẩy quá trình nảy mầm sớm, mà còn kích thích sự phát triển mạnh mẽ của hệ rễ theo thời gian. Cơ chế này có thể liên quan đến việc nano silica cải thiện khả năng giữ ẩm, tăng diện tích tiếp xúc với bề mặt hạt, đồng thời cung cấp silic ở dạng dễ hấp thu, từ đó thúc đẩy hoạt động enzyme, quá trình trao đổi chất và phân chia tế bào ở mô rễ non. Ngoài ra, theo Wang L và cộng sự thì

cấu trúc nano của silica có thể góp phần giảm stress sinh lý trong giai đoạn nảy mầm, tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển ban đầu của cây con [14].

4. Kết luận

Thực tế cho thấy, đã tận dụng được nguồn phế thải nông nghiệp là vỏ trấu để điều chế các sợi nano silica bằng phương pháp thủy nhiệt. Các sợi nano silica sau khi tổng hợp được cũng đã khảo sát về khả năng kích thích sinh trưởng đối với hạt chè xanh. Kết quả thực nghiệm cho thấy, việc bổ sung sợi nano silica giúp tăng tỉ lệ

nảy mầm và thúc đẩy sự phát triển chiều dài rễ so với mẫu đối chứng, chứng tỏ vật liệu có tác động tích cực đến giai đoạn sinh trưởng ban đầu của cây. Qua đó, có thể khẳng định, sợi nano silica từ vỏ trấu là một vật liệu tiềm năng trong việc kích thích sinh trưởng thực vật, đặc biệt trong giai đoạn nảy mầm và phát triển rễ của cây chè xanh. Những kết quả này mở ra hướng ứng dụng kép cho vật liệu, vừa thân thiện môi trường nhờ tận dụng phế thải nông nghiệp, vừa có giá trị thực tiễn cao trong phát triển nông nghiệp bền vững ■

Tài liệu tham khảo:

1. Mandal D, (2021), “*Nanofertilizer and its application in horticulture*”. Journal of Applied Horticulture, vol. 23, no. 1, pp. 1-8.
2. Kumar S, Y Sharma, V Khandelwal, K Rawat and A Patil, (2025), “*Applications of nanotechnology in fertilizers: a review study*”. Sustainable Chemistry for the Environment, vol. 10, pp. 100247.
3. Raliya R, V Saharan, C Dimkpa and P Biswas, (2017), “*Nanofertilizer for precision and sustainable agriculture: current state and future perspectives*”. Journal of agricultural food chemistry, vol. 66, no. 26, pp. 6487-6503.
4. Arnott A, L Galagedara, R Thomas, M Cheema and J-M Sobze, (2021), “*The potential of rock dust nanoparticles to improve seed germination and seedling vigor of native species: a review*”. Science of The Total Environment, vol. 775, pp. 145139.
5. Musial C, A Kuban-Jankowska and M Gorska-Ponikowska, (2020), “*Beneficial properties of green tea catechins*”. International journal of molecular sciences, vol. 21, no. 5, pp. 1744.
6. Almutairi Z M, (2016), “*Effect of nano-silicon application on the expression of salt tolerance genes in germinating tomato ('Solanum lycopersicum' L.) seedlings under salt stress*”. Plant Omics, vol. 9, no. 1, pp. 106-114.
7. Sohrabnezhad S, A Jafarzadeh and M Rassa, (2020), “*Antibacterial activity of mesoporous silica nanofibers*”. Iranian Journal of Chemistry Chemical Engineering, vol. 39, no. 3, pp. 1-11.
8. Hossain S S, L Mathur and P Roy, (2018), “*Rice husk/rice husk ash as an alternative source of silica in ceramics: A review*”. Journal of Asian Ceramic Societies, vol. 6, no. 4, pp. 299-313.
9. Daouda A, T Domga, D Richard, J Koyang, N G Bertrand and H Massai, (2022), “*Facile Synthesis of Activated Carbon Derived from Rice Husk and Jatropha Shell, Characterization and its Application in the Enhanced Adsorption of Cu^{2+} and Fe^{2+} in Aqueous Solution*”. rsearch square, pp. 1-17.
10. Nguyen T B, N D Nguyen, C Van Ha, T T Tran, K L Ha and M T Nguyen, (2023), “*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, vol. 132, no. 1A, pp. 83-93.
11. Bathla A, C Narula and R Chauhan, (2018), “*Hydrothermal synthesis and characterization of silica nanowires using rice husk ash: an agricultural waste*”. Journal of Materials Science: Materials in Electronics, vol. 29, pp. 6225-6231.
12. Huang M, J Cao, X Meng, Y Liu, W Ke, J Wang and L Sun, (2016), “*Preparation of SiO_2 nanowires from rice husks by hydrothermal method and the RNA purification performance*”. Chemical Physics Letters, vol. 662, pp. 42-46.
13. Scott S J, R Jones and W Williams, (1984), “*Review of data analysis methods for seed germination I*”. Crop science, vol. 24, no. 6, pp. 1192-1199.
14. Wang L, C Ning, T Pan and K Cai, (2022), “*Role of silica nanoparticles in abiotic and biotic stress tolerance in plants: a review*”. International Journal of Molecular Sciences, vol. 23, no. 4, pp. 1947.