

TỔNG HỢP VẬT LIỆU NANO $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ TRÊN CƠ SỞ TRO TRÁU VÀ $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ ỨNG DỤNG LÀM CHẤT KÍCH THÍCH SINH TRƯỞNG CHO CÂY XÁO TAM PHÂN (*PARAMIGNYA TRIMERRA* (OLIV.) GUILLAUM.)

Đến tòa soạn: 21-05-2025

^{2,3}Nguyễn Thị Thu Phương, ³Đinh Quang Khiếu, ⁵Nguyễn Thị Ngọc Trinh, ¹Nguyễn Văn Lượng, ¹Nguyễn Đình Đốc, ²Võ Văn Tân, ¹Lê Thị Thu Hương, ¹Nguyễn Vũ Ngọc Mai, ¹Nguyễn Thị Liễu, ⁴Nguyễn Xuân Hưng, ¹Cao Văn Hoàng^{1*}

¹Trường Đại học Quy Nhơn, 170 An Dương Vương, Thành phố Quy Nhơn, Bình Định, Việt Nam

²Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế, 34 Lê Lợi, Thành phố. Huế

³Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, 77 Nguyễn Huệ, Thành phố. Huế

⁴Khoa dược, Đại học Quốc gia, Hà Nội, 144, Xuân Thủy, Cầu Giấy, Hà Nội

⁵Trường Trung học phổ thông Cao Bá Quát, Xã Tam Anh Bắc, huyện Núi Thành, tỉnh Quảng Nam

* Email : caovanhoang qnu.edu.vn

SUMMARY

SYNTHESIS OF $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ NANOCOMPOSITE BASED ON RICE HUSK ASH AND $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ FOR USE AS A GROWTH-STIMULATING AGENT IN *PARAMIGNYA TRIMERRA* (OLIV.) GUILLAUM

In this study, $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ material was synthesized and applied as a growth stimulant for *Paramignya trimera* (Xáo tam phân) plants, using $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ and rice husk ash as precursors through the sol-gel method combined with gamma irradiation. The morphology and structure of the material were confirmed through various physicochemical characterization methods, including XRD, EDX, IR, SEM, and TEM analyses, which showed that the $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ particles had sizes ranging from 50 to 80 nm. The results of the investigation on the effect of $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ on the growth and development of *Paramignya trimera* indicated that $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ significantly influenced the plant's growth. Experimental data demonstrated an increase in yield by 8 tons per hectare, an average root length increase of 7.3 cm, and a stem height increase of 22 cm compared to the control sample. Additionally, plants treated with $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ were sturdier and showed no signs of leaf yellowing. These findings suggested that $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ acted as an effective growth stimulant for *Paramignya trimera*.

Keywords:

1. MỞ ĐẦU

Trong vài thập niên qua, việc tổng hợp các hạt nano có kích thước từ 1 đến 100 nm đã phát triển mạnh mẽ trên cả lĩnh vực nghiên cứu cơ bản và nghiên cứu ứng dụng. Những tính chất điện, quang, từ và cả tính chất hóa học đặc biệt của chúng

phụ thuộc rất nhiều vào kích thước hạt nano. Các nhà khoa học Việt Nam đã và đang thực hiện các nghiên cứu về tổng hợp một số vật liệu nano kim loại và oxide của nó nhằm ứng dụng trong công nghệ xử lý môi trường, tạo pin nhiên liệu,

trong công nghệ ô tô, điện lạnh...[1]. Công nghệ nano trên cây trồng cũng được các nhà khoa học nước ta quan tâm và nghiên cứu. Năm 2017 Hà Phương Thu [2] đã nghiên cứu phát triển thành công vật liệu nano tích hợp ứng dụng làm phân bón cho cây trồng nhằm ứng phó với biến đổi khí hậu. Với sản phẩm phân bón kích thước nano có khả năng giải phóng dưỡng chất một cách từ từ và đảm bảo cho cây trồng sử dụng trong suốt quá trình sinh trưởng. Các thành phần trong phân bón nano nhả chậm khi có nước sẽ tương tác với nhau và tan vào nước với một lượng nhỏ được kiểm soát. Sau khi lượng nhỏ này được cây hấp thụ, một phần phân bón nano khác mới tiếp tục được giải phóng ra nhằm duy trì mật độ các hạt nano với nồng độ tương đương, tránh được hiện tượng rửa trôi. Đồng thời, ở kích thước nano, tương đương với kích thước các mao quản trong rễ, thân, lá cây, các dưỡng chất sẽ dễ dàng đi vào các mao quản và đến các vị trí cần thiết cho cây sử dụng. Thêm vào đó, các polymer nano được sử dụng trong tổng hợp phân bón nano có khả năng trương nở và giữ nước tốt, do đó, sản phẩm phân bón nano tích hợp vừa cung cấp dưỡng chất vừa có thể duy trì độ ẩm thích hợp cho cây trồng sinh trưởng. Đặc điểm này đặc biệt thích hợp để giải quyết vấn đề hạn hán đang xảy ra ngày càng nghiêm trọng trên nhiều địa phương ở nước ta. Viện Môi trường đã tổng hợp thành công hỗn hợp nano kim loại Fe, Zn, Cu, Mn, B, Mo, Co, ứng dụng làm chất kích thích sinh trưởng và dinh dưỡng cho cây Ngô [3]. Công trình nghiên cứu sản xuất chế phẩm nano bạc/chitosan tan trong nước bằng phương pháp chiếu xạ gamma để phòng và trị bệnh cho cây trồng của Nguyễn Duy Hạng và cộng sự ở Viện Nghiên cứu Hạt nhân thực hiện năm 2018 đi từ dung dịch AgNO_3 bằng phương pháp chiếu xạ gamma từ nguồn Co-60 sử dụng chitosan

làm chất ổn định được ứng dụng làm chất diệt nấm trên cây sầu riêng. Kết quả nghiên cứu so với mẫu đối chứng cho thấy khả năng diệt nấm khi sử dụng nano bạc/chitosan tốt hơn nhiều so với sử dụng chất hóa học [4]. Ngoài ra, hạt nano bạc còn có tác dụng tăng cường sự phát triển của cây hoa cúc (*Chrysanthemum* sp.), dâu tây (*Fragaria* sp.) và hoa đồng tiền (*Gerbera* sp.) được nuôi cấy trong ống nghiệm bởi Hoàng Thanh Tùng và cộng sự (2018) tại Viện nghiên cứu Khoa học và Công nghệ Tây nguyên [5]. Nguyễn Thị Phương Phong thuộc Viện Công nghệ Hóa học cũng đã chế tạo dung dịch nano Cu bằng phương pháp khử đối với oxalate Cu, CuCl_2 , CuSO_4 sử dụng chất khử ethylene glycol, diethylene glycol, gly-Ceriumn kết hợp hỗ trợ của vi sóng và sử dụng dung dịch nano đồng làm nguyên liệu chế tạo thuốc bảo vệ thực vật kháng và diệt bệnh nấm hồng *Corticium salmonicolor*, bệnh phấn trắng *Oidium Heveae* trên cây cao su và cho kết quả tốt [6-7]. Viện Khoa học Vật liệu ứng dụng đã nghiên cứu chế tạo keo bạc nano bằng bức xạ gamma-Co-60 có hiệu lực diệt nấm gây bệnh đạo ôn trên lúa (*Pyricularia oryzae* Cavara) và bệnh lem lét hạt lúa (*Pseudomonas glumae* Kurita et Tabei). Viện Công nghệ môi trường (thuộc Viện HLKHCNVN), trên cơ sở hợp tác khoa học-công nghệ với các nhà khoa học LB Nga, đặc biệt là các trường Đại học Y học và Đại học Công nghệ nông nghiệp Ryazan, đã chế tạo thành công các hạt nano kim loại hóa trị không Ag, Fe, Co, Cu dưới dạng bột siêu phân tán và Se dưới dạng dung dịch bằng phương pháp hóa học dung dịch nước. Các chế phẩm nano kim loại Fe, Co và Cu thu được đã được áp dụng để xử lý hạt giống ngô và cây đậu tương trước khi gieo.

Trong trồng trọt, nguyên tố silic không được xem là một nguyên tố thiết yếu (trong 16 nguyên tố cần thiết cho cây

trồng) nhưng có vai trò quan trọng đối với cây trồng [8-11]. Hầu hết trong đất về bản chất đều giàu nguyên tố silic, chiếm từ 60-70% tùy loại đất. Nhưng điều quan trọng là silic tồn tại trong đất ở dạng cấu trúc cây trồng khó có thể hấp thụ và sử dụng được. Đất rất dễ nghèo silic do trong điều kiện nhiệt đới, lượng silic dễ tiêu bị rửa trôi liên tục, mất khác hàng năm các loại cây trồng đều lấy đi một lượng silic đáng kể. Theo Miyake và Takahashi, sức chịu đựng tốt hơn của cây đối với sự xâm nhập của nấm bệnh có thể cũng nhờ vào sự tích lũy Si trong lớp tế bào biểu bì [12-13]. Kết quả nghiên cứu trên nhiều loại cây trồng đã chứng tỏ, Si có ảnh hưởng tốt đến khả năng chống chịu của cây nhờ vào hàm lượng Si trong cây cao giúp bảo vệ cây trước sự tấn công của sâu bệnh [14-15]. Nhiều nghiên cứu cho rằng, silic được cây hút dưới dạng SiO_3^{2-} một cách thụ động bằng quá trình thoát hơi nước của cây, hấp thụ có chọn lọc do sự chi phối của quá trình trao đổi chất qua hệ thống rễ cây, rõ ràng đã đến lúc phải nhìn nhận việc bón silic cho cây trồng là cần thiết đặc biệt với nhóm cây như lúa, ngô, mía, dưa, cao lương [14-15],... Nhiều dữ liệu về kết quả phân tích hàm lượng các nguyên tố đất hiếm trong đất trồng và cây cối cho thấy, trong đất trồng và cây cối thường chứa một lượng nguyên tố đất hiếm nhất định [16-17]. Cây trồng hấp thụ đất hiếm từ đất để đáp ứng nhu cầu sinh trưởng và phát triển. Các nguyên tố đất hiếm 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 nảy mầm, phát triển chồi; 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 [17]. Đất hiếm giúp tăng sự hấp thụ và tích lũy

chất dinh dưỡng, tăng tốc độ tổng hợp, tăng khả năng tích lũy và vận chuyển các chất đường trong ngũ cốc [16-17]. Sự có mặt của đất hiếm còn làm tăng hàm lượng đường của mía, củ cải đường, dưa hấu, tăng hàm lượng fructozơ và vitamin C trong trái cây, tăng độ cay và thơm của hạt tiêu. Những vai trò này là nguyên nhân làm cho năng suất cây trồng tăng cao khi sử dụng phân bón chứa đất hiếm. Bên cạnh đó cây Xáo tam phân, chứa nhiều hoạt chất chống ung thư như Ostruthin, 8-Methoxy Ostruthin, Oriciacridon, 5-H ydroxynoracronycin. Hiện nay, cây Xáo tam phân phân bố chủ yếu ở vùng Nam Á, Đông Nam Á và miền Bắc nước Úc. Ngoài ra, còn có ở Ấn Độ, Indonesia, Philippin, Đông Timor, Australia. Ở Việt Nam, có ở các tỉnh Tây Ninh, Khánh Hòa, Ninh Thuận, Lâm Đồng. Các nghiên cứu về tác dụng sinh học của cao chiết chi *Paramignya* được tiến hành theo hướng đánh giá hoạt tính kháng ung thư, hoạt tính bảo vệ gan và hoạt tính kháng tiểu đường [17]. Đánh giá sinh học đầu tiên được thực hiện trên loài *P. lobata* thu ở Singapore về hoạt tính kháng ung thư. Cao chiết metanol của thân loài *P. lobata* đã được chứng minh ức chế dòng ung thư biểu mô KB với giá trị ED50 100 $\mu\text{g/mL}$. Về tác dụng gây độc tế bào ung thư, cao chiết metanol của rễ loài *P. trimera* cùng phân đoạn hexan và hợp chất Ostruthin được chứng minh gây độc với năm dòng tế bào ung thư gồm Hep-G2, HTC-116, MDAMB-231, OVCAR-8 và dòng tế bào Hela [18]. Gần đây, Nguyễn Văn Tặng và cộng sự [19] tiếp tục nghiên cứu thêm tác dụng chống ung thư và tác dụng chống oxy hóa của các cao chiết và phân đoạn của loài *P. trimera*. Cao chiết metanol của lá và rễ loài *P. trimera* có khả năng gây độc với 12 dòng tế bào ung thư: MiaPaCa2 (tuyến tụy), HT29 (đại tràng), A2780 (buồng trứng), H460 (phổi), A431 (da), Du145

(tuyến tiền liệt), BE2-C (u nguyên bào thần kinh), MCF-7 (vú), MCF-10A (vú bình thường), U87, SJ-G2 và SMA (glioblastoma). Ngoài ra, cao chiết metanol của rễ *P.trimera* có tác dụng chống oxi hóa mạnh hơn hẳn các cao dùng các dung môi hữu cơ khác (nước, acetonitril, ethyl acetate và hexane). Hơn nữa, Nguyễn Văn Tăng và cộng sự đã nghiên cứu khảo sát các điều kiện chiết xuất khác nhau cùng với các đánh giá về tác dụng chống oxi hóa nhằm tối ưu hóa quy trình chiết xuất cao chiết metanol của rễ loài *P.trimera* [20-21].

Ngoài các tác dụng dược lý về gây độc các dòng tế bào ung thư, tác dụng bảo vệ gan và tác dụng kháng tiểu đường là một trong số các tác dụng sinh học được quan tâm nghiên cứu gần đây. Nguyễn Minh Khởi và cộng sự đã sử dụng mô hình gây độc gan bằng paracetamol (400 mg/kg) ở chuột Swiss, dịch chiết metanol ở liều 10 và 20 g/kg không làm giảm AST, ALT, hoặc bilirubin sau 8 ngày thử nghiệm [22-24]. Năm 2017, Phù Hoàng Đăng và cộng sự đã đánh giá thêm hoạt tính ức chế alphasglucosidase của dịch chiết metanol của rễ *P. trimera*. Kết quả cho thấy dịch chiết metanol của rễ *P.trimera* có hoạt tính ức chế enzym α -glucosidase khá cao với IC50 giá trị 36,6 μ g/mL [25-27].

Vấn đề nghiên cứu và tổng hợp hệ vật liệu nano La_2O_3 và SiO_2 đã được nhiều nhà khoa học thực hiện thành công như nhóm nghiên cứu của X. Wang và cộng sự [28] sử dụng phương pháp solgel với tiền chất polyethylene glycol trong thời gian 3 giờ người ta thu được hỗn hợp nano La_2O_3 có kích thước 40 – 50 nm. Năm 2024 nhóm nghiên cứu Nguyễn Vũ Ngọc Mai và cộng sự đã tổng hợp thành công hệ vật liệu nano La_2O_3 trên nền SiO_2 từ tiền chất là $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ và cát có kích thước 50 nm bằng phương pháp đốt cháy gel và ứng dụng làm chế phẩm sinh học cho cây Đan sâm

[29]. Nhìn chung việc tổng hợp nano $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ từ tro trấu chưa được nghiên cứu nhiều.

Do vậy trong bài báo này, vật liệu $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ được tổng hợp bằng phương pháp solgel kết hợp với chiếu xạ gamma ứng dụng làm chất kích thích sinh trưởng và phát triển cho cây Xáo tam phân nhằm góp phần gia tăng năng suất và chất lượng hoạt được.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Nguyên liệu, hóa chất và dụng cụ

Nguyên liệu: Cây giống Xáo tam phân được mua tại Ninh Hòa, Khánh Hòa, tro trấu được lấy tại Huyện Hoài Ân, tỉnh Bình Định.

Hóa chất: Tất cả hóa chất và dung môi đều đạt tiêu chuẩn phân tích: acetic acid (Sigma-Aldrich), $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Merck), NaOH (Sigma-Aldrich), HCl (Merck), chitosan (Merck), phân Ure (VN), phân kali (VN), phân lân (VN).

2.2. Tổng hợp vật liệu

2.2.1. Điều chế vật liệu SiO_2 từ tro trấu

Cân 50 gam tro trấu đã được xử lý bởi acid HCl 1M cho vào cốc teflon, thêm 150 mL dung dịch NaOH nồng độ 6,5 M. Tiến hành đun hỗn hợp (luôn giữ thể tích không đổi) trên bằng 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 Na_2SiO_3 . Dung dịch Na_2SiO_3 được phân tán trong dung dịch chitosan 5% với tỉ lệ 1:1 về thể tích. Điều chỉnh pH bằng 6 với dung dịch acid CH_3COOH 4 M, thu được hỗn hợp silica và muối CH_3COONa (hỗn hợp A). Hỗn hợp A được hòa tan trong nước cất được 5 lít và đem đi chiếu xạ với liều chiếu 46,4 Kgrey trong 12 giờ thu được dung dịch B.

2.2.2. Điều chế vật liệu $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$

Hòa tan 3,94 g $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ trong 50 mL nước cất. Cho dung dịch muối $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ từ từ vào 75 mL dung dịch chitosan 5% được đựng trong cốc thủy tinh và khuấy liên tục trong 2 giờ được dung dịch C. Thêm từ từ dung dịch C vào dung dịch B (tỷ lệ nồng độ $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2 = 2/1$) thu được dung dịch D. Đem dung dịch D chiếu xạ gamma với liều chiếu 46,4 kGy trong 12 giờ thu được hệ vật liệu nano $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$.

2.3. 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).

2.4. Thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ đến sự sinh trưởng của cây Xáo tam phân

Diện tích đất trồng 300 m² chia 6 luống thử nghiệm, trong đó 3 luống đối chứng và 3 luống thử nghiệm có bổ sung $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ kích thích sinh trưởng cây trồng. Vật liệu $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ được pha với tỷ lệ thích hợp theo từng thời điểm kích thích sinh trưởng và phun trên lá.

Các luống đối chứng được trồng theo quy trình kỹ thuật trồng cây Xáo tam phân của Viện nông nghiệp như sau: Thời gian trồng vào ngày 05/11/2023, khoảng cách trồng 40 x 40 cm; phân bón trên 1 ha gồm 20 tấn phân chuồng hoai, 200 kg phân urê, 500 kg supe lân và 300 kg phân kali (K_2O).

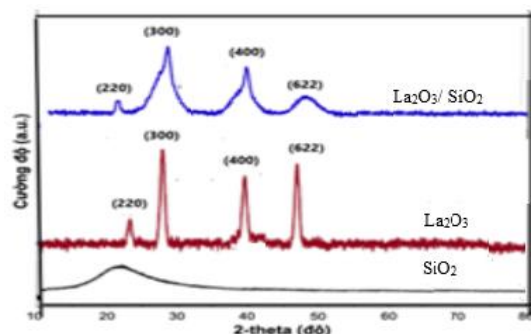
Các luống thử nghiệm có bổ sung $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$: cho 1 L dung dịch nano $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ nồng độ 1000 mg/L, sau đó pha trong 360 lít nước trước khi phun cho 1 ha cây Xáo

tam phân. Tổng số lần phun $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ cho mẫu thí nghiệm trong suốt quá trình phát triển và sinh trưởng của cây Xáo tam phân trong thời gian khảo nghiệm là 5 lần (Thời điểm Xáo tam phân trồng được 1; 3; 6, 9 và 12 tháng), phun cho cây (phun lá) lúc chiều mát, không phun trước mưa. Chỉ tiêu theo dõi trên cây Xáo tam phân trong quá trình thí nghiệm gồm: Chiều cao thân, chiều dài rễ.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc trưng vật liệu

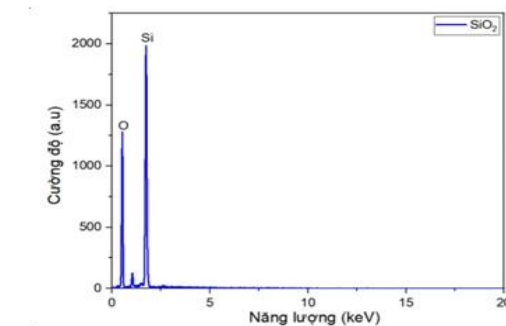
Để xác định các hợp phần trong vật liệu La_2O_3 , SiO_2 và $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$, các vật liệu tổng hợp được đặc trưng bằng phương pháp nhiễu xạ tia X, kết quả được trình bày ở Hình 1. Trên giản đồ nhiễu xạ tia X của SiO_2 xuất hiện một đỉnh nhiễu xạ có độ rộng bán phổ lớn với đỉnh nhiễu xạ ở góc 2-theta khoảng 23° [30]. Còn trên giản đồ XRD của La_2O_3 có các đỉnh nhiễu xạ có cường độ mạnh được quan sát ở các góc 2-theta bằng 27, 28, 39 và 48° lần lượt tương ứng với các mặt (220), (300), (400) và (622) (theo thẻ chuẩn JCPDS 04 - 0856) [31]. Trong khi đó, giản đồ nhiễu xạ tia X của các vật liệu $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$, xuất hiện các đỉnh nhiễu xạ đặc trưng sắc nét cho hợp phần cho La_2O_3 còn đỉnh nhiễu xạ đặc trưng cho SiO_2 ở góc 2-theta khoảng 23° có cường độ rất yếu.



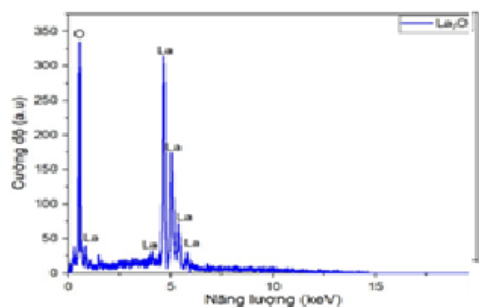
Hình 1. Giản đồ XRD của các vật liệu $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ và La_2O_3 .

Để xác định thành phần các nguyên tố có mặt trong vật liệu $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$, các vật

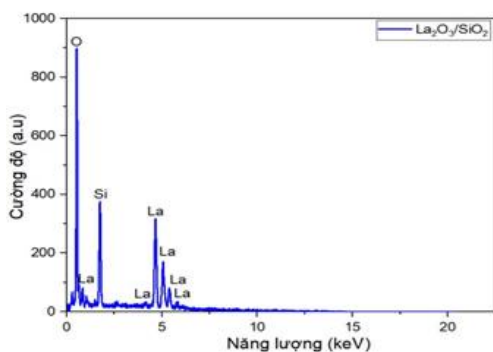
liệu được đặc trưng bằng phổ EDX. Kết quả được trình bày ở Hình 2. Kết quả phổ tán xạ năng lượng tia X của các vật liệu La_2O_3 , SiO_2 và $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ ở Hình 2 chỉ ra rằng, đỉnh phổ có cường độ mạnh đặc trưng cho Si, O và La xuất hiện lần lượt tại mức năng lượng 1,88; 0,50 và 4,62 KeV. Từ phổ EDX cho thấy, xuất hiện đầy đủ các đỉnh phổ đặc trưng cho cả hai hợp phần SiO_2 và La_2O_3 trong vật liệu $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$, không có sự xuất hiện của nguyên tố lạ [31].



(a)



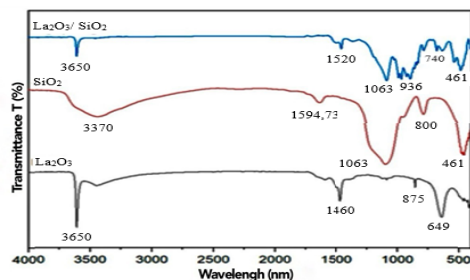
(b)



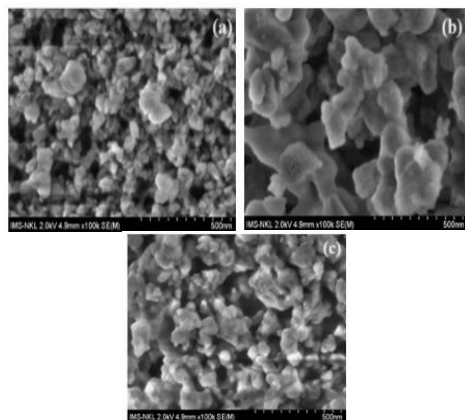
(c)

Hình 2. Phổ EDX của các vật liệu (a) SiO_2 , (b) La_2O_3 và (c) $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$

Các đặc điểm liên kết trong vật liệu La_2O_3 , SiO_2 và $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ thấy, xuất hiện các dải phổ tại số sóng 649 cm^{-1} ứng với dao động của liên kết La-O trong La_2O_3 [30] và một dải phổ có cường độ cao và sắc nét ở 3625 cm^{-1} được gán cho dao động kéo dài và uốn cong của O-H trong nhóm La-O-H [30]. Còn đối với phổ hồng ngoại của SiO_2 có đỉnh hấp thụ có cường độ mạnh ở số sóng 1115 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 cm^{-1} có thể là dao động của các nhóm Si-OH (silanol), từ 475 cm^{-1} là dao động của Si-O [30-31]. Các dải phổ ở 3421 cm^{-1} và $1625 - 1490\text{ cm}^{-1}$ có thể được quy cho dao động O-H trong nước hấp thụ trên bề mặt vật liệu. Trong khi đó, trên phổ hồng ngoại của vật liệu $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$, xuất hiện đầy đủ các đỉnh phổ đặc trưng cho hợp phần SiO_2 và La_2O_3 .

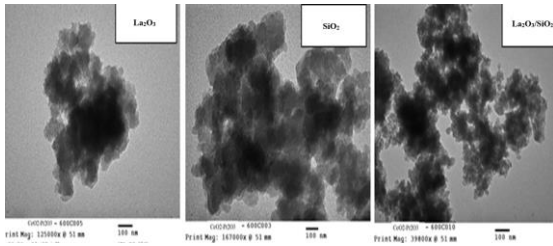


Hình 3. Phổ hồng ngoại của các vật liệu La_2O_3 , SiO_2 và $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$.



Hình 4. Ảnh SEM của các vật liệu La_2O_3 (a), SiO_2 (b) và $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ (c).

Ảnh SEM ở Hình 4 cho thấy, vật liệu La_2O_3 gồm các hạt với đa dạng hình dáng với kích thước trung bình khoảng 40 - 50 nm nhưng có xu hướng co cụm lại với nhau; còn vật liệu SiO_2 cũng gồm các hạt kết hợp lại với nhau tạo ra bề mặt gồ ghề, lồi lõm có kích thước khoảng 50 - 100 nm. Đối với vật liệu $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$, có sự phân tán các hạt La_2O_3 trên SiO_2 tạo nên bề mặt gồ ghề, lồi lõm và kích thước khoảng 50 - 80 nm. Kích thước vật liệu được thể hiện qua phép đo SEM ở hình 5.



Hình 5. Ảnh SEM của các vật liệu La_2O_3 , SiO_2 và $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$.

Kết quả ảnh SEM ở hình 6 cho thấy kích thước của vật liệu La_2O_3 , SiO_2 và $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ lần lượt là 40 - 50 nm, 50 - 100 nm và 50 - 80 nm. Với kích thước từ 50 - 80 nm của vật liệu nano $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ phù hợp cho cây trồng hấp thu dễ dàng.

3.2. Ảnh hưởng của $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ đến sự sinh trưởng của cây Xáo tam phân

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của La_2O_3 , SiO_2 đến sự sinh trưởng, phát triển cây Xáo tam phân được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ đến chiều cao thân của cây Xáo tam phân

	Đối chứng	Thực nghiệm
Tháng tuổi	Chiều cao thân (cm)	Chiều cao thân (cm)
4	$42,2 \pm 0,2^c$	$49,5 \pm 0,2^c$
8	$62,4 \pm 0,1^b$	$77,2 \pm 0,1^b$
12	$85,1 \pm 0,2^a$	$107,1 \pm 0,3^a$

Kết quả thử nghiệm trồng Xáo tam phân trong trường hợp có bổ sung vật liệu $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ cho thấy, đối với mẫu đối

chứng thì chiều cao thân ở các giai đoạn khảo sát 4 tháng tuổi đạt $42,2 \pm 0,2^c$ (cm), 8 tháng tuổi đạt $62,4 \pm 0,1^b$ (cm) và 12 tháng tuổi đạt $85,1 \pm 0,2^a$ (cm) đều nhỏ hơn so với mẫu thực nghiệm cùng thời gian khảo sát 4 tháng tuổi đạt $49,5 \pm 0,2^c$ cm, 8 tháng tuổi đạt $77,2 \pm 0,1^b$, 12 tháng tuổi $107,1 \pm 0,3^a$. Kết quả xử lý thống kê ở bảng 3.1 cho thấy có sự sai khác đáng kể về chiều cao thân của cây Xáo tam phân ở các tháng khảo sát khác nhau giữa mẫu đối chứng và mẫu thực nghiệm. Mặt khác về chiều dài rễ, mẫu bổ sung vật liệu $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ có năng suất rễ đạt 39 tấn /ha (năng suất thu được tăng 36,60 % so với mẫu đối chứng), rễ chính có chiều dài trung bình $24,6 \pm 0,3^a$ dài hơn so với mẫu đối chứng $17,3 \pm 0,1^e$ ở giai đoạn khảo sát 12 tháng (bảng 2).



Hình 6. Cây Xáo tam phân khi không có (đối chứng) (a) và có bổ sung vật liệu $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ (b).

Bảng 2. Ảnh hưởng của $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ đến chiều dài rễ của cây Xáo tam phân

	Đối chứng	Thực nghiệm
Tháng tuổi	Chiều dài rễ (cm)	Chiều dài rễ (cm)
4	$7,2 \pm 0,1^a$	$7,2 \pm 0,3^a$
8	$11,2 \pm 0,1^d$	$14,2 \pm 0,2^a$
12	$17,3 \pm 0,1^e$	$24,6 \pm 0,3^a$

Bên cạnh đó, rễ chính còn có kích thước đồng đều, lá xanh đậm và không có hiện tượng vàng lá so với mẫu đối chứng. Điều này có thể được giải thích do Si có ảnh hưởng lên sự tổng hợp lignin, nếu thiếu Si thì hàm lượng lignin bị giảm đáng kể. Si đóng vai trò như chất dinh dưỡng có tác dụng tăng cường sự sinh trưởng, cứng cáp, cải thiện năng suất cây trồng và chất

lượng hoạt được [31]. Bên cạnh đó, các nano oxide La_2O_3 và SiO_2 có vai trò xúc tác kích hoạt các hệ emzym trong hệ rễ giúp hệ rễ phát triển nhanh; thúc đẩy quá trình quang hợp, tăng sự hấp thụ các chất dinh dưỡng vi lượng và đa lượng và có khả năng chống chịu tốt trong điều kiện bất lợi của thời tiết. Do vậy, khi bổ sung $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ trên cây Xáo tam phân đã làm cho cây cứng cáp hơn và sự phát triển của rễ cũng mạnh hơn, dẫn đến tăng năng suất cây Xáo tam phân.

4. KẾT LUẬN

Đã tổng hợp thành công vật liệu $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ bằng phương pháp solgel kết hợp chiếu xạ gamma. Kết quả thu được vật liệu nano có kích thước 50 – 80 nm. Khảo sát ảnh hưởng của vật liệu $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ đến sự sinh trưởng của cây xáo tam phân cho thấy, mẫu đối chứng thì năng suất rễ đạt 32 tấn /ha, rễ chính có chiều dài trung bình 17,3 cm. Mẫu bổ sung vật liệu $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ có năng suất rễ đạt 39 tấn /ha (năng suất tăng 21,92%), rễ chính có chiều dài trung bình 24,6 cm và chiều cao thân của mẫu thực nghiệm cao hơn so với mẫu đối chứng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Thị Phượng Phong, (2011). Nghiên cứu chế tạo dung dịch Cu nano làm nguyên liệu chế tạo thuốc bảo vệ thực vật kháng và diệt bệnh nấm hồng *Corticium salmonicolor*, bệnh phấn trắng *Oidium Heveae* trên cao su. *Báo cáo đề tài tỉnh Đồng Nai*.
- [2]. Bui Duy Du, Dang Van Phu, Le Anh Quoc, Nguyen Quoc Hien, (2017). Synthesis and Investigation of Antimicrobial Activity of Cu_2O Nanoparticles/Zeolite. *Journal of Nanoparticles*.
- [3]. <http://khamphahue.com.vn/hue-24h/su-kien-thong-tin-su-kien/tid/Che-cao-bac-nano-tu-cay-co/newsid/>
- [4]. Lưu Minh Đại, Nguyễn Gia Hưng, Đào Ngọc Nhiệm, Nguyễn Thị Tố Loan, (2005). Tổng hợp nhiệt độ thấp các oxide đất hiếm có cấu trúc nano La_2O_3 và Nd_2O_3 sử dụng polivinyl ancol làm chất nền polymer. *Tạp chí Hóa học*, **44(4)**, 471-274.
- [5]. Đào Hồng Đức, (2020). Nghiên cứu biến tính quặng Laterit bằng La_2O_3 và CeO_2 để xử lý Asen và Phosphate trong môi trường nước. *Luận án tiến sĩ Môi trường*.
- [6]. Nguyễn Gia Hưng, Lưu Minh Đại, Đào Ngọc Nhiệm, (2004). Tổng hợp nhiệt độ thấp xeri dioxide cấu trúc nano bằng quá trình tự bốc cháy của gel polyvinyl ancol và xeri nitrat. *Tạp chí hóa học*, **22(4)**, 444 – 448.
- [7]. Đào Ngọc Nhiệm, Nguyễn Thị Hà Chi, Đoàn Trung Dũng, Nguyễn Đức Văn, Dương Thị Lịm, (2016). Nghiên cứu hấp phụ anion phosphate (PO_4^{3-}) từ dung dịch bằng oxide hỗn hợp $\text{CeO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$. *Tạp chí hóa học*, **54(3)**, 382 – 387.
- [8]. Nguyễn Thị Hà Chi, Đoàn Trung Dũng, Phạm Ngọc Chức, Dương Thị Lịm, Đào Ngọc Nhiệm, (2018). Tổng hợp vật liệu CeO_2 kích thước nanomet trên nền SiO_2 và nghiên cứu khả năng quang xúc tác của chúng. *Tạp chí Hóa học*, **56(1)**, 117-121.
- [9]. Do Manh Cuong, Nguyen Thi Nhu Mai, Vu Quoc Luan, Hoang Thanh Tung, Bui Van The Vinh, Nguyen Thi Thanh Thuy, Phan Le Ha Nguyen, Duong Tan Nhut, Phan Phuoc Minh Hiep, (2024). Optimizing the combination of SiO_2 NPs and CeO_2 NPs on relative growth rate of *Fragaria ananassa* plantlets cultured in vitro. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 1-19.
- [10]. Do Manh Cuong, Nguyen Thi Nhu Mai, Vu Quoc Luan, Phan Phuoc Minh Hiep, Hoang Hai Dang, Bui Van The Vinh, Cao Van Hoang, Hoang Thanh Tung, Nguyen Quang Vinh, Duong Tan Nhut, (2025). Enhancing antioxidant enzyme activities in chrysanthemum plantlets (*Chrysanthemum morifolium* Ramat cv. 'Jimba') under salt stress: A response

- surface methodology approach evaluating NaCl and CeO₂ nanoparticles interactions. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 1-12.
- [11]. Cao Van Hoang, Dang Nguyen Thoai, Nguyen Thi Dieu Cam, Tran Thi Thu Phuong, Nguyen Thi Lieu, Tran Thi Thu Hien, Dao Ngoc Nhiem, Thanh Dong Pham, Mai Huynh Thanh Tung, Nguyen Thi To Tran, Adam Mechler, Quan V. Vo, (2022). Large-Scale Synthesis of Nanosilica from Silica Sand for Plant Stimulant Applications, *ACS Omega*, 7, 41687–41695,
- [12]. Suriyaprabha R, Karunakaran G, Yuvakkumar R, Rajendran V, Kannan N., (2012). Silica Nanoparticles for - 8. Increased Silica Availability in Maize (*Zea mays*. L) Seeds Under Hydroponic Conditions. *Current Nanoscience*, 8(6), 902.
- [13]. Miyake Y, Takahashi E., (1978). Silicon Deficiency of Tomato Plant. *Soil Science and Plant Nutrition*, 24(2), 175-89.
- [14]. Dobermann A. Rice: Nutrient disorders & nutrient management. Int. Rice Res. Inst.; 2000.
- [15]. Đặng Khoa, T., Huy Giới, Đồng, Việt Hồng, L., & Chu Đức Hà, (2025). Xu hướng ứng dụng hạt nano silica trong bảo vệ thực vật hướng đến canh tác bền vững. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*, 14(2), 031–041.
- [16]. Rovani S, Santos JJ, Corio P, Fungaro DA. Highly Pure Silica Nanoparticles with High Adsorption Capacity Obtained from Sugarcane Waste Ash, (2018). *ACS Omega*, 3(3), 2618–27.
- [17]. Van Tang Nguyen, Michael C. Bowyer, Quan Van Vuong, Ian A. Van Altena, Christopher J., (2015). Scarletta, Phytochemicals and antioxidant capacity of Xao tam phan (*Paramignya trimera*) root as affected by various solvents and extraction methods. *Industrial Crops and Products*, 67, 192–200.
- [18]. Nguyen, V.T., Ueng, J.P., Tsai, G.J., (2011). Proximate composition, total phenolic content, and antioxidant activity of seagrape (*Caulerpa lentillifera*). *J. Food Sci*, 76 (7), C950–958.
- [19]. Nguyen, M.K., Pham, T.N.H., Do, T.P., (2013). Study on acute toxicity, hepatoprotective activity and cytotoxic activity of *Paramignya trimera* (Oliv.) Guillaud. *J. Med. Mater*, 18 (1).
- [20]. Osbourn, A., Goss, R.J.M., Field, R.A., (2011). The saponins–polar isoprenoids with important and diverse biological activities. *Nat. Prod. Rep.*, 28, 1261–1268.
- [21]. Patel, J.R., Tripathi, P., Sharma, V., Chauhan, N.S., Dixit, V.K., (2011). *Phyllanthus amarus*: ethnomedicinal uses, phytochemistry and pharmacology: a review. *J. Ethnopharmacol*, 138, 286–313.
- [22]. Quynh Nguyen Nhu Le, Phuong Thuy Viet Nguyen, and Tuoi Thi Hong Do, (2025). Isolation and quantitative analysis of ostruthin in the medicinal plant *Paramignya trimera* collected in Vietnam. *ACS –Omega*, (10), 24472–24489.
- [23]. Pisoschi, A.M., Negulescu, G.P., (2011). Methods for total antioxidant activity determination: a review. *Biochem. Anal. Biochem*, 1 (1), 1–10.
- [24]. Plaza, M., Kariuki, J., Turner, C., (2014). Quantification of individual phenolic compounds' contribution to antioxidant capacity in apple: a novel analytical tool based on liquid chromatography with diode array, electrochemical, and charged aerosol detection. *J. Agric. Food Chem*, 62, 409–418.
- [25]. P. H. Dang, T. H. Le, P. K. Phan, P. T. Le, M. T. Nguyen, N. T. Nguyen, (2017). Two acridones and two coumarins from the roots of *Paramignya*

- trimera*. *Tetrahedron letters*, **58(16)**, 1553-1557.
- [26]. Podolak, I., Galanty, A., Sobolewska, D., 2010. Saponins as cytotoxic agents: a review. *Phytochem. Rev.* 9, 425-474.
- [27]. Poh-Hwa, T., Yoke-Kqueen, C., Indu Bala, J., Son, R., (2011). Bioprotective properties of three Malaysia *Phyllanthus* species: an investigation of the antioxidant and antimicrobial activities. *Int. Food Res. J.*, **18 (3)**, 887-893.
- [28]. X. Wang, M. Wang, H. Song, B. Ding, (2006). A Simple Sol-gel Technique for Preparing Lanthanum Oxide Nanopowders. *Mater. Lett.*, **(60)**, 2261-2265.
- [29]. Nguyen Vu Ngoc Mai, Nguyen Thi Ly Na, Tran Thi Thu Phuong, Do Minh The, Nguyen Thi Thanh Binh, Vo Manh Tien, Nguyen Tri Quoc, Nguyen Thi Phuong Le Chi, Mai Hung Thanh Tung, Cao Van Hoang, (2024). Synthesis of Materials Based on La_2O_3 and SiO_2 as Growth Stimulants for *Salvia miltiorrhiza* Bunge. *VNU Journal of Science: Natural Sciences and Technology*, **1(40)**, 97-104.
- [30]. Q. Zhou, H. Zhang, F. Chang, H. Li, H. Pan, W. Xue, D. Y. Hu, S. Yang, (2015). Nano La_2O_3 as a Heterogeneous Catalyst for Biodiesel Synthesis by Transesterification of *Jatropha Curcas* L. *Oil. J. Indust, Eng, Chem.*, **(31)**, 385-339.
- [31] Q. Mu, Y. Wang, (2011). Synthesis, Characterization, Shape-preserved Transformation, and Optical Properties of $\text{La}(\text{OH})_3$, $\text{La}_2\text{O}_2\text{CO}_3$, and La_2O_3 Nanorods. *Journal of Alloys and Compounds*, **2(509)**, 396-401.
- [32]. M. Waseem, S. Mustafa, A. Naeem, K. H. Shah, I. Shah, I. U. Haque, (2009). Synthesis and Characterization of Silica by Sol-gel Method, *J. Park. Mater. Soc.*, **1(3)**, 19.