

Tổng hợp nanocomposite lưỡng kim bạc đồng trên nền silica để ứng dụng kháng nấm gây bệnh lở cổ rễ của cây cà chua

Trần Công Khánh^{1,2,*}, Trần Quốc Vinh^{1,2}, Võ Thị Ngọc Hà³, Bùi Thị Thu Thảo^{1,2}, Trần Thị Huỳnh Như³, Huỳnh Lê Nhựt Thủy^{1,2}, Triệu Huy Văn^{1,2}, Đặng Vinh Quang^{1,2}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

¹Khoa Khoa học và Công nghệ Vật liệu, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

²Đại học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

³Khoa Nông học, Trường Đại học Nông lâm Hồ Chí Minh, Việt Nam

Liên hệ

Trần Công Khánh, Khoa Khoa học và Công nghệ Vật liệu, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

Đại học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

Email: tckhanh@hcmu.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 16-12-2024
- Ngày sửa đổi: 24-2-2025
- Ngày chấp nhận: 19-3-2025
- Ngày đăng:

DOI:



Bản quyền

© ĐHQG TP.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



TÓM TẮT

Nanocomposite AgCu–SiO₂ đã được tổng hợp bằng phương pháp khử hóa học xanh kết hợp với sóng siêu âm. Tính chất hóa lý của AgCu–SiO₂ được phân tích thông qua phổ hấp thụ tử ngoại–khả kiến, giản đồ nhiễu xạ tia X, hình ảnh kính hiển vi điện tử quét, hình ảnh kính hiển vi điện tử truyền qua, phổ tán sắc năng lượng tia X, phổ nguồn plasma cảm ứng cao tần kết nối khối phổ và phổ hấp thụ nguyên tử. Các kết quả phân tích chỉ ra rằng nanocomposite AgCu–SiO₂ chứa bạc và đồng ở dạng lưỡng kim, và các hạt kim loại này có kích thước từ vài nanomet đến vài chục nanomet và kích thước hạt trung bình là $7,52 \pm 1,12$ nm, được phân bố dày đặc trên bề mặt silica. Khả năng kháng nấm của AgCu–SiO₂, so với các nanocomposite đơn kim loại Ag–SiO₂, Cu–SiO₂ và thuốc trừ bệnh thương mại Ridomil gold 68 WG, được đánh giá thông qua khả năng ức chế sự phát triển tản sợi của các nấm *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* và *Pythium catenulatum*, gây bệnh lở cổ rễ cây cà chua trong điều kiện phòng thí nghiệm. Kết quả cho thấy hiệu quả ức chế sự phát triển tản sợi nấm của AgCu–SiO₂ cao hơn các nanocomposite đơn kim loại Ag–SiO₂ và Cu–SiO₂, chứng tỏ rằng sự kết hợp bạc và đồng làm tăng cường hoạt tính kháng nấm. Đặc biệt, nanocomposite AgCu–SiO₂ ở nồng độ 125 ppm có hiệu lực ức chế nấm đạt 100% đối với cả ba loại nấm trong điều kiện phòng thí nghiệm.

Từ khoá: nanocomposite, bạc đồng-silica, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium catenulatum*

1 MỞ ĐẦU

Bệnh lở cổ rễ của cây cà chua hay còn gọi là bệnh thối gốc cà chua, một trong những loại bệnh nguy hiểm, gây thiệt hại lớn trong sản xuất cà chua. Bệnh lở cổ rễ cà chua do nhóm các loại nấm có nguồn gốc trong đất gây ra, điển hình như nấm *Rhizoctonia solani*, *Pythium* sp., *Fusarium* sp. Bệnh lở cổ rễ lây lan trong môi trường nước và xâm nhập qua các vết thương cơ học, phát sinh, phát triển mạnh trong điều kiện độ ẩm cao hoặc mưa, nắng, rét, nóng thất thường¹. Việc kiểm soát bệnh lở cổ rễ hiện nay chủ yếu tập trung vào sử dụng các thuốc diệt nấm phổ rộng hoặc một số chế phẩm sinh học từ nấm đối kháng, tuy nhiên hiệu quả chưa rõ rệt, đặc biệt vào mùa mưa, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến năng suất và chất lượng cây trồng. Do đó, việc tìm kiếm các giải pháp mới để phòng trị bệnh lở cổ rễ của cây trở nên cấp thiết. Công nghệ nano đang được nghiên cứu và ứng dụng để phòng trừ bệnh hại trên cây trồng². Trong đó, nano bạc (Ag NP) được sử dụng phổ biến nhờ khả năng tiêu diệt nấm và vi khuẩn cây trồng rất hiệu quả, nó có thể kiểm soát được bệnh đạo ôn trên cây lúa do nấm *Pyricularia oryzae* gây ra³. Nano đồng (Cu

NP) đã được sử dụng để phòng trừ vi khuẩn *Ralstonia solanacearum* gây bệnh héo xanh trên cây dưa chuột⁴. Mặc dù, cả Ag NP và Cu NP đều có đặc tính kháng vi sinh vật đáng kể, nhưng hỗn hợp Ag NP và Cu NP thể hiện đặc tính kháng kháng vi sinh vật lớn hơn so với từng Ag NP hoặc Cu NP riêng lẻ⁵, nhờ có tác dụng hiệp đồng của hai loại nano đối với vi sinh vật^{6,7}. Đặc biệt, khi Ag NP và Cu NP được cố định trên những vật liệu mang như TiO₂⁸, khoáng chất aluminosilicate⁹, hiệu quả kháng vi sinh vật của vật liệu càng tăng lên, vì khi đó, các hạt nano Ag NP và Cu NP trở nên ổn định hơn, tránh bị kết tụ, kết đám lại.

Nano silica (Si NP), được sản xuất từ phụ phẩm tro trấu, chất đốt trong lò hơi công nghiệp ở Việt Nam, đang được ứng dụng đa dạng trong nhiều lĩnh vực sản xuất khác nhau như dược phẩm, cao su, sơn phủ và nông nghiệp¹⁰. Việc sản xuất nano silica được xem là một hướng phát triển năng lượng tái tạo vì vỏ trấu là nguồn sinh khối dồi dào, có thể tái tạo hằng năm từ các ruộng lúa nông nghiệp tại Việt Nam, đặc biệt tại vùng đồng bằng sông Cửu Long. Trong lĩnh vực trồng trọt, Si NP được sử dụng với nhiều công dụng khác nhau như khả năng chống ngộ độc do kim loại nặng¹⁰, khả năng chống chịu UVB¹¹, khả năng chống

Trích dẫn bài báo này: Khánh T C, Vinh T Q, Hà V T N, Thảo B T T, Như T T H, Thủy H L N, Văn T H, Quang D V. Tổng hợp nanocomposite lưỡng kim bạc đồng trên nền silica để ứng dụng kháng nấm gây bệnh lở cổ rễ của cây cà chua. *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.* 2025; (1):1-11.

chịu mặn¹², khả năng chống mất nước¹³ và khả năng
dẫn truyền thuốc bảo vệ thực vật và phân bón¹⁴.
Bài báo trình bày sự kết hợp Ag NP, Cu NP và Si NP,
tạo thành nanocomposite bạc, đồng trên nền silica
(AgCu–SiO₂). Nanocomposite AgCu–SiO₂ được
tổng hợp bằng phương pháp khử hóa học xanh kết
hợp với sóng siêu âm và phân tích tính chất lý–hóa
bằng các kỹ thuật phổ hấp thụ tử ngoại–khả kiến,
giản đồ nhiễu xạ tia X, kính hiển vi điện tử quét và
kính hiển vi điện tử truyền qua. Bên cạnh đó, hoạt
tính kháng nấm của AgCu–SiO₂ được thực hiện đối
với các nấm *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*
và *Pythium catenulatum* trong điều kiện phòng thí
nghiệm.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Hóa chất

Silica (SiO₂, > 95%, kích thước từ 3–8 μm) được
cung cấp bởi Công ty Cổ phần Công nghệ Nano BSB,
Việt Nam); bạc nitrate (AgNO₃, > 99%), đồng acetate
ngậm một nước [Cu(CH₃COO)₂.H₂O; 99,99%] được
cung cấp bởi Sigma Aldrich. Sodium lauryl ether sul-
fate [CH₃(CH₂)₁₁(OCH₂CH₂)_nOSO₃Na, 70%, Thái
Lan], ascorbic acid (C₆H₈O₆, > 99%, Xilong, Trung
Quốc). Nước cất có độ dẫn điện < 5 μS/cm được sử
dụng trong tất cả các thí nghiệm.

Phương pháp tổng hợp

Nanocomposite lưỡng kim bạc–đồng trên nền silica
(AgCu–SiO₂) được tổng hợp bằng phương pháp khử
hóa học xanh, kết hợp với sóng siêu âm cường độ cao.
Cụ thể, hỗn hợp Cu(CH₃COO)₂.H₂O và AgNO₃ có
tỷ lệ mol 1:1 được khuấy từ trong 100 mL nước cất.
Sau đó 0,2 gam silica và sodium lauryl ether sulfate
(0,5 M) được thêm vào hỗn hợp hai muối. Sau 15
phút, ascorbic acid (0,5 g) được cho vào hỗn hợp
và siêu âm hỗn hợp cường độ cao (HIELSCHER'S,
200W, 26 kHz) trong 15 phút; màu dung dịch chuyển
từ màu trắng xanh sang đen xám. Tiếp theo, hỗn hợp
được ly tâm ở 4000 vòng/phút trong 10 phút; sau đó,
phần bột rắn được rửa với nước cất và ethanol (tỷ lệ
1:1) và sấy ở nhiệt độ 60°C trong 8 giờ. Các mẫu
Ag–SiO₂ và Cu–SiO₂ được tổng hợp bằng phương
pháp tương tự để làm vật liệu đối chứng.

Phương pháp phân tích

Tính chất quang của vật liệu được xác định thông
qua phổ hấp thụ tử ngoại – khả kiến (UV–Vis, Jasco
V670) với khoảng bước sóng khảo sát từ 300–750 nm,
tính chất tinh thể và thành phần pha được xác định
bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD, D8 Advance-
Bruker Eco) với bước sóng tia X phát ra từ nguồn Cu

K α bằng 1,54 Å, khoảng ghi số liệu từ 10–80°, bước
nhảy 0,0195°. Hàm lượng bạc trong các vật liệu được
xác định bằng phép đo phổ nguồn plasma cảm ứng
cao tần kết nối khối phổ (ICP-MS) trên máy iCAP-RQ
ICP-MS, Thermo Scientific với đầu phun thạch anh
đường kính 2,5 mm, skimmer cone bằng Ni, đường
kính 3,5 mm, tốc độ phun mẫu 0,1843 L/phút, nguồn
RF 1550 W và thời gian đo 60 giây. Hàm lượng đồng
trong các vật liệu được xác định bằng phổ hấp thụ
nguyên tử (AAS, AA-6800, Shimadzu) ở bước sóng
324,8 nm có dòng điện 6 mA, độ rộng khe 0,5 nm,
thời gian đo 5 giây và tốc độ phun khí Air/C₂H₂ là
2,5 L/phút.

Thử nghiệm hoạt tính kháng nấm

Khả năng kháng nấm của các vật liệu Ag–SiO₂,
Cu–SiO₂, CuSiO₂ và AgCu–SiO₂ đối với các nấm
Rhizoctonia solani, *Fusarium oxysporum* và *Pythium*
catenulatum được đánh giá bằng phương pháp nhiễm
môi trường. Các mẫu nấm *R. solani*, *F. oxysporum* và
P. catenulatum, gây bệnh lở cổ rễ cây được phân lập và
cung cấp từ Bộ môn Bảo vệ Thực vật, Khoa Nông học,
Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh. Môi
trường PDA (Potato Dextrose Agar gồm 200 g khoai
tây, 20 g dextrose, 15 g agar cho 1 L môi trường) được
khử trùng, bổ sung 20 μL hệ phân tán của các mẫu
Ag–SiO₂, Cu–SiO₂ và AgCu–SiO₂ trong nước cất
(tương ứng với các hàm lượng kim loại trong hệ phân
tán tính theo kết quả ICP-MS và AAS là 16, 32, 64,
125 ppm), và đổ vào đĩa petri với thể tích 10 mL/đĩa.
Khoanh nấm (đường kính 0,5 cm) được đặt vào tâm
đĩa petri, mặt nấm úp xuống mặt môi trường PDA,
sau đó bọc đĩa bằng parafilm và ủ ở nhiệt độ 28 ±
2°C. Thuốc trừ bệnh thương mại Ridomil gold 68 WG
với các hoạt chất metalaxyl-M (40 g/L) và mancozeb
(640 g/L), đặc trị các nấm nói trên được sử dụng với
tỷ lệ pha loãng khuyến cáo 300 g/100 lít nước (tương
đương với nồng độ khuyến cáo 3000 ppm) để làm
nghiệm thức đối chứng dương, và nước cất được sử
dụng làm đối chứng âm. Thí nghiệm được thực hiện
với mỗi nghiệm thức 5 lần lặp lại, mỗi lần lặp lại của
một nghiệm thức là 1 đĩa petri.

Các chỉ tiêu theo dõi bao gồm đường kính trung bình
của tán nấm, được xác định bởi công thức (1) và hiệu
lực ức chế nấm của hoạt chất thuốc, được xác định
theo công thức (2):

$$d = (d_1 + d_2)/2 \quad (1)$$

trong đó: d là đường kính trung bình tán nấm (tán
sợi), còn d₁ và d₂ là chiều dài đường chéo của tán nấm
(tán sợi).

$$H = (D - d) \times 100/D \quad (2)$$

trong đó: H là hiệu lực ức chế nấm của hoạt chất
thuốc, D là đường kính tán nấm của nghiệm thức đối

149 chứng âm (mm), d là đường kính tán nãm của nghiệm
150 thức chứa hoạt chất (mm).

151 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

152 Tính chất vật liệu

153 Hình 1 thể hiện phổ hấp thụ tử ngoại-khả kiến của
154 các mẫu Ag-SiO₂, Cu-SiO₂ và AgCu-SiO₂. Các
155 mẫu Ag-SiO₂ và Cu-SiO₂ thể hiện đỉnh hấp thụ đặc
156 trưng cho dao động plasmon bề mặt của nano bạc và
157 đồng lân lượt ở bước sóng 410 và 570 nm^{15,16}. Mẫu
158 AgCu-SiO₂ hiển thị hai đỉnh hấp thụ ở 403 và 568
159 nm, điều này thể hiện trong mẫu nanocomposite hình
160 thành song song cả nano bạc và đồng ở trạng thái
161 riêng lẻ hoặc tạo cấu trúc lưỡng kim bạc-đồng^{17,18}.
162 Hình 2 thể hiện giản đồ nhiễu xạ tia X các mẫu
163 nanocomposite Ag-SiO₂, Cu-SiO₂ và AgCu-SiO₂.
164 Kết quả XRD của các mẫu nanocomposite xuất hiện
165 vùng nhiễu xạ rộng từ 15 đến 25°, được cho là vùng
166 vô định hình của chất nền SiO₂¹⁹. Mẫu Cu-SiO₂ có
167 xuất hiện 3 đỉnh nhiễu xạ tại vị trí góc 2θ lần lượt là
168 43,3°, 50,4° và 74,1° tương ứng với mặt (111), (200),
169 (220) của mạng lập phương tâm mặt của kim loại
170 đồng (JCPDS số 04-0836)⁴. Mẫu Ag-SiO₂ thể hiện
171 rõ cấu trúc lập phương tâm mặt (FCC) của kim loại
172 bạc theo JCPDS số 04-0783 với các đỉnh đặc trưng
173 ở các vị trí 38,08°, 44,29°, 64,6° và 77,68°, tương
174 ứng với các mặt phẳng tinh thể (111), (200), (220) và
175 (311)^{15,20}. Giản đồ XRD của AgCu-SiO₂ có tồn tại
176 đồng thời các đỉnh nhiễu xạ, đặc trưng cho bạc, lân
177 đồng. Điều này cho thấy AgCu-SiO₂ được tạo ra có
178 cấu trúc composite lưỡng kim bạc-đồng^{21,22}.

179 Hình 4a trình bày kết quả phổ EDS của mẫu
180 AgCu-SiO₂, AgCu-SiO₂ chứa các nguyên tố sili-
181 cium (22,01 ± 0,33% khối lượng), oxygen (43,16 ±
182 0,48% khối lượng), đồng (2,83 ± 0,19% khối lượng) và
183 bạc (22,09 ± 0,58% khối lượng). Ngoài ra, trong mẫu
184 AgCu-SiO₂ còn có sự hiện diện của carbon (9,92 ±
185 0,16% khối lượng), được quy cho sự tồn tại của một
186 số chất hữu cơ, xuất phát từ các tiền chất sodium lau-
187 ryl ether sulfate, ascorbic acid còn dư sau quá trình
188 tổng hợp và bằng keo carbon sử dụng để cố định mẫu
189 AgCu-SiO₂ trong phép phân tích SEM-EDS.

190 Hình 4b cho thấy sự phân bố của các nguyên tố trong
191 mẫu AgCu-SiO₂. Sự phân bố của silicium và oxy-
192 gen đồng đều trong hình ảnh. Bạc phân bố dày đặc
193 hơn so với đồng, và các vị trí phân bố của chúng khác
194 nhau. Điều đó cho thấy trong mẫu AgCu-SiO₂, bạc
195 có hàm lượng cao hơn nhiều so đồng. Bạc, đồng tồn
196 tại ở các pha riêng biệt, phù hợp với kết quả XRD
197 (Hình 2). Những kết quả này chứng tỏ rằng mẫu
198 AgCu-SiO₂ tồn tại ở dạng composite lưỡng kim. Bên
199 cạnh đó, kết quả phân tích ICP-MS và AAS cho thấy,

mẫu AgCu-SiO₂ chứa 28,14 ± 0,03% khối lượng
nguyên tố bạc và 5,09 ± 0,11% nguyên tố đồng; trong
khi đó mẫu Ag-SiO₂ chứa 30,08 ± 0,50% khối lượng
nguyên tố bạc, và mẫu Cu-SiO₂ chứa 13,91 ± 0,97%
khối lượng nguyên tố đồng.

Hình thái của AgCu-SiO₂ được thể hiện thông qua
kết quả hình ảnh SEM và TEM, được trình bày ở
Hình 3. Mẫu SiO₂ chứa các hạt tối xộp và không có
biên hạt rõ ràng (Hình 3a1, a2). Trong khi đó, mẫu
AgCu-SiO₂ có nhiều hạt nhỏ từ vài nano mét đến vài
chục nano mét với đường kính trung bình 7,52 ± 1,12
nm, phân bố dày đặc trên bề mặt vật liệu (Hình 3b1,
b2). Kết quả SEM và kết quả XRD chứng tỏ trong
AgCu-SiO₂ có các hạt nano kim loại đồng và bạc,
được cố định trên bề mặt của SiO₂.

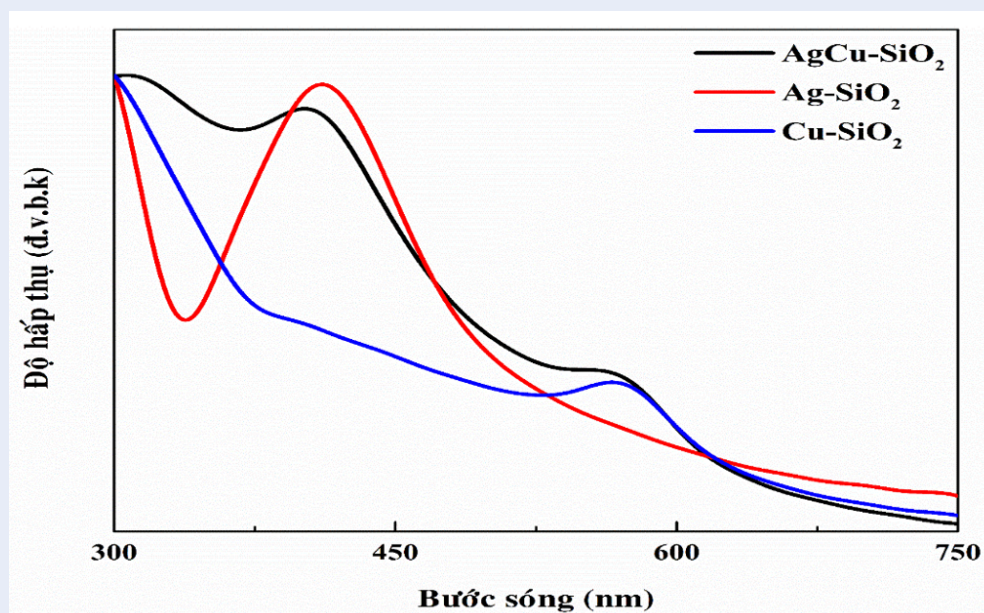
Hoạt tính kháng nấm của vật liệu

Khả năng ức chế của các nanocomposite đối với *R. solani*

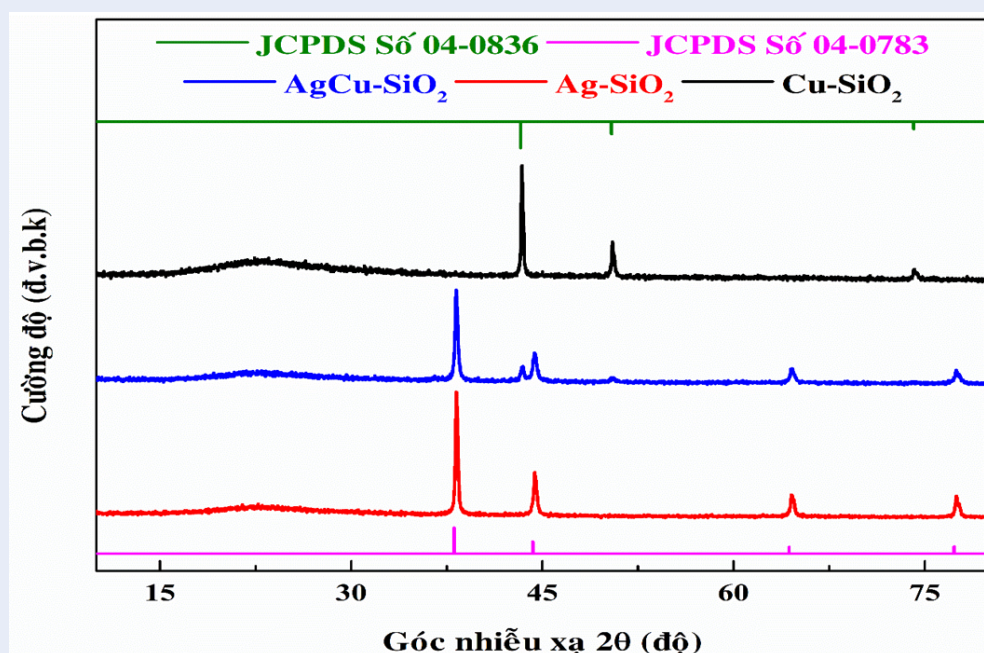
Hình 5 và Hình 6 thể hiện khả năng ức chế của các
nanocomposite Ag-SiO₂, Cu-SiO₂, và AgCu-SiO₂
đối với sự phát triển của nấm *R. solani*. Ở thời
điểm 24 giờ sau cấy (GSC), các nghiệm thức chứa
Ag-SiO₂ (125 ppm), Cu-SiO₂ (64 ppm và 125 ppm)
và AgCu-SiO₂ (64 ppm và 125 ppm) không ghi nhận
sự phát triển của nấm. Đến thời điểm 48 GSC, các
nghiệm thức Ag-SiO₂ (125 ppm), Cu-SiO₂ (64
ppm) và AgCu-SiO₂ (64 ppm) có đường kính tán
nấm tăng lên lần lượt là 9,48 mm, 17,07 mm và 7,30
mm, tương ứng với hiệu lực ức chế giảm từ 100%
xuống còn 79,00%, 62,20% và 83,85%. Còn ở các
nghiệm thức Cu-SiO₂ (125 ppm) và AgCu-SiO₂
(125 ppm) chưa quan sát thấy sự phát triển của nấm *R.*
solani. Tại thời điểm 72 GSC, nghiệm thức đối chứng
đạt đường kính 80 mm. Trong khi đó, các nghiệm
thức Cu-SiO₂ (125 ppm) và AgCu-SiO₂ (125 ppm),
chưa có sự phát triển của nấm và đạt hiệu lực ức chế
100%, bằng với nghiệm thức thuốc hóa học Ridomil
gold 68 WG (nồng độ khuyến cáo 3000 ppm). Kết quả
trên cho thấy, các vật liệu Cu-SiO₂ và AgCu-SiO₂
có khả năng ức chế sự phát triển của nấm *R. solani* tốt
hơn so với vật liệu Ag-SiO₂, và đồng đóng góp vai
trò quan trọng hơn so với bạc trong việc ức chế nấm
này.

Khả năng ức chế của các nanocomposite đối với *P. catenulatum*

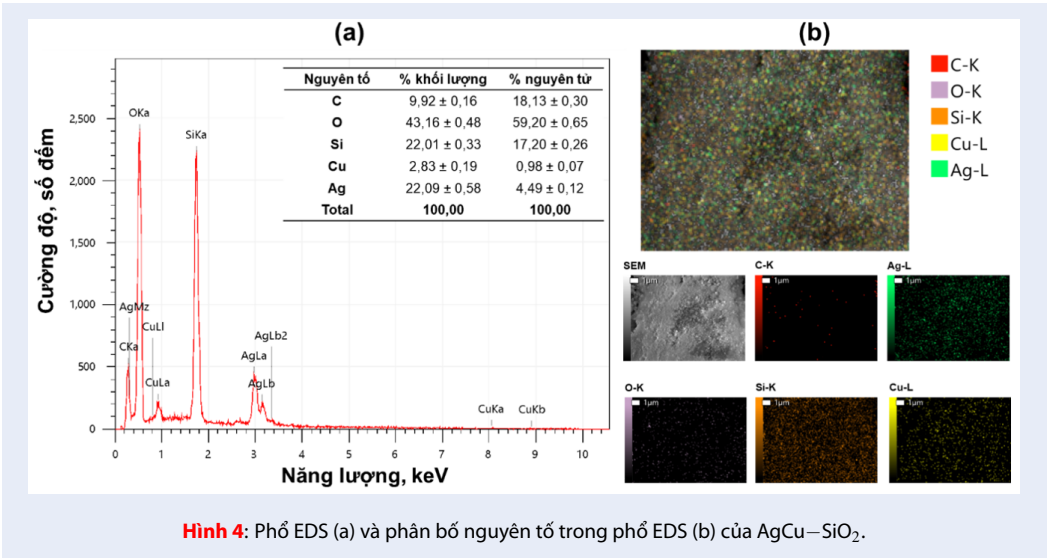
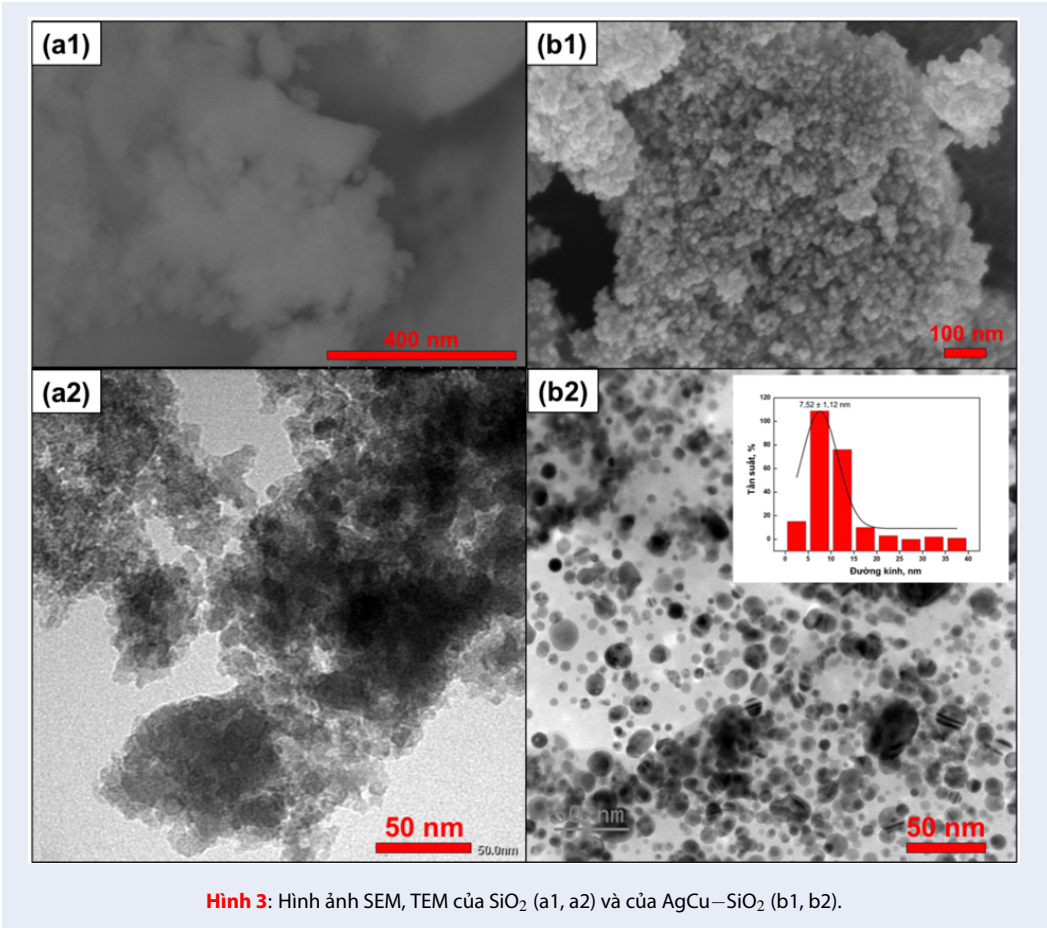
P. catenulatum phát triển nhanh hơn nấm *R. solani*
trong môi trường PGA, đường kính *P. catenulatum*
đạt 80 mm (đường kính của đĩa petri) chỉ sau 60 giờ
sau cấy. Khả năng ức chế sự phát triển nấm *P. catenu-*
latum của các nanocomposite Ag-SiO₂, Cu-SiO₂,

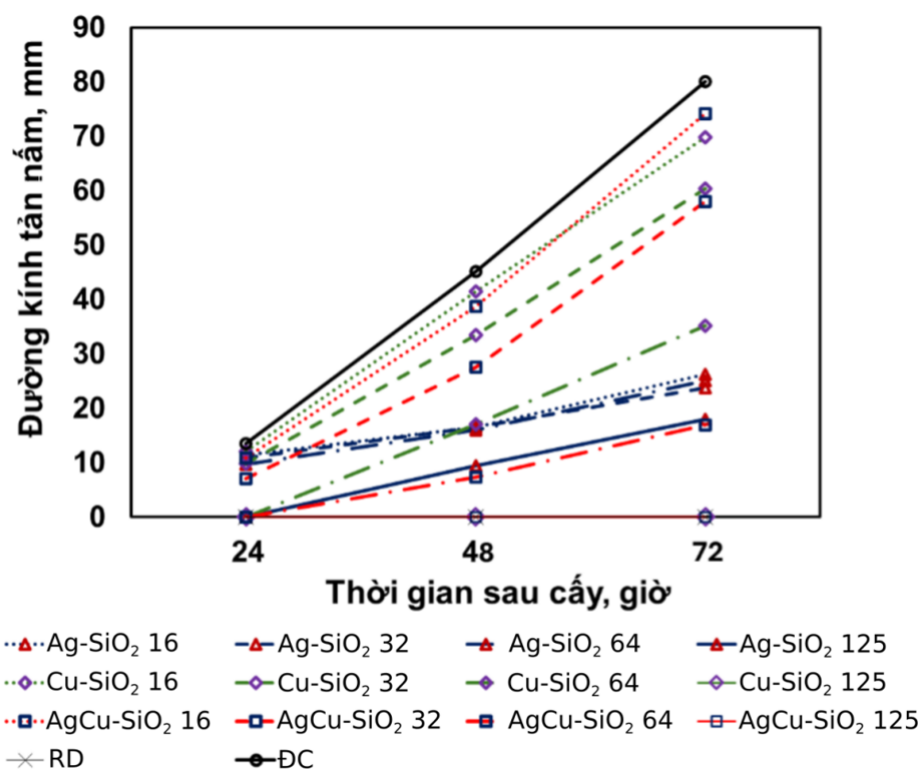


Hình 1: Phổ hấp thụ UV–Vis của các mẫu nanocomposite Ag–SiO₂, Cu–SiO₂ và AgCu–SiO₂.

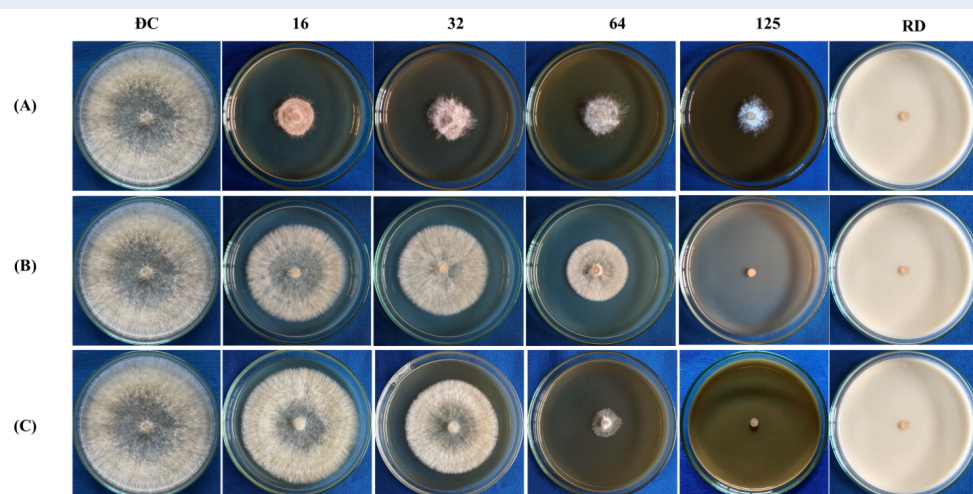


Hình 2: Giản đồ XRD của các mẫu Ag–SiO₂, Cu–SiO₂ và AgCu–SiO₂, kèm theo giản đồ XRD chuẩn của kim loại bạc và đồng.





Hình 5: Ảnh hưởng của Ag-SiO₂, Cu-SiO₂, và AgCu-SiO₂ đến sự phát triển của nấm *R. solani*. DC: Đối chứng, RD: Ridomil gold 68 WG. Số ở mỗi thử nghiệm tương ứng là nồng độ của các vật liệu, ppm.



Hình 6: Hình ảnh tàn sợi của *R. solani* ở thời điểm 72 GSC được xử lý bởi Ag-SiO₂ (A), Cu-SiO₂ (B) và AgCu-SiO₂ (C). RD: Ridomil gold 68 WG; DC: Đối chứng nước. Số tương ứng là nồng độ tương ứng của các vật liệu ở mỗi thử nghiệm, ppm.

và AgCu-SiO₂ được thể hiện qua các Hình 7 và Hình 8. Kết quả cho thấy khả năng ức chế sự phát triển *P. catenulatum* của các nanocomposite tăng dần theo nồng độ. Và khả năng kháng nấm của Ag-SiO₂ kém hơn AgCu-SiO₂, và tốt nhất là Cu-SiO₂. Sau 60 GSC, ở các nghiệm thức Ag-SiO₂ (125 ppm), Cu-SiO₂ (64 và 125 ppm), và AgCu-SiO₂ (125 ppm) đều không quan sát thấy sự phát triển của tảo nấm, tương tự như ở nghiệm thức của Ridomil gold 68 WG (nồng độ khuyến cáo 3000 ppm). Điều đó thể hiện các nghiệm thức này có hiệu lực ức chế *P. catenulatum* đạt 100% và nấm này rất nhạy với vật liệu chứa nano đồng.

Khả năng ức chế của các nanocomposite đối với *F. oxysporum*

Nấm *F. oxysporum* phát triển chậm hơn *R. solani* và *P. catenulatum* trên môi trường PGA, đường kính tảo nấm *F. oxysporum* đạt 80 mm (đường kính của đĩa petri) sau 5 ngày cấy (NSC). Kết quả về khả năng ức chế sự phát triển nấm *F. oxysporum* của các nanocomposite Ag-SiO₂, Cu-SiO₂, và AgCu-SiO₂ được trình bày trên các Hình 9 và Hình 10. Vật liệu Ag-SiO₂ ở nồng độ khảo sát cao nhất (125 ppm) đường kính tảo nấm thấp nhất, đạt 16,2 mm, tương ứng với hiệu lực ức chế đạt 79,7%. Còn Cu-SiO₂ có khả năng ức chế nấm sự phát triển nấm *Fusarium oxysporum* cũng tương đương với Ag-SiO₂; cụ thể nghiệm thức Cu-SiO₂ (125 ppm) có đường kính tảo nấm thấp nhất đạt 14,7 mm, tương ứng với hiệu lực ức chế 81,6%. Nghiệm thức AgCu-SiO₂ (125 ppm) không ghi nhận sự phát triển của *F. oxysporum* và có hiệu lực ức chế hoàn toàn đạt 100%, tương đương với nghiệm thức Ridomil gold 68 WG. Điều đó cho thấy AgCu-SiO₂ có khả năng ức chế nấm *F. oxysporum* cao hơn đáng kể so với Ag-SiO₂ và Cu-SiO₂.

Nguyễn Thị Bích Ngọc và các cộng sự (2015)²¹ đã chỉ ra rằng ở nồng độ 100 mg/L của nano bạc cho tỷ lệ ức chế khoảng 57,6% đối với nấm *F. oxysporum* và 78,07% đối với nấm *R. solani*, tại nồng độ 300 mg/L cho tỷ lệ ức chế 79,2% đối với *F. oxysporum*. Nguyễn Thị Thanh Hải và các cộng sự (2020)²³ nghiên cứu khả năng ức chế sự phát triển các nấm *Pyricularia oryzae* và *Rhizoctonia solani* gây bệnh đạo ôn và khô vằn trên cây lúa của nanocomposite Cu-SiO₂. Kết quả cho thấy hiệu lực ức chế nấm *P. oryzae* và *R. solani* của Cu-SiO₂ tương đối tốt, với hiệu lực ức chế đạt 79,0 % và 76,7 % tương ứng với mỗi loại nấm ở nồng độ 100 ppm. Trong một nghiên cứu khác, Edgardo Cruces và các cộng sự đã tổng hợp nano lưỡng kim bạc đồng, cố định trên khoáng vật aluminosilicate và chỉ ra rằng khả năng kháng các khuẩn *Escherichia coli* và

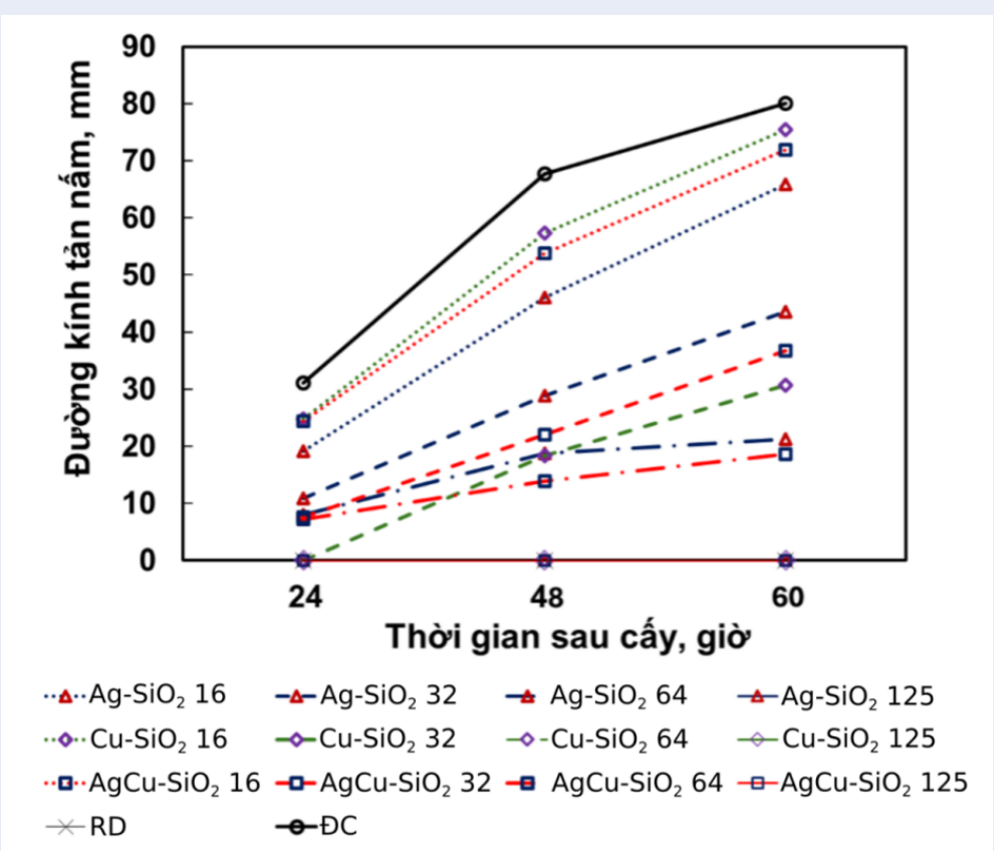
Staphylococcus aureus của nano lưỡng kim bạc đồng tốt hơn so với các nano đơn kim loại. Gần đây, Ahmed I. El-Batal và các cộng sự (2024) đã kết hợp nano lưỡng kim bạc đồng và nấm *Bacillus safensis* để trị bệnh thối rễ trên cây dâu tây²⁴. Kết quả trong bài báo cho thấy rằng việc kết hợp nano lưỡng kim bạc đồng để phun trên lá (với nồng độ 200 ppm) và *B. safensis* tưới làm ướt đất có thể kiểm soát hiệu quả bệnh mốc xám và thối rễ trong quá trình phát triển của dâu tây^{24,25}. Những nghiên cứu trên đã cho thấy tiềm năng ứng dụng nanocomposite AgCu-SiO₂ như là phương pháp thay thế mới các thuốc hóa học, kháng sinh để kiểm soát các nấm bệnh trên cây trồng.

KẾT LUẬN

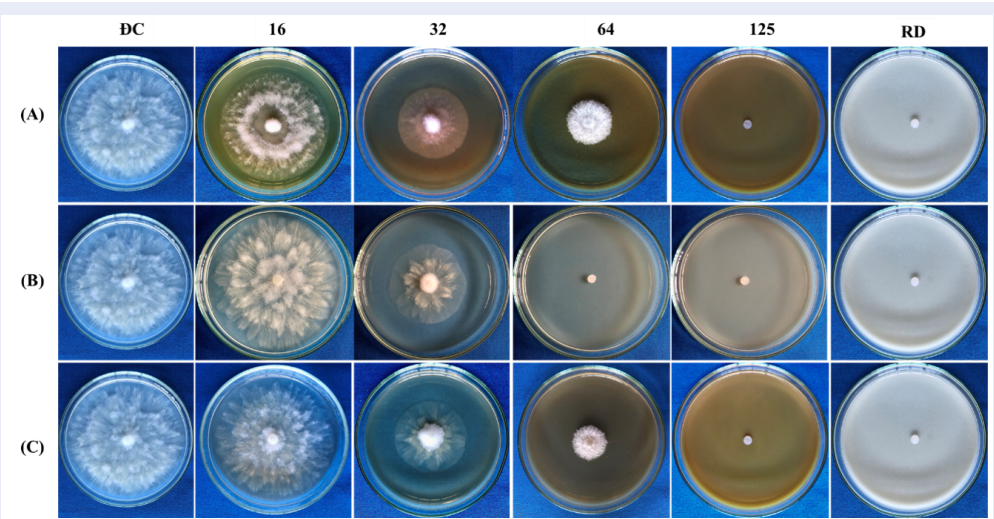
Nanocomposite AgCu-SiO₂ được tổng hợp thành công bằng phương pháp khử hóa học xanh, kết hợp với sóng siêu âm cường độ cao. Các hạt nano kim loại với kích thước từ vài nano mét đến vài chục nm và kích thước hạt trung bình là 7,52 ± 1,12 nm được phân bố dày đặc trên bề mặt silica. Bên cạnh đó, AgCu-SiO₂ có khả năng ức chế hiệu quả sự phát triển của các nấm *R. solani*, *F. oxysporum* và *P. catenulatum*, gây bệnh lở cổ rễ cho cây cà chua. Nano đồng có ảnh hưởng mạnh hơn đến khả năng kháng nấm so với nano bạc đối với cả ba loại nấm, và các nấm *R. solani* và *P. catenulatum* rất mẫn cảm với vật liệu chứa nano đồng. Nấm *R. solani* không phát triển ở các nghiệm thức Cu-SiO₂ (125 ppm) và AgCu-SiO₂ (125 ppm), trong khi nấm này phát triển ở nghiệm thức Ag-SiO₂ (125 ppm) với đường kính 17,93 mm và phát triển đầy đĩa petri (80 mm) ở nghiệm thức đối chứng sau 72 giờ sau cấy. Đối với nấm *F. oxysporum*, các vật liệu Ag-SiO₂ và Cu-SiO₂ đạt hiệu lực ức chế cao nhất khoảng 80% ở nồng độ 125 ppm, còn AgCu-SiO₂ (125 ppm) đạt hiệu lực ức chế 100%, bằng với nghiệm thức thuốc hóa học Ridomil gold 68 WG (nồng độ khuyến cáo 3000 ppm). Các kết quả trên cho thấy sự kết hợp bạc và đồng trong nanocomposite AgCu-SiO₂ làm tăng cường hoạt tính kháng nấm, gây bệnh lở cổ rễ của cây cà chua.

DANH MỤC VIẾT TẮT

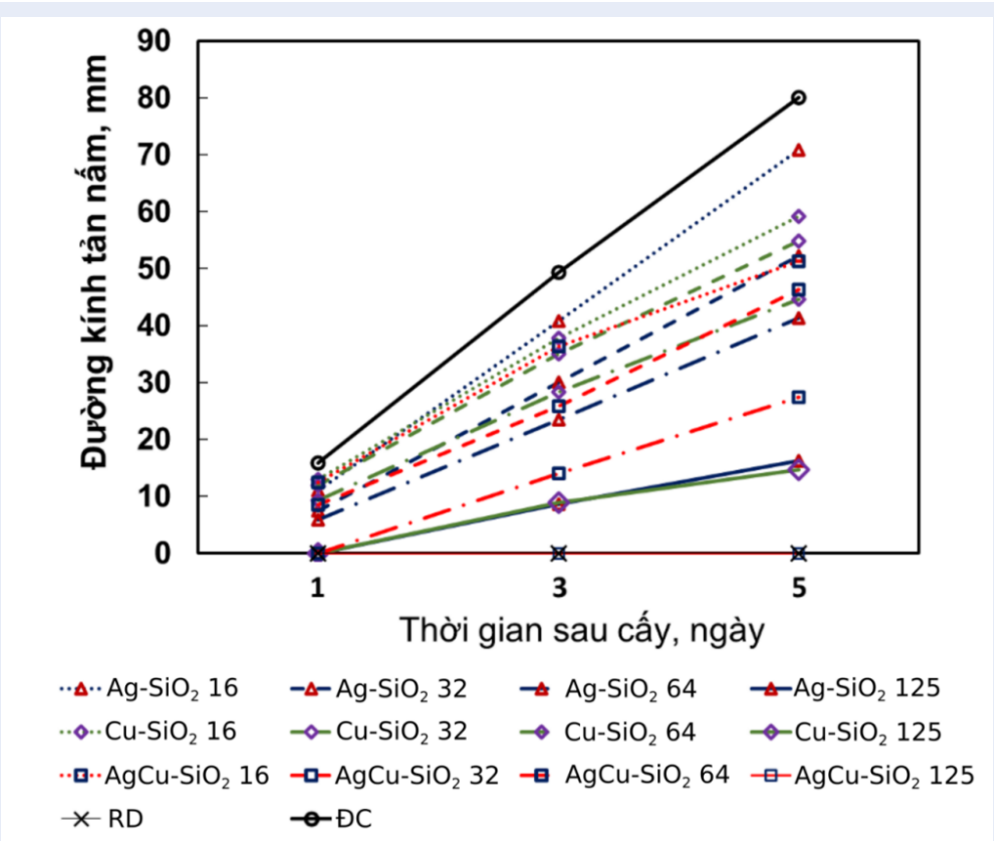
Ag NP: nano bạc
Cu NP: nano đồng
Si NP: nano silic
UV-Vis: hồ hấp thụ từ ngoại – khả kiến
XRD: Giản đồ nhiễu xạ tia X
ICP-MS: Phổ nguồn plasma cảm ứng cao tần kết nối khối phổ
AAS: Phổ hấp thụ nguyên tử



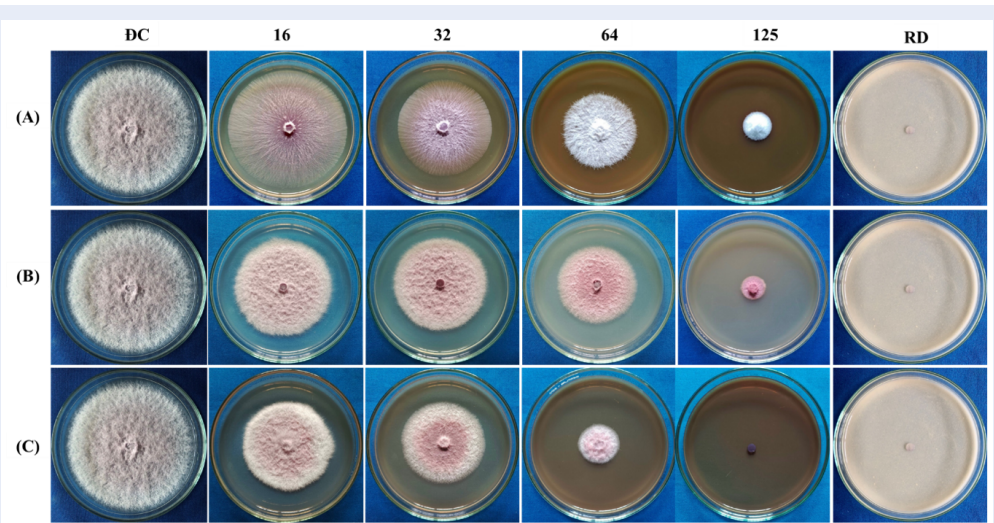
Hình 7: Ảnh hưởng của Ag–SiO₂, Cu–SiO₂, và AgCu–SiO₂ đến sự phát triển của nấm *P. catenulatum*. ĐC: Đối chứng; RD: Ridomil gold 68 WG. Số ở mỗi thử nghiệm tương ứng là nồng độ của các vật liệu, ppm.



Hình 8: Hình ảnh tán sợi của *P. catenulatum* ở thời điểm 60 GSC, xử lý bởi Ag–SiO₂ (A), Cu–SiO₂ (B) và AgCu–SiO₂ (C). RD: Ridomil gold 68 WG; ĐC: Đối chứng nước. Số tương ứng là nồng độ tương ứng của các vật liệu ở mỗi thử nghiệm, ppm.



Hình 9: Ảnh hưởng của Ag–SiO₂, Cu–SiO₂, và AgCu–SiO₂ đến sự phát triển của nấm *Fusarium oxysporum*. ĐC: Đối chứng; RD: Ridomil gold 68 WG. Số ở mỗi thử nghiệm tương ứng là nồng độ của các vật liệu, ppm.



Hình 10: Hình ảnh tàn sợi của *Fusarium oxysporum* ở thời điểm 5 NSC, xử lý bởi Ag–SiO₂ (A), Cu–SiO₂ (B) và AgCu–SiO₂ (C). RD: Ridomil gold 68 WG; ĐC: Đối chứng nước. Số tương ứng là nồng độ tương ứng của các vật liệu ở mỗi thử nghiệm, ppm.

350 XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

351 Các tác giả tuyên bố rằng không có xung đột lợi ích.

352 ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

353 Nghiên cứu này được thiết kế bởi Trần Công Khánh.
354 Trần Quốc Vinh, Bùi Thị Thu Thảo, Trần Thị Huỳnh
355 Như, Huỳnh Lê Nhật Thủy, Triệu Huy Văn và Võ Thị
356 Ngọc Hà thực nghiệm, thu thập số liệu và xử lý kết
357 quả. Bản thảo được viết bởi Đặng Vinh Quang và
358 Trần Công Khánh.

359 LỜI CẢM ƠN

360 Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành
361 phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ
362 Đề tài mã số B2023-18-16.

363 TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 364 1. Burgess LW, Knight TE, Tesoriero L, Hiền PT. Cẩm nang chẩn
365 đoán bệnh cây ở Việt Nam. Trung tâm Nghiên cứu Nông
366 nghiệp Quốc tế Australia (ACIAR), 2009, 210;.
- 367 2. Wang Y, Deng C, Rawat S, Cota-Ruiz K, Medina-Velo I,
368 Gardea-Torresdey JL. Evaluation of the Effects of Nanoma-
369 terials on Rice (*Oryza sativa* L.) Responses: Underlining the
370 Benefits of Nanotechnology for Agricultural Applications.
371 ACS Agric Sci Technol [Internet]. 2021 Apr 19 [cited 2024
372 Dec 16];1(2):44–54;Available from: [https://doi.org/10.1021/](https://doi.org/10.1021/acsagritech.1c00030)
373 [acsagritech.1c00030](https://doi.org/10.1021/acsagritech.1c00030).
- 374 3. Pham DC, Nguyen TH, Ngoc UTP, Le NTT, Tran TV, Nguyen
375 DH. Preparation, Characterization and Antifungal Proper-
376 ties of Chitosan-Silver Nanoparticles Synergize Fungicide
377 Against *Pyricularia oryzae*. J Nanosci Nanotechnol. 2018 Aug
378 1;18(8):5299–305;.
- 379 4. Vinh TQ, Thao BTT, Ha VTN, Quang DV, Khanh TC. Synthesis
380 of copper/silica nanocomposites for application in prevent-
381 ing *Ralstonia solanacearum* bacteria causing the wilt disease.
382 Science & Technology Development Journal: Natural Sci-
383 ences [Internet]. 2024 Jun 30 [cited 2024 Dec 15];8(2):2947–
384 55;Available from: [https://stdjns.scienceandtechnology.com.](https://stdjns.scienceandtechnology.com.vn/index.php/stdjns/article/view/1328)
385 [vn/index.php/stdjns/article/view/1328](https://stdjns.scienceandtechnology.com.vn/index.php/stdjns/article/view/1328).
- 386 5. Hsieh JH, Yeh TH, Hung SY, Chang SY, Wu W, Li C. Antibacte-
387 rial and tribological properties of TaN–Cu, TaN–Ag, and TaN–
388 (Ag,Cu) nanocomposite thin films. Materials Research Bul-
389 letin [Internet]. 2012 Oct 1 [cited 2024 Dec 15];47(10):2999–
390 3003;Available from: [https://www.sciencedirect.com/science/](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025540812003054)
391 [article/pii/S0025540812003054](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025540812003054).
- 392 6. Hengel IAJ van, Tierolf MW a. M, Valerio VPM, Minneboo
393 M, Fluit AC, Fratila-Apachitei LE, et al. Self-defending addi-
394 tively manufactured bone implants bearing silver and copper
395 nanoparticles. J Mater Chem B [Internet]. 2020 Feb 26 [cited
396 2024 Dec 15];8(8):1589–602;Available from: [https://pubs.rsc.](https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2020/tb/c9tb02434d)
397 [org/en/content/articlelanding/2020/tb/c9tb02434d](https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2020/tb/c9tb02434d).
- 398 7. Mureed S, Naz S, Haider A, Raza A, Ul-Hamid A, Haider J,
399 et al. Development of Multi-concentration Cu:Ag Bimetal-
400 lic Nanoparticles as a Promising Bactericidal for Antibiotic-
401 Resistant Bacteria as Evaluated with Molecular Docking Study.
402 Nanoscale Res Lett [Internet]. 2021 May 22 [cited 2024 Dec
403 15];16(1):91;Available from: [https://doi.org/10.1186/s11671-](https://doi.org/10.1186/s11671-021-03547-6)
404 [021-03547-6](https://doi.org/10.1186/s11671-021-03547-6).
- 405 8. Medina JC, Garcia-Perez VI, Zanella R. Metallic composites
406 based on Ag, Cu, Au and Ag-Cu nanoparticles with distin-
407 ctive bactericidal effect on varied species. Materials To-
408 day Communications [Internet]. 2021 Mar 1 [cited 2024 Dec
409 15];26:102182;Available from: [https://www.sciencedirect.com/](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352492821001744)
410 [science/article/pii/S2352492821001744](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352492821001744).

9. Cruces E, Arancibia-Miranda N, Manquán-Cerda K, Perreault F,
411 Bolan N, Azócar MI, et al. Copper/Silver Bimetallic Nanoparti-
412 cles Supported on Aluminosilicate Geomaterials as Antibacte-
413 rial Agents. ACS Appl Nano Mater [Internet]. 2022 Jan 28 [cited
414 2024 Dec 15];5(1):1472–83;Available from: [https://doi.org/10.](https://doi.org/10.1021/acsnm.1c04031)
415 [1021/acsnm.1c04031](https://doi.org/10.1021/acsnm.1c04031).
- 416 10. Naaz H, Rawat K, Saffellah P, Umar S. Silica nanoparticles
417 synthesis and applications in agriculture for plant fertiliza-
418 tion and protection: a review. Environ Chem Lett [Internet].
419 2023 Feb 1 [cited 2025 Feb 21];21(1):539–59;Available from:
420 <https://doi.org/10.1007/s10311-022-01515-9>.
- 421 11. Cui J, Liu T, Li F, Yi J, Liu C, Yu H. Silica nanoparticles alleviate
422 cadmium toxicity in rice cells: Mechanisms and size effects.
423 Environ Pollut. 2017 Sep;228:363–9;.
- 424 12. Tripathi DK, Singh S, Singh VP, Prasad SM, Dubey NK, Chauhan
425 DK. Silicon nanoparticles more effectively alleviated UV-B
426 stress than silicon in wheat (*Triticum aestivum*) seedlings.
427 Plant Physiol Biochem. 2017 Jan;110:70–81;.
- 428 13. Abdel-Halim MEF, Hegazy HS, Hassan NS, Nagueib DM. Effect
429 of silica ions and nano silica on rice plants under salinity stress.
430 Ecological Engineering [Internet]. 2017 Feb 1 [cited 2024 Dec
431 15];99:282–9;Available from: [https://www.sciencedirect.com/](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857416306899)
432 [science/article/pii/S0925857416306899](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857416306899).
- 433 14. Jullok N, Van Hooghten R, Luis P, Volodin A, Van Hae-
434 sendonck C, Vermant J, et al. Effect of silica nanoparticles in
435 mixed matrix membranes for pervaporation dehydration of
436 acetic acid aqueous solution: plant-inspired dewatering sys-
437 tems. Journal of Cleaner Production [Internet]. 2016 Jan 20
438 [cited 2024 Dec 16];112:4879–89;Available from: [https://www.](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615012408)
439 [sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615012408](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615012408).
- 440 15. Janmohammadi M, Amanzadeh T, Sabaghnia N, Ion V. Ef-
441 fect of nano-silicon foliar application on safflower growth
442 under organic and inorganic fertilizer regimes. Botanica
443 Lithuanica [Internet]. 2016 Jun 1 [cited 2024 Dec 15];22(1):53–
444 64;Available from: [https://botanicalithuanica.gamtc.lt/en/](https://botanicalithuanica.gamtc.lt/en/publication/777/effect-of-nano-silicon-foliar-application-on-safflower-growth-under-organic-and-inorganic-fertilizer-regimes-ant-lapu-purskiamo-nano-silicio-poveikis-dygmio-augimui-tresiant-organinemis-ir-neorganinemis-trasomis)
445 [publication/777/effect-of-nano-silicon-foliar-application-on-](https://botanicalithuanica.gamtc.lt/en/publication/777/effect-of-nano-silicon-foliar-application-on-safflower-growth-under-organic-and-inorganic-fertilizer-regimes-ant-lapu-purskiamo-nano-silicio-poveikis-dygmio-augimui-tresiant-organinemis-ir-neorganinemis-trasomis)
446 [safflower-growth-under-organic-and-inorganic-fertilizer-](https://botanicalithuanica.gamtc.lt/en/publication/777/effect-of-nano-silicon-foliar-application-on-safflower-growth-under-organic-and-inorganic-fertilizer-regimes-ant-lapu-purskiamo-nano-silicio-poveikis-dygmio-augimui-tresiant-organinemis-ir-neorganinemis-trasomis)
447 [regimes-ant-lapu-purskiamo-nano-silicio-poveikis-dygmio-](https://botanicalithuanica.gamtc.lt/en/publication/777/effect-of-nano-silicon-foliar-application-on-safflower-growth-under-organic-and-inorganic-fertilizer-regimes-ant-lapu-purskiamo-nano-silicio-poveikis-dygmio-augimui-tresiant-organinemis-ir-neorganinemis-trasomis)
448 [augimui-tresiant-organinemis-ir-neorganinemis-trasomis](https://botanicalithuanica.gamtc.lt/en/publication/777/effect-of-nano-silicon-foliar-application-on-safflower-growth-under-organic-and-inorganic-fertilizer-regimes-ant-lapu-purskiamo-nano-silicio-poveikis-dygmio-augimui-tresiant-organinemis-ir-neorganinemis-trasomis).
- 449 16. Bui TTT, Tran VQ, Dang VQ, Nguyen TT, Vo TNH, Do DT, et
450 al. Study of stability and antimicrobial activity of colloidal
451 Ag/SiO₂ nanocomposites. Adv Nat Sci: Nanosci Nanotechnol
452 [Internet]. 2021 Jun [cited 2024 Dec 15];12(2):025010;Avail-
453 able from: <https://dx.doi.org/10.1088/2043-6262/ac079c>.
- 454 17. Liu P, Wang H, Li X, Rui M, Zeng H. Localized surface plas-
455 mon resonance of Cu nanoparticles by laser ablation in liq-
456 uid media. RSC Adv [Internet]. 2015 Sep 18 [cited 2024
457 Dec 15];5(97):79738–45;Available from: [https://pubs.rsc.org/](https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2015/ra/c5ra14933a)
458 [en/content/articlelanding/2015/ra/c5ra14933a](https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2015/ra/c5ra14933a).
- 459 18. Yan J, Zhang D, Zou G, Liu L, Zhou YN. Preparation of
460 Oxidation-Resistant Ag-Cu Alloy Nanoparticles by Polyol
461 Method for Electronic Packaging. J Electron Mater [Internet].
462 2019 Feb 1 [cited 2024 Dec 15];48(2):1286–93;Available from:
463 <https://doi.org/10.1007/s11664-018-6771-y>.
- 464 19. Fan X, Yahia L, Sacher E. Antimicrobial Properties of the Ag,
465 Cu Nanoparticle System. Biology (Basel) [Internet]. 2021 Feb
466 10 [cited 2024 Dec 15];10(2):137;Available from: [https://www.](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7916421/)
467 [ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7916421/](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7916421/).
- 468 20. Aprilia S, Rosnelly CM, Zuhra, Fitriani F, Haffiz Akbar E, Raqib
469 M, et al. Synthesis of amorphous silica from rice husk ash us-
470 ing the sol-gel method: Effect of alkaline and alkaline con-
471 centration. Materials Today: Proceedings [Internet]. 2023 Jan
472 1 [cited 2024 Dec 16];87:225–9;Available from: [https://www.](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785323009665)
473 [sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785323009665](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785323009665).
- 474 21. Ngọc NTB, Châu NH, Tin TX, Nhật LM, Dung PT, Hoàng NTT,
475 et al. Nghiên cứu hiệu quả của hạt nano bạc ức chế một số
476 chủng nấm thực vật (*Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum*,
477 *Rhizoctonia solani* và *Corynespora cassiicola*) TRONG PHÒNG
478 THÍ NGHIỆM. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp
479 Việt Nam. 2015;05(59):80–7;.
- 480 22. Thirumoorthy G, Balasubramanian B, George JA, Nizam A,
481

- 482 Nagella P, Srinatha N, et al. Phytofabricated bimetallic syn-
483 thesis of silver-copper nanoparticles using Aerva lanata ex-
484 tract to evaluate their potential cytotoxic and antimicro-
485 bial activities. Sci Rep [Internet]. 2024 Jan 13 [cited 2024
486 Dec 16];14(1):1270;Available from: [https://www.nature.com/
487 articles/s41598-024-51647-x](https://www.nature.com/articles/s41598-024-51647-x).
- 488 23. Hai NTT, Phuong TNM, Luong NV, Toan DK, Hoa TT, Thuy
489 NTT. Synthesis and in vitro Antifungal Efficacy of Copper-silica
490 Nanocomposites against Pathogenic Fungi of Rice. VNU Jour-
491 nal of Science: Natural Sciences and Technology [Internet].
492 2020 Dec 22 [cited 2024 Dec 15];36(4);Available from: [https:
493 //js.vnu.edu.vn/NST/article/view/5056](https://js.vnu.edu.vn/NST/article/view/5056).
- 494 24. El-Batal Al, Eid NA, Al-Habeeb RS, Al-Bishri WM, El-Sayyad
495 GS, Badran AE. Promising antifungal behavior of biosynthe-
496 sized bimetallic silver-copper oxide nanoparticles and Bacil-
497 lus safensis against some strawberry rots. Physiological and
498 Molecular Plant Pathology [Internet]. 2024 Sep 1 [cited 2025
499 Feb 21];133:102366;Available from: [https://www.sciencedirect.
500 com/science/article/pii/S0885576524001504](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0885576524001504).
- 501 25. El-Batal Al, Eid NA, Al-Habeeb RS, Al-Bishri WM, El-Sayyad
502 GS, Badran AE. Promising antifungal behavior of biosyn-
503 thesized bimetallic silver-copper oxide nanoparticles and
504 Bacillus safensis against some strawberry rots. Physiological
505 and Molecular Plant Pathology [Internet]. 2024 Sep 1
506 [cited 2024 Dec 15];133:102366;Available from: [https://www.
507 sciencedirect.com/science/article/pii/S0885576524001504](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0885576524001504).

The preparation of bimetallic silver copper–silica nanocomposites for antifungal application against fungi causing root rot disease

Cong Khanh Tran^{1,2,*}, Quoc Vinh Tran^{1,2}, Thi Ngoc Ha Vo³, Thi Thu Thao Bui^{1,2}, Thi Huynh Nhu Tran³,
Le Nhut Thuy Huynh^{1,2}, Huy Van Trieu^{1,2}, Vinh Quang Dang^{1,2}



Use your smartphone to scan this
QR code and download this article

¹Faculty of Materials Science and
Technology, University of Science, Ho
Chi Minh City, Vietnam

²Viet Nam National University Ho Chi
Minh City, Ho Chi Minh City, Vietnam

³Faculty of Agronomy, Nong Lam
University, Ho Chi Minh City, Vietnam

Correspondence

Cong Khanh Tran, Faculty of Materials
Science and Technology, University of
Science, Ho Chi Minh City, Vietnam

Viet Nam National University Ho Chi
Minh City, Ho Chi Minh City, Vietnam

Email: tckhanh@hcmus.edu.vn

History

- Received: 16-12-2024
- Revised: 24-2-2025
- Accepted: 19-3-2025
- Published Online:

DOI :



Copyright

© VNUHCM Press. This is an open-
access article distributed under the
terms of the Creative Commons
Attribution 4.0 International license.



ABSTRACT

This paper presented the preparation of AgCu–SiO₂ nanocomposite by green chemical reduction method combined with ultrasound. The physicochemical properties of AgCu–SiO₂ were analyzed using techniques such as ultraviolet–visible absorption spectroscopy, X-ray diffraction, scanning electron microscopy, transmission electron microscopy, energy-dispersive X-ray spectroscopy, inductively coupled plasma mass spectrometry and atomic absorption spectroscopy. The analytical results indicated that the AgCu–SiO₂ nanocomposite contained bimetallic nanoparticles of silver and copper, with sizes of 7.52 ± 1.12 nm. These nanoparticles were densely distributed on the silica surface. The antifungal activity of AgCu–SiO₂ was compared to monometallic nanocomposites (Ag–SiO₂, Cu–SiO₂) and a commercial fungicide Ridomil gold 68 WG against *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* and *Pythium catenulatum*, causing collar rots disease on Solanaceae. The results showed that AgCu–SiO₂ exhibited good fungal growth inhibition compared to the monometallic nanocomposites. Specifically, the AgCu–SiO₂ nanocomposite with complete fungal inhibition at a concentration of 125 ppm against all three studied fungal strains suggested its potential as an effective alternative to conventional chemical active ingredients in managing root rot disease.

Key words: nanocomposite, silver copper - silica, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium catenulatum*

Cite this article : Tran C K, Tran Q V, Vo T N H, Bui T T T, Tran T H N, Huynh L N T, Trieu H V, Dang V Q. **The preparation of bimetallic silver copper–silica nanocomposites for antifungal application against fungi causing root rot disease.** *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.* 2025; (1):1-1.