

## NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG ỨC CHẾ NẤM *ASPERGILLUS NIGER* GÂY BỆNH HÉO RŨ GỐC MỐC ĐEN HẠI LẠC CỦA MỘT SỐ CHẾ PHẨM NANO

### Research on the inhibitive ability *Aspergillus niger* causing collar rot disease in groundnut of some nano preparations

Tô Thị Nhật Quỳnh<sup>1</sup>, Hoàng Hà Mỹ Á<sup>2</sup>, Nguyễn Tiên Long<sup>2</sup>, Nguyễn Đức Huy<sup>2</sup>, Lê Quốc Việt<sup>1</sup>, Trần Thái Hòa<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Thu Thủy<sup>3\*</sup>

Ngày nhận bài: 08.12.2025

Ngày chấp nhận: 23.12.2025

#### Abstract

Collar rot is a devastating disease caused by the soil-borne pathogen *Aspergillus niger*, which significantly impacts groundnut production worldwide. The long-term persistence of this fungus in the soil can diminish the effectiveness of synthetic fungicides. In this study, a compound made of Chitosan oligosaccharide 1000 ppm (COS 1000 ppm) combined with Silver nanoparticles 50 ppm (AgNPs 50 ppm) and Copper ions 500 ppm ( $\text{Cu}^{2+}$  500 ppm) was tested for its antifungal activity against *A. niger*. The results showed that concentrations of the AgNPs,  $\text{Cu}^{2+}$ /COS nanoparticles compound ranging from 1 to 5% effectively inhibited the growth of *A. niger* in *in-vitro* conditions, achieving complete inhibition (100%). Additionally, in net-house conditions, applying the AgNPs,  $\text{Cu}^{2+}$ /COS nanoparticles at a concentration of 1% either one time (one day before inoculation) or two times (one day before and one day after inoculation) reduced the disease rate from 100% to between 0% and 4.44% compared to the control group. Therefore, AgNPs,  $\text{Cu}^{2+}$ /COS nanoparticles appear to be a promising high-tech, safe, and effective solution for preventing collar rot disease in groundnut caused by the fungus *A. niger*.

**Keywords:** *Aspergillus niger*, COS, nanoparticles, Collar rot, groundnut.

#### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lạc (*Arachis hypogaea*), còn được gọi là đậu phộng, là một loài thực vật thuộc họ Đậu (Fabaceae), được trồng từ Nam Mỹ đến Châu Âu, Châu Phi và Châu Á (Arya *et al.*, 2016; Le *et al.*, 2018). Lạc là một loại cây lấy dầu quan trọng trên toàn thế giới và đã được sử dụng rộng rãi làm thức ăn chăn nuôi và thực phẩm (Lora *et al.*, 2019).

Bệnh hại là mối đe dọa chính đối với sản xuất lạc trên toàn thế giới. Một loạt các loại bệnh, chẳng hạn như thối thân, rỉ sắt, đốm lá, thối cành và quả, bệnh cây con, tuyến trùng và bệnh do vi-rút, đã ảnh hưởng tiêu cực đến năng suất cây trồng (Janila *et al.*, 2013; Le *et al.*, 2018). Tại Việt Nam, trong số các cây trồng công nghiệp ngắn hạn, lạc đã được trồng từ lâu và được coi là cây trồng lấy dầu quan trọng nhất về diện tích sản xuất, năng suất và xuất khẩu, đóng góp lớn vào tổng giá trị xuất khẩu nông sản của cả nước. Năm 2019, lạc được trồng trên diện tích 177.040 ha với tổng sản lượng ước tính là 438.860 tấn (FAO 2021).

Riêng tại Quảng Trị và thành phố Huế, diện tích trồng lạc duy trì ở mức khoảng 3.000 ha mỗi tỉnh, với sản lượng đạt khoảng 5,6 nghìn tấn/năm ở Quảng Trị và 3,8 nghìn tấn/năm ở thành phố Huế (Tổng Cục Thống kê (2024)). Nhóm bệnh gây thiệt hại nghiêm trọng nhất là bệnh có nguồn gốc trong đất và truyền qua hạt giống như *Aspergillus spp*, *Sclerotium rolfsii*,... chúng gây thiệt hại về năng suất, làm chết cây con trên đồng ruộng và thậm chí tiết độc tố trên sản phẩm gây bệnh nguy hiểm cho con người và vật nuôi. Theo Đỗ Tấn Dũng, bệnh héo rũ gốc mốc đen lạc do nấm *Aspergillus niger* Tiegh, là một trong ba tác nhân gây bệnh héo rũ chết cây rất phổ biến và có tác hại nghiêm trọng ở những vùng trồng lạc tại Việt Nam. Bệnh héo rũ gốc mốc đen được báo cáo là vấn đề nghiêm trọng nhất, làm giảm trung bình từ 13 đến 52% tổng năng suất hoặc có thể lên tới 93,6% ở một số khu vực (Nguyen *et al.*, 2023). Triệu chứng ban đầu của bệnh là các đốm nâu trên thân và rễ. Cây bị nhiễm bệnh còi cọc và héo đột ngột. Ở những cây bị nhiễm bệnh nặng, các mô bị nhiễm bệnh có biểu hiện đổi màu nâu và thối rữa, và có thể nhìn thấy nhiều bào tử phấn màu nâu sẫm và đen trên bề mặt của các bộ phận bị ảnh hưởng. Cuối cùng, cây bị yếu và chết (Nguyen *et al.*, 2024).

1. Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

2. Viện Công nghệ sinh học, Đại học Huế

3. Trường Đại học Nông lâm, Đại học Huế

\*Corresponding author: nguyenthithuthuy@huaf.edu.vn

Thuốc diệt nấm hóa học đã được sử dụng rộng rãi để kiểm soát tác nhân gây bệnh nấm héo rũ gốc mốc đen trên cây lạc. Tuy nhiên, việc sử dụng thuốc diệt nấm hóa học có độc cấp tính hoặc mãn tính sẽ ảnh hưởng tiêu cực đến các sinh vật trong tự nhiên (Okigbo, 2016). Việc sử dụng rộng rãi thuốc diệt nấm hóa học cũng gây ra những lo ngại về sức khỏe cộng đồng và hệ sinh thái (Rao và Nnaji, 2017). Hơn nữa, việc sử dụng thuốc diệt nấm hóa học cũng đã phát triển và hình thành tình trạng kháng thuốc diệt nấm gây bệnh thực vật. Do đó, nhiều loại thuốc diệt nấm được Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) phân loại là hóa chất nguy hiểm và đang bị loại bỏ ở nhiều quốc gia trên toàn thế giới (Li *et al.*, 2016).

Ngày nay, với sự tiến bộ trong công nghệ nano, một số lượng lớn vật liệu nano đang xuất hiện với các tính chất độc đáo đã mở ra rất nhiều ứng dụng và cơ hội nghiên cứu (Sharma *et al.*, 2009). Vật liệu nano có nhiều tác dụng và được sử dụng trong lĩnh vực nông nghiệp, đặc biệt là trong việc quản lý bệnh hại cây trồng. Nhiều báo cáo khoa học và bằng sáng chế được công bố trong lĩnh vực này cho thấy sự tiến bộ của công nghệ nano trong bảo vệ cây trồng và quản lý dịch bệnh (Parisi *et al.*, 2015). Chitosan và COS là một polymer sinh học, gồm các đơn vị của glucosamin và N-acetylglucosamin liên kết với nhau qua cầu nối  $\beta$ -1,4-glucosite. Chitosan và COS có khả năng kháng các loại vi khuẩn, virus, nấm bệnh trên thực vật mà không gây ô nhiễm môi trường, do vậy chitosan rất hữu ích trong việc sản xuất các loại nông sản và rau quả sạch (Luan *et al.*, 2006). Bên cạnh đó, các nghiên cứu cho thấy, hạt nano bạc có thể kiểm soát các loài *Colletotrichum* trong ống nghiệm và bệnh thán thư ở cây tiêu trên đồng ruộng (Lamsal *et al.*, 2011).

Việc sử dụng kết hợp COS và một số loại nano với hoạt tính đối kháng mạnh trong phòng chống bệnh cho cây trồng đặc biệt là bệnh héo rũ gốc mốc đen trên cây lạc là giải pháp nhằm giảm bớt sự phụ thuộc vào các hóa chất độc hại, và hướng đến nền nông nghiệp an toàn, bền vững, thân thiện với môi trường.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

- Nguồn nấm: Mẫu phân lập nấm *Aspergillus niger* từ cây lạc bị bệnh héo rũ gốc mốc đen tại Huế do phòng thí nghiệm công nghệ enzyme và protein, Viện Công nghệ sinh học, Đại học Huế cung cấp. Đây là mẫu nấm được phân lập từ cây lạc bị bệnh héo rũ lạc tại Huế và đã được định danh bằng đặc điểm hình thái, quy tắc Koch và sinh học phân tử.

- Các loại nano và COS được cung cấp bởi Khoa hóa, Trường Đại học Khoa học Huế

- Giống lạc L14 sử dụng trong thí nghiệm nhà lưới

- Thời gian nghiên cứu từ tháng 11/2024 đến tháng 9/2025 tại phòng thí nghiệm công nghệ enzyme và protein, nhà lưới, Viện Công nghệ sinh học, Đại học Huế.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ các chế phẩm nano khác nhau đến sự sinh trưởng của nấm *A. niger*

Thí nghiệm được tiến hành trong đĩa petri với 10 công thức, trong đó công thức 1 là đối chứng (không sử dụng nano), 9 công thức còn lại tương ứng với các loại nano ở các nồng độ khác nhau (1, 3, 5%). Mỗi công thức được bố trí nhắc lại 5 lần.

**Bảng 1. Các công thức thí nghiệm**

Công thức	Chế phẩm sử dụng	Nồng độ (%)
CT1	Không sử dụng nano (đối chứng)	-
CT2	COS (1000 ppm)	1
CT3	COS (1000 ppm)	3
CT4	COS (1000 ppm)	5
CT5	COS (1000 ppm) + AgNPs (50 ppm)	1
CT6	COS (1000 ppm) + AgNPs (50 ppm)	3
CT7	COS (1000 ppm) + AgNPs (50 ppm)	5
CT8	COS (1000 ppm) + AgNPs (50 ppm)/Cu <sup>2+</sup> (500 ppm)	1
CT9	COS (1000 ppm) + AgNPs (50 ppm)/Cu <sup>2+</sup> (500 ppm)	3
CT10	COS (1000 ppm) + AgNPs (50 ppm)/Cu <sup>2+</sup> (500 ppm)	5

Môi trường PDA có bổ sung dung dịch nano với các nồng độ 1, 3 và 5%. Các khoan giấy lọc có đường kính bằng nhau được ngâm trong dung dịch bào tử nấm *A. niger* trong 5 phút được cấy vào trung tâm đĩa petri ( $\varnothing=9\text{cm}$ ) chứa môi trường, nuôi cấy trong điều kiện nhiệt độ 28°C.

Thời gian theo dõi: Đo đường kính tản nấm *A. niger* sau 5 và 7 ngày nuôi cấy. Khả năng ức chế nấm của nano được xác định theo công thức Abbott (1925)

$$\text{HLUC (\%)} = ((D-d)/D) \times 100$$

Trong đó: D (mm) là đường kính khuẩn lạc nấm trên môi trường PDA không bổ sung nano (đối chứng); d là đường kính khuẩn lạc nấm trên môi trường PDA có bổ sung nano ở các nồng độ khác nhau.

### 2.2.2. Thử nghiệm khả năng ức chế bệnh trong điều kiện nhà lưới

Sử dụng chế phẩm AgNPs, Cu<sup>2+</sup>/COS ở nồng độ 1% để tiếp tục đánh giá khả năng ức chế bệnh héo rũ gốc mốc đen hại lạc trong điều kiện lây nhiễm nhân tạo.

Chuẩn bị cây lạc thí nghiệm: Đất thịt nhẹ được xử lý với vôi, trộn đều với phân hữu cơ vi sinh, phân NPK, sau đó cho lượng đất bằng nhau (5kg) vào các chậu nhựa có kích thước 35×30×30cm. Mỗi chậu được gieo 5 hạt lạc. Các chậu được đặt trong nhà lưới, cùng điều kiện và được tưới lượng nước như nhau.

Nấm *A. niger*: Được nuôi cấy trên môi trường PDA trong 7 ngày để tạo bào tử. Thu bào tử nấm bằng cách cho 10 mL nước cất vô trùng vào đĩa petri chứa nguồn nấm đang phát triển, thu lấy bào tử nấm và cho qua vải lọc 2 lớp vô trùng nhằm loại bỏ sợi nấm, xác định mật số nấm bằng buồng đếm hồng cầu và hiệu chỉnh mật số đạt  $1,6 \times 10^6$  bào tử/mL. Huyền phù sau khi chuẩn bị xong được thêm vào 1% Tween 80 theo thể tích trước khi sử dụng để lây nhiễm bệnh nhân tạo.

Công thức thí nghiệm: Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 4 công thức, 3 lần lặp lại, mỗi lặp lại được thực hiện trên 3 chậu, mỗi chậu gieo 5 hạt lạc, tất cả các chậu được đặt trong nhà lưới, giai đoạn 4-5 lá (Sau gieo 20 ngày) bắt đầu thực hiện thí nghiệm, các công thức gồm:

Công thức 1: Không phun chế phẩm nano (Đối chứng).

Công thức 2: Phun chế phẩm nano ở 1 ngày trước nhiễm bệnh.

Công thức 3: Phun chế phẩm nano ở 1 ngày sau nhiễm bệnh.

Công thức 4: Phun chế phẩm nano ở 1 ngày trước nhiễm bệnh và 1 ngày sau nhiễm bệnh

Việc đánh giá hiệu quả phòng chống bệnh héo rũ lạc trong điều kiện nhà lưới của chế phẩm AgNPs, Cu<sup>2+</sup>/COS ở nồng độ 1% được tiến hành theo TCVN 13268-2:2021 được Ban hành theo Quyết định số 1501/QĐ-BKHCN ngày 08/6/2021 của Bộ Khoa học và Công nghệ.

Cây lạc ở giai đoạn 4-5 lá, ở công thức đối chứng, phun 20 mL huyền phù bào tử nấm/chậu với mật độ  $1,6 \times 10^6$  bào tử/mL, phun ướt đều toàn bộ gốc cây và đất xung quanh gốc vào lúc chiều mát. Các công thức khảo nghiệm được thực hiện tương tự như công thức đối chứng là phun huyền phù bào tử nấm, tuy nhiên khác với công thức đối chứng, công thức khảo nghiệm được phun 20 mL chế phẩm AgNPs, Cu<sup>2+</sup>/COS ở nồng độ 1% cho mỗi chậu và phun ướt đều lên toàn bộ gốc cây và đất xung quanh gốc theo từng thời điểm của các công thức tương ứng.

#### - Chỉ tiêu theo dõi

Xác định tỷ lệ bệnh (TLB) tại 5, 7, 14 và 21 ngày sau sau khi xử lí nano.

Công thức tính: TLB (%) = (Tổng số cây bị bệnh/Tổng số cây điều tra) × 100

#### 2.2.3. Xử lý số liệu

Số liệu thí nghiệm được xử lý trên phần mềm MS Excel và kiểm định thống kê ANOVA bằng phần mềm Statistix 10.0

### 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Khả năng ức chế đường kính tản nấm *Aspergillus niger* của các loại nano khác nhau

Kết quả đo đường kính tản nấm *A. niger* gây bệnh héo rũ gốc mốc đen hại lạc ở các nồng độ nano khác nhau (bảng 2).

Ở 5 ngày sau cấy nấm: đường kính tản nấm *A. niger* dao động từ 0,0 đến 49,3 mm, trong đó đường kính lớn nhất là ở công thức đối chứng, đường kính nhỏ nhất ở tất cả các nồng độ chế phẩm AgNPs, Cu<sup>2+</sup>/COS và công thức AgNPs/COS nồng độ 3 và 5%. Tất cả các nồng độ nano trong thí nghiệm đều có đường kính tản nấm nhỏ hơn công thức đối chứng. Trong đó AgNPs, Cu<sup>2+</sup>/COS có đường kính tản nấm thấp hơn các công thức còn lại ở mức sai khác có ý nghĩa thống kê.

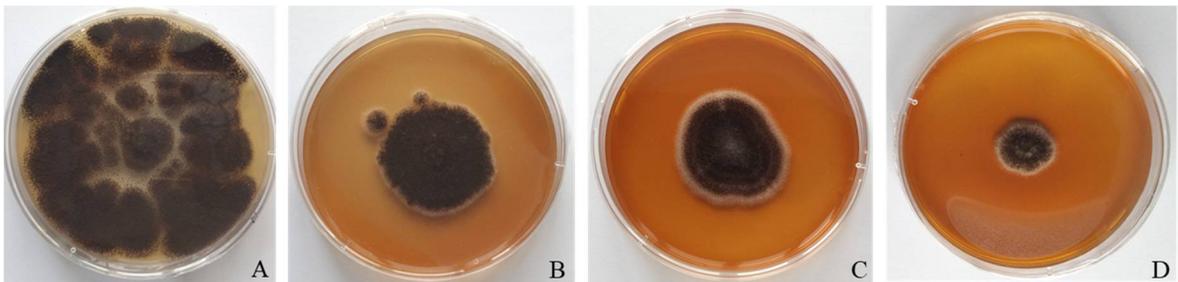
**Bảng 2. Đường kính tản nấm gốc mốc đen ở các nồng độ nano khác nhau sau 5 và 7 ngày nuôi cấy trên môi trường PDA**

Chế phẩm nano	Nồng độ (%)	Đường kính tản nấm (mm)	
		5 NSCN	7 NSCN
Đối chứng	-	49,3 <sup>a</sup>	80,0 <sup>a</sup>
COS	1	28,1 <sup>b</sup>	41,9 <sup>b</sup>
	3	18,9 <sup>c</sup>	35,2 <sup>c</sup>
	5	13,4 <sup>d</sup>	16,5 <sup>d</sup>
AgNPs/COS	1	1,4 <sup>e</sup>	2,2 <sup>e</sup>
	3	0,0 <sup>f</sup>	0,0 <sup>f</sup>
	5	0,0 <sup>f</sup>	0,0 <sup>f</sup>
AgNPs,Cu <sup>2+</sup> /COS	1	0,0 <sup>f</sup>	0,0 <sup>f</sup>
	3	0,0 <sup>f</sup>	0,0 <sup>f</sup>
	5	0,0 <sup>f</sup>	0,0 <sup>f</sup>
<i>LSD</i> <sub>0,05</sub>	-	4,83	6,02

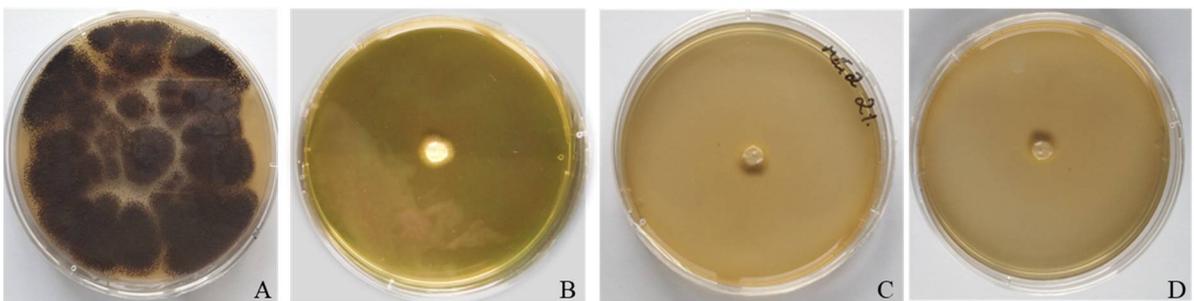
Ghi chú: Trong cùng 1 cột a,b,c...biểu thị mức độ sai khác giữa các công thức có ý nghĩa ở mức 0,05. NSCN: Ngày sau cấy nấm.

Ở 7 ngày sau cấy nấm: đường kính tản nấm dao động từ 0,0 đến 80,0 mm, các công thức có sự khác nhau ở mức có ý nghĩa thống kê. Trong đó công thức đối chứng có đường kính tản nấm cao nhất. Trong tất cả các công thức sử dụng

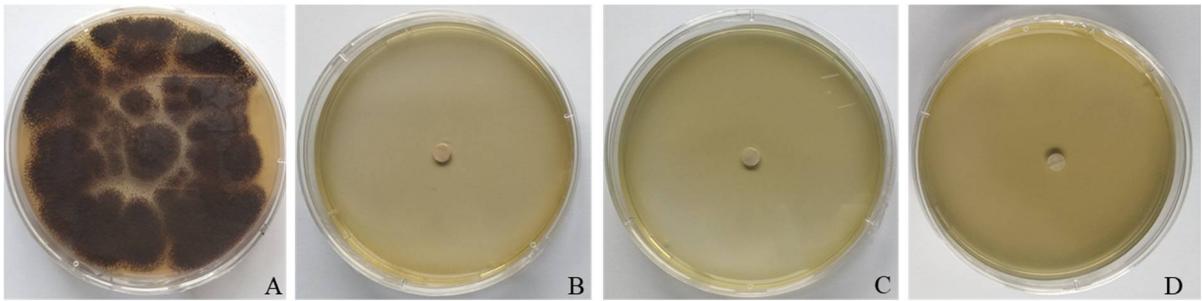
nano, nồng độ càng tăng, đường kính tản nấm càng nhỏ. Trong các loại nano thí nghiệm, AgNPs,Cu<sup>2+</sup>/COS cho đường kính tản nấm thấp nhất ở tất cả các nồng độ thí nghiệm, tiếp đến là AgNPs/COS, và cuối cùng là COS.



**Hình 1.** Ảnh hưởng của các nồng độ chế phẩm COS đến sự phát triển của tản nấm *A. niger* sau 7 ngày nuôi cấy (A. Đối chứng; B. Nồng độ 1%; C. Nồng độ 3%; D. Nồng độ 5%)



**Hình 2.** Ảnh hưởng của các nồng độ chế phẩm AgNPs/COS đến sự phát triển của tản nấm *A. niger* sau 7 ngày nuôi cấy (A. Đối chứng; B. Nồng độ 1 %; C. Nồng độ 3%; D. Nồng độ 5%)



**Hình 3.** Ảnh hưởng của các nồng độ chế phẩm AgNPs,Cu<sup>2+</sup>/COS đến sự phát triển của nấm *A. niger* sau 7 ngày nuôi cấy (A. Đối chứng; B. Nồng độ 1%; C. Nồng độ 3%; D. Nồng độ 5%)

**3.2. Hiệu lực ức chế của các nano đến nấm gây bệnh héo rũ gốc mốc đen**

héo rũ gốc mốc đen của các nồng độ nano được xác định dựa vào đường kính tản nấm (bảng 3).

Hiệu lực ức chế nấm *A. niger* gây bệnh

**Bảng 3. Hiệu lực ức chế của các nano đối với nấm *A. niger* sau 5 và 7 ngày nuôi cấy trên môi trường PDA**

Chế phẩm nano	Nồng độ (%)	Hiệu lực ức chế (%)	
		5 NSCN	7 NSCN
COS	1	43,00 <sup>d</sup>	47,63 <sup>d</sup>
	3	61,66 <sup>c</sup>	56,00 <sup>c</sup>
	5	72,82 <sup>b</sup>	79,38 <sup>b</sup>
AgNPs/COS	1	97,16 <sup>ab</sup>	97,25 <sup>ab</sup>
	3	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>
	5	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>
AgNPs,Cu <sup>2+</sup> /COS	1	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>
	3	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>
	5	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>
<i>LSD</i> <sub>0,05</sub>	-	4,56	4,91

Hiệu lực ở 7 ngày sau cấy nấm cho thấy AgNPs,Cu<sup>2+</sup>/COS đạt cao nhất với hiệu lực đạt 100% ở tất cả các nồng độ thí nghiệm. Tiếp đến là AgNPs/COS ở nồng độ 3 và 5% cho hiệu lực cao, tương đương AgNPs,Cu<sup>2+</sup>/COS. Riêng nồng độ 1% cho hiệu lực ức chế nấm đạt khá cao 97,25%. Nano chitosan có hiệu lực dao động từ 47,63- 79,38%, nồng độ càng tăng hiệu lực ức chế càng tăng, và đạt cao nhất ở nồng độ 5%.

Như vậy, AgNPs,Cu<sup>2+</sup>/COS có khả năng ức chế sự phát triển đường kính tản nấm *A. niger*, khả năng ức chế này tốt nhất ở môi trường PDA

có bổ sung 1, 3 và 5% AgNPs,Cu<sup>2+</sup>/COS (Hình 3). Nhiều nghiên cứu trước đây đã cho thấy sự kết hợp chitosan oligosaccharide với các loại nano cho hiệu lực cao trong ức chế vi sinh vật gây bệnh cây trồng. Chitosan kết hợp với nano bạc cho khả năng kháng cao nấm *Fusarium oxysporum* trong nghiên cứu *in vitro* (Krishnaraj *et al.*, 2012). Nano đồng trên nền oligochitosan có tác dụng kháng nấm *Pyricularia oryzae* rất mạnh mẽ (Nguyễn Thị Thu Thủy và Nguyễn Thanh Hải, 2017). Gajbhiye *et al.*, 2009 nghiên cứu các hiệu ứng kết hợp của fluconazole và

nano bạc cho hoạt tính kháng nấm *Phoma glomerata*, *Phoma herbarum*, *Fusarium semitectum*, *Trichoderma sp.* và *Candida albicans* bằng kỹ thuật đĩa khuếch tán. Một nghiên cứu cho thấy sử dụng nano đồng-bạc có khả năng ức chế sự phát triển của nấm *Alternaria alternate* và *Botrytis cinerea* phân lập từ cây khoai tây và trái dâu tây. Theo tác giả các hạt nano sẽ gây ra các biến đổi sinh học với vi sinh vật bao gồm thay đổi cấu trúc và chức năng của màng tế bào (Sahar M. Ouda, 2014).

**2.3. Hiệu quả phòng chống bệnh héo rũ gốc mốc đen hại lạc của AgNPs,Cu<sup>2+</sup>/COS trong điều kiện nhà lưới**

**2.3.1. Tỷ lệ bệnh**

Kết quả khảo sát hiệu quả phòng bệnh héo rũ gốc mốc đen hại lạc được trình bày ở bảng 4 và hình 4. Kết quả thí nghiệm cho thấy ở tất cả các công thức xử lý chế phẩm AgNPs,Cu<sup>2+</sup>/COS đều có khả năng hạn chế nhiễm bệnh vượt trội so với đối chứng thông qua tỷ lệ bệnh.

**Bảng 4. Tỷ lệ bệnh héo rũ gốc mốc đen hại lạc của các công thức thí nghiệm trong điều kiện nhà lưới**

STT	Công thức	Tỷ lệ bệnh héo rũ gốc mốc đen hại lạc (%)			
		5 NSP	7NSP	14 NSP	21 NSP
1	CT1 (Phun nước cất) (đ/c)	53,33 <sup>a</sup>	86,67 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>
2	CT2 (Phun nano ở 1 NTN)	0,00 <sup>b</sup>	4,44 <sup>c</sup>	4,44 <sup>c</sup>	4,44 <sup>c</sup>
3	CT3 (Phun nano ở 1 NSN)	0,00 <sup>b</sup>	11,11 <sup>b</sup>	20,00 <sup>b</sup>	20,00 <sup>b</sup>
4	CT4 (Phun nano ở 1 NTN và 1 NSN)	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>c</sup>	0,00 <sup>c</sup>	0,00 <sup>c</sup>

(Ghi chú: NTN: Ngày trước nhiễm bệnh; NSN: Ngày sau nhiễm bệnh; NSP: Ngày sau phun)

Ở thời điểm 5 NSP: Công thức đối chứng (không xử lý nano) có tỷ lệ bệnh đạt cao nhất và cao hơn các công thức xử lý nano ở mức sai khác có ý nghĩa thống kê. Các công thức xử lý nano ở các thời điểm khác nhau không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê và đều chưa xuất hiện bệnh.

Ở thời điểm 7 NSP, các công thức xử lý AgNPs,Cu<sup>2+</sup>/COS có tỷ lệ bệnh thấp hơn công thức đối chứng ở mức sai khác có ý nghĩa thống kê. Tỷ lệ bệnh ở các công thức CT2 và CT3 có xu hướng tăng chậm và có tỷ lệ bệnh dao động trong khoảng 4,44 – 11,11%. Riêng công thức CT4 bệnh vẫn chưa xuất hiện trên các chậu thí nghiệm, tỷ lệ bệnh đạt 0%.

Ở thời điểm 14 NSP, Trong đó công thức 4 phun nano chitosan 2 tỷ lệ bệnh vẫn ở 0%. Công thức đối chứng có tỷ lệ bệnh đạt 100%. Tỷ lệ bệnh ở công thức CT2 không tăng, nhưng ở công thức CT3 tiếp tục tăng và tỷ lệ bệnh đạt 20,0%. Ở thời điểm 21 NSP, tỷ lệ bệnh ở các công thức không có sự thay đổi so với thời điểm

14 NSP. Như vậy, tỷ lệ bệnh héo rũ gốc mốc đen hại lạc ở các công thức phun chế phẩm AgNPs,Cu<sup>2+</sup>/COS đã có hiệu quả tốt trong phòng trừ bệnh héo rũ lạc, hiệu lực kéo dài đến 21 ngày sau phun. Trong đó công thức phun chế phẩm AgNPs,Cu<sup>2+</sup>/COS 1 lần (trước nhiễm bệnh 1 ngày) và 2 lần (trước và sau nhiễm bệnh 1 ngày) có hiệu quả phòng trừ bệnh héo rũ gốc mốc đen tương đương nhau và đạt cao nhất.

Một nghiên cứu cho thấy sử dụng chế phẩm nano bạc có khả năng kiểm soát hiệu quả bệnh cháy nhựa đen thân do nấm *Phoma cucurbitacearum* gây ra trong khoảng từ 74-86% (Chu Trung Kiên và Nguyễn Thị Lan Anh, 2021). Hiệu ứng kích kháng bệnh đạo ôn cháy lá do nấm *Pyricularia grisea* của chitosan và oligosaccharide đối với cây lúa đã được thực hiện và công bố (Rodríguez *et al.*, 2007). Theo kết quả nghiên cứu của Prapagdee *et al.* (2007), khi phun qua lá dung dịch chitosan đã giảm tỷ lệ bệnh chết nhanh do nấm *Fusarium solani* gây ra trên cây đậu nành.



**Hình 5.** Thí nghiệm thử nghiệm chế phẩm AgNPs,Cu<sup>2+</sup>/COS phòng chống bệnh héo rũ gốc mốc đen hại lạc trong nhà lưới (A. Phun AgNPs,Cu<sup>2+</sup>/COS 1 ngày trước nhiễm bệnh, B. Đối chứng, C. Phun AgNPs,Cu<sup>2+</sup>/COS ở 2 thời điểm)

#### 4. KẾT LUẬN

Trong ba loại nano thử nghiệm, chế phẩm AgNPs,Cu<sup>2+</sup>/COS có hiệu lực ức chế tốt nhất ở tất cả các nồng độ, tiếp đến chế phẩm AgNPs/COS có hiệu lực ức chế cao ở nồng độ 3 và 5%. Ở nồng độ 1% của chế phẩm AgNPs,Cu<sup>2+</sup>/COS hoặc ở nồng độ 3% của chế phẩm AgNPs/COS trên môi trường PDA, hiệu lực ức chế sự phát triển của nấm *A. niger* đạt 100%. Trong nhà lưới, kết quả nghiên cứu khả năng phòng chống bệnh héo rũ gốc mốc đen hại lạc đã xác định khi xử lý chế phẩm AgNPs,Cu<sup>2+</sup>/COS ở nồng độ 1% ở 1 thời điểm (1 ngày trước khi lây nhiễm bệnh) hoặc ở 2 thời điểm (1 ngày trước khi lây nhiễm bệnh và 1 ngày sau khi lây nhiễm bệnh) đã làm giảm tỷ lệ bệnh và chỉ số bệnh nhiều nhất so với đối chứng.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 104.06-2021.60.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Tấn Dũng, (2002). *Bệnh héo rũ cây trồng cạn và biện pháp phòng chống*. NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
2. Chu Trung Kiên và Nguyễn Thị Lan Anh, (2021). Nghiên cứu sử dụng nano bạc phòng trừ bệnh chảy nhựa đen thân do nấm *Phoma cucurbitacearum* gây ra trên cây bí đao chanh. *Tạp chí Nông nghiệp & phát triển nông thôn*, kỳ 1, tháng 6/2021.
3. Nguyễn Thị Thu Thủy, Nguyễn Thanh Hải, (2017). Nghiên cứu khả năng kháng nấm *Pyricularia oryzae* gây bệnh đạo ôn trên cây lúa của oligochitosan-nano bạc (AgNPs) trong điều kiện in vitro và in vivo. *Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn* 6, 2017.
4. Abbott, W.S. (1925) A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267. <http://dx.doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
5. Arya, S.S., Salve, A.R. & Chauhan, S. (2016). Peanuts as functional food: A review, *Journal of Food Science and Technology*, 53(1): 31-41. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2007-9>
6. Gajbhiye M, Kesharwani J, Ingle A, Gade A, Rai M., (2009). Fungus-mediated synthesis of silver nanoparticles and their activity against pathogenic fungi in combination with fluconazole. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*, 16 Jul 2009, 5(4):382-386. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162125>

7. Janila, P., Nigam, S.N., Pandey, M.K., Nagesh, P. & Varshney, R.K. (2013). Groundnut improvement: Use of genetic and genomic tools. *Frontiers in Plant Science*, 4: 23. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00023>
8. Krishnaraj C., Ramachandran R., Mohan K., et al. (2012). Optimization for rapid synthesis of silver nanoparticles and its effect on phytopathogenic fungi. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, Vol.93, pp.95–99.
- Luan L.Q., Nagasawa N., Tamada M., & Nakanishi T.M., (2006). Enhancement of plant growth activity of irradiated chitosan by fractionation. *Radio Isotops*. 55(1):21-27.
9. Lamsal K., Kim S. W., Jung J. H., Kim Y. S., Kim K. S., and Lee Y. S. (2011). Application of silver nanoparticles for the control of *Colletotrichum* species in vitro and pepper anthracnose disease in field, *Mycobiology*, vol. 39, no. 3, pp. 194–199, 2011.
10. Le, C.N., Hoang, T.K., Thai, T.H., Tran, T.L., Phan, T.P.N. & Raaijmakers, J.M. (2018). Isolation, characterization and comparative analysis of plant-associated bacteria for suppression of soilborne diseases of field-grown groundnut in Vietnam. *Biological Control*, 121: 256-262. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.03.014>
11. Li, X., Zhang, Y., Wei, Z., Guan, Z., Cai, Y. & Liao, X. (2016). Antifungal activity of isolated *Bacillus amyloliquefaciens* SYBC H47 for the biocontrol of peach gummosis. *PLoS One*, 11(9): e0162125.
12. Lora, S. & Begum, T. (2019). Managing of collar rot disease in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) by few chemicals. *International Journal of Research in BioSciences*, 6(3): 133-136. <https://doi.org/10.26438/ijrsbs/v6i3.133136>
13. Nathawat, B.D.S., Singh, N., Singh, S.P., Kumar, D., Shivran, H. & Shekhawat, D.S. (2021). Screening of groundnut cultivars against collar rot (*Aspergillus niger* van Tiegham). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 10(2): 1912-1917. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2021.1002.228>
14. Nguyen, M.N., Nguyen, X.H., Nguyen, T.L., Nguyen, D.H. & Nguyen T.T.T. (2024). Isolation and characterization of antagonistic bacterial strains for biocontrol of collar rot (*Aspergillus niger*) in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Chiang Mai Journal of Science*, 51(2): e 2024022.
15. Nguyen, X.H., Nguyen, T.M.N., Nguyen, D.H., Nguyen, Q.C., Cao, T.T., Pham, T.T.H. & Nguyen T.T.T. (2023). Identification and characterization of *Aspergillus niger* causing collar rot of groundnut (*Arachis hypogaea*). *Biodiversitas*, 24(5): 2556-2562. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240507>
16. Okigbo, R.N. (2016). *Healthy plants today for healthy man tomorrow*. An Inaugural Lecture of Nnamdi Azikwe University, Awka. Noble Press Ltd. pp. 68.
17. Parisi C., Vigani M., and Rodríguez-Cerezo E. (2015). Agricultural nanotechnologies: what are the current possibilities?, *Nano Today*, vol. 10, no. 2, pp. 124–127, 2015.
18. Prapagdee B., Kotchadat K., Kumsopa A., Visarathanonth N., (2007), The role of chitosan in protection of soybean from sudden death syndrome caused by *Fusarium solani* f. sp. *glycines*, *Bioresource Technology*, 98(7), 1353-1358.
19. Rao, A.P. & Nnaji, P.T. (2017). Antagonistic potential of soil bacteria against plant pathogenic fungi: *Aspergillus niger*. *Microbiology Research Journal International*, 19(5): 1-7. <https://doi.org/10.9734/MRJI/2017/29725>
20. Rodríguez A.T., Ramírez M.A., Cárdenas R.M., Hernández A.N., Velázquez M.G., Bautista S., (2007), Induction of defense response of *Oryza sativa* L. against *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc. by treating seeds with chitosan and hydrolyzed chitosan, *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 89(3), 206-215.
21. Sahar M. Ouda. (2014). Antifungal Activity of Silver and Copper Nanoparticles on Two Plant Pathogens, *Alternaria alternata* and *Botrytis cinerea*. *Research Journal of Microbiology* 9:1 34-42.
22. Sharma, V.K, Yngard R. A., and Lin Y. (2008). Silver nanoparticles: Green synthesis and their antimicrobial activities,” *Adv. Colloid Interface Sci.*, vol. 145, no. 1–2, pp. 83–96, 2009, doi: 10.1016/j.cis.2008.09.002.

**Phản biện: GS.TS. Nguyễn Văn Tuất**