

**PHÂN LẬP NẤM *Fusarium solani* TRÊN TÔM THẺ CHÂN TRẮNG  
(*Litopenaeus vannamei*) BỊ BỆNH ĐỐM ĐEN VÀ THỬ NGHIỆM KHẢ NĂNG  
KHÁNG NẤM CỦA NANO BẠC**

**Lê Quang An, Nguyễn Văn Cường, Mai Hữu Vũ, Nguyễn Đình Mai Duyên,  
Hồ Ngọc Thi, Trần Nam Hà, Trương Thị Hoa\***

Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

\*Tác giả liên hệ: [truongthihoa@huaf.edu.vn](mailto:truongthihoa@huaf.edu.vn)

Nhận bài: 28/07/2023 Hoàn thành phản biện: 12/10/2023 Chấp nhận bài: 13/10/2023

**TÓM TẮT**

Nghiên cứu được thực hiện nhằm phân lập nấm *Fusarium solani* trên tôm thẻ chân trắng bị bệnh đốm đen và thử nghiệm khả năng kháng nấm của nano bạc. Từ các mẫu tôm thẻ chân trắng nuôi tại Thừa Thiên Huế bị bệnh đốm đen đã phân lập được chủng nấm *Fusarium solani*. Nghiên cứu khả năng kháng nấm *Fusarium solani* của nano bạc cho thấy chúng có khả năng kháng nấm ở nồng độ 20 µg/mL. Nano bạc ở nồng độ 2,5; 5 và 10 µg/mL đều có khả năng ức chế sự phát triển của nấm, đường kính khuẩn lạc nấm *Fusarium solani* khi ngâm ở các nồng độ này trong thời gian 15; 30 và 60 phút đều thấp hơn có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) so với đối chứng.

**Từ khóa:** Tôm thẻ chân trắng, Bệnh đốm đen, *Fusarium solani*, Nano bạc

**ISOLATION OF *Fusarium solani* FROM WHITE-LEG SHRIMP  
(*Litopenaeus vannamei*) AFFECTED BY BLACK SPOT DISEASE AND  
ANTIFUNGAL ACTIVITY OF SILVER NANOPARTICLES**

**Le Quang An, Nguyen Van Cuong, Mai Huu Vu, Nguyen Dinh Mai Duyen,  
Ho Ngoc Thi, Tran Nam Ha, Truong Thi Hoa\***

University of Agriculture and Forestry, Hue University

**ABSTRACT**

This research aimed to isolate *Fusarium solani* from white-leg shrimp suffering from black spot disease and to evaluate antifungal activity of silver nanoparticles. *Fusarium solani* was isolated from samples of white-leg shrimp cultivated in Thua Thien Hue affected by black spot disease. The antifungal activity of silver nanoparticles was investigated, revealing their effectiveness at a concentration of 20 µg/mL. Silver nanoparticles at concentrations of 2.5, 5, and 10 µg/mL exhibited inhibitory effects on the growth of *Fusarium solani*, with the diameter of fungal colonies at these concentrations after 15, 30, and 60 minutes of silver nanoparticles exposure significantly lower ( $p < 0.05$ ) compared to the control.

**Keywords:** Black spot disease, *Fusarium solani*, Silver nanoparticles, White-leg shrimp

## 1. MỞ ĐẦU

Tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) là một trong những đối tượng nuôi đem lại nguồn lợi nhuận đáng kể và góp phần vào việc phát triển nền kinh tế cho cả nước. Tuy nhiên hiện nay nghề nuôi tôm thẻ chân trắng đang đối mặt với các vấn đề về môi trường ô nhiễm và dịch bệnh. Mặc dù công nghệ nuôi tôm thẻ chân trắng ngày càng phát triển nhưng sản lượng tôm không tăng mạnh do ảnh hưởng của các đợt dịch bệnh gây chết hàng loạt tôm nuôi (Flegel, 2019). Trong đó, bệnh đốm đen gây thiệt hại đáng kể cho nghề nuôi tôm thẻ chân trắng. Tôm bị bệnh đốm đen có hiện tượng giảm ăn, tách đàn, bơi lơ dờ trên mặt nước, có đốm đen trên mang và trên vỏ kitin. Kiểm tra mẫu mang dưới kính hiển vi cho thấy mang tôm bị melanin hóa, có thể phát hiện ký sinh trùng trên mang (Liang và cs., 2022).

Theo Liang và cs. (2022), bệnh đốm đen trên tôm thẻ chân trắng do nấm *Fusarium solani* gây ra, bệnh gây chết hàng loạt tôm thẻ ở giai đoạn nuôi thương phẩm. Theo Khoa và cs. (2004), tôm nuôi ở Việt Nam thường hay bị bệnh đen mang, một trong những nguyên nhân chính là do nấm *Fusarium* và từ những ao tôm bị bệnh đen mang, đã phân lập được loài nấm *Fusarium incarnatum*, *Fusarium solani*. Nấm *Fusarium*, thuộc lớp Sordariomycetes, bộ Hypocreales, họ Nectriaceae, đây là loài nấm phổ biến, có phân bố trên toàn thế giới, được tìm thấy trong thực vật, đất, nước ngọt, và nước lợ, mặn (Lightner, 1996; Palmero và cs., 2009). Nấm *Fusarium* có thể gây ra nhiều bệnh ở động vật và thực vật trên toàn thế giới, làm giảm năng suất nuôi trồng (Figueroa và cs., 2018; Summerell, 2019).

Hóa chất thường được sử dụng để phòng trị bệnh do nấm gây ra như povidone-iodine, nước oxy già và formalin (Lee và

Hatai, 2016; Đặng Thị Hoàng Oanh và cs., 2022). Tuy nhiên bệnh do nấm *Fusarium solani* gây ra trên tôm thẻ chân trắng thường rất khó điều trị dứt điểm vì chúng sinh sản nhanh và tốc độ lây lan lớn (Khoa và cs., 2004). Nano bạc là một trong những giải pháp thay thế một số loại thuốc phòng trị bệnh trên tôm (Laura và cs., 2020). Theo Ganash và cs. (2018), nano bạc ức chế trực tiếp sự phát triển của sợi nấm, sự nảy mầm của bào tử nấm và phá vỡ màng tế bào nấm. Nano bạc làm giảm hoạt tính của các enzyme bảo vệ tế bào, ức chế quá trình vận chuyển oxy vào trong tế bào và phá hủy màng tế bào nấm *Fusarium graminearum* (Sheng và Cheng, 2017). Do đó, nghiên cứu này được tiến hành nhằm phân lập nấm *Fusarium solani* trên tôm thẻ chân trắng bị bệnh đốm đen và thử nghiệm khả năng kháng nấm của nano bạc trong điều kiện *in vitro*.

## 2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Nội dung nghiên cứu

- Phân lập và định danh nấm *Fusarium solani* trên tôm thẻ chân trắng bị bệnh đốm đen

- Thử nghiệm khả năng kháng nấm *Fusarium solani* của nano bạc

### 2.2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Vật liệu nghiên cứu

Tôm thẻ chân trắng có các đốm đen trên mang, trên vỏ kitin và còn sống được thu ở 03 ao nuôi tôm tại Phú Lộc, Thừa Thiên Huế. Mỗi ao thu 10 con, tổng số mẫu tôm thu để nuôi cấy, phân lập nấm là 30 con. Tôm có chiều dài trung bình là 12,4 cm và khối lượng trung bình là 11,8 g/con. Tôm được đóng trong thùng xốp, có sục khí và vận chuyển sống về phòng thí nghiệm Bệnh thủy sản, Khoa Thủy sản Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế để kiểm tra và phân lập nấm.

Môi trường Peptone Yeast-extract Glucose Salt Agar (PYGS agar- gồm peptone 1,25 g, yeast - extract 1,25 g, glucose 3 g, agar 12 g, muối NaCl 30 g và 1000 mL nước cất); Peptone Yeast-extract Glucose Salt (PYGS); môi trường nước muối vô trùng (30 g muối NaCl và 1000 mL nước cất); nước muối sinh lý (0,85% NaCl); kháng sinh Ampicillin và Streptomycin (Mekophar, Việt Nam); nano bạc có kích thước 14 nm được cung cấp bởi Nanografi (Đức)

### 2.2.2. Phương pháp phân lập và định danh nấm

Phân lập nấm trên tôm thẻ chân trắng được tiến hành theo Khoa và cs. (2004), dùng kéo tiệt trùng bằng cồn 96° để cắt mẫu từ vị trí bị đốm đen trên tôm, rửa nhẹ 03 lần qua nước muối sinh lý vô trùng và cấy trên môi trường PYGS agar có bổ sung 2mg mỗi loại kháng sinh Ampicillin và Streptomycin xung quanh mẫu bệnh phẩm để hạn chế sự phát triển của vi khuẩn. Nuôi cấy từ 1- 4 ngày ở nhiệt độ 28°C và cấy chuyển 2 - 3 lần sang môi trường PYGS agar để thu được khuẩn lạc nấm thuần. Sau đó cắt phần đầu của khuẩn lạc nuôi cấy trên môi trường PYGS, để ở nhiệt độ 28°C sau 24 - 48 giờ, quan sát sự phát triển của sợi nấm. Cắt sợi nấm từ môi trường trên rửa 3 lần qua nước muối sinh lý vô trùng và nuôi cấy trong môi trường nước muối vô trùng ở nhiệt độ 28°C, sau 24 - 48 giờ quan sát sự sinh bào tử của nấm và tiến hành thu bào tử để nuôi cấy thuần chủng trên môi trường PYGS agar.

Phương pháp nuôi cấy tiêu bản được tiến hành theo Khoa và cs. (2004): Dùng dao vô trùng cắt một khối môi trường PYGS agar có kích thước khoảng 7x7x7 mm và đặt trên lam kính vô trùng. Đặt lamen này trong đĩa peptri vô trùng, gác trên một que thủy tinh, bên dưới có lớp giấy thấm giữ ẩm. Cấy bào tử nấm hay sợi

nấm vào 4 mặt bên của khối agar và đậy đĩa peptri lại. Ủ đĩa cấy ở nhiệt độ 28°C trong 24 - 48 giờ. Sau khi nấm và bào tử nấm phát triển trên khối agar, lấy lamen ra và quan sát dưới kính hiển vi để xác định hình dạng của sợi nấm, bào tử và hình thức sinh sản. Tiến hành phân loại nấm dựa vào hình dạng và kích thước của khuẩn lạc, hình dạng sợi nấm và bào tử nấm theo mô tả của Burges và cs. (1994) và định danh theo khóa phân loại của De Hoog và cs. (2000).

### 2.2.3. Phương pháp xác định khả năng kháng nấm *Fusarium solani* của nano bạc

Thử nghiệm khả năng kháng nấm của nano bạc trên môi trường nuôi cấy được thực hiện theo phương pháp của Lee và Hatai (2016). Nồng độ nano bạc ban đầu được pha loãng là 20 µg/mL bằng cách bổ sung nano bạc vào môi trường PYGS sau khi hấp ở nhiệt độ 121°C trong 15 phút; sau đó pha các nồng độ tiếp theo theo tỷ lệ 1:1; 1:2 và 1:4 (tương ứng lần lượt với các nồng độ 10; 5 và 2,5 µg/mL). Cắt viên ngoài của khuẩn lạc nấm, cho vào đĩa peptri chứa 20 mL môi trường PYGS có các nồng độ nano bạc đã pha loãng như trên, ngâm trong 15; 30 và 60 phút, sau đó rửa nhẹ khuẩn lạc nấm trong nước muối sinh lý vô trùng (0,85% NaCl) và cấy trên môi trường PYGS agar. Khuẩn lạc nấm ngâm trong môi trường PYGS không bổ sung nano bạc trong thời gian như trên được sử dụng làm lô đối chứng và mỗi nghiệm thức được lặp lại ba lần. Nấm được nuôi cấy ở nhiệt độ 28°C, quan sát sự phát triển của nấm và đo đường kính khuẩn lạc của nấm hàng ngày trong 14 ngày thực hiện thí nghiệm.

### 2.2.4. Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý trên phần mềm Microsoft Excel 2016 và SPSS 20, trong đó sử dụng phân tích phương sai ANOVA một nhân tố để so sánh giá trị trung bình theo phương pháp Tukey với độ tin cậy 95%.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Kết quả phân lập và định danh nấm

Kết quả thu mẫu ghi nhận tôm thẻ chân trắng có các đốm đen trên mang và trên

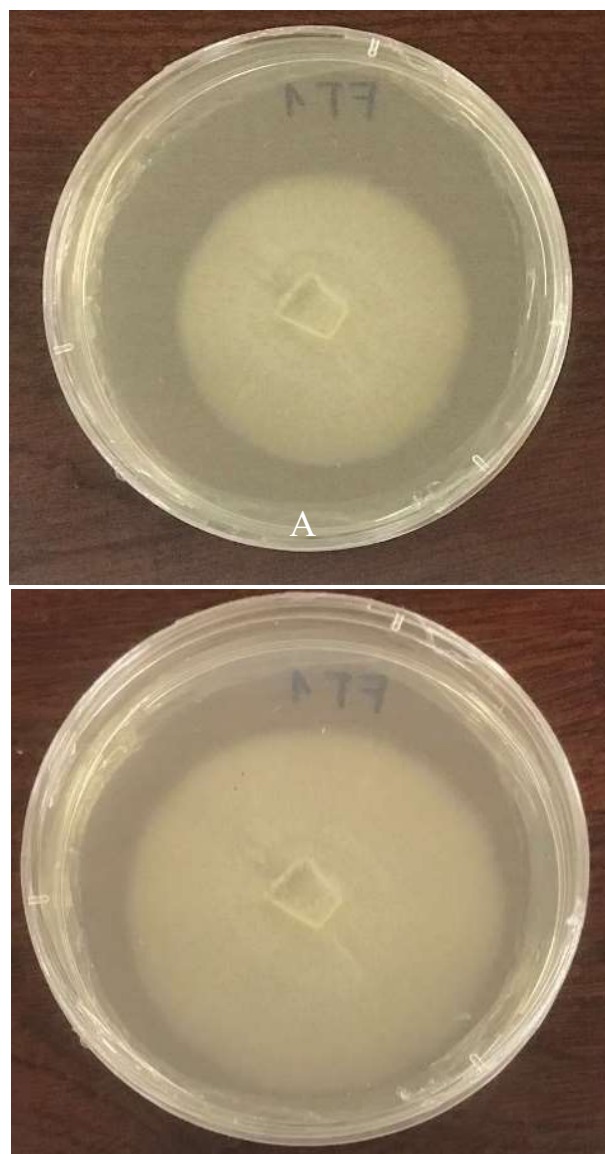
vỏ kitin (Hình 1). Các dấu hiệu bệnh lý trên các mẫu tôm bị bệnh đốm đen này tương tự như mô tả của Liang và cs. (2022). Ngoài ra tôm có hiện tượng mềm vỏ, ruột không có thức ăn.



**Hình 1.** Tôm thẻ chân trắng có đốm đen ở mang và trên vỏ kitin

Kết quả nuôi cấy phân lập nấm xác định khuẩn lạc nấm có màu trắng, hơi vàng nhạt, có hình tròn mềm, mép dạng răng cưa. Đường kính khuẩn lạc trung bình sau 07 ngày nuôi cấy là 5,2 cm (Hình 2). Sợi nấm có vách ngăn, không hình thành túi bào tử (Hình 3A). Bào tử của nấm có 2 loại gồm bào tử đỉnh lớn hình thuyền, có vách ngăn và bào tử đỉnh nhỏ hình bầu dục, không có vách ngăn (Hình 3B). Căn cứ vào đặc điểm của nấm phân lập được (Bảng 1) và so với đặc điểm mô tả phân loại nấm *Fusarium* của

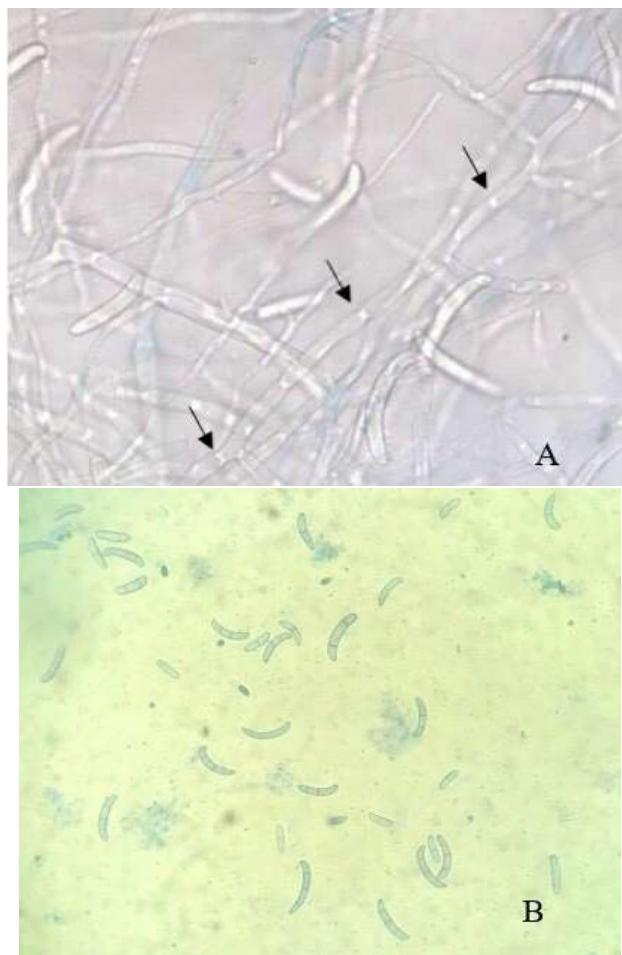
Burges và cs. (1994) xác định giống nấm phân lập trên tôm thẻ chân trắng bị đốm đen là *Fusarium*. Dựa vào khóa phân loại của De Hoog và cs. (2020) cho thấy chủng nấm phân lập được là *Fusarium solani* và kết quả này phù hợp với mô tả nấm *Fusarium solani* của Liang và cs. (2022), khuẩn lạc của nấm có màu trắng kem, sợi nấm có vách ngăn, bào tử đỉnh lớn có dạng hình thuyền.



**Hình 2.** Khuẩn lạc nấm trên môi trường PYGS agar  
(A- Khuẩn lạc nấm sau 5 ngày nuôi cấy; B - khuẩn lạc nấm sau 7 ngày nuôi cấy)

**Bảng 1.** Đặc điểm phân loại của giống nấm phân lập trên tôm bị bệnh đốm đen

Các chỉ tiêu theo dõi	Đặc điểm quan sát
Hình dạng khuẩn lạc	Tròn mềm, mép dạng răng cưa
Màu sắc khuẩn lạc	Màu trắng kem
Đường kính khuẩn lạc trung bình sau 7 ngày nuôi cấy	$5,2 \pm 0,3$ cm
Hình dạng khuẩn ty	Khuẩn ty có vách ngăn
Loại bào tử	Bào tử đính
Hình dạng bào tử	Bào tử đính lớn hình thuyền và bào tử đính nhỏ hình bầu dục
Túi bào tử	Không hình thành túi bào tử
Kết luận	Nấm <i>Fusarium</i>



**Hình 3.** Hình dạng sợi nấm và bào tử nấm  
(A - sợi nấm có vách ngăn (vị trí mũi tên, X100); B - Bào tử nấm (X40))

Theo Liang và cs. (2022), từ những mẫu tôm thẻ chân trắng có xuất hiện các đốm đen trên mang và trên vỏ kitin, đã phân lập và xác định nấm *Fusarium solani* là tác nhân gây bệnh đốm đen trên tôm thẻ chân trắng nuôi tại Trung Quốc. Theo Gomez-Chiari và Cobb (2012), khi nấm cảm nhiễm trên tôm hùm (*Homarus americanus*), enzyme chitinase hoặc cutinase có thể phá hủy hàng rào bảo vệ lớp biểu bì của tôm, tạo thuận lợi cho nấm tăng sinh và phát triển. Do đó, mức độ melanin hóa trong các tổn thương của tôm có thể phản ánh sự tăng sinh của nấm đến một mức độ nhất định, gây ảnh

hưởng đến tôm và làm xuất hiện các đốm đen trên cơ thể tôm. Theo Trần Vinh Phương và cs. (2023), đã phân lập được nấm *Fusarium solani* từ các mẫu tôm thẻ chân trắng nuôi tại Phong Điền, Thừa Thiên Huế bị bệnh đốm đen.

### 3.2. Kết quả xác định khả năng kháng nấm *Fusarium solani* của nano bạc

Kết quả xác định khả năng kháng nấm *Fusarium solani* của nano bạc cho thấy nano bạc ở nồng độ 20 µg/mL có khả năng kháng nấm *Fusarium solani*. Nano bạc ở nồng độ 10 µg/mL khi ngâm khối nấm trong 30 và 60 phút có thể ức chế sự phát triển của nấm. Đường kính khuẩn lạc nấm sau 02 ngày nuôi cấy ở nồng độ 10 µg/mL ngâm trong 15 phút nhỏ hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) so với lô đối chứng. Đến 14 ngày nuôi cấy, ở nồng độ nano bạc 10 và 5 µg/mL, khi ngâm trong 60 phút, đường kính khuẩn lạc nấm lần lượt là

4,8 và 5,1 cm, thấp hơn có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) so với đường kính khuẩn lạc nấm ở thời gian ngâm 15 và 30 phút. Kết quả này cho thấy nano bạc nồng độ 20 µg/mL, nấm *Fusarium solani* không phát triển trên môi trường nuôi cấy; ở nồng độ 5 và 10 µg/mL ngâm nấm trong 60 phút có thể ức chế sự phát triển của nấm trong 2 ngày đầu nuôi cấy. Nano bạc ở nồng độ 2,5; 5 và 10 µg/mL đều có khả năng ức chế sự phát triển của nấm, đường kính khuẩn lạc nấm *Fusarium solani* khi ngâm ở các nồng độ này đều thấp hơn có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) so với đối chứng ở thời điểm 14 ngày nuôi cấy (Bảng 2)

**Bảng 2.** Kết quả thử nghiệm khả năng kháng nấm *Fusarium solani* của nano bạc

Thời gian ngâm (phút)	Nồng độ nano bạc (µg/mL)	Đường kính của khuẩn lạc nấm trên môi trường PYGS agar (cm) (TB ± SD)			
		2 ngày	5 ngày	7 ngày	14 ngày
15	20	-	-	-	-
	10	1,9 ± 0,2 <sup>a</sup>	3,2 ± 0,3 <sup>a</sup>	4,0 ± 0,3 <sup>a</sup>	6,1 ± 0,2 <sup>a</sup>
	5	2,3 ± 0,3 <sup>a</sup>	4,2 ± 0,2 <sup>b</sup>	5,1 ± 0,2 <sup>b</sup>	6,3 ± 0,2 <sup>a</sup>
	2,5	2,9 ± 0,2 <sup>b</sup>	4,4 ± 0,3 <sup>b</sup>	5,7 ± 0,3 <sup>c</sup>	7,7 ± 0,3 <sup>b</sup>
	0	3,5 ± 0,1 <sup>c</sup>	5,3 ± 0,3 <sup>c</sup>	6,3 ± 0,2 <sup>d</sup>	8,3 ± 0,0 <sup>c</sup>
30	20	-	-	-	-
	10	-	2,6 ± 0,4 <sup>a</sup>	3,3 ± 0,4 <sup>a</sup>	5,3 ± 0,4 <sup>a</sup>
	5	2,6 ± 0,1 <sup>a</sup>	3,2 ± 0,3 <sup>a</sup>	5,0 ± 0,1 <sup>b</sup>	6,1 ± 0,1 <sup>b</sup>
	2,5	2,6 ± 0,2 <sup>a</sup>	4,3 ± 0,3 <sup>b</sup>	5,2 ± 0,2 <sup>b</sup>	7,2 ± 0,2 <sup>c</sup>
	0	3,5 ± 0,2 <sup>b</sup>	5,2 ± 0,2 <sup>c</sup>	6,2 ± 0,3 <sup>c</sup>	8,3 ± 0,0 <sup>d</sup>
60	20	-	-	-	-
	10	-	1,3 ± 0,2 <sup>a</sup>	1,8 ± 0,2 <sup>a</sup>	4,8 ± 0,3 <sup>a</sup>
	5	-	2,9 ± 0,3 <sup>b</sup>	4,1 ± 0,2 <sup>b</sup>	5,1 ± 0,2 <sup>a</sup>
	2,5	2,5 ± 0,4 <sup>a</sup>	3,8 ± 0,3 <sup>c</sup>	4,8 ± 0,3 <sup>c</sup>	6,9 ± 0,1 <sup>b</sup>
	0	3,4 ± 0,3 <sup>b</sup>	5,1 ± 0,2 <sup>d</sup>	6,1 ± 0,4 <sup>d</sup>	8,3 ± 0,0 <sup>c</sup>

“-”: nấm không phát triển trên môi trường nuôi cấy; các chữ cái <sup>abcd</sup> khác nhau trong cùng một cột và có cùng thời gian ngâm thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ )

Theo Laura và cs. (2020) nano bạc là giải pháp thay thế cho các loại thuốc kháng sinh để trị các bệnh bệnh truyền nhiễm trên động vật thủy sản. Nano bạc phá hủy màng tế bào nấm *Fusarium graminearum* ở nồng độ 10 µg/mL (Sheng và Cheng, 2017). Theo

Johari và cs. (2015) nano bạc đã được nghiên cứu để kiểm soát dịch bệnh trong nuôi trồng thủy sản và có hiệu quả trong việc phòng trị bệnh do nấm gây ra trên động vật thủy sản.

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã phân lập được chủng nấm *Fusarium solani* trên các mẫu tôm thẻ chân trắng bị bệnh đốm đen nuôi tại Phú Lộc, Thừa Thiên Huế. Kết quả xác định khả năng kháng nấm *Fusarium solani* của nano bạc trong điều kiện *in vitro* cho thấy nano bạc có khả năng kháng nấm *Fusarium solani* ở nồng độ 20 µg/mL khi ngâm trong thời gian từ 15 đến 60 phút. Nano bạc ở nồng độ 2,5; 5 và 10 µg/mL đều có khả năng ức chế sự phát triển của nấm, đường kính khuẩn lạc nấm *Fusarium solani* khi ngâm ở các nồng độ này trong thời gian 15; 30 và 60 phút đều thấp hơn có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) so với đối chứng.

#### LỜI CẢM ƠN

Một phần kết quả của nghiên cứu này từ đề tài cấp cơ sở năm 2023. Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn sự tài trợ kinh phí của Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế cho đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở năm 2023: “Nghiên cứu phân lập nấm *Fusarium* trên tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) bị bệnh đốm đen và thử nghiệm khả năng kháng nấm của một số loại thảo dược”.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

##### 1. Tài liệu tiếng Việt

Đặng Thị Hoàng Oanh, Trương Quốc Phú, Nguyễn Thị Thu Hằng và Bùi Thị Bích Hằng. (2022). Giáo trình thuốc và hóa chất trong thủy sản. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ.

Trần Vinh Phương, Nguyễn Đức Quỳnh Anh, Nguyễn Thị Xuân Hồng, Nguyễn Ngọc Phước (2023). Nguyên nhân ban đầu gây chết tôm thẻ chân trắng *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) nuôi tại tỉnh Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Khoa học Đại học Huế*, 132(3), 137-156.

##### 2. Tài liệu tiếng nước ngoài

Burges, L.W., Summerell, B.A., Bullock, S., Gott, K.P., & Backhouse, D. (1994). Laboratory Manual for *Fusarium* Research, Department of Crop Sciences, University of

Sydney and Royal Botanic Gardens, Bibliography: p. 124

De Hoog, G.S., Guarro, J., Gene', J., & Figueras, M.J. (2000). Atlas of clinical fungi, 2nd edition, Centraalbureau voor Schimmelcultures, p.1126

Flegel, T.W. (2019). A future vision for disease control in shrimp aquaculture. *World Aquaculture Society*, 50, 249-266

Figuerola, M., Hammond-Kosack, K.E., & Solomon, P.S. (2018). A review of wheat diseases - a field perspective. *Molecular Plant Pathology*, 19(6), 1523-1536.

Ganash, M., Ghany, T. M. A., & Omar, A. M. (2018). Morphological and biomolecules dynamics of phytopathogenic fungi under stress of silver nanoparticles. *Bionanoscience*, 8, 566-573. DOI: 10.1007/s12668-018-0510-y

Gómez-Chiarri, M., & Cobb, J. (2012). Shell Disease in the *American lobster, Homarus americanus*: A Synthesis of Research from the New England Lobster Research Initiative: Lobster Shell Disease. *Shellfish Research*, 31(2), 583-590

Johari, S.A., Kalbassi, M.R., Soltani, M., & Yu, I.J. (2015). Application of nanosilver-coated zeolite as water filter media for fungal disinfection of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) eggs. *Aquaculture International*, 24, 23-38.

Khoa, L.V., Hatai, K., & Aoki (2004). *Fusarium incarnatum* isolated from black tiger shrimp, *Penaeus monodon* Fabricus, with black gill disease cultured in Vietnam. *Journal of Fish Diseases*, 27, 507-511.

Laura, C.J., Ana, R.A.S., & Claudio, H.M. (2020). Silver nanoparticles (AgNPs) as antimicrobials in marine shrimp farming: A review. *Aquaculture Reports*, 18, 1-9.

Lee, Y. N., & Hatai, K. (2016). In-vitro antifungal activity of formalin against *Lagenidium thermophilum* and *Haliphthoros* sp. isolated from mud crab *Scylla tranquebarica*, Sabah, Malaysia. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 6, 60-63.



- Liang Yao, Chong Wang, Ge Li, Guosi Xie, Yan Jia, Wei Wang, Shuang Liu, Tingting Xu, Kun Luo, Qingli Zhang, & Jie Kong. (2022). Identification of *Fusarium solani* as a causal agent of black spot disease (BSD) of Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 548(1), 737-620.
- Lightner, D.V. (1996). A handbook of shrimp pathology and diagnostic procedures for diseases of cultured penaeid shrimp World Aquaculture Society, Baton Rouge La, p.256
- Palmero, D., Iglesias, C., de Cara, M., Lomas, T., Santos, M., & Tello, J.C. (2009). Species of *Fusarium* isolated from river and sea water of southeastern Spain and pathogenicity on four plant species. *Plant Disease*, 93, 377-385.
- Sheng, W.G. and Cheng, X.B. (2017). Inhibition of *Fusarium graminearum* by silver nanoparticles. *Chinese Journal of biotechnology*, 33(4), 620-629.
- Summerell, B.A. (2019). Resolving *Fusarium*: current status of the genus. *Annual Review of Phytopathology*, 57, 323-339.