

EVALUATION OF ENZYME PRODUCTION BY *CANDIDA* SPP. ISOLATED FROM PATIENTS WITH ONYCHOMYCOSIS IN HUE CITY

Ton That Dong Duong¹, Do Thi Bich Thao¹, Ha Thi Ngoc Thuy¹,
Vo Minh Tiep¹, Ton Nu Phuong Anh¹, Ngo Thi Minh Chau^{1,2*}

¹Department of Parasitology, University of Medicine and Pharmacy, Hue University -
06 Ngo Quyen, Thuan Hoa Ward, Hue City, Vietnam

²Institute of Biomedicine, University of Medicine and Pharmacy, Hue University -
06 Ngo Quyen, Thuan Hoa Ward, Hue City, Vietnam

Received: 12/02/2026

Revised: 13/03/2026; Accepted: 27/03/2026

ABSTRACT

Objective: To evaluate the production of virulence-associated enzymes, including protease, phospholipase, and lipase, in *Candida albicans*, *Candida tropicalis* and *Candida parapsilosis* isolated from patients with onychomycosis.

Methods: A cross-sectional descriptive study was conducted on 90 *Candida* isolates obtained from patients diagnosed with *Candida* onychomycosis. Species identification was performed using carbohydrate assimilation tests with the API 20C system (bioMérieux-Vitek, France). Protease, phospholipase, and lipase activities were assessed using the spot inoculation method on specific enzyme-detecting media, following previously published protocols.

Results: The overall proportions of *Candida* spp. exhibiting protease, lipase, and phospholipase activity were 82.2%, 77.8%, and 36.7%, respectively. Both *C. albicans* and *C. tropicalis* demonstrated very high levels of protease and lipase activity (100% and 96.7%, respectively), whereas *C. parapsilosis* predominantly showed absent or low enzymatic activity; this difference was statistically significant ($p < 0.001$). All three species exhibited low phospholipase activity; however, *C. albicans* showed a significantly higher positivity rate compared with the other species ($p < 0.001$). Most clinical forms of *Candida* onychomycosis were associated with high frequencies of protease and lipase activity, with no statistically significant differences among clinical presentations ($p > 0.05$). In contrast, phospholipase activity varied significantly across different clinical manifestations ($p < 0.05$).

Conclusion: *Candida* spp. causing onychomycosis exhibit high rates of protease and lipase production, highlighting the important role of these enzymes in fungal pathogenicity. Although phospholipase is produced at a lower frequency, its activity is significantly associated with more invasive clinical forms of nail involvement.

Keywords: *Candida* spp., enzyme production, onychomycosis.

*Corresponding author

Email: ntmchau@huemed-univ.edu.vn **Phone:** (+84) 983863426 **DOI:** 10.52163/yhc.v67iCD4.4778

KHẢO SÁT KHẢ NĂNG SINH ENZYME CỦA MỘT SỐ LOÀI NẤM *CANDIDA* SPP. ĐƯỢC PHÂN LẬP TỪ BỆNH NHÂN NẤM MÓNG TẠI THÀNH PHỐ HUẾ

Tôn Thất Đông Dương¹, Đỗ Thị Bích Thảo¹, Hà Thị Ngọc Thúy¹,
Võ Minh Tiếp¹, Tôn Nữ Phương Anh¹, Ngô Thị Minh Châu^{1,2*}

¹Bộ môn Ký sinh trùng, Trường Đại học Y Dược, Đại học Huế - 06 Ngô Quyền, P. Thuận Hóa, Tp. Huế, Việt Nam

²Viện Y sinh học, Trường Đại học Y Dược, Đại học Huế - 06 Ngô Quyền, P. Thuận Hóa, Tp. Huế, Việt Nam

Ngày nhận: 12/02/2026

Ngày sửa: 13/03/2026; Ngày đăng: 27/03/2026

TÓM TẮT

Mục tiêu: Đánh giá khả năng sinh enzyme protease, phospholipase và lipase của các loài vi nấm *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Candida parapsilosis* gây bệnh nấm móng.

Phương pháp nghiên cứu: Nghiên cứu mô tả cắt ngang được thực hiện trên 90 chủng *Candida* bao gồm *C. albicans*, *C. tropicalis* và *C. parapsilosis* phân lập từ bệnh nhân nấm móng được định danh bằng thử nghiệm đồng hóa đường với kit API 20C (bioMerieux - Vitek, France). Khả năng sinh enzyme protease, phospholipase và lipase được đánh giá bằng kỹ thuật cấy điểm trên các môi trường chuyên biệt theo các công bố trước đó.

Kết quả: Tỷ lệ sinh enzyme protease, lipase và phospholipase của *Candida* spp. lần lượt là 82,2%; 77,8% và 36,7%. *C. albicans* và *C. tropicalis* đều biểu hiện khả năng sinh enzyme protease và lipase ở mức rất cao với tỷ lệ lần lượt là 100% và 96,7%, *C. parapsilosis* chủ yếu không sinh enzyme hoặc hoạt động enzyme ở mức thấp ($p < 0,001$). Cả ba loài đều có khả năng sinh enzyme phospholipase thấp, tuy nhiên *C. albicans* vẫn có tỷ lệ sinh enzyme cao hơn so với hai loài còn lại (sự khác biệt có ý nghĩa thống kê $p < 0,001$). Hầu hết các thể bệnh lâm sàng nấm móng do *Candida* có xuất hiện khả năng sinh enzyme protease và lipase với tỷ lệ cao, tuy nhiên sự khác biệt giữa các nhóm không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Ngược lại, khả năng sinh enzyme phospholipase có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các biểu hiện lâm sàng ($p < 0,05$).

Kết luận: *Candida* spp. gây bệnh nấm móng có tỷ lệ cao sinh các enzyme như protease và lipase. Trong khi đó tỷ lệ sinh enzyme phospholipase thấp nhưng có liên quan đến các thể bệnh lâm sàng thương tổn xâm lấn móng.

Từ khóa: *Candida* spp., khả năng sinh enzyme, nấm móng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nấm móng là một bệnh lý của móng phổ biến trên thế giới với bệnh nguyên là các vi nấm thuộc nhóm nấm da dermatophytes, nấm men, các nấm mốc non-dermatophytes, và tỷ lệ mắc nấm móng được báo cáo khác nhau tùy theo khu vực địa lý [1], [2]. Tại Việt Nam, nấm móng chiếm tỷ lệ khoảng 10,3% trong tổng số các bệnh nấm [3]. Trong các nấm men gây bệnh nấm móng thì *Candida* được báo cáo là tác nhân thường gặp nhất [4]. Các nghiên cứu gần đây cho thấy bệnh nấm móng do nấm men *Candida* spp. đang có xu hướng gia tăng, trong đó *Candida albicans* là tác nhân phổ biến nhất, và một số loài khác thường được báo cáo gồm *C. tropicalis*, *C. parapsilosis*, *C. glabrata* [5]. Mặc dù bệnh nấm móng do *Candida* thường liên quan các nghề nghiệp tiếp xúc nhiều với nước, tuy nhiên các yếu tố độc lực của vi nấm như khả năng sinh các enzyme thủy phân, bao gồm protease, phospholipase và lipase, được xem là những yếu tố độc lực quan trọng trong cơ chế gây bệnh của vi nấm, giúp chúng bám dính, xâm lấn và hủy hoại tổ chức vật chủ để gây bệnh. Do đó, việc đánh giá khả năng sinh enzyme của các loài *Candida* spp. giúp hiểu rõ các yếu tố độc lực của vi nấm theo nguồn gốc bệnh phẩm và vùng địa lý phân lập.

Nhiều nghiên cứu trên thế giới đã ghi nhận khả năng sinh enzyme cao ở các chủng *Candida* spp. phân lập từ bệnh phẩm móng, trong đó *C. albicans* thường thể hiện

khả năng sinh enzyme nổi trội. Mohammadi F. và cộng sự (CS) (2020) thực hiện trên 70 chủng *C. albicans* được phân lập từ bệnh nhân bị nấm móng cho thấy tỷ lệ *C. albicans* sinh enzyme protease, phospholipase lần lượt là 72,85% và 61,42%. Mức độ sản xuất enzyme cao chiếm 24,3%; trung bình chiếm 21,4% và thấp là 15,7% [6]. Nghiên cứu của Sav H. và CS (2018) ghi nhận khả năng sinh enzyme protease của các chủng *Candida* spp. là 18%, phospholipase là 20% [7]. Hiện nay, các nghiên cứu liên quan đến khả năng sinh enzyme của các chủng *Candida* spp. gây bệnh nấm móng tại Việt Nam vẫn còn ít số liệu. Vì vậy, để góp phần hiểu rõ cơ chế gây bệnh cũng như độc lực của vi nấm theo nguồn gốc bệnh phẩm và vùng địa lý, chúng tôi thực hiện đề tài này với các mục tiêu:

- Xác định khả năng sinh enzyme protease, phospholipase, lipase của các chủng nấm *Candida* spp. được phân lập từ bệnh nhân nấm móng.

- Khảo sát mối liên quan giữa các enzyme và biểu hiện lâm sàng của bệnh nấm móng.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết kế nghiên cứu: Nghiên cứu mô tả cắt ngang.

2.2. Địa điểm và thời gian nghiên cứu: Khoa Ký sinh trùng, Bệnh viện Trường Đại học Y - Dược Huế và Phòng khám

*Tác giả liên hệ

Email: ntmchau@huemed-univ.edu.vn Điện thoại: (+84) 983863426 DOI: 10.52163/yhc.v67iCD4.4778

Da liễu, Bệnh viện Da liễu thành phố Huế từ tháng 6/2025 đến tháng 12/2025.

2.3. Đối tượng nghiên cứu: Các chủng *Candida* spp. gồm 3 loài *C. albicans*, *C. tropicalis* và *C. parapsilosis* được phân lập từ bệnh nhân được chẩn đoán bị bệnh nấm móng trong thời gian nghiên cứu.

2.4. Cỡ mẫu, chọn mẫu: Chọn mẫu thuận tiện 90 chủng vi nấm *Candida* spp. với 30 chủng cho mỗi loài *C. albicans*, *C. tropicalis*, *C. parapsilosis* đã được phân lập và định danh trước đó bằng thử nghiệm đồng hóa đường với kit API 20C (bioMerieux - Vitek, France) và được cất giữ trong môi trường peptone 1% (có thêm 10% glycerol) ở nhiệt độ -20°C.

2.5. Kỹ thuật, công cụ và quy trình thu thập số liệu

- Thể bệnh lâm sàng của nấm móng được đánh giá bằng cách thăm khám trực tiếp bệnh nhân, các thể bệnh gồm: Viêm quanh móng, kèm móng nhám, có đường dọc ở gốc móng; Viêm quanh móng kèm nấm móng bờ bên và bờ xa (móng mủn, gợn sóng, màu trắng đục, vàng); Loạn dưỡng móng; Bong móng.

- Những mẫu móng dương tính với nấm men sẽ được cấy vào môi trường Sabouraud Dextrose Agar Chloramphenicol (HiMedia, Ấn Độ), đưa vào tủ ấm ở nhiệt độ 35°C. Theo dõi đĩa cấy hàng ngày. Đối với những đĩa cấy có mọc khuẩn nấm sẽ tiến hành làm định danh bằng thử nghiệm API 20C và được cất giữ trong môi trường peptone 1% (có thêm 10% glycerol) ở nhiệt độ -20°C.

- Chuẩn bị môi trường thử nghiệm: Thành phần từng loại môi trường và cách đọc kết quả như sau:

+ Enzyme lipase: thành phần môi trường 1g pepton, 0,5g NaCl, 0,01g CaCl₂, 1,5g agar và 100ml nước cất điều chỉnh đến pH 7.0. Môi trường hấp ở nhiệt độ 121°C trong 15 phút, để nguội 50°C và cho thêm 0,5% tween 80 rồi lắc đều. Chủng dương của thử nghiệm này là chủng *Malassezia furfur* ATCC 14521 (American Type Culture Collection (ATCC), Hoa Kỳ). Kết quả thử nghiệm là dương tính khi có hạt trắng xung quanh khuẩn nấm [8]. Do *Malassezia furfur* là loài nấm men phụ thuộc lipid, để đảm bảo sự phát triển ổn định của chủng chủng dương, việc nuôi cấy được thực hiện trên cùng môi trường nhưng có bổ sung thêm dầu olive bằng cách tráng trên bề mặt thạch, và ủ ở 30°C. Việc bổ sung lipid này nhằm mục đích duy trì sự phát triển của chủng chủng dương và quan sát hình ảnh hoạt tính lipase dương tính điển hình, không nhằm so sánh định lượng hoặc tốc độ sinh enzyme với các chủng *Candida* được khảo sát.

+ Enzyme phospholipase: Thành phần môi trường gồm 65g Sabouraud dextrose agar (SDA, HiMedia, Ấn Độ), 55,3g NaCl, 5,5g CaCl₂ và 10% lòng đỏ trứng vô khuẩn. Môi trường hấp ở nhiệt độ 121°C trong 15 phút, và để nguội 50°C, bổ sung 10% lòng đỏ trứng gà vô khuẩn đã đánh đều. Chủng dương của thử nghiệm này là chủng *Candida albicans* ATCC 90028. Kết quả thử nghiệm là dương tính khi có vòng tròn xung quanh khuẩn nấm với đặc điểm môi trường chuyển sang màu sáng trong suốt [9].

+ Enzyme protease: môi trường gồm 2% glucose, 0,25% K₂HPO₄, 0,1% MgSO₄, 0,5% NaCl, 2% agar, 0,1% yeast extract và 0,25% BSA (HiMedia, Ấn Độ). Chủng dương của thử nghiệm này là chủng *Candida albicans* ATCC 90028. Kết quả thử nghiệm là dương tính khi có vòng tròn xung quanh khuẩn nấm với đặc điểm môi trường chuyển sang màu sáng trong suốt [10].

- Cấy chuyển các chủng chuẩn và các chủng vi nấm đã được giữ chủng trước đó sang môi trường Sabouraud dextrose agar Chloramphenicol, ủ ở 37°C.

- Sau 48h, cấy chuyển vi nấm sang các môi trường đã chuẩn bị ở trên để đánh giá khả năng sinh enzyme: protease, phospholipase và lipase. Vi nấm được cấy chuyển sang các đĩa chứa môi trường thạch để đánh giá khả năng sinh enzyme theo kỹ thuật cấy 3 điểm. Đĩa cấy sau đó đem ủ ở 37°C, kết quả của protease được đánh giá

ở ngày thứ 3, 2 loại enzyme còn lại đánh giá ở ngày thứ 10 sau nuôi cấy, ghi nhận kết quả (dương tính/ âm tính, hệ số enzyme).

- Đánh giá khả năng sinh enzyme của vi nấm dựa vào tính chỉ số enzyme (the enzymatic index, EI) theo nghiên cứu của Maheronnaghsh M. (2019) [11]:

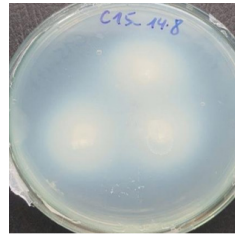
Chỉ số enzyme =(Đường kính khuẩn nấm)/(Đường kính khuẩn nấm+ vùng hoạt động enzyme xung quanh)

Trong đó: + Đường kính khuẩn nấm được đo bằng thước kẹp hoặc thước đo milimet theo hai chiều vuông góc đi qua tâm khuẩn nấm, sau đó lấy giá trị trung bình.

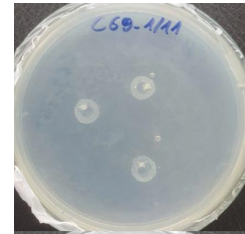
+ Vùng hoạt động enzyme xung quanh: được xác định là vùng môi trường biến đổi xung quanh khuẩn nấm do enzyme ngoại bào phân giải cơ chất, biểu hiện bằng vùng đục hoặc vùng kết tủa tùy theo loại môi trường sử dụng.

- Hoạt động enzyme được phân loại dựa trên EI như sau: không có hoạt động (EI=1,0); hoạt động rất thấp (+, EI=0,9 - <1,0); hoạt động thấp (++, EI=0,8 - 0,89); hoạt động cao (+++, EI=0,7 - 0,79); và hoạt động rất cao (++++, EI ≤ 0,69) [12].

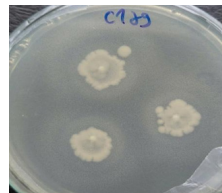
Hình ảnh enzyme dương tính và âm tính mỗi loại trong nghiên cứu này được minh họa ở Hình 1 sau đây.



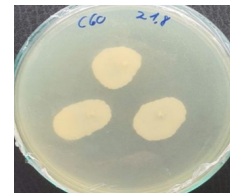
(A) Hoạt động protease dương tính



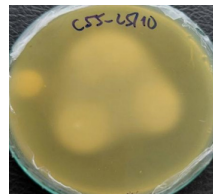
(B) Hoạt động protease âm tính



(C) Hoạt động lipase dương tính



(D) Hoạt động lipase âm tính



(E) Hoạt động phospholipase dương tính



(F) Hoạt động phospholipase âm tính

Hình 1. Khả năng sinh enzyme của các loài *Candida* spp.

2.6. Xử lý và phân tích số liệu: Xử lý và phân tích số liệu bằng phần mềm SPSS 20.0. Sử dụng kiểm định Chi-square để so sánh 2 tỷ lệ hoặc kiểm định chính xác Fisher khi tần số kỳ vọng <5, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê khi p<0,05.

2.7. Đạo đức nghiên cứu: Các chủng vi nấm trong nghiên cứu này được thu thập từ bệnh nhân nấm móng với sự đồng thuận tham gia nghiên cứu của bệnh nhân và được thông qua Hội đồng Đạo đức trong nghiên cứu Y sinh học của Trường Đại học Y - Dược, Đại học Huế, số y đức H2024/115.

3. KẾT QUẢ

Trong thời gian nghiên cứu, có 90 chủng vi nấm thuộc các loài *C. albicans*, *C. tropicalis*, *C. parapsilosis* được phân lập từ 90 bệnh nhân bị bệnh nấm móng.

Bảng 1. Nguồn gốc của các chủng *Candida* spp. phân lập theo biểu hiện lâm sàng của bệnh nhân

Biểu hiện lâm sàng							
<i>C. albicans</i> (n=30)		<i>C. tropicalis</i> (n=30)		<i>C. parapsilosis</i> (n=30)		Tổng (n=90)	
n	%	n	%	n	%	n	%
Viêm quanh móng, kèm móng nhám, có đường dọc ở gốc móng							
18	60	15	50	13	43,3	46	51,1
Loạn dưỡng móng							
9	30	10	33,3	5	16,7	24	26,7
Viêm quanh móng kèm nấm móng bờ bên và bờ xa (móng mủn, gợn sóng, màu trắng đục, vàng)							
1	3,3	5	16,7	12	40	18	20
Bong móng							
2	6,7	0	0	0	0	2	2,2
Tổng							
30	100	30	100	30	100	90	100

Biểu hiện viêm quanh móng kèm móng nhám và có đường dọc ở gốc móng chiếm phần lớn ở cả ba loài *C. albicans*, *C. tropicalis* và *C. parapsilosis*, lần lượt là 60%; 50% và 43,3%. Loạn dưỡng móng thường gặp ở *C. albicans* và *C. tropicalis*.

Bảng 2. Tỷ lệ sinh enzyme của *Candida* spp. phân lập từ bệnh phẩm móng

Enzyme dương tính	n	%
Protease	74	82,2
Lipase	70	77,8
Phospholipase	33	36,7

Trong tổng số 90 chủng *Candida* spp., tỷ lệ sinh enzyme protease chiếm tỷ lệ cao nhất (82,2%); tiếp đến là lipase (77,8%) và thấp nhất là phospholipase (36,7%).

Bảng 3. Đặc điểm hoạt động enzyme của các loài *Candida* spp.

Đặc điểm hoạt động	<i>C. albicans</i> (n=30)	<i>C. tropicalis</i> (n=30)	<i>C. parapsilosis</i> (n=30)	p
Chi số enzyme Protease				
Không hoạt động	0	0	16 (53,4%)	-
Hoạt động rất thấp	0	0	1 (3,3%)	
Hoạt động thấp	0	0	0	
Hoạt động cao	0	0	1 (3,3%)	

Đặc điểm hoạt động	<i>C. albicans</i> (n=30)	<i>C. tropicalis</i> (n=30)	<i>C. parapsilosis</i> (n=30)	p
Hoạt động rất cao	30 (100%)	30 (100%)	12 (40%)	< 0,001
Chi số enzyme Lipase				
Không hoạt động	1 (3,3%)	1 (3,3%)	18 (60%)	-
Hoạt động rất thấp	0	0	0	
Hoạt động thấp	0	0	1 (3,3%)	
Hoạt động cao	0	0	3 (10%)	
Hoạt động rất cao	29 (96,7%)	29 (96,7%)	8 (26,7%)	< 0,001
Chi số enzyme Phospholipase				
Không hoạt động	17 (56,7%)	22 (73,3%)	18 (60%)	
Hoạt động rất thấp	0	0	0	
Hoạt động thấp	0	0	5 (16,7%)	
Hoạt động cao	0	0	6 (20%)	
Hoạt động rất cao	13 (43,3%)	8 (26,7%)	1 (3,3%)	< 0,001

Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về mức hoạt động enzyme rất cao về protease, lipase và phospholipase giữa các loài *Candida* spp. ($p < 0,001$). Tỷ lệ số chủng *C. albicans* và *C. tropicalis* có hoạt động enzyme protease, lipase rất cao là cao hơn hẳn *C. parapsilosis*. Trong khi đó, khả năng sinh enzyme phospholipase cả ba loài đều thấp, tuy nhiên *C. albicans* vẫn có tỷ lệ sinh enzyme cao hơn so với hai loài còn lại.

Bảng 4. Đánh giá mối liên quan giữa độc lực các enzyme và biểu hiện lâm sàng

Biểu hiện lâm sàng	Protease (+) (n, %)	Lipase (+) (n, %)	Phospholipase (+) (n, %)
Viêm quanh móng, kèm móng nhám, có đường dọc ở gốc móng (n=46)	38 (82,6%)	36 (78,3%)	12 (26,1%)
Viêm quanh móng kèm nấm móng bờ bên và bờ xa (móng mủn, gợn sóng, màu trắng đục, vàng) (n=18)	12 (66,7%)	11 (61,1%)	5 (27,8%)
Bong móng và loạn dưỡng móng (n=26)	24 (92,3%)	23 (88,5%)	16 (61,5%)
p	0,095	0,099	0,009

Không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về khả năng sinh enzyme protease và lipase của vi nấm theo các nhóm biểu hiện lâm sàng, Khả năng sinh enzyme phospholipase được ghi nhận với tỷ lệ cao hơn ở nhóm biểu hiện lâm sàng xâm lấn móng (bong móng và loạn

dưỡng móng) so với các biểu hiện lâm sàng còn lại và sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p = 0,009$).

4. BÀN LUẬN

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy biểu hiện viêm quanh móng kèm móng nhám và có đường dọc ở gốc móng chiếm phần lớn ở cả ba loài *C. albicans*, *C. tropicalis* và *C. parapsilosis*, lần lượt là 60%; 50% và 43,3%. Loạn dưỡng móng thường gặp ở *C. albicans* và *C. tropicalis*.

Tỷ lệ sinh enzyme protease và lipase của các chủng *Candida* spp. khá cao (82,2% với protease và 77,8% với lipase), trong khi khả năng sinh phospholipase thấp hơn (36,7%). Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đây ghi nhận protease và lipase là các yếu tố độc lực phổ biến của các loài *Candida* gây bệnh nấm móng [12], [13].

Khi khảo sát khả năng sinh các enzyme theo loài vi nấm, kết quả ở bảng 3 ghi nhận sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về khả năng sinh enzyme giữa các loài *Candida* spp. ($p < 0,001$). Cụ thể, 100% chủng *C. albicans* và *C. tropicalis* hoạt động enzyme protease ở mức rất cao. Trong khi đó, tỷ lệ sinh enzyme protease của *C. parapsilosis* ở mức rất cao thấp hơn, chỉ chiếm 40%. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Mohammadi F. và CS (2020) báo cáo khả năng sản xuất protease cao nhất trong các enzyme khảo sát và ghi nhận ở 72,85% số chủng *C. albicans* phân lập được từ các mẫu móng tay [8]. Một nghiên cứu khác của Dagdeviren M. (2005) ghi nhận 42,4% chủng *C. parapsilosis* sản sinh protease trong tổng số 33 chủng *C. parapsilosis* phân lập từ các bệnh phẩm khác nhau [14]. *C. tropicalis* cũng thường ghi nhận có khả năng sinh enzyme ngoại bào mạnh, đặc biệt trong nhiễm nấm xâm lấn và ở bệnh nhân suy giảm miễn dịch. Đối với lipase, 96,7% các chủng *C. albicans* và *C. tropicalis* có hoạt động ở mức rất cao, trong khi chỉ có 26,7% các chủng *C. parapsilosis* có khả năng hoạt động enzyme này ở mức rất cao. Nghiên cứu của Ramos-Pardo A (2023) cũng cho kết quả tương tự với 70% các chủng *C. albicans* phân lập từ các vị trí nhiễm trùng khác nhau sản sinh lipase ở pH 6,5 [14]. Đối với phospholipase, tỷ lệ dương tính nhìn chung thấp hơn so với protease và lipase, cụ thể *C. albicans* được ghi nhận tỷ lệ hoạt động phospholipase ở mức rất cao là 43,3%, tiếp đến là *C. tropicalis* 26,7% và *C. parapsilosis* là 3,3%. Từ kết quả các nghiên cứu trên cho thấy *C. albicans* và *C. tropicalis* có khả năng và mức độ sinh enzyme cao hơn *C. parapsilosis*, điều này góp phần giải thích về mức độ độc lực và bệnh sinh khác nhau của các loài *Candida* spp. Gácser A. (2007) đã chứng minh mức độ tổn thương do chủng *C. parapsilosis* gây ra thấp hơn 3 lần so với tổn thương do *C. albicans* gây ra, điều này giúp lý giải *C. parapsilosis* ít gây bệnh hơn trong điều kiện mô còn nguyên vẹn [15].

Khảo sát về mối liên quan giữa khả năng sinh enzyme và các biểu hiện lâm sàng của nấm móng do *Candida* ở bảng 4 cho thấy tính protease và lipase xuất hiện với tỷ lệ cao ở hầu hết các nhóm biểu hiện lâm sàng, trong đó cao nhất ở nhóm bong móng và loạn dưỡng móng, tuy nhiên sự khác biệt này không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Trong khi đó, khả năng sinh enzyme phospholipase được ghi nhận với tỷ lệ cao hơn ở nhóm biểu hiện lâm sàng nặng như bong móng và loạn dưỡng móng so với các biểu hiện lâm sàng còn lại, và sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Y vẫn ghi nhận biểu hiện lâm sàng nấm móng của các loài *Candida* thường khởi phát từ viêm quanh móng và lan dần vào móng, sau đó xuất hiện các đường Beau trên móng. Đây là dạng phổ biến nhất của nấm móng do *Candida* spp. Trong khi đó, loạn dưỡng móng thường gặp ở *C. albicans*. Tổn thương viêm quanh móng kèm nấm móng bờ bên và bờ xa gặp nhiều hơn ở *C. parapsilosis* so với các loài khác [16]. Trong nghiên cứu này, mặc dù các chủng *C. albicans* khảo sát đều có khả năng sản xuất protease, lipase và phospholipase cao hơn *C. tropicalis* và *C. parapsilosis*. Tuy nhiên, không phát hiện mối liên quan có ý nghĩa thống kê giữa việc sinh các enzyme protease,

lipase với các biểu hiện lâm sàng. Điều này có thể gợi ý rằng dù các enzyme này là yếu tố độc lực hỗ trợ xâm nhập mô của vi nấm nhưng chúng không quyết định hình thái biểu hiện lâm sàng của bệnh. Trong khi đó, khả năng sinh enzyme phospholipase có tỷ lệ cao hơn ở các chủng vi nấm gây bong móng và loạn dưỡng móng, vì vậy phospholipase có thể đóng vai trò quan trọng hơn trong cơ chế gây bệnh và mức độ tổn thương mô ở các thể lâm sàng khác nhau. Tuy nhiên, nghiên cứu này vẫn tồn tại một số hạn chế do số lượng chủng nấm được khảo sát còn tương đối ít nên tính đại diện chưa cao, do đó chưa thể khái quát đầy đủ mối liên quan giữa khả năng sinh enzyme và vai trò gây bệnh của các loài *Candida* trong bệnh nấm móng. Bên cạnh đó, khả năng sinh enzyme chỉ được đánh giá bằng phương pháp bán định lượng dựa trên chỉ số EI trong điều kiện in vitro, nên có thể chưa phản ánh hoàn toàn khả năng sinh enzyme trong môi trường cơ thể người. Do đó, cần có các nghiên cứu tiếp theo với cỡ mẫu lớn hơn, kết hợp các phương pháp định lượng enzyme nhằm làm rõ vai trò của enzyme của *Candida* spp. trong cơ chế gây bệnh nấm móng.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu về khả năng sinh enzyme protease, lipase, phospholipase của 90 chủng nấm *Candida* spp. phân lập từ bệnh phẩm móng cho thấy:

- Tỷ lệ sinh enzyme protease, lipase và phospholipase của *Candida* spp. lần lượt là 82,2%; 77,8% và 36,7%.

- *C. albicans* và *C. tropicalis* đều biểu hiện khả năng sinh enzyme protease và lipase ở mức rất cao với tỷ lệ là 100% sinh protease và 96,7% sinh lipase; trong khi đó *C. parapsilosis* chủ yếu không sinh enzyme hoặc hoạt động enzyme ở mức thấp ($p < 0,001$). Cả ba loài đều có khả năng sinh enzyme phospholipase thấp.

- Khả năng sinh enzyme phospholipase được ghi nhận với tỷ lệ cao hơn ở nhóm biểu hiện lâm sàng xâm lấn móng ($p < 0,05$).

6. KIẾN NGHỊ

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu, chúng tôi khuyến nghị cần tiến hành các nghiên cứu tiếp theo với cỡ mẫu lớn hơn, trên nhiều loài *Candida* spp. khác nhau, đồng thời kết hợp các phương pháp định lượng hoạt tính sinh enzyme nhằm tăng tính khái quát của kết quả nghiên cứu.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu xin trân trọng cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí của Trường Đại học Y - Dược, Đại học Huế cho đề tài này với mã số 42/25. Chúng tôi cũng trân trọng cảm ơn Bệnh viện Trường Đại học Y - Dược Huế, Bệnh viện Da liễu thành phố Huế và Bộ môn Ký sinh trùng, Trường Đại học Y - Dược, Đại học Huế đã hỗ trợ và tạo điều kiện thuận lợi cho việc thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Leung AKC, Lam JM, Leong KF, Hon KL, Barankin B, Leung AAM, et al. Onychomycosis: An Updated Review. Recent patents on inflammation & allergy drug discovery. 2020;14(1):32-45. DOI: 10.2174/1872213x13666191026090713.
- [2] Gregoriou S, Mpali N, Vrioni G, Hatzidimitriou E, Chrysosou SE, Rigopoulos D. Epidemiology of Onychomycosis in an Academic Nail Unit in South Greece during a Three-Year Period. Skin appendage disorders. 2020;6(2):102-7. DOI: 10.1159/000504812.
- [3] Hoàng Hồng Mạnh, Trần Cẩm Vân, Nguyễn Thị Hà Vinh. Đặc điểm sinh học của chủng nấm sợi gây bệnh nấm móng. Tạp chí Y học Việt Nam. 2024;535(1):279-82.
- [4] Jabrodi A, Eghtedarnejad E, Ghanbarzadeh A, Mota-

- medi M, Jafari M, Kharazi M, et al. Molecular identification and antifungal susceptibility profile of rare and emerging yeast species causing onychomycosis. BMC research notes. 2025;18(1):167. DOI: 10.1186/s13104-025-07197-0.
- [5] Paškevičius A, Svediene J, Kiveryte S, Bridžiuvienė D, Vaitonis G, Jablonskiene V. Candida Distribution in Onychomycosis and in vitro Susceptibility to Antifungal Agents. Acta dermatovenerologica Croatica : ADC. 2020;28:204-9.
- [6] Mohammadi F, Ghasemi Z, Familsatarian B, Salehi E, Sharifynia S, Barikani A, et al. Relationship between antifungal susceptibility profile and virulence factors in Candida albicans isolated from nail specimens. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. 2020;53:e20190214. DOI: 10.1590/0037-8682-0214-2019.
- [7] Sav H, Baris A, Turan D, Altinbas R, Sen S. The frequency, antifungal susceptibility and enzymatic profiles of Candida species in cases of onychomycosis infection. Microbial pathogenesis. 2018;116:257-62. DOI: 10.1016/j.micpath.2018.01.036.
- [8] Ziccardi M, Souza LO, Gandra RM, Galdino AC, Baptista AR, Nunes AP, et al. Candida parapsilosis (sensu lato) isolated from hospitals located in the Southeast of Brazil: Species distribution, antifungal susceptibility and virulence attributes. International journal of medical microbiology : IJMM. 2015;305(8):848-59. DOI: 10.1016/j.ijmm.2015.08.003.
- [9] Neji S, Hadrich I, Trabelsi H, Abbes S, Cheikhrouhou F, Sellami H, et al. Virulence factors, antifungal susceptibility and molecular mechanisms of azole resistance among Candida parapsilosis complex isolates recovered from clinical specimens. Journal of biomedical science. 2017;24(1):67. DOI: 10.1186/s12929-017-0376-2.
- [10] Kantarcioglu AS, Yücel A. Phospholipase and protease activities in clinical Candida isolates with reference to the sources of strains. Mycoses. 2002;45(5-6):160-5. DOI: 10.1046/j.1439-0507.2002.00727.x.
- [11] Maheronnaghsh M, Fatahinia M, Dehghan P, Zarei Mahmoodabadi PA, Kheirkhah M. Comparison of Virulence Factors of Different Candida Species Isolated from the Oral Cavity of Cancer Patients and Normal Individuals. Jundishapur Journal of Microbiology. 2019;In Press. DOI: 10.5812/jjm.91556.
- [12] Ramos-Pardo A, Castro-Álvarez R, Quindós G, Eraso E, Sevillano E, Kaberdin VR. Assessing pH-dependent activities of virulence factors secreted by Candida albicans. MicrobiologyOpen. 2023;12(1):e1342. DOI: 10.1002/mbo3.1342.
- [13] Mayer FL, Wilson D, Hube B. Candida albicans pathogenicity mechanisms. Virulence. 2013;4(2):119-28. DOI: 10.4161/viru.22913.
- [14] Dagdeviren M, Cerikcioglu N, Karavus M. Acid proteinase, phospholipase and adherence properties of Candida parapsilosis strains isolated from clinical specimens of hospitalised patients. Mycoses. 2005;48(5):321-6. DOI: 10.1111/j.1439-0507.2005.01145.x.
- [15] Gácser A, Trofa D, Schäfer W, Nosanchuk JD. Targeted gene deletion in Candida parapsilosis demonstrates the role of secreted lipase in virulence. The Journal of clinical investigation. 2007;117(10):3049-58. DOI: 10.1172/jci32294.
- [16] Trofa D, Gácser A, Nosanchuk Joshua D. Candida parapsilosis, an Emerging Fungal Pathogen. Clinical Microbiology Reviews. 2008;21(4):606-25. DOI: 10.1128/cmr.00013-08.