



DOI:10.22144/ctujos.2025.144

SỰ HIỆN DIỆN CỦA CÁC DẠNG NẤM CỘNG SINH LAN TRONG RỄ VÀ GIÁ THỂ TRỒNG LAN KIẾM (*Cymbidium* sp.) TRỒNG TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Đỗ Thị Thương, Trần Thị Kim Quyên, Huỳnh Tấn Duy, Phan Thị Kim Ngân và Bùi Minh Trí*

Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): buiminhtri@hcmuaf.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 11/02/2025

Sửa bài (Revised): 09/03/2025

Duyệt đăng (Accepted): 17/07/2025

Title: The occurrence of orchid mycorrhizal fungi forms in the roots and substrate of *Cymbidium* species cultivated in Ho Chi Minh City

Author(s): Do Thi Thuong, Tran Thi Kim Quyen, Huynh Tan Duy, Phan Thi Kim Ngân and Bui Minh Tri*

Affiliation(s): Faculty of Agronomy, Nong Lam University, Viet Nam

TÓM TẮT

Nấm cộng sinh lan (Orchid Mycorrhizal Fungi - OMF) đóng vai trò quan trọng trong việc giúp các loài lan hấp thu nước và dinh dưỡng. Mục tiêu được xác định trong nghiên cứu này là nhằm nhận diện sự hiện diện của các dạng nấm cộng sinh trong rễ và giá thể trồng lan tại một số vườn lan thuộc khu vực Thành phố Hồ Chí Minh. Các mẫu rễ lan được nhuộm với trypan blue theo TCVN 12560-2:2018 để quan sát hình thái sợi nấm. Bào tử trong giá thể được sàng lọc bằng kỹ thuật sàng ướt ly tâm nổi theo TCVN 12560:1-2018 và nhuộm bằng Melzer + PVLG để quan sát hình thái bào tử. Kết quả cho thấy trong rễ lan đã ghi nhận được bốn dạng sợi nấm, trong đó SN1 là dạng sợi nấm hiện diện phổ biến trong rễ lan với đặc điểm sợi nấm phân nhánh, có thắt eo tại vị trí phân nhánh và có vách ngăn với tỷ lệ xuất hiện là 70,0%. Trong giá thể đã ghi nhận được tám dạng bào tử; trong đó, OMF-1 là dạng bào tử có dạng hình tam giác, chiếm ưu thế với tỷ lệ xuất hiện là 100,0% và mật độ bào tử trung bình có giá trị cao nhất là 2,00 bào tử/g giá thể.

Từ khóa: Hình thái bào tử, hình thái sợi nấm, lan kiếm (*Cymbidium* sp.) nấm cộng sinh lan (OMF)

ABSTRACT

Orchid mycorrhizal fungi (OMF) play a crucial role in promoting water and nutrient absorption by the root system. The aim of this study was to evaluate the occurrence of OMF forms in the roots and growing media of *Cymbidium* sp. orchids cultivated at orchid gardens in Ho Chi Minh City. The root samples were stained with trypan blue according to TCVN 12560-2:2018 in order to observe hyphae morphology. The spore formed in the growing medium were collected using the wet sieving and decanting technique according to the Vietnam Standard TCVN 12560:1-2018 and stained with Melzer + PVLG in order to observe spore morphology. The results showed that four types of fungal hyphae were recorded in the roots. The SN1 strain was recorded at the most common form in the roots with an occurrence rate of 70.0%. The occurrence of eight spore forms were recognized in the growing media. OMF-1 was the dominant spore form in the growing media with the occurrence rate upto 100.0% and the highest average spore density of 2.00 spores/g of substrate.

Keywords: *Cymbidium* species, hyphae morphology, Orchid Mycorrhizal Fungi (OMF), spore morphology

1. GIỚI THIỆU

Lan *Cymbidium* sp. là nhóm cây hoa có giá trị cao trên thị trường trong nước và thế giới bởi những đặc điểm nổi bật về kiểu dáng, kích thước và màu sắc hoa. Bên cạnh đó, lan *Cymbidium* sp. còn có giá trị về dược liệu và được ứng dụng nhiều trong y học cổ truyền ở một số quốc gia Châu Á (Hossain & Sharma, 2019). Nhờ đó, việc sản xuất và kinh doanh cây lan *Cymbidium* sp. thương phẩm mang lại nguồn thu nhập cao cho nhiều nhà vườn. Để sinh trưởng và phát triển tốt, ngoài những yếu tố về giống và kỹ thuật canh tác, hệ vi sinh vật trong vùng rễ cũng là một yếu tố quan trọng đối với chu kỳ sống của hầu hết các loài trong họ Lan.

Nấm cộng sinh lan (Orchid Mycorrhizal Fungi – OMF) mối quan hệ cộng sinh giữa nấm có lợi và các loài thuộc họ Lan (Dearnaley, 2007). Vào năm 1900, Noel Bernard phân loại OMF là “Rhizotonias,” bao gồm ba họ nấm *Tulasnellaceae*, *Ceratobasidiaceae* và *Serendipitaceae*. Các loài nấm thuộc ba họ nấm này xâm nhập vào mô tế bào của cây lan mà không gây triệu chứng bệnh, tạo thành cơ quan cộng sinh với hạt lan hoặc rễ cây lan (Selosse et al., 2011). Họ *Tulasnellaceae* có loài hoại sinh và nội sinh (Kohler et al., 2015; Girlanda et al., 2011), *Ceratobasidiaceae* có loài nội sinh (Veldre et al., 2013), ký sinh và hoại sinh, còn *Serendipitaceae* có một số loài hoại sinh đối với lan và nội sinh với cây khác, tuy nhiên việc nghiên cứu về *Serendipitaceae* vẫn còn hạn chế (Jacquemyn et al., 2017). Ngoài Rhizoctonias, các loài lan còn có mối quan hệ với nhiều loài nấm khác thuộc các nhóm như *Ascomycota* và *Basidiomycota*, với các dạng cộng sinh hoặc hoại sinh khác nhau (Jacquemyn et al., 2017). Mối quan hệ cộng sinh này giúp cây lan sinh trưởng và phát triển tốt thông qua việc tăng khả năng hấp thu dinh dưỡng và nước (Stöckel et al., 2014; Cameron et al., 2006). Bên cạnh đó, sự nảy mầm của hạt lan trong tự nhiên phụ thuộc hoàn toàn vào việc cộng sinh với OMF để có thể hấp thu các chất dinh dưỡng cần thiết cho sự nảy mầm vì hạt lan không có nội nhũ (Manning & Van, 1987).

OMF hình thành mối quan hệ cộng sinh với rễ của cây lan hoặc hạt lan đang nảy mầm (Wang et al., 2018; Dearnaley et al., 2016; Sathiyadash et al., 2020). Sự xâm nhiễm của sợi nấm OMF vào tế bào rễ của cây lan có thể diễn ra trong cả điều kiện tự nhiên và nhân tạo (Chang, 2007). Mối quan hệ cộng sinh này đóng một vai trò quan trọng đối với sự sinh trưởng và phát triển của các loài trong họ Lan. Cevallos et al. (2017) chứng minh rằng họ Lan có mối quan hệ cộng sinh với các chi OMF khác nhau

ở những địa điểm khác nhau. Tuy nhiên, hiện nay những nghiên cứu được thực hiện về mối quan hệ giữa nấm cộng sinh và cây lan cũng như vai trò của nấm cộng sinh đối với sự nảy mầm của hạt lan ở Việt Nam còn hạn chế. Vì vậy, việc khảo sát sự hiện diện của OMF trong rễ và giá thể trồng lan *Cymbidium* sp. là cần thiết được thực hiện, nhằm làm cơ sở cho những nghiên cứu sâu hơn về vai trò của OMF trong việc cung cấp chất dinh dưỡng cho cây lan để ứng dụng OMF vào quy trình canh tác lan *Cymbidium* sp.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Thí nghiệm đã được thực hiện trong năm 2024 tại phòng thí nghiệm Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh.

2.2. Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu nghiên cứu gồm 30 chậu lan *Cymbidium* sp. được thu thập tại 10 vườn lan khác nhau ở Thành phố Hồ Chí Minh. Vườn lan được chọn có diện tích tối thiểu là 100 m². Chậu lan *Cymbidium* sp. được chọn có ít nhất 1 năm tuổi, có từ 3 giả hành trở lên, cây sinh trưởng tốt và không bị sâu bệnh hại.

Hóa chất sàng lọc và nhuộm bào tử nấm trong giá thể: sucrose (C₁₂H₂₂O₁₁), axit lactic (C₃H₆O₃), glycerol (C₃H₈O₃), polyvinyl alcohol (C₂H₄O)_n, chloral hydrate (C₂H₃Cl₃O₂), iodine (I₂), potassium iodide (KI) và nước cất.

Thiết bị và dụng cụ: kính hiển vi, bộ rây với mức rây từ 38 đến 1000 μm, pipet, micropipet, máy ly tâm, máy lắc, đĩa RODAC 16 ô kích thước 65 x 15 mm (đường kính x chiều cao), giấy lọc, cốc thủy tinh 100 mL, bình tam giác 500 mL, lam kính, lameten.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Phương pháp thu thập lan *Cymbidium* sp.

Phương pháp được tiến hành bằng cách thu thập 30 chậu lan *Cymbidium* sp. tại 10 vườn lan khác nhau ở một số thành phố, quận, huyện tại Thành phố Hồ Chí Minh. Tại mỗi vườn có 3 chậu lan được thu thập, tổng số chậu lan thí nghiệm là 30 chậu. Các chậu lan được thu thập có ít nhất 1 năm tuổi, có từ 3 giả hành trở lên, sinh trưởng tốt và không có dấu hiệu sâu, bệnh hại.

2.3.2. Lưu giữ mẫu lan *Cymbidium* sp.

Cây lan sau khi thu thập được lưu giữ trong điều kiện nhà lưới. Các mẫu lan được thu tại các vườn khác nhau được cách ly bằng lưới trắng và các chậu lan được treo trên giá tránh tình trạng phát tán bào tử OMF giữa các quần thể và lây nhiễm các nguồn

vi sinh vật khác trong đất. Nước tưới sử dụng trong thí nghiệm là nước giếng khoan (nguồn nước được kiểm tra sự hiện diện của OMF 2 tuần/lần để đảm bảo không tạp nhiễm OMF) và tưới 1 lần/ngày.

Bảng 1. Địa điểm thu thập mẫu lan *Cymbidium* sp. tại Thành phố Hồ Chí Minh

Thứ tự mẫu	Ký hiệu mẫu lan thu thập	Địa điểm thu thập
1 - 3	C1-1; C1-2; C1-3	Phường Linh Đông, TP. Thủ Đức
4 - 6	C2-1; C2-2; C2-3	Phường Phú Hữu, TP. Thủ Đức
7 - 9	C3-1; C3-2; C3-3	Phường Trung Mỹ Tây, quận 12
10 - 12	C4-1; C4-2; C4-3	Phường Thới An, quận 12
13 - 15	C5-1; C5-2; C5-3	Phường Hiệp Thành, quận 12
16 - 18	C6-1; C6-2; C6-3	Xã Phạm Văn Cội, huyện Củ Chi
19 - 21	C7-1; C7-2; C7-3	Xã Nhuận Đức, huyện Củ Chi
22 - 24	C8-1; C8-2; C8-3	Xã Bà Điểm, huyện Hóc Môn
25 - 27	C9-1; C9-2; C9-3	Xã Tân Thới Nhì, huyện Hóc Môn
28 - 30	C10-1; C10-2; C10-3	Xã Xuân Thới Thượng, huyện Hóc Môn

2.3.3. Nhuộm mẫu rễ lan để quan sát sợi nấm

*Thu mẫu rễ lan *Cymbidium* sp.*

Ở mỗi chậu lan sau khi được thu thập từ các vườn lan và chuyển về nơi lưu giữ mẫu, việc cắt các đoạn rễ non với chiều dài 1,5 cm từ vị trí chóp rễ sao cho khối lượng rễ là 1 g đã được thực hiện. Sau đó bảo quản mẫu rễ túi zip. Các mẫu rễ được ký hiệu theo ký hiệu của chậu lan, tổng số mẫu rễ trong thí nghiệm là 30 mẫu, với tổng khối lượng là 30 g. Rễ lan sau khi thu thập được vận chuyển về phòng thí nghiệm trong vòng 1 giờ và bảo quản ở ngăn mát tủ lạnh để tiến hành theo dõi một số chỉ tiêu liên quan.

*Nhuộm mẫu rễ lan *Cymbidium* sp.*

Mẫu rễ được rửa dưới vòi nước máy để loại bỏ tạp chất bám trên rễ, sau đó cắt từ chóp rễ dọc xuống sao cho độ dày mẫu dưới 0,2 cm. Mẫu rễ được nhuộm bằng thuốc nhuộm trypan blue theo TCVN 12560- 2:2018 và có một số điều chỉnh theo Phan et al. (2024) khi thực hiện, bao gồm các bước: (1) cho rễ vào KOH 30% trong 3 đến 4 phút ở nhiệt độ 120°C sau đó rửa sạch rễ; (2) cho rễ vào H₂O₂ kiểm ở nhiệt độ phòng trong 15 phút sau đó rửa sạch; (3) ngâm rễ trong HCl 1% trong 4 phút; (4) loại bỏ HCl 1% và nhuộm rễ bằng thuốc nhuộm trypan blue trong 10 phút ở 90°C; (5) loại bỏ trypan blue, sau đó cho rễ vào glycerol 50% ở 90°C trong 10 phút. Sau khi nhuộm, rễ được đặt lên lam kính và quan sát hình thái bào tử và sợi nấm bằng kính hiển vi quang học ở độ phóng đại 10X, 40X và 100X.

Chỉ tiêu quan sát

– Mô tả đặc điểm hình thái của các dạng sợi nấm trong rễ dựa trên cấu trúc phân nhánh, vị trí thất eo theo các mô tả trong nghiên cứu của Pereira et al. (2014).

Trong quá trình thực hiện đề tài không sử dụng phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật để chăm sóc các mẫu lan.

– Tỷ lệ (%) xuất hiện của các dạng sợi nấm trong rễ lan *Cymbidium* sp.: Số lượng mẫu giá thể được ghi nhận có sự xuất hiện của dạng sợi nấm trong 30 mẫu rễ lan *Cymbidium* sp.

$$\text{Tỷ lệ xuất hiện của dạng bào tử (\%)} = \frac{n}{N} \times 100$$

Trong đó: n là số mẫu rễ lan *Cymbidium* sp. có sự xuất hiện của dạng sợi nấm; N là tổng số 30 mẫu rễ lan *Cymbidium* sp.

2.3.4. Sàng lọc, nhuộm và quan sát các dạng bào tử trong giá thể trồng lan *Cymbidium* sp.

*Thu mẫu giá thể trồng lan *Cymbidium* sp.*

Thành phần giá thể trồng lan *Cymbidium* sp. gồm vỏ thông, mụn dừa, vỏ đậu phộng đã được xử lý bằng cách ngâm xả với nước sạch nhiều lần, sau đó phơi khô và giá thể có pH trung bình là 4,5 ± 0,7. Ở mỗi chậu lan, việc thu 5 g giá thể/chậu tại 3 vị trí phân bố đều trên chậu (miệng, giữa và đáy chậu) được tiến hành, sau đó cho giá thể vào túi zip để bảo quản. Mẫu giá thể sau khi thu thập được ký hiệu theo ký hiệu của chậu lan, tổng số mẫu giá thể trong thí nghiệm là 30 mẫu, với tổng khối lượng là 150 g. Giá thể trồng lan sau khi thu thập được vận chuyển về phòng thí nghiệm trong vòng 1 giờ và bảo quản ở ngăn mát tủ lạnh để tiến hành theo dõi một số chỉ tiêu liên quan.

*Sàng lọc và nhuộm bào tử nấm trong giá thể trồng lan *Cymbidium* sp.*

Bào tử được sàng lọc bằng phương pháp sàng ướt ly tâm nổi theo quy trình của TCVN 12560- 1:2018 và có một số điều chỉnh theo Phan et al. (2024), các bước thực hiện gồm: (1) Cho 5 g giá thể/mẫu lan *Cymbidium* sp. vào bình tam giác có

dung tích 500 mL và thêm nước máy đến vạch định mức 250 mL, tiến hành lắc trên máy lắc ở tốc độ 250 vòng/phút (trong 15 phút); (2) Sàng hỗn hợp dung dịch lần lượt qua các mức rây 1000 μm , 250 μm , 100 μm , 50 μm và 38 μm ; (3) Loại bỏ giá thể ở mức rây có kích thước 1000 μm và 250 μm , ở 3 mức rây còn lại lấy hết phần vụn hữu cơ cho vào ống falcon bằng cách dùng bình tia chứa nước cất và tia nhẹ; (4) Ly tâm hai lần dung dịch vụn hữu cơ thu được, ly tâm lần đầu với tốc độ 2000 vòng/phút trong 5 phút. Loại bỏ phần dịch nổi bên trên trong ống falcon; (5) Ở lần ly tâm thứ hai, bổ sung dung dịch sucrose 50% vào ống falcon đến vạch định mức 25 mL và lắc đều. Ly tâm ở tốc độ 2000 vòng/phút trong 10 phút; (6) Xếp giấy lọc lên thành cốc thủy tinh 100 mL và đổ phần dịch nổi phía trên bề mặt dung dịch vụn hữu cơ trong ống falcon vào giấy lọc để lọc bào tử. Dùng bình tia và tia nhẹ 4 lần để giảm nồng độ sucrose bám trên bề mặt giấy lọc; (7) Dùng pipet hút 10 mL nước cất để rửa thu hết phần cặn có chứa bào tử nằm bám trên bề mặt giấy lọc và dùng cốc thủy tinh 100 mL để đựng dung dịch có chứa bào tử nấm; (8) Dùng pipet hút 5 mL dung dịch và đếm bào tử nấm bằng kính hiển vi ở độ phóng đại 10X, sử dụng đĩa đếm 16 ô và đếm bào tử nấm trong 4 ô trên đĩa đếm.

Bào tử nấm đã sàng lọc được nhuộm với thuốc nhuộm bằng cách nhỏ 1 giọt thuốc thử Melzer + 1 giọt dung dịch Polyvinyl-lactose-glycerol - PVLG (theo tỷ lệ 1:1), hút và đặt bào tử nấm quan sát được lên vị trí hỗn hợp thuốc thử, sau đó dùng lamien đẩy lại (Dang et al., 2019). Tiêu bản được quan sát dưới kính hiển vi ở độ phóng đại 10X, 40X và 100X. Hình ảnh được ghi nhận dưới kính hiển vi và mô tả đặc điểm của bào tử nấm đã được nhuộm.

Chỉ tiêu quan sát

Hình thái của các dạng bào tử nấm hiện diện trong giá thể trồng lan *Cymbidium* sp. là cơ sở để nhận diện các dạng bào tử nấm dựa trên những đặc trưng về hình dạng bào tử, số vách, kích thước, màu sắc và hình thái của cuống bào tử, nhằm phân loại và đánh giá mức độ đa dạng của các dạng bào tử nấm trong giá thể trồng lan.

– Mô tả đặc điểm hình thái các dạng bào tử dựa trên khóa phân loại trong Bộ sưu tập Quốc tế về (vesicular) arbuscular mycorrhizal fungi (INVAM) và một số nghiên cứu khác.

+ Hình dạng bào tử: Mô tả hình dạng tổng thể của bào tử (hình cầu, hình gần cầu, hình tam giác, hình elip), số lớp vách của bào tử.

+ Hình dạng cuống bào tử: Mô tả hình dạng tổng thể của cuống bào tử (hình trụ, hình phễu), vị trí cuống bào tử (vuông góc, gần vuông góc với bề mặt bào tử), số lớp của cuống bào tử.

+ Màu sắc khi bắt màu với dung dịch Melzer + PVLG: Mô tả màu sắc của bào tử sau khi nhuộm (màu vàng, màu cam, màu vàng nâu).

+ Kích thước trung bình của bào tử (μm): Kích thước bào tử được đo từ vị trí sát cuống bào tử đến điểm đối diện bằng thước vi thị kính, các dạng bào tử không có cuống tiến hành đo đường kính của bào tử. Đo và tính kích thước trung bình của 3 bào tử cùng dạng trong mỗi mẫu dung dịch chứa bào tử nấm trong giá thể.

$$\text{Kích thước bào tử trung bình } (\mu\text{m}) = \frac{k}{K}$$

Trong đó: k là tổng kích thước của các bào tử nấm được đo, K là tổng số bào tử nấm được đo kích thước.

Trong giá thể trồng của các loài lan có thể xuất hiện nhiều dạng bào tử nấm khác nhau và việc nhận diện các dạng bào tử nấm trong giá thể trồng lan nhằm đánh giá sự đa dạng về thành phần, hình dạng, màu sắc, kích thước của các dạng bào tử nấm. Vì thế, chỉ tiêu tỷ lệ xuất hiện của các dạng bào tử nấm được xác định nhằm mục đích so sánh và đánh giá mức độ xuất hiện của các dạng bào tử nấm trong giá thể trồng lan *Cymbidium* sp. Ngoài ra, mật độ bào tử trung bình cũng là một chỉ tiêu quan trọng để đánh giá sự hiện diện của các dạng bào tử nấm trong giá thể trồng lan.

– Tỷ lệ (%) xuất hiện của các dạng bào tử trong giá thể trồng lan *Cymbidium* sp.: Số lượng mẫu giá thể được ghi nhận có sự xuất hiện của các dạng bào tử trong 30 mẫu giá thể trồng lan *Cymbidium* sp.

$$\text{Tỷ lệ xuất hiện của dạng bào tử } (\%) = \frac{n}{N} \times 100$$

Trong đó: n là số mẫu giá thể trồng lan *Cymbidium* sp. có sự xuất hiện của dạng bào tử, N là tổng số 30 mẫu giá thể trồng lan *Cymbidium* sp.

– Mật độ bào tử trung bình của các dạng bào tử nấm trong giá thể trồng lan *Cymbidium* sp. (bào tử/g giá thể) được tính theo công thức: $\frac{a \times b1 \times V1}{b2 \times V2 \times m}$

Trong đó: a (bào tử) là số lượng bào tử đếm được, V1 (mL) là tổng thể tích dung dịch chứa bào tử, b1 là 16 ô trên đĩa đếm, b2 là 4 ô đếm bào tử trên đĩa đếm, V2 (mL) là thể tích dung dịch có chứa bào tử được hút ra đếm và m (g) là khối lượng mẫu giá thể.

2.4. Xử lý số liệu

Số liệu được tính toán bằng phần mềm Microsoft Excel 2019, phân tích phương sai (ANOVA) và trắc nghiệm phân hạng Duncan bằng phần mềm Rstudio.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sự hiện diện của các dạng bào tử nấm phổ biến trong rễ lan *Cymbidium* sp.

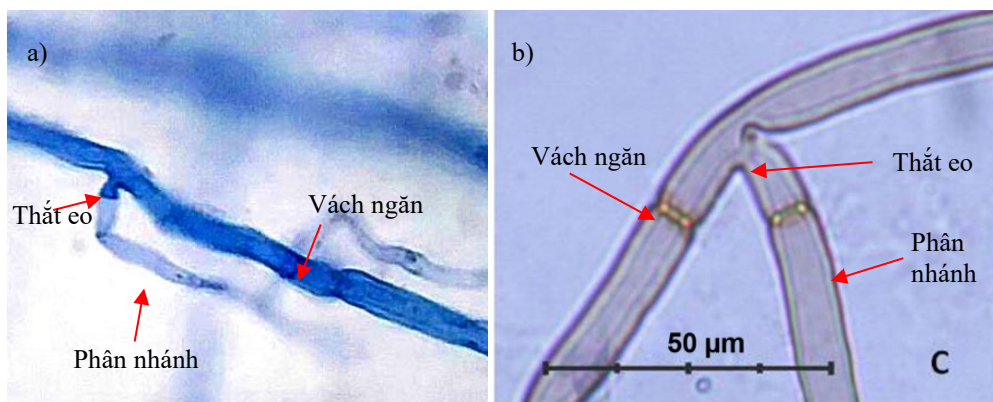
3.1.1. Hình thái các dạng sợi nấm phổ biến trong rễ lan *Cymbidium* sp.

Hình thái các dạng nấm cộng sinh là cơ sở quan trọng để nhận biết và phân loại các dạng nấm cộng sinh hiện diện trong rễ lan *Cymbidium* sp. do cấu trúc cộng sinh của các dạng nấm thuộc các chi nấm khác nhau có hình dạng và đặc trưng riêng. Trên cơ sở khảo sát và thu thập 30 mẫu rễ lan *Cymbidium*

sp., bốn dạng sợi nấm được ký hiệu đã được xác định, bao gồm SN1, SN2, SN3 và SN4 xuất hiện phổ biến trong rễ lan *Cymbidium* sp. Hình thái các dạng sợi nấm này được trình bày ở Hình 1 và Hình 2.

Dạng sợi nấm SN1

Dạng sợi nấm SN1 có vách ngăn, sợi nấm phân nhánh và thắt eo tại vị trí phân nhánh. Dạng sợi nấm SN1 có đường kính khoảng $2,5 \pm 0,6 \mu\text{m}$. Các sợi nấm dạng SN1 hình thành dày đặc trong các tế bào rễ lan (Hình 1a). Khi so sánh đặc điểm hình thái của dạng sợi nấm SN1 với công bố của Hossain et al. (2013), kết quả cho thấy hình thái của dạng sợi nấm SN1 có sự tương đồng với hình thái của sợi nấm thuộc chi *Ceratobasidium* được ghi nhận trong rễ lan *Cymbidium aloifolium* và *Cymbidium giganteum* với các đặc điểm như sợi nấm phân nhánh, có vách ngăn và thắt eo tại vị trí phân nhánh (Hình 1b).



Hình 1. Hình thái dạng sợi nấm SN1

Ghi chú: (a) hình thái dạng sợi nấm SN1 trong rễ lan; (b) hình thái dạng sợi nấm thuộc chi *Ceratobasidium* (Hossain et al., 2013)

Dạng sợi nấm SN2

Sự hiện diện của dạng sợi nấm SN2 cũng được ghi nhận trong rễ lan *Cymbidium* sp. với đặc điểm sợi nấm phân nhánh riêng biệt. Phần lớn các sợi nấm phân nhánh với một góc từ 45° đến 90° và thắt eo tại vị trí phân nhánh. Sợi nấm dạng SN2 có vách ngăn và có nhân bên trong sợi nấm. Dạng sợi nấm SN2 phân bố dọc theo chiều dài rễ và hình thành trong tế bào rễ (Hình 2a).

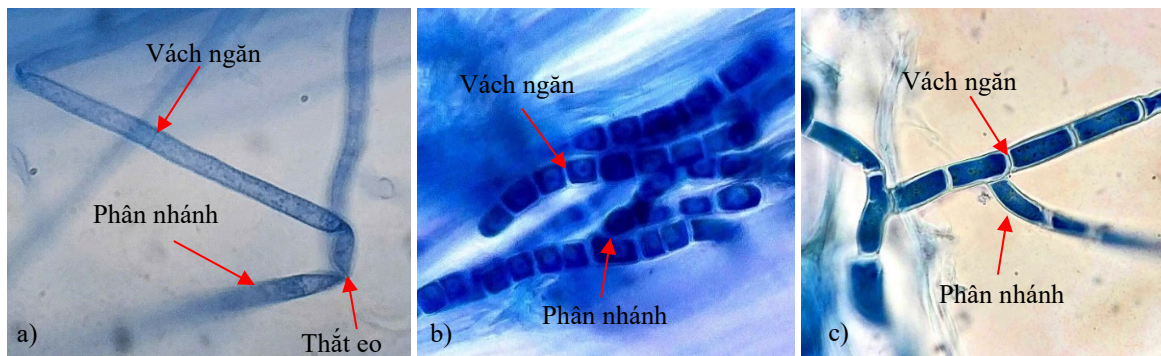
Dạng sợi nấm SN3

Dạng sợi nấm SN3 được ghi nhận trong rễ lan *Cymbidium* sp. có cấu trúc sợi nấm phân nhánh, có thể có thắt eo hoặc không có thắt eo tại vị trí phân nhánh. Sợi nấm dạng SN3 được tạo thành bởi nhiều đoạn nhỏ và giữa mỗi đoạn đều có sự ngăn cách của vách ngăn bên trong sợi nấm. Trong mỗi đoạn nhỏ

đều có đặc điểm chung là có sự xuất hiện của cấu trúc hình cầu hoặc gần cầu, bắt màu xanh nhạt. Ở vị trí trung tâm có cấu trúc hình cầu hoặc gần cầu với kích thước nhỏ hơn bắt màu xanh đậm, hai cấu trúc này được bao bọc bởi một lớp bắt màu xanh đậm khi mẫu rễ được nhuộm với thuốc nhuộm trypan blue (Hình 2b).

Dạng sợi nấm SN4

Trong rễ lan *Cymbidium* sp. còn ghi nhận được sự xuất hiện của dạng sợi nấm SN4 với cấu trúc sợi nấm phân nhánh và không có thắt eo tại vị trí phân nhánh. Ngoài ra, dạng sợi nấm SN4 còn có đặc điểm khác như sợi nấm có vách ngăn và có các khối bắt màu xanh đậm bên trong sợi nấm. Dạng sợi nấm SN4 phân bố dọc theo chiều dài rễ và hình thành trong các tế bào rễ (Hình 2c)



Hình 2. Hình thái một số dạng sợi nấm phổ biến trong rễ lan *Cymbidium* sp. ở độ phóng đại 100X

Ghi chú: (a) hình thái dạng sợi nấm SN2, (b) hình thái dạng sợi nấm SN3, (c) hình thái dạng sợi nấm SN4

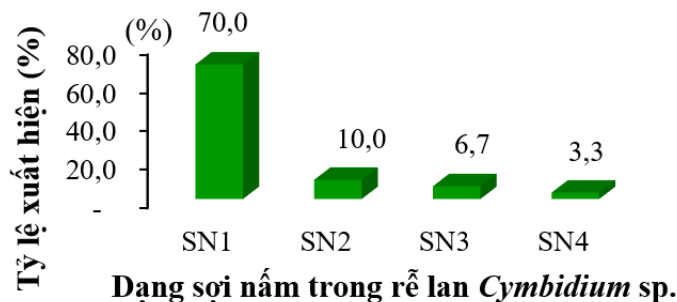
Kết quả khảo sát sự hiện diện của nấm cộng sinh trong các mẫu rễ lan *Cymbidium* sp. cho thấy trong cùng một loài lan có thể tồn tại các dạng nấm cộng sinh khác nhau. Kết quả khảo sát nấm cộng sinh trong rễ lan *Cymbidium* sp. tương đồng với nhận định của Cevallos et al. (2017), nhóm tác giả cho rằng các cá thể lan cùng tồn tại ở một địa điểm nhất định có xu hướng liên kết với các cộng đồng OMF khác nhau và sự liên kết với các cộng đồng OMF riêng biệt có thể là một lợi thế đối với cây lan nhằm làm giảm sự cạnh tranh nước hoặc dinh dưỡng. Ngoài ra, kết quả khảo sát sự hiện diện của nhiều dạng nấm cộng sinh khác nhau trong rễ của cùng một loài lan *Cymbidium* sp. cũng tương đồng với kết quả nghiên cứu của Zhao et al. (2014) về việc phân lập và nhận diện các dạng nấm cộng sinh khác nhau trong rễ lan *Cymbidium hybridum*. Kết quả này cho thấy, trong rễ lan *C. hybridum* đã phân lập và ghi nhận được ba dạng nấm cộng sinh gồm dạng CL01 thuộc chi *Tulasnella*, dạng nấm ZH3A-3 thuộc chi *Mortierella* và dạng nấm CY5-1 thuộc chi *Scytalidium*.

3.1.2. Tỷ lệ xuất hiện của các dạng sợi nấm phổ biến trong rễ lan *Cymbidium* sp.

Trong rễ của các loài lan có thể xuất hiện nhiều dạng nấm cộng sinh khác nhau; vì thế, tỷ lệ xuất hiện

là một trong những chỉ tiêu quan trọng để đánh giá được sự hiện diện của các dạng nấm cộng sinh và xác định được các dạng nấm cộng sinh chiếm ưu thế trong rễ lan. Tỷ lệ xuất hiện của các dạng nấm cộng sinh trong rễ lan *Cymbidium* sp. đã được ghi nhận và trình bày ở biểu đồ Hình 3. Biểu đồ Hình 3 cho thấy, trong rễ lan *Cymbidium* sp. ghi nhận được sự hiện diện của bốn dạng sợi nấm với tỷ lệ xuất hiện dao động từ 3,33 đến 70,00%; trong đó, SN1 là dạng sợi nấm hiện diện phổ biến trong 30 mẫu rễ lan *Cymbidium* sp. với tỷ lệ xuất hiện là 70,00%.

Sự hiện diện của nhiều dạng nấm cộng sinh trong mẫu rễ lan *Cymbidium* sp. với tỷ lệ xuất hiện khác nhau cũng tương đồng với kết quả khảo sát sự hiện diện của nấm cộng sinh trong rễ lan *C. aloifolium* của Shubha (2022). Kết quả nghiên cứu này cho thấy trong 240 mẫu rễ lan *C. aloifolium* ghi nhận được sự hiện diện của 16 loài nấm khác nhau thuộc 12 chi *Aspergillus*, *Curvularia*, *Nigrospora*, *Colletotrichum*, *Rhizoctonia*, *Xylaria*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Helminthosporium*, *Cladosporium* và *Alternaria* với tỷ lệ xuất hiện dao động từ 1,5% đến 14,9%. Qua đó kết quả cũng cho thấy trong rễ của một loài lan có thể tồn tại nhiều dạng sợi nấm thuộc nhiều chi nấm khác nhau.



Hình 3. Tỷ lệ xuất hiện của các dạng sợi nấm trong rễ lan *Cymbidium* sp.

3.2. Sự hiện diện của các dạng bào tử nấm phổ biến trong giá thể trồng lan *Cymbidium* sp.

3.2.1. Hình thái các dạng bào tử nấm phổ biến trong giá thể trồng lan *Cymbidium* sp.

Kết quả khảo sát sự hiện diện của một số các dạng bào tử nấm phổ biến trong giá thể trồng lan *Cymbidium* sp. ghi nhận được hình thái của các dạng bào tử và được trình bày từ Hình 4 đến Hình 11.

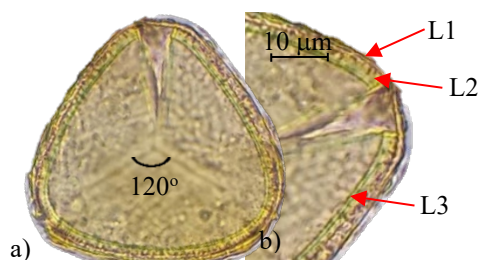
Dạng bào tử OMF-1

Hình thái bào tử OMF-1 có dạng hình tam giác, bắt màu vàng đến vàng nhạt khi nhuộm với hỗn hợp thuốc nhuộm PVLG và Melzer (Hình 4). Dạng bào tử OMF-1 có kích thước bào tử trung bình khoảng $59,0 \pm 8,0 \mu\text{m}$ và các bào tử tồn tại riêng lẻ trong dung dịch giá thể. Cấu trúc vách bào tử gồm 3 lớp lần lượt được ký hiệu là L1, L2 và L3 theo thứ tự từ ngoài vào trong; trong đó, lớp L2 dày hơn hai lớp vách còn lại. Ngoài ra, trên bề mặt bào tử dạng OMF-1 còn ghi nhận được điểm đặc trưng của dạng bào tử này là ba đoạn thẳng hợp với nhau tại vị trí trung tâm bào tử và hai đoạn thẳng hợp nhau tạo thành một góc 120° .

Dạng bào tử OMF-2

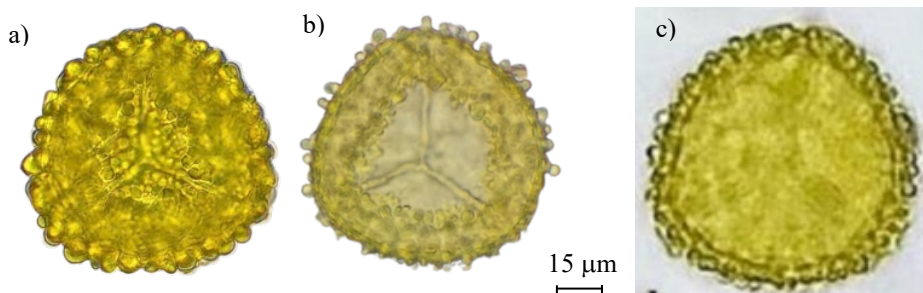
Hình thái bào tử dạng OMF-2 có dạng hình tam giác hoặc gần cầu, bắt màu vàng nhạt hoặc vàng cam khi được nhuộm với hỗn hợp thuốc nhuộm PVLG và dung dịch Melzer (Hình 5). Dạng bào tử OMF-2 có kích thước bào tử trung bình khoảng $109 \mu\text{m}$. Dạng bào tử OMF-2 cũng ghi nhận được sự xuất

hiện của ba đoạn thẳng hợp với nhau tại vị trí trung tâm của bào tử, tuy nhiên các đoạn thẳng hợp thành một góc không đều nhau như dạng bào tử OMF-1. Ngoài ra, trên bề mặt bào tử ghi nhận được các cấu trúc với nhiều hình dạng khác nhau và có màu sắc giống với màu sắc của bào tử. Tuy nhiên, cấu trúc vách bào tử của dạng OMF-2 vẫn chưa thể xác định được. Khi so sánh kết quả khảo sát sự hiện diện của các dạng bào tử nấm trong giá thể trồng lan *Cymbidium* sp. được trồng tại Thành phố Hồ Chí Minh với kết quả khảo sát sự hiện diện của các dạng bào tử nấm trong giá thể trồng của ba loài lan Dendro (*Dendrobium* sp.), lan Hồ điệp (*Phalaenopsis* sp.) và lan Kiếm (*Cymbidium* sp.) được trồng tại Thành phố Thủ Đức (Phan et al., 2024), kết quả so sánh cho thấy rằng dạng bào tử OMF-2 có đặc điểm tương đồng với dạng bào tử thuộc chi *Acaulospora*.



Hình 4. Hình thái bào tử dạng OMF-1

Ghi chú: (a) hình thái bào tử ở độ phóng đại 100X, (b) cấu trúc vách bào tử



Hình 5. Hình thái bào tử dạng OMF-2 ở độ phóng đại 100X

Ghi chú: (a) và (b) hình thái bào tử ở độ phóng đại 100X, (c) hình thái bào tử thuộc chi *Acaulospora* (Phan et al., 2024)

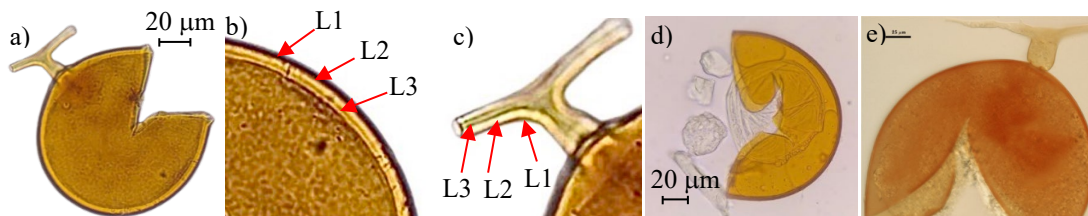
Dạng bào tử OMF-3

Dạng bào tử OMF-3 có hình thái dạng hình cầu, bắt màu cam nâu khi được nhuộm với dung dịch PVGL và Melzer. Bào tử có chiều dài trung bình là $118,3 \pm 33,2 \mu\text{m}$ và chiều rộng trung bình là $108,3 \pm 33,7 \mu\text{m}$ có nhân bên trong bào tử và các bào tử

tồn tại riêng lẻ trong dung dịch giá thể. Dạng bào tử OMF-3 có cấu trúc vách bào tử gồm 3 lớp được ký hiệu lần lượt là L1, L2 và L3; trong đó, lớp L2 có màu sáng hơn và dày hơn so với lớp L1 và L3. Khi các lớp vách bào tử bị vỡ làm cho phần dịch màu vàng nhạt bên trong bào tử tràn ra bên ngoài. Ngoài

ra, dạng bào tử OMF-3 còn ghi nhận được sự xuất hiện của cuống bào tử với màu vàng nhạt, có đường kính khoảng $10,8 \pm 3,1 \mu\text{m}$ và vuông góc với bề mặt bào tử. Cấu trúc cuống bào tử gồm 3 lớp được ký hiệu là L1, L2 và L3; trong đó, lớp L2 dày hơn hai lớp còn lại. Đặc điểm này của cuống bào tử tương đồng với các đặc điểm của cấu trúc vách bào tử. Hình thái của dạng bào tử OMF-3 dưới kính hiển vi

ở độ phóng đại 100X còn cho thấy tại vị trí giữa bào tử và cuống bào tử lớp vách L2 dày hơn so với các vị trí khác (Hình 6). Khi so sánh hình thái dạng bào tử OMF-3 với hình thái của các dạng bào tử trong khóa phân loại của INVAM, kết quả cho thấy rằng dạng bào tử OMF-3 có các đặc điểm tương đồng với đặc điểm hình thái của bào tử thuộc chi *Dentiscutata* về màu sắc, cấu trúc vách bào tử và cuống bào tử.



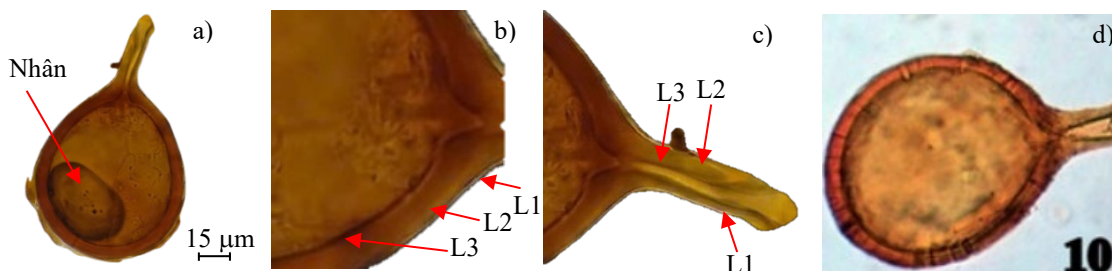
Hình 6. Hình thái bào tử dạng OMF-3

Ghi chú: (a) hình thái bào tử ở độ phóng đại 100X, (b) cấu trúc vách bào tử (c) cấu trúc cuống bào tử (d) phần dịch màu vàng nhạt bên trong bào tử, (e) hình thái bào tử thuộc chi *Dentiscutata* trong khóa phân loại của INVAM

Dạng bào tử OMF-4

Dạng bào tử OMF-4 có hình dạng gần cầu, bào tử khi được nhuộm với dung dịch PVGL và Melzer có màu nâu, dạng bào tử này có chiều dài là $72,5 \mu\text{m}$ và chiều rộng là $57,5 \mu\text{m}$. Các bào tử dạng OMF-4 tồn tại đơn lẻ hoặc thành chùm, mỗi chùm khoảng 2 đến 3 bào tử và liên kết với nhau bằng cuống bào tử. Khi quan sát hình thái bào tử dưới kính hiển vi ở độ phóng đại 100X cho thấy, cấu trúc vách bào tử và cuống bào tử của dạng bào tử OMF-4 đều có 3 lớp là L1, L2 và L3. Cuống bào tử có đường kính là $7,5 \mu\text{m}$ và hình thành gần vuông góc với bề mặt bào tử; trong đó, cấu trúc lớp vách bào tử và cuống bào tử

đều có đặc điểm là lớp L2 dày hơn lớp L1 và L3. Nhân bào tử được bao bọc bởi các lớp vách bào tử và có màu đậm hơn so với các lớp vách bào tử và cuống bào tử (Hình 7). Qua quan sát hình thái của dạng bào tử OMF-4, kết quả nhận thấy rằng giữa bào tử và cuống bào tử có sự ngăn cách của các lớp vách L1, L2 và L3. Khi so sánh hình thái của dạng bào tử OMF-4 với hình thái các dạng bào tử trong công bố của Rajkumar et al. (2012) về các loài nấm cộng sinh với một số cây dược liệu ở vùng Karnataka, kết quả so sánh cho thấy hình thái của dạng bào tử OMF-4 có đặc điểm tương đồng với hình thái của bào tử thuộc chi *Glomus*.



Hình 7. Hình thái bào tử dạng OMF-4

Ghi chú: (a) hình thái bào tử ở độ phóng đại 100X, (b) cấu trúc vách bào tử, (c) cấu trúc cuống bào tử, (d) hình thái bào tử chi *Glomus* (Rajkumar et al., 2012)

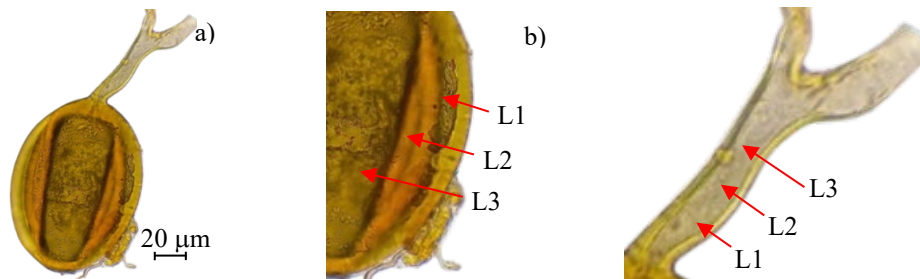
Dạng bào tử OMF-5

Bào tử dạng OMF-5 có dạng hình elip, có chiều dài trung bình là $131,3 \pm 31,2 \mu\text{m}$ và chiều rộng trung bình khoảng $81,3 \pm 3,7 \mu\text{m}$. Cấu trúc vách bào tử dạng OMF-5 gồm có 3 lớp được ký hiệu lần lượt là L1, L2 và L3 theo thứ tự từ ngoài vào trong, với

màu sắc các lớp vách lần lượt là màu vàng, màu cam và màu nâu khi được nhuộm với hỗn hợp thuốc nhuộm PVLG và dung dịch Melzer. Ngoài ra, hình thái dạng bào tử OMF-5 khi quan sát dưới kính hiển vi ở độ phóng đại 100X còn ghi nhận được sự xuất hiện của cuống bào tử có đường kính khoảng $27,5 \pm 17,5 \mu\text{m}$, có màu vàng nhạt khi bắt màu với thuốc

nhuộm PVLG và dung dịch Melzer. Cấu trúc cuống bào tử gồm ba lớp được ký hiệu là L1, L2 và L3 với màu sắc và độ dày khác với cấu trúc vách bào tử;

trong đó, lớp L2 của cuống bào tử có màu vàng sáng và dày hơn lớp L1 và L3 của cuống bào tử (Hình 8)



Hình 8. Hình thái dạng bào tử OMF-5

Ghi chú: (a) hình thái bào tử ở độ phóng đại 100X, (b) cấu trúc vách bào tử, (c) cấu trúc cuống bào tử

Dạng bào tử OMF-6

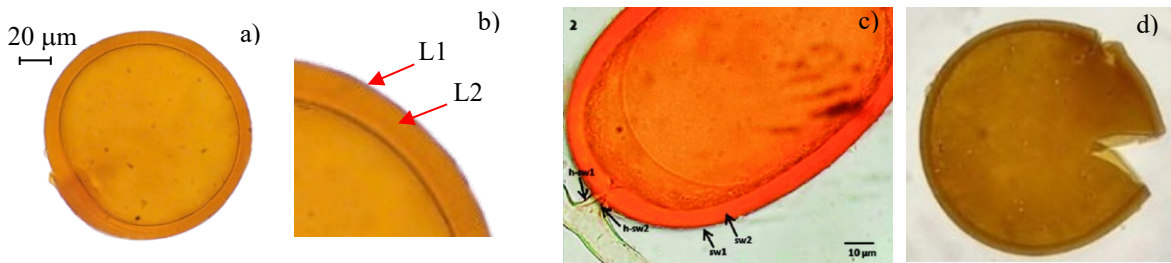
Dạng bào tử OMF-6 có hình thái dạng hình cầu và bắt màu vàng cam khi được nhuộm với hỗn hợp thuốc nhuộm PVLG và dung dịch Melzer. Dạng bào tử OMF-6 có cấu trúc vách bào tử gồm 3 lớp được ký hiệu là L1, L2 và L3 theo thứ tự từ ngoài vào trong; trong đó, lớp vách L1 và L3 có màu đậm hơn so với lớp vách L2; mặt khác, lớp vách L2 lại dày hơn hai lớp vách còn lại. Dạng bào tử OMF-6 có chiều dài trung bình khoảng $131,5 \pm 45,0 \mu\text{m}$ và chiều rộng trung bình khoảng $121,0 \pm 42,5 \mu\text{m}$ (Hình 9). Khi quan sát hình thái của dạng bào tử OMF-6 dưới kính hiển vi không ghi nhận được sự xuất hiện của cuống bào tử và nhân bào tử. Khi so sánh hình thái của dạng bào tử OMF-6 với hình thái của các dạng bào tử trong công bố của Álvarez-Lopez et al. (2018) nhận thấy rằng dạng bào tử OMF-6 có những đặc điểm tương đồng về hình thái như hình dạng, màu sắc và kích thước bào tử so với bào tử thuộc chi *Glomus*. Ngoài ra, khi so sánh kết quả khảo sát sự hiện diện của các dạng bào tử nấm trong giá thể trồng lan *Cymbidium* sp. được trồng tại Thành phố Hồ Chí Minh với kết quả khảo sát hiện diện của các dạng bào tử nấm trong giá thể trồng của ba loài lan *Dendrobium* sp.), lan Hồ điệp (*Phalaenopsis* sp.) và lan Kiếm (*Cymbidium* sp.) được trồng tại thành phố Thủ Đức (Phan et al., 2024), kết quả so sánh cho thấy dạng bào tử OMF-6 có đặc điểm tương đồng với dạng bào tử chi *Glomus*.

Dạng bào tử OMF-7

Dạng bào tử OMF-7 có dạng hình elip, có màu vàng nâu khi bắt màu với hỗn hợp thuốc nhuộm PVLG và dung dịch Melzer. Bào tử dạng OMF-7 có chiều dài là $115,0 \mu\text{m}$ và chiều rộng là $87,5 \mu\text{m}$. Cấu trúc vách bào tử dạng OMF-7 gồm có 8 lớp được ký hiệu từ L1 đến L8 theo thứ tự từ ngoài vào trong. Cấu trúc này có sự xen kẽ giữa các lớp có màu nâu sẫm với các lớp có màu vàng nâu. Ngoài ra, khi quan sát hình thái của dạng bào tử OMF-7 dưới kính hiển vi còn ghi nhận được các cấu trúc hình cầu nhỏ với nhiều kích thước khác nhau xuất hiện bên trong các lớp vách bào tử (Hình 10).

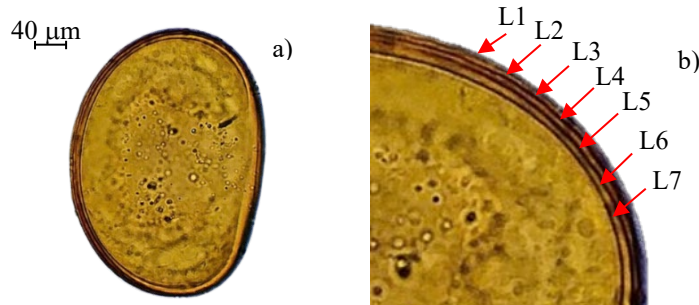
Dạng bào tử OMF-8

Bào tử dạng OMF-8 có hình thái dạng elip, bắt màu vàng sáng khi được nhuộm với thuốc nhuộm PVLG và dung dịch Melzer. Bào tử dạng OMF-8 có chiều dài trung bình khoảng $73,8 \pm 13,7 \mu\text{m}$ và chiều rộng trung bình khoảng $52,5 \pm 7,5 \mu\text{m}$. Cấu trúc vách bào tử gồm có 4 lớp được ký hiệu lần lượt từ L1 đến L4 theo thứ tự từ ngoài vào trong; trong đó, lớp L2 là lớp vách có màu sáng hơn và dày hơn so với các lớp vách còn lại. Khi quan sát hình thái của dạng bào tử OMF-8 dưới kính hiển vi không ghi nhận được cấu trúc cuống bào tử và nhân bào tử (Hình 11).



Hình 9. Hình thái bào tử dạng OMF-6

Ghi chú: (a) hình thái bào tử ở độ phóng đại 100X, (b) cấu trúc vách bào tử, (c) hình thái bào tử thuộc chi *Glomus* (Álvarez-Lopez et al., 2018), (d) hình thái bào tử thuộc chi *Glomus* (Phan et al., 2024)

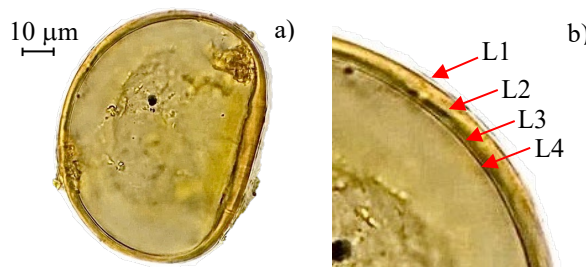


Hình 10. Hình thái bào tử dạng OMF-7

Ghi chú: (a) hình thái bào tử ở độ phóng đại 100X, (b) cấu trúc vách bào tử

Kết quả khảo sát sự hiện diện của các dạng bào tử nấm trong giá thể trồng lan *Cymbidium* sp. cho thấy hình thái của cả tám dạng bào tử sau khi được nhuộm bằng dung dịch PVLG và Melzer có cả sự tương đồng và sự khác biệt giữa các dạng bào tử. Trong đó, hai dạng bào tử OMF-1 và OMF-2, hai dạng bào tử OMF-4 và OMF-5 hay hai dạng bào tử OMF-7 và OMF-8 đều có sự tương đồng về hình dạng bào tử với các hình dạng như tam giác, hình cầu hoặc hình elip; tuy nhiên, giữa các dạng bào tử này đều có sự khác biệt về màu sắc, kích thước và cấu trúc vách bào tử cũng như cấu trúc của cuống

bào tử. Khi so sánh đặc điểm hình thái của hai dạng bào tử OMF-4 và OMF-5, kết quả cho thấy rằng cả hai dạng bào tử đều có cấu trúc vách bào tử và cuống bào tử là 3 lớp; tuy nhiên, các lớp vách của cuống bào tử dạng OMF-5 có độ dày nhỏ hơn so với các lớp vách của cuống bào tử dạng OMF-4. Ngoài ra, khi so sánh hình thái của dạng bào tử OMF-8 với hình thái của dạng bào tử OMF-7, kết quả cũng cho thấy rằng dạng bào tử OMF-8 có số lớp vách bào tử ít hơn so với số lớp vách bào tử của dạng bào tử OMF-7. Hai dạng bào tử này cũng có sự khác biệt về màu sắc và đặc điểm các lớp vách bào tử cũng như kích thước bào tử trung bình.



Hình 11. Hình thái bào tử dạng OMF-8

Ghi chú: (a) hình thái bào tử ở độ phóng đại 100X, (b) cấu trúc vách bào tử

Sự đa dạng và phong phú của các dạng bào tử nấm có thể bị ảnh hưởng bởi các yếu tố sinh học và

phi sinh học, bao gồm khí hậu, các tính chất vật lý và hóa học của giá thể cũng như tùy vào các loài cây

chủ hay sự hiện diện của các thực vật khác cùng tồn tại trong môi trường giá thể (Albornoz et al., 2022; Davison et al., 2020; Ceulemans et al., 2019). Ma et al. (2023) cũng nhận thấy rằng đặc tính của đất hoặc giá thể đóng vai trò rất quan trọng đối với những biến đổi về sự đa dạng và phong phú của các dạng nấm cộng sinh (Coughlan et al., 2000); trong đó, pH của đất hoặc giá thể là một yếu tố quan trọng, có sự tương quan với mật độ bào tử và có thể ảnh hưởng trực tiếp đến sự hình thành và phát triển bào tử của nấm cộng sinh (Wang et al., 1993). Smith and Read (2010) đã đưa ra nhận định rằng giai đoạn hình thành bào tử là một giai đoạn quan trọng trong vòng đời của nấm cộng sinh và phải phụ thuộc vào nhiều yếu tố như điều kiện môi trường sống và trạng thái sinh lý của nấm cộng sinh.

3.2.2. Tỷ lệ xuất hiện và mật độ bào tử trung bình của các dạng bào tử nấm hiện diện trong giá thể trồng lan *Cymbidium* sp.

Kết quả về tỷ lệ xuất hiện và mật độ bào tử trung bình của các dạng bào tử nấm trong giá thể trồng lan *Cymbidium* sp. được ghi nhận và trình bày ở Bảng 1.

Kết quả được trình bày ở Bảng 1 cho thấy trong giá thể trồng lan *Cymbidium* sp. ghi nhận được sự hiện diện của tám dạng bào tử nấm khác nhau với tỷ lệ xuất hiện dao động từ 3,3 đến 100,0%. Trong đó, dạng bào tử OMF-1 là dạng bào tử chiếm ưu thế hơn so với các dạng bào tử nấm khác trong giá thể khi đã ghi nhận có sự hiện diện trong cả 30 mẫu giá thể đã được thu thập với tỷ lệ xuất hiện là 100,0%. Trong khi đó, dạng bào tử OMF-3 là dạng bào tử chỉ xuất hiện trong một mẫu giá thể được thu thập ở cây lan số 3 của vườn lan thứ 7 được ký hiệu là C7-3 với

tỷ lệ xuất hiện là 3,3%. Ngoài ra, kết quả được trình bày ở Bảng 2 còn cho thấy cả tám dạng bào tử được ghi nhận trong 30 mẫu giá thể trồng lan *Cymbidium* sp. với mật độ bào tử trung bình dao động từ 0,03 đến 2,00 bào tử/g giá thể. Trong số tám dạng bào tử đã ghi nhận được trong giá thể trồng lan *Cymbidium* sp., hai dạng bào tử OMF-1 và OMF-2 có mật độ bào tử trung bình cao nhất lần lượt là 2,00 bào tử/g giá thể và 1,43 bào tử/g giá thể, khác biệt rất có ý nghĩa thống kê so với mật độ bào tử trung bình của các dạng bào tử còn lại. Qua đó cho thấy, OMF-1 là dạng bào tử hiện diện phổ biến với tỷ lệ xuất hiện và mật độ bào tử trung bình cao hơn các dạng bào tử còn lại trong 30 mẫu giá thể trồng lan *Cymbidium* sp.

Nguyên nhân dẫn đến sự khác biệt về mật độ bào tử giữa các dạng bào tử là do sự xâm nhiễm và phân tán có chọn lọc hoặc sự nảy mầm của bào tử phụ thuộc vào kích thước bào tử và sự xâm nhiễm trên những môi trường không đồng nhất (Aguilar-Trigueros et al., 2019). Biermann and Linderman (1983) cho rằng nấm cộng sinh sinh sản lặp đi lặp lại với tốc độ không xác định; Mặt khác, giữa kích thước bào tử và thời gian sinh sản, tồn tại của nấm cộng sinh cũng có mối tương quan rõ rệt. Mối tương quan này được thể hiện ở việc các loài nấm cộng sinh có kích thước bào tử lớn có tuổi sinh sản dài hơn và thời gian tồn tại để tìm kiếm cây chủ lâu hơn so với các loài nấm cộng sinh có kích thước bào tử nhỏ (Klironomos & Hart, 2002; Biermann & Linderman, 1983). Điều này cho thấy sự hình thành và phát triển của bào tử cũng như sợi nấm là tùy thuộc vào đặc trưng của từng loài nấm cộng sinh và có mối tương quan với kích thước bào tử nấm.

Bảng 2. Tỷ lệ xuất hiện và mật độ bào tử trung bình của các dạng bào tử nấm trong giá thể trồng lan *Cymbidium* sp.

Dạng bào tử	Tỷ lệ xuất hiện (%)	Mật độ bào tử trung bình (bào tử/g giá thể)
OMF-1	100,0	2,00 a
OMF-2	70,0	1,43 a
OMF-3	3,3	0,03 c
OMF-4	16,7	0,20 bc
OMF-5	20,0	0,27 bc
OMF-6	30,0	0,47 bc
OMF-7	56,7	0,70 b
OMF-8	16,7	0,20 bc
F tính		27,56***
CV (%)		34,72

Trong cùng một cột, các giá trị có cùng kí tự theo sau thì sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê; ***: khác biệt rất có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha = 0,001$

4. KẾT LUẬN

Trong rễ lan *Cymbidium* sp. đã ghi nhận được sự hiện diện của bốn dạng sợi nấm được ký hiệu từ SN1 đến SN4 với tỷ lệ xuất hiện dao động từ 3,3 đến 70,0%; trong đó dạng sợi nấm SN1 là dạng xuất hiện phổ biến trong rễ lan *Cymbidium* sp. với tỷ lệ xuất hiện là 70,0%. Ngoài ra, trong giá thể trồng lan *Cymbidium* sp. cũng đã ghi nhận được sự xuất hiện của tám dạng bào tử nấm được ký hiệu từ OMF-1 đến OMF-8 trong 30 mẫu giá thể trồng lan *Cymbidium* sp. với tỷ lệ xuất hiện dao động từ 3,3 đến 100,0% và mật độ bào tử trung bình dao động từ 0,03 đến 2,00 bào tử/ g giá thể. Trong đó, OMF-

1 là dạng bào tử xuất hiện phổ biến trong tất cả các mẫu giá thể với tỷ lệ xuất hiện là 100,0% và mật độ bào tử trung bình có giá trị cao nhất là 2,00 bào tử/g giá thể.

LỜI CẢM ƠN

Đề tài được thực hiện bởi sự tài trợ kinh phí của Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh có mã số CS-SV24-NH-02. Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO (REFERENCES)

- Álvarez-Lopezello, J., Hernández-Cuevas, L. V., Castillo, R. F. D., & Robles, C. (2018). Second world record of *Glomus trufemii* (Glomeromycota: Fungi), an arbuscular mycorrhizal fungus from a Mexican savanna. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(1), 298-300. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.1.2101>
- Albornoz, F. E., Ryan, M. H., Bending, G. D., Hilton, S., Dickie, I. A., Gleeson, D. B., & Standish, R. J. (2022). Agricultural land-use favours *Mucoromycotinia*, but not *Glomeromycotinia*, arbuscular mycorrhizal fungi across ten biomes. *New Phytologist*, 233(3), 1369-1382. <https://doi.org/10.1111/nph.17780>
- Aguilar-Trigueros, C. A., Hempel, S., Powell, J. R., Cornwell, W. K., & Rillig, M. C. (2019). Bridging reproductive and microbial ecology: a case study in arbuscular mycorrhizal fungi. *The ISME Journal*, 13(4), 873-884. <https://doi.org/10.1038/s41396-018-0314-7>
- Biermann, B., & Linderman, R. G. (1983). Use of vesicular-arbuscular mycorrhizal roots, intraradical vesicles and extraradical vesicles as inoculum. *New Phytologist*, 95(1), 97-105. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1983.tb03472.x>
- Cameron, D. D., Leake, J. R., & Read, D. J. (2006). Mutualistic mycorrhiza in orchids: evidence from plant-fungus carbon and nitrogen transfers in the green-leaved terrestrial orchid *Goodyera repens*. *New Phytologist*, 171(2), 405-416. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01767.x>
- Cevallos, S., Sánchez-Rodríguez, A., Decock, C., Declerck, S., & Suárez, J. P. (2017). Are there keystone mycorrhizal fungi associated to tropical epiphytic orchids?. *Mycorrhiza*, 27, 225-232. <https://doi.org/10.1007/s00572-016-0746-8>
- Ceulemans, T., Van Geel, M., Jacquemyn, H., Boeraeve, M., Plue, J., Saar, L., Kasari-Toussaint L., Peeters G., Acker K. V., Crauwels S., Lievens B., & Honnay, O. (2019). Arbuscular mycorrhizal fungi in European grasslands under nutrient pollution. *Global Ecology and Biogeography*, 28(12), 1796-1805. <https://doi.org/10.1111/geb.12994>
- Chang, D. C. (2007). The screening of orchid mycorrhizal fungi (OMF) and their applications. In W. H. Chen, & H. H. Chen (Eds.), *Orchid biotechnology* (pp. 77 - 98). World Scientific. https://doi.org/10.1142/9789812775900_0005
- Coughlan, A. P., Dalpé, Y., Lapointe, L., & Piché, Y. (2000). Soil pH-induced changes in root colonization, diversity, and reproduction of symbiotic arbuscular mycorrhizal fungi from healthy and declining maple forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 30(10), 1543-1554. <https://doi.org/10.1139/x00-090>
- Davison, J., Garcia de Leon, D., Zobel, M., Moora, M., Bueno, C. G., Barceló, M., Gerz, M., León, D., Meng, Y., Pillar, V. D., Sepp, S., Soudzilovskaia, N. A., Tedersoo, L., Vaessen, S., Vahter, T., Winck, B., & Öpik, M. (2020). Plant functional groups associate with distinct arbuscular mycorrhizal fungal communities. *New Phytologist*, 226(4), 1117-1128. <https://doi.org/10.1111/nph.16423>
- Dearnaley, J. D. (2007). Further advances in orchid mycorrhizal research. *Mycorrhiza*, 17(6), 475-486. <https://doi.org/10.1007/s00572-007-0138-1>
- Dearnaley, J., Perotto, S., & Selosse, M. A., (2016). Structure and development of orchid mycorrhizas. In F. Martin (Eds.), *Molecular Mycorrhizal Symbiosis* (pp. 63 - 86). Wiley Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118951446.ch5>
- Dang, U. T. K., Vo M. M., Nguyen, H. V. (2019). Collection, Isolation, and Evaluation of Root Mycorrhizal Fungal (Arbuscular Mycorrhizal) Invasion in the Mekong Delta Region. *Journal of Vietnam Agricultural Science and Technology*, 10(107), 111-118 (in Vietnamese).

- Girlanda, M., Segreto, R., Cafasso, D., Liebel, H. T., Rodda, M., Ercole, E., Cozzolino, S., Gebauer, G., & Perotto, S. (2011). Photosynthetic Mediterranean meadow orchids feature partial mycoheterotrophy and specific mycorrhizal associations. *American Journal of Botany*, 98(7), 1148-1163. <https://doi.org/10.3732/ajb.1000486>
- Hossain, M. M., Rahi, P., Gulati, A., & Sharma, M. (2013). Improved ex vitro survival of asymbiotically raised seedlings of *Cymbidium* using mycorrhizal fungi isolated from distant orchid taxa. *Scientia Horticulturae*, 159, 109-116. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.05.003>
- Hossain, M. M., & Sharma, M. (2019). Dual phase regeneration strategy for mass propagation of *Cymbidium aloifolium* (L.) Sw.: A High Value Medicinal Orchid. *Plant Tissue Culture and Biotechnology*, 29(2), 257-266. <https://doi.org/10.3329/ptcb.v29i2.44514>
- Jacquemyn, H., Duffy, K. J., & Selosse, M. A. (2017). Biogeography of orchid mycorrhizas. In L. Tedersoo (Eds), *Biogeography of mycorrhizal symbiosis* (pp. 159-177). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56363-3_8 DOI: 10.1007/978-3-319-56363-3_8
- Kohler, A., Kuo, A., Nagy, L. G., Morin, E., Barry, K., Buscot, F., Canbäck, B., Choi, C., Cichocki, N., Clum, A., Colpaert, J., Copeland, A. C., Costa, M. D., Doré, J., Floudas, D., Gay, G., Girlanda, M., Henrissat, B., Herrmann, S., Hess, J., Högborg, N., Johansson, T., Khouja, H.-R., Labutti, K., Lahrmann, U., Levasseur, A., Lindquist, E. A., Lipzen, A., Marmeisse, R., Martino, E., Murat, C., Ngan, C., Nehls, U., Plett, J. M., Pringle, A., Ohm, R. A., Perotto, S., Peter, M., Riley, R., Rineau, F., Ruytinx, J., Salamov, A., Shah, F., Sun, H., Tarkka, M., Tritt, A., Veneault-Fourrey, C., Zuccaro, A., Tunlid, A., Grigoriev, I. V., Hibbett, D., & Martin, F. M. (2015). Convergent losses of decay mechanisms and rapid turnover of symbiosis genes in mycorrhizal mutualists. *Nature Genetics*, 47(4), 410-415. <https://doi.org/10.1038/ng.3223>
- Klironomos, J. N., & Hart, M. M. (2002). Colonization of roots by arbuscular mycorrhizal fungi using different sources of inoculum. *Mycorrhiza*, 12, 181-184. <https://doi.org/10.1007/s00572-002-0169-6>
- Ma, X., Xu, X., Geng, Q., Luo, Y., Ju, C., Li, Q., & Zhou, Y. (2023). Global arbuscular mycorrhizal fungal diversity and abundance decreases with soil available phosphorus. *Global Ecology and Biogeography*, 32(8), 1423-1434. <https://doi.org/10.1111/geb.13704>
- Manning, J. C., & Van, S. J. (1987). The development and mobilisation of seed reserves in some African orchids. *Australian Journal of Botany*, 35(3), 343-353. <https://doi.org/10.1071/BT9870343>
- Phan, N. T. K., Tran, N. G., & Pham, D. T. T. (2024). Survey on the presence and distribution of orchid mycorrhizal fungi in the roots and substrate of 3 orchid species *Dendrobium* sp., *Phalaenopsis* sp., and *Cymbidium* sp. grow in Thu Duc City. *Can Tho University Journal of Science*, 60(1), 131-137 (in Vietnamese). DOI: 10.22144/ctujs.2023.230
- Pereira, G., Romero, C., Suz, L. M., & Atala, C. (2014). Essential mycorrhizal partners of the endemic Chilean orchids *Chloraea collicensis* and *C. gaviu*. *Flora Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 209(2), 95-99. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2013.12.001>
- Sathiyadash, K., Muthukumar, T., Karthikeyan, V., & Rajendran, K. (2020). Orchid mycorrhizal fungi: structure, function, and diversity. *Orchid biology: recent trends & challenges*, 239-280. https://doi.org/10.1007/978-981-32-9456-1_13
- Selosse, M. A., Boullard, B., & Richardson, D. (2011). Noël Bernard (1874–1911): orchids to symbiosis in a dozen years, one century ago. *Symbiosis*, 54(2), 61-68. <https://doi.org/10.1007/s13199-011-0131-5>
- Smith, S. E., & Read, D. J. (2010). *Mycorrhizal symbiosis*. Academic press.
- Stöckel, M., Těšitelová, T., Jersáková, J., Bidartondo, M. I., & Gebauer, G. (2014). Carbon and nitrogen gain during the growth of orchid seedlings in nature. *New Phytologist*, 202(2), 606-615. <https://doi.org/10.1111/nph.12688>
- Shubha, J. (2022). Evaluation of antibacterial, phytochemical and antioxidant activities of endophytic fungi from *Cymbidium aloifolium*, an epiphytic orchid. *Journal of Cytology and Genetics*, 23, 47-58.
- Rajkumar, H. G., Seema, H. S., & Sunil Kumar, C. P. (2012). Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi associated with some medicinal plants in Western Ghats of Karnataka region, India. *World Journal of Science and Technology*, 2(1), 13-20. <https://doi.org/10.3329/ptcb.v29i2.44514>
- Veldre, V., Abarenkov, K., Bahram, M., Martos, F., Selosse, M. A., Tamm, H., ... & Tedersoo, L. (2013). Evolution of nutritional modes of Ceratobasidiaceae (Cantharellales, Basidiomycota) as revealed from publicly available ITS sequences. *Fungal Ecology*, 6(4), 256-268. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2013.03.004>
- Wang, T., Song, Z., Wang, X., Xu, L., Sun, Q., & Li, L. (2018). Functional insights into the roles of hormones in the *Dendrobium officinale* - *Tulasnella* sp. germinated seed symbiotic

- association. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(11), 3484.
<https://doi.org/10.3390/ijms19113484>
- Wang, G. M., Stribley, D. P., Tinker, P. B., & Walker, C. (1993). Effects of pH on arbuscular mycorrhiza I. Field observations on the long-term liming experiments at Rothamsted and Woburn. *New Phytologist*, 124(3), 465-472.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1993.tb03837.x>
- Zhao, X., Zhang, J., Chen, C., Yang, J., Zhu, H., Liu, M., & Lv, F. (2014). Deep sequencing-based comparative transcriptional profiles of *Cymbidium hybridum* roots in response to mycorrhizal and non-mycorrhizal beneficial fungi. *BMC Genomics*, 15, 1-22.
<https://doi.org/10.1186/1471-2164-15-747>