

Bài báo nghiên cứu

**KHẢO SÁT HOẠT TÍNH ỨNG CHẾ QUÁ TRÌNH PEROXIDE HÓA LIPID
CỦA CÁC CHỦNG VI NẤM NỘI SINH PHÂN LẬP TỪ CÂY TRANG
Kandelia candel Ở RỪNG NGẬP MẶN CẦN GIỜ**

Trần Thị Minh Định*, Nguyễn Ngọc Phương, Nguyễn Thị Hằng, Dương Thúc Huy

Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

*Tác giả liên hệ: Trần Thị Minh Định – Email: dinghtm@hcmue.edu.vn

Ngày nhận bài: 11-12-2020; ngày nhận bài sửa: 21-12-2020; ngày duyệt đăng: 29-12-2020

TÓM TẮT

Cây Trang rừng ngập mặn đã được chứng minh giàu các hợp chất phenol và flavonoid nên có hoạt tính kháng oxy hóa mạnh. Chính vì vậy, vi nấm nội sinh phân lập từ cây Trang có tiềm năng tạo ra chất kháng oxy hóa có hoạt tính mạnh. Trong nghiên cứu này, chúng tôi phân lập vi nấm nội sinh từ lá và rễ cây Trang, khảo sát một số đặc điểm sinh học cơ bản của chúng và khảo sát hoạt tính kháng oxy hóa của cao ethyl acetate chiết xuất từ 4 chủng vi nấm nội sinh này bằng phương pháp khảo sát năng lực khử và khảo sát hoạt tính ức chế quá trình peroxide hóa lipid. Kết quả thu được 4 chủng vi nấm nội sinh từ lá và rễ cây Trang, được bảo quản trong bộ sưu tập giống của Phòng Thí nghiệm Sinh hóa – Vi sinh, Khoa Sinh học, Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh với mã số UP-15, UP-16, UP-17, UP-18. Cao ethyl acetate của 4 chủng nấm đều thể hiện năng lực khử. Cao ethyl acetate của chủng UP-15 thể hiện hoạt tính ức chế peroxide hóa lipid với giá trị IC_{50} 396 μ g/ml.

Từ khóa: hoạt tính kháng oxy hóa; rừng ngập mặn Cần Giờ; vi nấm nội sinh; *Kandelia candel*; hoạt tính ức chế quá trình peroxide hóa lipid

1. Giới thiệu

Các gốc oxy tự do gồm các gốc O_2^- , OH^- , 1O_2 , H_2O_2 thường là các sản phẩm phụ của các phản ứng sinh học trong tế bào và có thể do các nhân tố ngoại sinh tạo ra (Ravindran et al., 2012). Nhiều bằng chứng cho thấy các bệnh ở người như ung thư, bệnh tim mạch, các rối loạn thần kinh (Wei, Zhou, & Lin, 2010), lão hóa, tiểu đường là hậu quả của phản ứng oxy hóa gây ra bởi các gốc oxy tự do (Huang et al., 2007). Các chất chống oxy hóa là những chất làm giảm hoặc ngăn cản các phản ứng oxy hóa *in vitro* và *in vivo*. Do đó, các chất chống oxy hóa là những hợp chất có tiềm năng ứng dụng trong điều trị bệnh (Yanishlieva et al., 2006).

Cite this article as: Tran Thi Minh Dinh, Nguyen Ngoc Phuong, Nguyen Thi Hang, & Duong Thuc Huy (2020). A study of lipid peroxidation inhibition of endophytic fungi isolated from *Kandelia candel* derived from Can Gio mangrove. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 17(12), 2273-2280.

Trong những năm gần đây, nhiều nghiên cứu tập trung tìm kiếm các hợp chất có hoạt tính kháng oxy hóa từ rừng ngập mặn, trong đó bao gồm vi nấm nội sinh từ cây Trang *K. candel* (Rhizophoraceae). Cây Trang là một trong những loài cây phổ biến ở rừng ngập mặn. Nhiều nghiên cứu cho thấy cây Trang rất giàu các hợp chất phenol nên nó có hoạt tính kháng oxy hóa mạnh (Wei, Zhou, & Lin, 2010). Một số loài vi nấm sống nội sinh có khả năng tạo ra các hợp chất có hoạt tính sinh học giống hoặc tương tự như các hợp chất trong cây chủ (Zhao, Shan, Mou, & Zhou, 2011). Ngoài ra, các loài nấm nội sinh còn có khả năng tạo ra các hợp chất mới có giá trị và có khả năng ứng dụng như các loại thuốc kháng tiểu đường, kháng viêm, kháng khuẩn, kháng virus, kháng ung thư, ức chế miễn dịch (Rashmi et al., 2019). Chính vì vậy, việc phân lập nấm nội sinh với cây Trang là hướng nghiên cứu hứa hẹn tìm ra các hợp chất kháng oxy hóa mạnh, có tiềm năng ứng dụng. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu về vi nấm nội sinh trên cây Trang ở rừng ngập mặn.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Các chủng vi nấm nội sinh phân lập từ lá và rễ cây Trang *Kandelia candel* thu từ rừng ngập mặn Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thu mẫu và phân lập

Mẫu lá và rễ cây Trang *K. candel* khỏe mạnh, không có biểu hiện bệnh, không quá già và không quá non được chọn và thu hái từ rừng ngập mặn Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh vào tháng 10 năm 2015. Mẫu được bảo quản lạnh và vận chuyển về Phòng thí nghiệm Sinh hóa – Vi sinh, Khoa Sinh học, Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh. Sau đó, các mẫu lá cây Trang được khử trùng bề mặt và phân lập vi nấm theo quy trình đã được công bố (Siriwach et al., 2014).

Các chủng nấm mọc ra từ mẫu lá và rễ được làm thuần và bảo quản dưới lớp dầu khoáng vô trùng trong bộ sưu tập giống của phòng thí nghiệm. Các chủng nấm được khảo sát các đặc điểm sinh học cơ bản như hình thái khuẩn lạc, hoạt tính một số enzyme ngoại bào và hoạt tính kháng khuẩn.

Các chủng nấm này được nuôi trong môi trường MEA (malt extract 30 g, peptone 5 g, agar 20 g, nước cất 1 l) trong điều kiện lắc 150 vòng/phút. Sau 11 ngày, sinh khối và dịch nuôi được ngâm với dung môi ethyl acetate với tỉ lệ 1:1 và sau đó thu hồi ethyl acetate để tạo cao ethyl acetate (Ruma, Kumar, & Prakash, 2013).

2.2.2. Phương pháp xác định hoạt tính kháng oxy hóa

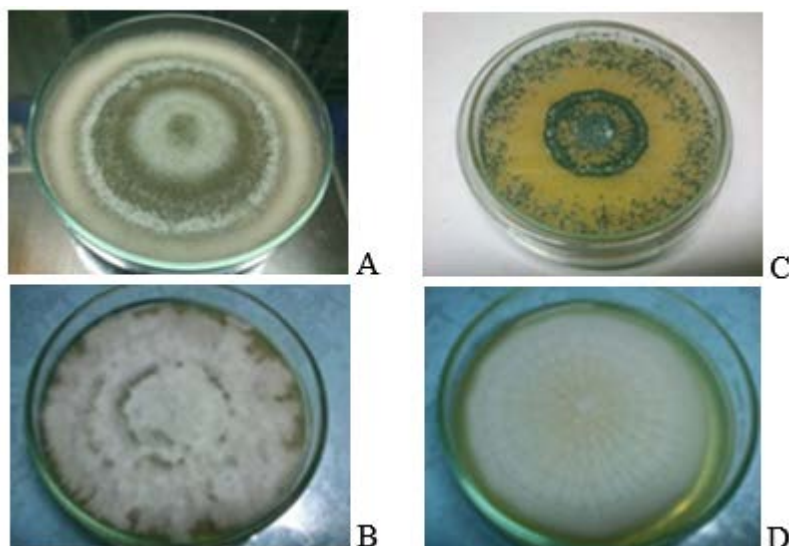
Cao ethyl acetate của các chủng nấm UP-15, UP-16, UP-17, UP-18 được pha loãng trong ethanol thành các nồng độ từ 100-1000 $\mu\text{g/ml}$. Mẫu ở các nồng độ nói trên được xác định năng lực khử (Oyaizu, 1986), khả năng ức chế quá trình peroxide hóa *in vitro* (Theantana et al., 2012).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Phân lập nấm nội sinh từ lá và rễ cây Trang và khảo sát một số đặc điểm sinh học

Từ các mẫu lá và rễ của cây Trang, chúng tôi khử trùng bề mặt và phân lập được 4 kiểu khuẩn lạc nấm nội sinh khác nhau, tạm gọi là chủng kí hiệu là UP-15, UP-16, UP-17, UP-18 (Hình 1).

Chủng nấm UP-15 và UP-16 được phân lập từ lá cây Trang). Trong đó, khuẩn lạc chủng UP-15 có dạng tròn, bề mặt bông xốp, mép khuẩn lạc liền. Khi được nuôi trên môi trường MEA, ở nhiệt độ phòng, khuẩn lạc chủng UP-15 ban đầu có màu trắng, sau đó chuyển dần sang màu xám hơi ngả xanh và hình thành các vòng đồng tâm màu xám và màu trắng xen kẽ nhau. Tốc độ phát triển của chủng UP-15 khá nhanh, tốc độ lan tơ xấp xỉ 20 mm/ngày, sau 4 ngày nuôi, khuẩn lạc có đường kính xấp xỉ 8 cm. Sau 6 ngày nuôi, khuẩn lạc chủng UP-15 mọc kín đĩa Petri (đường kính 10 cm) và màu khuẩn lạc chuyển sang màu xám đen (Hình 1.A).



Hình 1. Khuẩn lạc các chủng nấm phân lập được từ lá và rễ cây Trang

A: Chủng UP-15, B: chủng UP-16, C: chủng UP-17, D: chủng UP-18

Chủng nấm UP-16 có khuẩn lạc màu trắng, mép khuẩn lạc không liền, bề mặt khuẩn lạc không đồng nhất, xuất hiện các lớp khuẩn ti chồng lên nhau. Tốc độ phát triển của khuẩn lạc khá nhanh, tốc độ lan tơ xấp xỉ 16 mm/ngày, sau 6 ngày nuôi khuẩn lạc mọc kín đĩa Petri có đường kính 10 cm (Hình 1B).

Chủng nấm UP-17 và UP-18 được phân lập từ rễ cây Trang. Trong đó chủng UP-17 có tốc độ phát triển rất nhanh, sau 2 ngày nuôi cấy khuẩn lạc nấm mọc kín bề mặt đĩa Petri 10 cm. Khuẩn lạc tròn, bề mặt khuẩn lạc mỏng. Ban đầu các sợi nấm mọc thành 1 lớp trắng mỏng sát bề mặt môi trường. Sau đó, khuẩn lạc xuất hiện 2 vòng tròn đồng tâm, các vòng tròn này nhô cao hơn, ban đầu có màu trắng, về sau chuyển thành màu xanh lục đậm. Ở ngày

thứ 4, bên ngoài 2 vòng tròn đồng tâm xuất hiện các đốm trắng rải rác, sau đó các đốm trắng này cũng chuyển sang màu xanh lục và đậm dần (Hình 1C).

Chủng nấm UP-18 có khuẩn lạc màu trắng, tròn, mép khuẩn lạc liền, mỏng, bề mặt khuẩn lạc tương đối phẳng. Sau 3 ngày nuôi cấy, khuẩn lạc bắt đầu xuất hiện các vòng tròn đồng tâm và tia hình phóng xạ. Phần giữa của khuẩn lạc hơi nhô cao lên và chuyển sang màu hơi vàng (Hình 1D).

Các chủng nấm này được làm thuần và lưu trữ trong bộ sưu tập giống của Phòng Thí nghiệm Sinh hóa – Vi sinh, Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh.

Bên cạnh việc mô tả các đặc điểm hình thái khuẩn lạc, các chủng nấm được khảo sát một số hoạt tính sinh học cơ bản bao gồm hoạt tính kháng khuẩn và hoạt tính enzyme. Trong đó, hoạt tính enzyme ngoại bào bao gồm enzyme amylase, protease, chitinase và cellulase (Bảng 1) được thể hiện thông qua đường kính vòng phân giải cơ chất tương ứng (cellulase: carbomethyl cellulose, amylase: tinh bột, protease: casein).

Bảng 1. Hoạt tính enzyme của các chủng nấm nội sinh phân lập từ cây Trang

STT	Chủng	Đường kính vòng phân giải cơ chất D-d (mm)		
		Cellulase	Amylase	Protease
1	UP-15	16,67 ± 1,15	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
2	UP-16	19,67 ± 0,57	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
3	UP-17	15,00 ± 2,00	6,00 ± 1,73	7,33 ± 0,57
4	UP-18	20,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00

Kết quả Bảng 1 cho thấy, cả 4 chủng nấm đều có hoạt tính cellulase ở mức trung bình, với đường kính vòng phân giải từ 16-20 mm. Ngoài ra, chủng UP-17 còn có hoạt tính amylase và protease.

Ngoài ra, cả 4 chủng nấm được khảo sát khả năng kháng khuẩn đối với vi khuẩn *Escherichia coli* ATCC25922 và *Staphylococcus aureus* ATCC25923. Tuy nhiên, kết quả cho thấy cả 4 chủng nấm không có khả năng kháng 3 chủng vi khuẩn nói trên.

3.2. Hoạt tính kháng oxy hóa của các chủng nấm

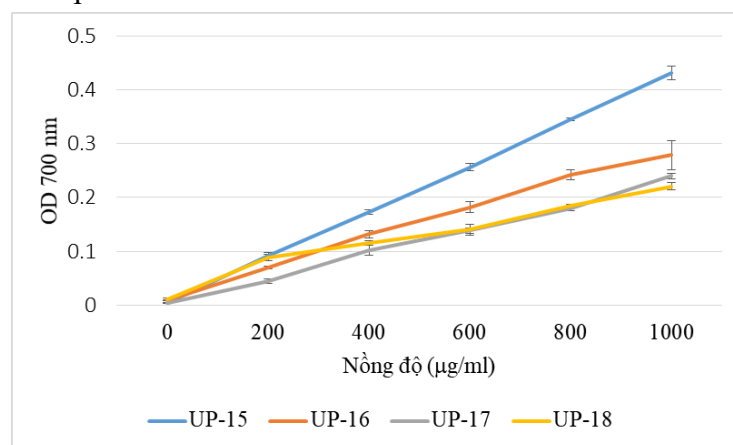
3.2.1. Năng lực khử của các chủng nấm

Năng lực khử của một chất là khả năng chất đó cho điện tử khi tham gia vào phản ứng oxy hóa khử. Chính vì vậy, khi xác định năng lực khử của một chất, ta cũng xác định được năng lực kháng oxy hóa của chất đó. Phương pháp xác định năng lực khử dựa trên sự tạo thành màu xanh Perl's Prussian khi phức chất Fe^{3+} /ferricyanide bị khử thành Fe^{2+} . Phức chất này hấp thụ ánh sáng cực đại ở bước sóng 700 nm (Bajpai, Sharma, Kang, & Beak, 2014). Do đó, giá trị OD 700 nm của mẫu càng cao thì thể hiện năng lực khử càng mạnh hay nói cách khác là hoạt tính kháng oxy hóa càng mạnh. Trong nghiên cứu này, cao ethyl acetate

của các chủng nấm ở các nồng độ từ 200-1000 $\mu\text{g/ml}$ được xác định năng lực khử và kết quả được trình bày trong Hình 2.

Kết quả cho thấy cao ethyl acetate chiết xuất từ các chủng nghiên cứu đều có hoạt tính kháng oxy hóa tăng dần theo chiều tăng của nồng độ mẫu thể hiện qua giá trị OD700nm tỉ lệ thuận với nồng độ mẫu. Trong đó, cao ethyl acetate của chủng nấm UP-15 thể hiện hoạt tính kháng oxy hóa cao hơn so với 3 chủng nấm còn lại ở tất cả các nồng độ. Ở nồng độ 200 $\mu\text{g/ml}$ cao ethyl acetate của chủng UP-15 có hoạt tính kháng oxy hóa tương đương với hoạt tính kháng oxy hóa của vitamin C ở nồng độ 5,59 $\mu\text{g/ml}$.

Năng lực khử của một hợp chất thể hiện rằng nó có thể đóng vai trò là chất cho electron và giúp làm giảm các sản phẩm trung gian có tính oxy hóa của quá trình peroxide hóa lipid (Bajpai, Sharma, Kang, & Beak, 2014). Chính vì vậy, cao ethyl acetate của chủng UP-15 được chọn để tiếp tục thử hoạt tính kháng oxy hóa bằng các phương pháp thử khả năng ức chế sự peroxide hóa lipid.



Hình 2. Đồ thị thể hiện năng lực khử của các chủng nấm

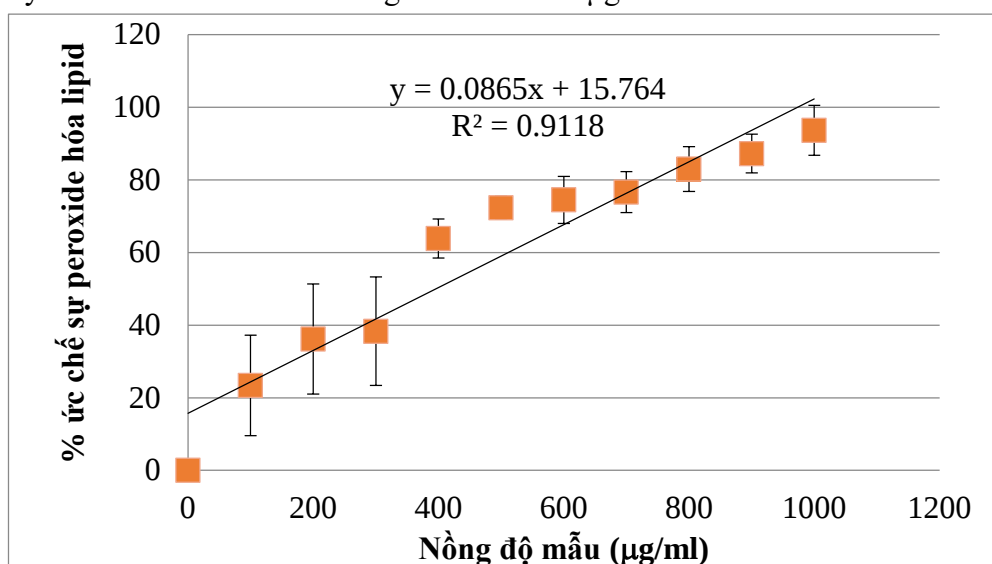
3.2.2. Kết quả khảo sát hoạt tính ức chế quá trình peroxide hóa lipid in vitro

Malonyl dialdehyde (MDA) là sản phẩm cuối cùng của quá trình peroxide hóa lipid màng tế bào gây ra bởi gốc tự do nên thường được chọn là chỉ số để đánh giá mức độ tổn thương tế bào do stress oxy hóa. Việc xác định hàm lượng MDA là một phương pháp thuận tiện và nhạy cho việc đánh giá nồng độ lipid peroxide trong nhiều mẫu khác nhau bao gồm thuốc, thực vật, mô của người và động vật. Khả năng ức chế quá peroxide hóa lipid màng tế bào được xác định dựa trên việc làm giảm hàm lượng MDA trên mẫu thử nghiệm thông qua việc làm giảm màu của phức hợp. Cường độ màu được xác định bằng cách đo mật độ quang OD ở bước sóng $\lambda = 532 \text{ nm}$ (Félix et al., 2020). Giá trị đo mật độ quang OD càng thấp chứng tỏ hoạt tính kháng oxy hóa của mẫu thử càng cao.

Trong nghiên cứu này, gan chuột nhắt trắng *Mus musculus* var. *albino* được nghiên cứu trong dung dịch đệm phosphate 50 mM theo tỉ lệ 1: 10 (gan: dung dịch đệm), li tâm bỏ cặn. Phần dịch nổi được sử dụng cho thí nghiệm xác định hoạt tính ức chế quá trình peroxide hóa lipid của cao ethyl acetate chủng UP-15. Kết quả trình bày trong Hình 3 cho thấy tỉ lệ phần

trăm ức chế quá trình peroxide hóa của cao ethyl acetate chiết xuất từ chủng UP-15 tăng dần từ 23,404% đến 93,617% theo chiều tăng của nồng độ mẫu từ 100 µg/ml đến 1000 µg/ml.

Chúng tôi tiến hành xây dựng phương trình tuyến tính thể hiện sự tương quan giữa nồng độ mẫu và tỉ lệ % ức chế quá trình peroxide hóa lipid là $y = 0,0865x + 15,764$ với giá trị $R^2 = 0,9118$. Dựa vào phương trình tuyến tính, chúng tôi xác định được giá trị IC_{50} của cao ethyl acetate chiết xuất từ chủng UP-15 là 396 µg/ml.



Hình 3. Đồ thị thể hiện tỉ lệ phần trăm ức chế sự peroxide hóa lipid của cao ethyl acetate chiết xuất từ chủng UP-15

Sự peroxide hóa lipid của màng tế bào liên quan tới nhiều loại bệnh trong đó bao gồm viêm gan (Bajpai, Sharma, Kang and Beak, 2014) và ung thư gan (Wang et al., 2016). Việc sử dụng các chất kháng oxy hóa có thể kiểm soát tác hại của các gốc oxy hóa tự do *in vitro* (Wang et al., 2016) để bảo vệ gan. Nghiên cứu của chúng tôi bước đầu phân lập và sàng lọc được chủng nấm có hoạt tính kháng oxy hóa theo hướng ức chế quá trình peroxide hóa màng tế bào. Tuy nhiên, nghiên cứu này chỉ là những cơ sở ban đầu, cần có những nghiên cứu sâu hơn để định danh chủng nấm UP-15 và khảo sát các thành phần hóa học có trong chủng nấm này để đánh giá tiềm năng ứng dụng của chủng nấm này.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã phân lập được 4 chủng vi nấm nội sinh từ các mẫu lá và rễ cây Trang ở rừng ngập mặn Cần Giờ. Cả 4 chủng này đều có hoạt tính cellulase và không có hoạt tính kháng các vi khuẩn *E. coli*, *S. aureus*. Riêng chủng UP-17 còn có hoạt tính amylase.

Cao ethyl acetate từ 4 chủng nấm đều thể hiện năng lực khử, trong đó chủng nấm UP-15 thể hiện hoạt tính mạnh nhất và ức chế sự peroxide hóa lipid. Cao ethyl acetate của chủng UP-15 có thể ức chế peroxide hóa lipid với giá trị $IC_{50} = 396$ µg/ml.

Những kết quả trên cho thấy chủng nấm UP-15 có năng lực khử và có hoạt tính ức chế

quá trình peroxide hóa lipid. Tuy nhiên, chủng nấm này cần được phân loại và các hợp chất trong cao ethyl acetate cần được xác định cấu trúc để làm cơ sở xác định tiềm năng ứng dụng.

- ❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Các tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.
❖ **Lời cảm ơn:** Nghiên cứu được tài trợ bởi Đề tài cấp Bộ mã số B2018-SPS-23.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bajpai, Sharma, Kang, & Beak. (2014). Antioxidant, lipid peroxidation inhibition and free radical scavenging efficacy of a diterpenoid compound sugiol isolated from *Metasequoia glyptostroboides*. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 7(1), 9-15. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(13\)60183-2](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(13)60183-2)
- Félix, R., Valentão, P., Andrade, P. B., Félix, C., Novais, S. C., & Lemos, M. F. L. (2020). Evaluating the In Vitro Potential of Natural Extracts to Protect Lipids from Oxidative Damage. *Antioxidants*, 9(3), 231. <https://doi.org/10.3390/antiox9030231>
- Huang, W.-Y., Cai, Y.-Z., Xing, J., Corke, H., & Sun, M. (2007). A potential antioxidant resource: Endophytic fungi from medicinal plants. *Economic Botany*, 61(1), 14. [https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2007\)61\[14:APAREF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2007)61[14:APAREF]2.0.CO;2)
- Oyaizu, M. (1986). Studies on Products of Browning Reaction. *The Japanese Journal of Nutrition and Dietetics*, 44(6), 307-315. <https://doi.org/10.5264/eiyogakuzashi.44.307>
- Ravindran, C., Naveenan, T., Varatharajan, G. R., Rajasabapathy, R., & Meena, R. M. (2012). Antioxidants in mangrove plants and endophytic fungal associations. *Botanica Marina*, 55(3), 269-279. <https://doi.org/10.1515/bot-2011-0095>
- Ruma, Kumar, & Prakash. (2013). Antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial and cytotoxic properties of fungal endophytes from *Garcinia* species. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5, 889-897.
- Siriwach, R., Kinoshita, H., Kitani, S., Igarashi, Y., Pansuksan, K., Panbangred, W., & Nihira, T. (2014). Bipolamides A and B, triene amides isolated from the endophytic fungus *Bipolaris* sp. MU34. *The Journal of Antibiotics*, 67(2), 167-170. <https://doi.org/10.1038/ja.2013.103>
- Theantana, T., Kanjanapothi, D., & Lumyong, S. (2012). In vitro Inhibition of Lipid Peroxidation and the Antioxidant System of Endophytic Fungi from Thai Medicinal Plants. *Chiang Mai Journal of Science*, 39, 429-444.
- Wang, Z., Li, Z., Ye, Y., Xie, L., & Li, W. (2016). Oxidative Stress and Liver Cancer: Etiology and Therapeutic Targets. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/7891574>
- Wei, Zhou, & Lin (2010). Antioxidant activities of extract and fractions from the hypocotyls of the mangrove plant *Kandelia candel*. *International Journal of Molecular Sciences*, 11(10), 4080-4093. <https://doi.org/10.3390/ijms11104080>

- Yanishlieva, N. V., Marinova, E., & Pokorný, J. (2006). Natural antioxidants from herbs and spices. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108(9), 776-793. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200600127>
- Zhao, Shan, Mou, & Zhou. (2011). Plant-derived bioactive compounds produced by endophytic fungi. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 11(2), 159-168. <https://doi.org/10.2174/138955711794519492>

**A STUDY OF LIPID PEROXIDATION INHIBITION OF ENDOPHYTIC FUNGI
ISOLATED FROM *Kandelia candel* DERIVED FROM CAN GIO MANGROVE**

Tran Thi Minh Dinh*, Nguyen Ngoc Phuong, Nguyen Thi Hang, Duong Thuc Huy

Ho Chi Minh City University of Education, Vietnam

**Corresponding author: Tran Thi Minh Dinh – Email: dinhhtm@hcmue.edu.vn*

Received: December 11, 2020; Revised: December 21, 2020; Accepted: December 29, 2020

ABSTRACT

Mangrove tree Kandelia candel has been shown to be rich in phenol and flavonoid compounds, resulting in strong antioxidant activity. Therefore, endophytic fungi isolated from this plant can be potentially used to produce antioxidants. In this study, we isolated endophytic fungi from the leaves and roots of K. candel, then investigated basic biological characteristics and the antioxidant activity by reducing power and lipid peroxidation inhibition activity. As a result, four endophytic fungal strains from K. candel leaves and roots were identified and preserved in the Biochemistry and Microbiology Laboratory of the Ho Chi Minh University of Education with the codes of UP-15, UP-16, UP-17, and UP-18. The ethyl acetate extracts from these four strains all show the reducing power. The ethyl acetate extract of the UP-15 strain exhibits the lipid peroxidation inhibition activity with an IC_{50} of 396 $\mu\text{g/ml}$.

Keywords: antioxidant activity; Can Gio mangroves; endophytic fungi; *Kandelia candel*, lipid peroxidation inhibition