



DOI:10.22144/ctujos.2024.338

ĐÁNH GIÁ HOẠT TÍNH KHÁNG OXY HÓA VÀ KHÁNG VIÊM CỦA CAO CHIẾT NẤM LINH CHI (*Ganoderma lucidum*) TRỒNG TRÊN CƠ CHẤT MÙN CUA VÀ BÃ MÍA

Ngô Thị Cẩm Tú¹, Huỳnh Kim Yên^{2,*}, Quách Bích Trân² và Trần Phương Thảo²¹Trường Đại học Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ²Trường Đại học Kiên Giang

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): hkyen@vnkgu.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 10/04/2024

Sửa bài (Revised): 07/06/2024

Duyệt đăng (Accepted): 11/07/2024

Title: Evaluation of the antioxidant and anti-inflammatory activities of *Ganoderma lucidum* extract grown on sawdust substrate and sugarcane bagasse.

Author(s): Ngo Thi Cam Tu¹, Huynh Kim Yen^{2,*}, Quach Bich Tran² and Tran Phuong Thao²

Affiliation(s): ¹Can Tho University of Technology, ²Kien Giang University

TÓM TẮT

Linh chi (*Ganoderma lucidum*) là một loài nấm dược liệu được sử dụng để tăng cường hệ miễn dịch do chứa nhiều hoạt chất sinh học. Nghiên cứu này nhằm mục đích đánh giá hoạt tính kháng oxy hóa và kháng viêm của cao chiết nấm linh chi (*Ganoderma lucidum*) trồng trên hai cơ chất mùn cua và bã mía. Kết quả cho thấy cao chiết nấm linh chi trồng trên hai cơ chất đều thể hiện hoạt tính kháng oxy ở ba phương pháp thử nghiệm ABTS^{•+}, DPPH và TAC. Trong đó, cao chiết nấm linh chi trồng trên cơ chất bã mía cho hoạt tính mạnh nhất với giá trị IC₅₀ hoặc Abs_{0,5} lần lượt là 17,94 µg/mL, 935,84 µg/mL, 559,25 µg/mL. Cao chiết nấm linh chi trồng trên cơ chất bã mía (IC₅₀ = 171,01 µg/mL) có tác dụng kháng viêm mạnh hơn cao chiết nấm linh chi trồng trên cơ chất mùn cua (IC₅₀ = 223,97 µg/mL). Những kết quả trên chỉ ra rằng nấm linh chi trồng trên cơ chất bã mía cho hàm lượng hoạt chất sinh học cao hơn trồng trên mùn cua.

Từ khóa: Kháng oxy hóa, kháng viêm, linh chi, mùn cua, bã mía

ABSTRACT

Ganoderma lucidum is a medicinal mushroom used to strengthen the immune system because it contains many biologically active ingredients. This study aims to evaluate the antioxidant and anti-inflammatory activities of *G. lucidum* extract grown on two substrates: sawdust and sugarcane bagasse. The results showed that the extract grown on the two substrates showed antioxidant activity on the three testing methods ABTS^{•+}, DPPH and TAC. Among them, the extract from *G. lucidum* grown on sugarcane bagasse showed the strongest activity with IC₅₀ or Abs_{0.5} values of 17.94 µg/mL, 935.84 µg/mL, 559.25 µg/mL, respectively. The results showed that the extract from *G. lucidum* grown on sugarcane bagasse substrate (IC₅₀ = 171.01 µg/mL) has a stronger anti-inflammatory effect than the extract from *G. lucidum* grown on sawdust substrate (IC₅₀ = 223.97 µg/mL). The above results indicate that *Ganoderma* grown on sugarcane bagasse has better biological active ingredient content than grown on sawdust.

Keywords: Antioxidant, anti-inflammatory, *Ganoderma lucidum*, sawdust substrate, sugarcane bagasse

1. GIỚI THIỆU

Nấm là nguồn cung cấp thực phẩm chức năng có nhiều tác dụng dược lý như kháng ung thư, kháng viêm và điều hòa miễn dịch. Các polysaccharide như krestin, lentinan và schizophyllan đã được phân lập từ nhiều loại nấm khác nhau (Joseph et al., 2011). Viêm là một chuỗi các hiện tượng phản ứng sinh lý của cơ thể do nhiều tác nhân như nhiễm trùng, các phản ứng miễn dịch, tổn thương do nhiệt hoặc stress oxy hóa. Nhiều nghiên cứu chứng minh rằng giữa ROS và viêm có mối quan hệ mật thiết (Ben et al., 2017). Chính vì vậy, trong những năm gần đây việc đánh giá hoạt tính kháng oxy hóa và kháng viêm là một trong những cơ sở ban đầu cho các nghiên cứu về thực phẩm chức năng có khả năng kháng oxy hóa và điều trị các bệnh về viêm (Ngọc và ctv., 2021). Hơn nữa, nấm linh chi đã được báo cáo chứa nhiều hợp chất có hoạt tính kháng oxy hóa, kháng viêm, kháng ung thư và hạ huyết áp. Triterpenoid gây độc tế bào ung thư và polysaccharide điều hòa miễn dịch là thành phần hóa học chính của nấm linh chi (Yang et al., 2019; Cör Andrejč et al., 2022). Hiện nay, một số nghiên cứu về thành phần cơ chất trồng nấm linh chi cho thấy thân cây bông, bã mía, rơm rạ là cơ chất thích hợp cho sự phát triển của hệ sợi nấm (Rashad et al., 2019). Hàm lượng và thành phần hoạt chất sinh học trong nấm linh chi phụ thuộc vào quá trình chuyển hóa, điều kiện địa lý, sinh thái, cơ chất trồng nấm (Gargano et al., 2017). Tuy nhiên, các nghiên cứu về hoạt tính kháng oxy hóa và kháng viêm của nấm linh chi trồng trên hai cơ chất khác nhau và bã mía còn hạn chế. Do đó, nghiên cứu này hướng tới đánh giá hàm lượng và hoạt tính sinh học của nấm linh chi trồng trên hai cơ chất khác nhau.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương tiện

Vật liệu thí nghiệm: nấm linh chi được trồng trên hai cơ chất khác nhau mùn cưa (LC_{MC}) và bã mía (LC_{BM}) tại nhà lưới Trường Đại học Kiên Giang.

+ Giá thể mùn cưa gồm mùn cưa cao su (80%), cám gạo (13%), bột bắp (5%), $CaCO_3$ (2%).

+ Giá thể bã mía gồm bã mía (80%), cám gạo (13%), bột bắp (5%), $CaCO_3$ (2%).

2.2. Phương pháp thực nghiệm

2.2.1. Điều chế cao chiết

Quả thể của nấm linh chi được thu hái, sau đó sấy khô $60^\circ C$. Mẫu sau khi sấy khô, tiến hành xây nhỏ và ngâm chiết trong ethanol 96° với tỉ lệ 1:4 (w/v) trong 48 giờ. Sau đó, dịch chiết được cô quay để thu được cao chiết. Các mẫu cao chiết sau khi thu

được sẽ được trữ ở $4^\circ C$ để tiến hành sử dụng cho các thí nghiệm (Phụng, 2007).

2.2.2. Định tính thành phần hóa học của cao chiết linh chi

Thành phần hóa học của cao chiết nấm linh chi được định tính bằng các phản ứng hóa học đặc trưng theo phương pháp của Jasuja et al., (2013).

2.2.3. Định lượng polyphenol tổng, flavonoid và polysaccharide

Định lượng polyphenol tổng bằng thuốc thử Folin-Ciocalteu

Hàm lượng polyphenol được xác định theo phương pháp của Men et al. (2022). Hỗn hợp phản ứng gồm 250 μL cao chiết nấm linh chi trong 250 μL nước và 250 μL thuốc thử Folin-Ciocalteu (1:4), lắc đều. Sau đó, dung dịch được bổ sung thêm 250 $\mu L Na_2CO_3$ 10% rồi ủ 30 phút ở $40^\circ C$. Độ hấp thụ quang phổ của hỗn hợp phản ứng được đo ở bước sóng 765 nm. Gallic acid được sử dụng như chất đối chứng dương. Hàm lượng polyphenol tổng trong cao chiết ethanol từ nấm linh chi được xác định dựa trên phương trình đường chuẩn gallic acid.

Phương pháp định lượng flavonoid

Hàm lượng flavonoid toàn phần được xác định theo Bag et al. (2015) có hiệu chỉnh. Hỗn hợp phản ứng gồm 1 mL cao chiết nấm linh chi ở nồng độ khảo sát pha trong 1 mL nước cất rồi lắc đều. Sau đó, 200 $\mu L NaNO_2$ 5% được bổ sung thêm vào hỗn hợp trên. Để yên 5 phút tiếp tục thêm 200 $\mu L AlCl_3$ 10%, lắc đều. Hỗn hợp phản ứng sau khi ủ 6 phút được thêm 2 mL NaOH 1M và nước cho đủ 5 mL. Hỗn hợp phản ứng được đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 510 nm. Quercetin được sử dụng như chất đối chứng dương.

Xác định hàm lượng polysaccharide

Hàm lượng polysaccharide trong mẫu được xác định theo phương pháp phenol - acid sulfuric, được mô tả bởi Nielsen (2010) có hiệu chỉnh. Thành phần phản ứng bao gồm: 100 μL mẫu chuẩn hoặc cao chiết; 1 mL phenol 5% và 1 mL H_2SO_4 đậm đặc. Dung dịch sau khi phản ứng được để nguội ở nhiệt độ phòng và tiến hành đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 490 nm. Hàm lượng polysaccharide được định lượng dựa trên phương trình đường chuẩn glucose.

2.2.4. Hoạt tính kháng oxy hóa

Hiệu quả trung hòa gốc tự do bằng phương pháp DPPH

Khả năng kháng oxy hóa của các cao chiết nấm linh chi được xác định theo Yen et al. (2024). Hỗn hợp phản ứng gồm 40 µl DPPH và 960 µl cao chiết nấm linh chi ở các nồng độ khác nhau. Hỗn hợp phản ứng được ủ tối trong thời gian 30 phút, sau đó đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 517 nm.

Hiệu quả trung hòa gốc tự do bằng phương pháp ABTS^{•+}

Hiệu quả trung hòa gốc tự do ABTS^{•+} được xác định bằng phương pháp khử màu dung dịch ABTS^{•+} được mô tả bởi Nenadis et al. (2004). Hỗn hợp phản ứng gồm 990 µL dung dịch ABTS^{•+} và 10 µL mẫu cao chiết nấm linh chi (ở các nồng độ khác nhau). Hỗn hợp phản ứng được ủ trong thời gian 6 phút, sau đó đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 734 nm.

Phương pháp phosphomolydenum (TAC)

Tổng chất kháng oxy hóa được xác định theo phương pháp của Men et al. (2022). Gallic acid được sử dụng như chất đối chứng dương. Hỗn hợp gồm 100 µL mẫu thử cho vào 1000 µL dung dịch A gồm có H₂SO₄ 0,6 M, sodium phosphate 28 mM, ammonium molybdate 4 mM. Hỗn hợp được ủ ở nhiệt độ 95°C trong 90 phút, đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 695 nm.

2.2.5. Hoạt tính kháng viêm in vitro của cao chiết nấm linh chi

Khả năng kháng viêm của các cao chiết được khảo sát thông qua hoạt động ức chế sự biến tính protein được thực hiện theo phương pháp của Shah et al. (2017) có hiệu chỉnh. Hỗn hợp phản ứng gồm 150 µL cao chiết với 150 µL dung dịch albumin huyết thanh bò (bovine serum albumin (BSA), Ấn Độ) 5%. Sau đó, hỗn hợp được ủ ở 27°C trong 15 phút. Sự biến tính protein được gây ra bằng cách giữ hỗn hợp phản ứng ở 60°C trong 10 phút. Sau khi làm mát, tiến hành đo độ hấp thụ quang phổ tại bước sóng 660 nm.

2.3. Thống kê phân tích số liệu

Kết quả được trình bày ở dạng giá trị trung bình ± sai số chuẩn của các giá trị trung bình thực hiện trên phần mềm Microsoft Excel 2013. Sự khác biệt có ý nghĩa giữa các mẫu thí nghiệm được thực hiện bằng phương pháp thống kê ANOVA một yếu tố (α = 5%) trên phần mềm Minitab 16.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả định tính thành phần hóa học

Kết quả Bảng 1 cho thấy thành phần hóa học của cao chiết nấm linh chi bã mía và mùn cưa đều có

chứa các nhóm hợp chất có hoạt tính sinh học như alkaloid, flavonoid, glycoside, tannin. Sự hiện diện của các hợp chất trên là tiền đề cơ sở chứng minh về hoạt tính sinh học đáng quý của nấm linh chi. Kết quả này tương tự với kết quả nghiên cứu của Cơ và ctv. (2018), có sự hiện diện của các hợp chất alkaloid, polyphenol, steroid, terpenoid, saponin, polysaccharid. Điều này cho thấy rằng nấm linh chi là dược liệu đầy tiềm năng sinh học có lợi cho sức khỏe con người.

Bảng 1. Kết quả định tính thành phần hóa học của cao chiết nấm linh chi trên hai cơ chất

Thành phần	Thuốc thử	Kết quả	
		L _{CMC}	L _{CBM}
Alkaloid	Wagner	+	+
	Dragendroff	+	+
Flavonoid	FeCl ₃ 5%	+	+
	Chì acetate bão hòa	+	+
Tannin	Stiasny	-	+
	Gelatin mặn	+	+
Glycoside	Fehling	+	+
	Tollens	+	+

Ghi chú: dấu (+) có hiện diện; (-) không hiện diện.

3.2. Kết quả định lượng hợp chất polyphenol, flavonoid và polysaccharide

Hàm lượng polyphenol (TPC) với chất chuẩn là gallic acid trong dãy nồng độ từ 2 đến 12 µg/ml có phương trình hồi quy tuyến tính $y = 0,00841x + 0,0004$ ($r^2 = 0,9959$). Hàm lượng flavonoid toàn phần (TFC) từ chất chuẩn quercetin trong dãy nồng độ từ 20 đến 120 µg/ml với phương trình hồi quy tuyến tính $y = 0,0053x + 0,0012$ ($r^2 = 0,9918$). Hàm lượng polysaccharide (PE) từ chất chuẩn glucose trong dãy nồng độ từ 1 đến 5 µg/ml với phương trình hồi quy tuyến tính $y = 0,1811x + 0,0698$ ($r^2 = 0,9524$). Trên cơ sở các đường chuẩn này, kết quả định lượng hàm lượng polyphenol, flavonoid và polysaccharide được xác định và trình bày ở Bảng 2.

Hàm lượng polyphenol, flavonoid và polysaccharide của cao chiết nấm linh chi trồng trên cơ chất mùn cưa có giá trị lần lượt là $111,96 \pm 2,73$ mg GAE/g cao chiết; $140,78 \pm 5,23$ mg QE/g cao chiết; $69,64 \pm 0,29$ mg/g cao chiết. Tương tự, cao chiết nấm linh chi trồng trên cơ chất bã mía lần lượt là $118,03 \pm 1,14$ mg GAE/g, $437,84 \pm 0,31$ mg QE/g, $318,78 \pm 4,41$ mg/g. Hàm lượng TPC, TFC, PE của 2 cao chiết nấm linh chi trong nghiên cứu này cao hơn một số nghiên cứu với giá trị tương ứng

là 16,2 mg GAE/100g dw (Kim et al., 2018); 29,09 ± 0,05 QE/100g dw (Goud et al., 2019); 14 mg PE/g cao chiết (Heleno et al., 2012). Các hợp chất polyphenol, flavonoid và polysaccharide là những hợp chất hiện diện nhiều trong thực vật và được chứng minh có nhiều hoạt tính sinh học (Pourreza et al., 2013).

Bảng 2. Hàm lượng polyphenol, flavonoid và polysaccharide của cao chiết nấm linh chi

Phương pháp Định lượng	LC _{BM}	LC _{MC}
TPC (mg GAE/g)	118,03 ± 1,14 ^a	111,96 ± 2,73 ^b
TFC (mg QE/g)	437,84 ± 0,30 ^a	140,78 ± 5,23 ^b
PE (mg/g)	318,78 ± 4,41 ^a	69,64 ± 0,29 ^b

Ghi chú: LC_{BM}: cao chiết linh chi trên bã mía; LC_{MC}: cao chiết linh chi trên mùn cưa. Các giá trị có các chữ cái theo sau trong cùng một cột khác nhau thì sẽ khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%

3.3. Kết quả đánh giá hoạt tính kháng oxy hóa

3.3.1. Hiệu quả trung hòa gốc tự do DPPH

Kết quả Bảng 3 cho thấy, hiệu suất trung hòa gốc tự do DPPH của cao chiết nấm linh chi tỷ lệ thuận với nồng độ cao chiết. Khi khảo sát cao chiết ở các nồng độ 500, 1000, 1500, 2000 µg/mL thì hiệu suất trung hòa gốc tự do cũng tăng dần theo nồng độ cao chiết từ 22,58 ± 2,86% đến 59,98 ± 1,402%. Tương tự, hiệu suất trung hòa gốc tự do của cao chiết nấm linh chi trồng trên cơ chất bã mía tăng từ 35,08 ± 1,78% đến 88,773 ± 0,606%.

Bảng 3. Khả năng trung hòa gốc tự do DPPH của cao chiết nấm linh chi

Nồng độ cao chiết (µg/mL)	Hiệu quả trung hòa gốc tự do (%)	
	LC _{MC}	LC _{BM}
0	0,00 ^c	0,00 ^c
500	22,58 ± 2,86 ^d	35,08 ± 1,78 ^d
1000	41,49 ± 1,33 ^c	63,60 ± 0,94 ^c
1500	54,31 ± 3,04 ^b	76,79 ± 1,06 ^b
2000	59,98 ± 1,40 ^a	88,77 ± 0,60 ^a

Ghi chú: Các giá trị có các chữ cái theo sau trong cùng một cột khác nhau thì sẽ khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%

Cao chiết nấm linh chi được trồng trên cơ chất mùn cưa có khả năng kháng oxy hóa thấp hơn (IC₅₀=1470,36 ± 58,97 µg/mL) nấm linh chi trồng trên cơ chất bã mía (IC₅₀=935,84 ± 15,70 µg/mL). Bên cạnh đó, cao chiết nấm linh chi trồng trên cơ chất mùn cưa và bã mía có hoạt tính kháng oxy hóa

thấp hơn chất chuẩn là vitamin C (IC₅₀=8,85 ± 0,12) lần lượt 166,14 và 105,74 lần. So sánh với nghiên cứu của Goud et al., (2019) thì kết quả này có hoạt tính kháng oxy hóa thấp hơn với giá trị IC₅₀ là 143,23 µg/mL.

3.3.2. Hiệu quả trung hòa gốc tự do ABTS^{•+}

Kết quả cho thấy khi tăng nồng độ từ 10 đến 50 µg/mL thì hiệu suất trung hòa gốc tự do của hai mẫu cao chiết cũng tăng dần từ 15,11 đến 99,04 % (Bảng 4). Cao chiết nấm linh chi trồng trên cơ chất bã mía có hiệu suất trung hòa gốc tự do ABTS^{•+} cao hơn nấm linh chi trồng trên cơ chất mùn cưa ở cùng nồng độ khảo sát.

Bảng 4. Hiệu suất trung hòa gốc tự do ABTS^{•+}

Nồng độ cao chiết (µg/mL)	Hiệu suất hấp thụ gốc tự do (%)	
	LC _{MC}	LC _{BM}
0	0,00 ^f	0,00 ^f
10	15,11 ± 0,09 ^c	41,30 ± 0,04 ^c
20	49,16 ± 0,02 ^d	63,46 ± 0,05 ^d
30	66,30 ± 0,12 ^c	82,80 ± 0,11 ^c
40	81,14 ± 0,00 ^b	95,18 ± 0,02 ^b
50	90,82 ± 0,07 ^a	99,04 ± 0,07 ^a

Ghi chú: Các giá trị có các chữ cái theo sau trong cùng một cột khác nhau thì sẽ khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%

3.3.3 Hiệu quả trung hòa dựa trên năng lực khử Phosphomolybdenum (TAC)

Từ kết quả thể hiện trong Bảng 5 cho thấy, khả năng khử Mo (VI) của cao chiết nấm linh chi trồng trên cơ chất mùn cưa khi tăng nồng độ từ 91 – 727 µg/mL thì giá trị Abs_{0,5} cũng tăng tuyến tính từ 0,006 đến 0,448. Tương tự, cao chiết nấm linh chi trồng trên cơ chất bã mía có giá trị Abs_{0,5} tăng từ 0,45 đến 0,533.

Khi so sánh giá trị IC₅₀ của hai loại cao chiết nấm linh chi được trồng trên hai loại cơ chất khác nhau với từng phương pháp và so sánh với các chất chuẩn là vitamin C và gallic acid có thể xác định được khả năng kháng oxy hóa của cao chiết. Giá trị IC₅₀ của cao chiết nấm linh chi trồng trên cơ chất mùn cưa và bã mía lần lượt là 695 ± 0,01 µg/mL và 599,25 ± 1,85 µg/mL thấp hơn giá trị IC₅₀ chất chuẩn là gallic (IC₅₀ = 10,8 ± 0,01 µg/mL) lần lượt là 64,35 và 55,49 lần (Bảng 6).

Thông qua giá trị IC₅₀ hoặc Abs_{0,5} cho thấy rằng, khả năng kháng oxy hóa của cao chiết nấm linh chi trồng trên cơ chất mùn cưa thấp hơn khả năng kháng oxy hoá cao chiết nấm linh chi trồng trên bã mía ở tất cả các phương pháp thử nghiệm DDPH, ABTS^{•+}

và TAC. Nhiều nghiên cứu chứng minh rằng hoạt tính kháng oxy hóa của thực vật chủ yếu được quyết định bởi các hợp chất thứ cấp (polyphenol, flavonoid) có hoạt tính sinh học như kháng oxy hóa. Vì vậy kết quả định lượng hợp chất polyphenol và

flavonoid của nấm linh chi trồng trên cơ chất bã mía cao hơn nấm linh chi trồng trên cơ chất mùn cưa cũng góp phần quan trọng khẳng định hoạt tính kháng oxy hóa của nấm trồng trên hai cơ chất khác nhau.

Bảng 5. Năng lực khử TAC của cao chiết Linh Chi trên hai cơ chất

Nồng độ cao chiết (µg/mL)	Giá trị Abs _{0,5} (µg/mL)	
	LC _{MC}	LC _{BM}
0	0,00 ^h	0,00 ^h
91	0,006 ± 0,0001 ^f	0,045 ± 0,0001 ^f
182	0,139 ± 0,0003 ^e	0,179 ± 0,0009 ^e
273	0,180 ± 0,0001 ^f	0,249 ± 0,0005 ^f
364	0,289 ± 0,0003 ^d	0,342 ± 0,0001 ^d
455	0,358 ± 0,0001 ^c	0,395 ± 0,0001 ^c
545	0,445 ± 0,0006 ^b	0,448 ± 0,0005 ^b
727	0,448 ± 0,0001 ^a	0,533 ± 0,0003 ^a

Ghi chú: Các giá trị có các chữ cái theo sau trong cùng một cột khác nhau thì sẽ khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%

Bảng 6. Giá trị IC₅₀ của các phương pháp kháng oxy hóa

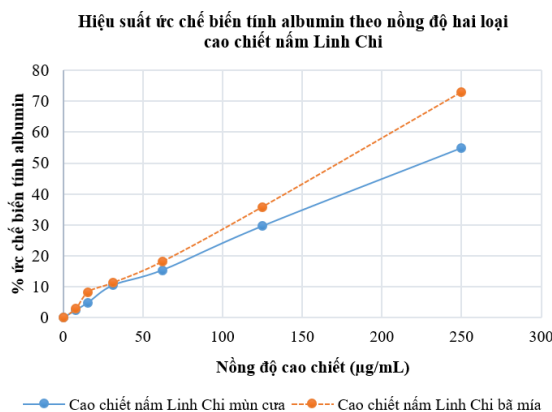
Mẫu thử	IC ₅₀ (µg/mL)		
	DPPH	ABTS ^{•+}	TAC
Chất chuẩn*	8,85 ± 0,12	5,75 ± 0,00	10,8 ± 0,01
LC _{MC}	1470,36 ± 58,97	24,78 ± 0,02	695 ± 0,01
LC _{BM}	935,84 ± 15,70	17,94 ± 0,02	599,25 ± 1,85

* Chất chuẩn lần lượt là vitamin C trong phương pháp DPPH và gallic acid trong phương pháp ABTS^{•+} và TAC.

Điều này có thể giải thích rằng trên cơ chất nuôi trồng nấm linh chi chỉ khác nhau về thành phần chính là bã mía và mùn cưa nhưng hàm lượng hoạt chất sinh học tạo thành trong quá trình chuyển hóa có sự khác nhau. Nguyên nhân có thể là do bã mía chứa hàm lượng cacbohydrat nhiều hơn và dễ hấp thu hơn so mùn cưa. Vì vậy, hệ sợi nấm phát triển nhanh và chuyển hóa tạo nhiều hợp chất thứ cấp có hoạt tính sinh học.

3.4. Kết quả hoạt tính kháng viêm *in vitro* của cao chiết nấm linh chi

Hoạt tính kháng viêm của cao chiết nấm linh chi trên hai cơ chất được khảo sát thông qua hoạt động ức chế albumin (BSA). Kết quả trình bày ở Hình 1 cho thấy tác động ức chế albumin của hai loại cao chiết tăng tuyến tính theo nồng độ cao chiết. Khi tăng nồng độ từ 7 đến 250 µg/mL, tỷ lệ kháng viêm của cao chiết nấm linh chi trồng trên cơ chất mùn cưa tăng từ 2,40% đến 54,81%. Tuy nhiên, ở nồng độ khảo sát tương ứng thì cao chiết nấm linh chi trồng trên cơ chất bã mía tăng từ 2,88% đến 72,97%. Ở cùng nồng độ 250 µg/mL, cao chiết nấm linh chi trồng trên cơ chất bã mía có phần trăm ức chế cao hơn 1,33 lần so với trồng trên cơ chất mùn cưa.



Hình 1. Hiệu suất ức chế biến tính albumin theo nồng độ của hai loại cao chiết nấm linh chi

Dựa vào các giá trị khảo sát xác định được giá trị IC₅₀ (µg/mL) của các cao chiết và chất đối chiếu Diclofenac (Bảng 7).

Bảng 7. Giá trị IC₅₀ (µg/mL) của các cao chiết và chất đối chiếu

Mẫu	IC ₅₀ (µg/mL)
Diclofenac	36,99 ± 0,16
LC _{MC}	223,97 ± 9,72
LC _{BM}	171,01 ± 6,70

Khả năng ức chế biến tính albumin càng cao thì IC₅₀ càng thấp. Từ kết quả cho thấy hoạt tính kháng viêm của cao chiết nấm linh chi trên cơ chất mùn cưa (IC₅₀ = 223,97 ± 9,72 µg/mL) thấp hơn 6,05 lần so với chất đối chiếu Diclofenac (IC₅₀ = 36,99 ± 0,16 µg/mL). Tuy nhiên, cao chiết nấm linh chi trên cơ chất bã mía có hoạt tính kháng viêm mạnh hơn nấm linh chi trồng trên cơ chất mùn cưa với giá trị IC₅₀ là 171,01 ± 6,70 µg/mL. Nhiều nghiên cứu chứng minh polysaccharide nguồn gốc tự nhiên có hoạt tính kháng viêm mạnh, làm lành vết thương và tăng cường miễn dịch (Dourado et al., 2004). Bên cạnh đó, kết quả định lượng polysaccharide của cao chiết nấm linh chi trồng trên cơ chất bã mía (318,78 mg/g) cao hơn cơ chất mùn cưa (69,64 mg/g) góp phần khẳng định kết quả hoạt tính kháng viêm của hai loại cao chiết. Ngoài ra, hoạt tính kháng viêm của hai cao chiết này

đều thấp hơn so với nghiên cứu của Lu et al. (2019) với giá trị IC₅₀ là 4,68 ± 0,09.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu cho thấy, cao chiết nấm linh chi được trồng trên hai cơ chất khác nhau có hàm lượng hợp chất hoạt tính sinh học khác nhau. Điều này thể hiện qua hoạt tính kháng oxy hóa và kháng viêm của 2 loại cao chiết nấm linh chi. Kết quả cho thấy cao chiết nấm linh chi trồng trên cơ chất bã mía có hoạt tính kháng oxy hóa (DPPH, ABTS^{•+}, TAC) và kháng viêm *in vitro* (trên mô hình ức chế biến tính albumin do nhiệt) đều cao hơn so với nấm linh chi trồng trên cơ chất mùn cưa. Vì vậy, kết quả trên cho thấy yếu tố cơ chất có ảnh hưởng hoạt tính sinh học trong nấm linh chi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bag, G. C., Devi, P. G. and Bhaigyabati, T., 2015. Assessment of total flavonoid content and antioxidant activity of methanolic rhizome extract of three *Hedychium* species of Manipur valley. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 30(1), 154-159.
- Ben S., M., Affes, H., Athmouni, K., Ksouda, K., Dhouibi, R., Sahnoun, Z., Hammami, S., Zeghal, K. M. (2017). Chemicals Compositions, Antioxidant and Anti-Inflammatory Activity of *Cynara scolymus* Leaves Extracts, and Analysis of Major Bioactive Polyphenols by HPLC. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2017, 14. doi:10.1155/2017/4951937
- Cơ, L. V., San, N. T. X., Thanh, N. T., Nhân, N. T., Khảo sát khả năng bắt gốc tự do DPPH, ABTS của cao chiết từ một số loài nấm linh chi đen (*Amauroderma*) thu hái tại tỉnh Đắk Lắk. *Tạp chí Y dược Cần Thơ*, 2018, 16, 229-240.
- Cör Andrejč, D., Knez, Ž., & Knez Marevci, M. (2022). Antioxidant, antibacterial, antitumor, antifungal, antiviral, anti-inflammatory, and neuro-protective activity of *Ganoderma lucidum*: An overview. *Frontiers in pharmacology*, 13, 934982.
- Dourado, F., Madureira, P., Carvalho, V., Coelho, R., Coimbra, M. A., Vilanova, M., ... & Gama, F. M. (2004). Purification, structure and immunobiological activity of an arabinan-rich pectic polysaccharide from the cell walls of *Prunus dulcis* seeds. *Carbohydrate Research*, 339(15), 2555-2566.
- Gargano, M. L., van Griensven, L. J., Isikhuemhen, O. S., Lindequist, U., Venturella, G., Wasser, S. P., & Zervakis, G. I. (2017). Medicinal mushrooms: Valuable biological resources of high exploitation potential. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 151(3), 548-565.
- Goud, N. S., Das, S. K., Himanshu, R., & Kumari, S. K. (2019). Antioxidant activity, antibacterial activity and total phenol and flavonoid analysis of *Ganoderma lucidum*. *Journal of Global Trends in Pharmaceutical Sciences*, 10(4), 6894-6899.
- Heleno, S. A., Barros, L., Martins, A., Queiroz, M. J. R. P., Santos-Buelga, C., Ferreira, I. C. F. R. (2012). Fruiting body, spores and *in vitro* produced mycelium of *Ganoderma lucidum* from Northeast Portugal: A comparative study of the antioxidant potential of phenolic and polysaccharidic extracts. *Food Research International*, 46(1), 135-140. doi:10.1016/j.foodres.2011.12.009
- Jasuja, N. D., Sharma, S. K., Saxena, R., Choudhary, J., Sharma, R., & Joshi, S. C. (2013). Antibacterial, antioxidant and phytochemical investigation of *Thuja orientalis* leaves. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(25), 1886-1893.
- Joseph, S., Sabulal, B., George, V., Antony, K. R., & Janardhanan, K. K. (2011). Antitumor and anti-inflammatory activities of polysaccharides isolated from *Ganoderma lucidum*. *Acta pharmaceutica*, 61(3), 335-342.
- Kim M.-Y., Seguin P., Ahn J.-K., Kim J.-J., Chun S.-C., Kim E., Seo S., Kang E., Kim S., Park Y. (2018). Phenolic compound concentration and antioxidant activities of edible and medicinal mushrooms from Korea. *J. Agric. Food Chem.* 56,7265–7270. doi: 10.1021/jf8008553
- Nenadis, N., Wang, L. F., Tsimidou, M., & Zhang, H. Y. (2004). Estimation of scavenging activity of phenolic compounds using the ABTS^{•+} assay.

- Journal of agricultural and food chemistry*, 52(15), 4669-4674.
- Nielsen, S. S. (2009). Phenol-Sulfuric Acid Method for Total Carbohydrates. In *Food Analysis Laboratory Manual* (pp. 47-53).
- Ngọc, N. T. B., Linh, T. C., & Hạnh, N. T. H. (2021). Khảo sát hoạt tính kháng oxy hóa và kháng viêm in vitro của cao chiết phần trên mặt đất của cây Rau Ngô (*Enhydra fluctuans* Lour.). *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, 10(3), 84-92.
- Men, T. T., Yen, H. K., Lan, H. T. C., Son, N. H., Khang, D. T., & Tuan, N. T. (2022). Phytochemical Screening and Evaluation of Antioxidant, Antibacterial Activities of Ethanol Extract from *Combretum quadrangulare* Collected in Vietnam. *International Journal of Pharma Medicine and Biological Sciences*, 11(3), 59-64.
- Phụng, N. K. P. (2007). Phương pháp ly trích hợp chất hữu cơ. *NXB Đại học Quốc gia, Hồ Chí Minh*.
- Pourreza, N. (2013). Phenolic compounds as potential antioxidant. *Jundishapur journal of natural pharmaceutical products*, 8(4), 149.
- Prieto, P., Pineda, M., & Aguilar, M. (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Analytical biochemistry*, 269(2), 337-341.
- Rashad, F. M., El Kattan, M. H., Fathy, H. M., Abd El-Fattah, D. A., El Tohamy, M., & Farahat, A. A. (2019). Recycling of agro-wastes for *Ganoderma lucidum* mushroom production and *Ganoderma post* mushroom substrate as soil amendment. *Waste management*, 88, 147-159.
- Shah, M., Parveen Z., Khan M. R., 2017. Evaluation of antioxidant, antiinflammatory, analgesic and antipyretic activities of the stem bark of *Sapindus mukorossi*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 17, 526
- Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M., 1999. Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Method Enzymol*. 299C(1), 152-178.
- Song, T., Zhang, Z., Liu, S., Chen, J., & Cai, W. (2020). Effect of cultured substrates on the chemical composition and biological activities of Lingzhi or Reishi medicinal mushroom, *Ganoderma lucidum* (Agaricomycetes). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 22(12), 1183-1190.
- Valko, M., Rhodes, C. J., Moncol, J., Izakovic, M., Mazur, M. (2006). Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chem Biol Interact*, 160(1), 1-40. doi: 10.1016/j.cbi.2005.12.009
- Yang, Y., Zhang, H., Zuo, J., Gong, X., Yi, F., Zhu, W., Li, L. (2019). Advances in research on the active constituents and physiological effects of *Ganoderma lucidum*. *Biomedical Dermatology*, 3(1). doi:10.1186/s41702-019-0044-0
- Yen, H. K., Tuan, N. T., Thanh, N. Q. C., Tran, T. T., & Men, T. T. (2024). Antioxidant activity and chemical composition of *Spirolobium cambodianum* Baill. *Vietnam Journal of Chemistry*, 62,78-84.