

MAO MỘC NHĨ – THÀNH PHẦN HÓA HỌC VÀ HOẠT TÍNH SINH HỌC

Huỳnh Nguyên Thảo Vy⁽¹⁾

(1) Trường Đại học Thủ Dầu Một

Ngày nhận bài 16/6/2022; Ngày phản biện 17/6/2022; Chấp nhận đăng 20/7/2022

Liên hệ Email: vyhnt@tdmu.edu.vn

<https://doi.org/10.37550/tdmu.VJS/2022.06.347>

Tóm tắt

Mao mộc nhĩ có tên danh pháp hai phần là *Auricularia polytricha* (Mont.) Sacc. là một loại nấm phổ biến dùng trong thực phẩm ở nhiều nước châu Á. Với đặc tính phân bố rộng, giàu dinh dưỡng, giá trị kinh tế cao mà loại nấm này đã đóng vai trò quan trọng trong đời sống của người dân. Mặc dù được sử dụng phổ biến, song các kiến thức khoa học về mao mộc nhĩ vẫn chưa được phổ cập phổ biến. Bài tham luận này hình thành dựa trên sự tổng hợp các bằng chứng khoa học từ những nghiên cứu nấm mao mộc nhĩ ở nhiều khía cạnh từ thành phần dinh dưỡng tới các công dụng dược lý của nó từ đó đưa đến nhiều hướng tiếp cận về nhận thức sử dụng.

Từ khóa: *Auricularia polytricha*, kháng ung thư, mao mộc nhĩ, thành phần hoạt tính

Abstract

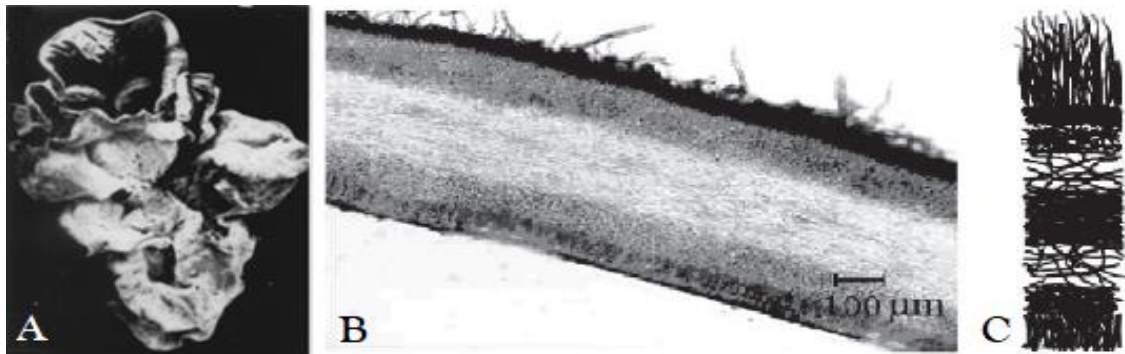
AURICULARIA POLYTRICHA – CHEMICAL COMPOSITION AND BIOACTIVE CONSTITUENTS

Cloud ear fungus, *Auricularia polytricha* (Mont.) Sacc., is a common edible mushroom used for food in many Asian countries. This fungus has played an essential role in people's lives because of its wide distribution, rich nutrition, and high economic value. Although it is widely used, scientific knowledge about cloud ear fungus has not been popularized. This paper is based on the synthesis of scientific shreds of evidence from the studies of this fungus in many aspects, from its nutritional composition to its pharmacological uses, thereby leading to many approaches to awareness of its use.

1. Giới thiệu về mao mộc nhĩ

Mao mộc nhĩ, còn gọi là nấm tai mèo hay nấm mèo do hình dạng của tai nấm, phân bố trải dài hầu hết các dạng khí hậu và tập trung tại các khu vực nhiệt đới và á nhiệt đới (Viégas, 1940). Những mẫu vật đầu tiên của loài nấm này đã được thu từ các giai đoạn rất sớm, năm 1788, Peter Olof Swartz mô tả và đặt tên cho loài nấm này là *Peziza nigrescens* đến năm 1806, ông thay đổi và công bố chúng dưới tên loài là *Peziza*

nigricans (Looney, 2013; Lowy, 1952). Tuy nhiên trong những ghi chép đầu tiên về loài nấm này, Swartz mô tả đây là loài “mọc trên đất” làm dấy lên những nghi ngờ về tính đúng của loài được mô tả (Lowy, 1952). Vì đặc tính phân bố rộng, mao mộc nhĩ khi sinh trưởng tại các vị trí có khí hậu khác nhau thì có một số đặc điểm khác nhau về hình dạng, màu sắc, điều này làm xảy ra những nhầm lẫn và nhiều tên gọi khác nhau đã được áp lên loài nấm này như: *Exidia polytricha* Mont (1834) (Bi và nnk., 1993); *Exidia purpurescens* Jungh (1938) (Barrett, 1910); *Exidia purpurescens* Jungh (1938) (Phookamsak và nnk., 2019); *Hirneola polytricha* (1948) (Roberts, 2001); *Auricula nigra* Kuntze (1881) (Barrett, 1910); *Auricularia polytricha* (Mont.) Sacc 1885 (Mussat và nnk., 1901; Saccardo, 1885); *Auricularia hispidula* Berk (1905) (Farlow, 1905); *Auricularia porphyrea* Lev (1945) (Teixeira, 1945) và nhiều tên khoa học khác được đề xuất (Looney, 2013). Cho tới hiện tại, *Auricularia polytricha* (Mont.) Sacc được mô tả và công bố bởi Pier Andrea Saccardo là tên danh pháp được công nhận và sử dụng phổ biến nhất cho mao mộc nhĩ (Lowy, 1952; Saccardo, 1885).



Hình 1. Hình thái thể quả của mao mộc nhĩ (A); Giải phẫu cắt ngang (X40); Sơ đồ mô tả phân bố sợi nấm và nang bào tử (C) (Lowy, 1952; Montoya-Alvarez và nnk., 2011).

Nấm có hình thái tai người, màu sẫm, mặt lưng lồi lên, có lông phủ, có mép nhăn và xu hướng cuộn vào bên trong (Đỗ Huy Bích và nnk., 2006). Mẫu tai nấm lớn nhất khoảng 5-6cm theo bề rộng và 1-1,5cm theo bề dày (Lowy, 1952). Dựa theo sự phân vùng các sợi nấm và nang bào tử, mao mộc nhĩ được xếp vào nhóm nấm cấu trúc có tuỷ (Montoya-Alvarez và nnk., 2011). Cũng như các loại nấm khác, mao mộc nhĩ sinh sản thông qua bào tử được phát tán nhờ gió và nhanh chóng hình thành thể quả khi mùa mưa bắt đầu (Đỗ Huy Bích và nnk., 2006). Trong điều kiện tự nhiên, mao mộc nhĩ chủ yếu mọc nhiều tại các khu rừng thường xanh, kín sáng, kín gió (Duncan, 1972; Đỗ Huy Bích và nnk., 2006).

2. Vị trí và vai trò của mao mộc nhĩ trong đời sống

Giới nấm không chỉ là thành phần quan trọng trong hệ sinh thái với hơn 2500 loài được ghi nhận, mà còn đóng vai trò quan trọng trong đời sống con người đặc biệt là dưới vai trò là nguyên liệu dùng cho thực phẩm, tuy nhiên hiện tại chỉ có khoảng 25 số loài nấm trong số đó là được sử dụng cho chế biến thực phẩm và thương mại (R.U và nnk., 2016).

Mao mộc nhĩ là một trong những nấm ăn giàu dinh dưỡng được sử dụng rất phổ biến trong ẩm thực châu Á bao gồm cả Việt Nam. Việc phân bố rộng rãi, dễ thu hái trong tự nhiên cũng như dễ dàng canh tác hiệu quả, mao mộc nhĩ đã trở thành nguồn nguyên liệu không thể thiếu trong nhiều món ăn, thức uống và cả trong văn hoá ở nước ta.

Xét về giá trị kinh tế thì đây là ngành hàng có tiềm năng kinh tế cao được quản lý xuất – nhập khẩu với mã hàng 0712.32.00 (Thông tư 11/2021/TT-BNNPTNT). Theo cổng Thông tin Điện tử thuộc Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn thì mỗi năm Việt Nam cung cấp khoảng 250 nghìn tấn nấm cho cả thị trường nội và ngoại địa với các mặt hàng chủ lực gồm nấm rơm, mộc nhĩ, nấm mỡ. Kim ngạch xuất khẩu năm 2011 ước tính hơn 90 triệu USD tính riêng cho mặt hàng nấm thống kê trên 31 thị trường ngoài nước. Theo liên hiệp Hội Phụ nữ tỉnh Thái Bình cho biết giá mộc nhĩ khô rơi vào khoảng 140,000 VNĐ/kg cùng thời gian canh tác và chi phí đầu tư hợp lý, ngành trồng nấm mộc nhĩ đang mang lại nguồn thu nhập khá lớn giúp ổn định đời sống của người dân.

Trong y học dân tộc, mộc nhĩ được xem là vị thuốc với nhiều tác dụng từ việc điều trị các bệnh tự thân như cao huyết áp, tê bì chân tay cho đến các bệnh viêm nhiễm trùng, nhiễm nấm. Từ xưa, mao mộc nhĩ đã được Tuệ Tĩnh sử dụng nhiều trong các bài thuốc chữa bệnh của ông và tùy vào vị trí mọc và sự kết hợp của nấm mà chúng có công dụng khác nhau, ví dụ như mao mộc nhĩ mọc trên cây dâu dùng để chữa băng huyết, rong kinh ở phụ nữ, mao mộc nhĩ mọc trên cây liễu dùng chữa nôn mửa, mao mộc nhĩ kết hợp với kinh giới dùng cho chữa đau răng (Đỗ Huy Bích và *nnk.*, 2006). Tuy nhiên việc thiếu hụt các bằng chứng khoa học cụ thể đã hạn chế đáng kể khả năng ứng dụng của mao mộc nhĩ trong y học chính thống.

3. Thành phần hóa học của Nấm mao mộc nhĩ

Như đã đề cập ở các nội dung trên, các loài mộc nhĩ được sử dụng không chỉ phổ biến nhưng một nguồn nguyên liệu cho thực phẩm mà còn là nguồn cung cấp các dược tính sử dụng trong y học dân gian (Wu và *nnk.*, 2014). Đặc tính đa dạng trong hợp phần cấu tạo cho phép mao mộc nhĩ dung hoà các đặc tính và thực hiện tốt cả hai vai trò. Theo ước tính trung bình, carbohydrate là thành phần chiếm hàm lượng lớn nhất trong mao mộc nhĩ với khoảng 88,1-91,1 % trọng lượng khô và khoảng 74% trong đó là dạng polysaccharide hoà tan (Chiu và *nnk.*, 2014; Mau và *nnk.*, 1998). Các đại phân tử polysaccharide đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành cấu trúc tế bào, là nguồn dự trữ năng lượng trong hạch nấm cũng như đảm nhiệm nhiều đặc tính sinh lý, sinh hoá khác (Bandara, 2019). Phần lớn các polysaccharide có trong mao mộc nhĩ là heteromanoglucan cấu thành từ 45,1% glucose; 43,9% manose và 11% xylose và chia thành hai dạng liên kết chính là dạng alpha (12,3%) và dạng beta (87,7%) (Đỗ Huy Bích và *nnk.*, 2006). Các polysaccharide thường có những liên quan chặt chẽ tới các chức năng sinh lý khác nhau, các hoạt tính thường được phát hiện bao gồm kháng ung thư, kháng vi sinh vật, điều hoà miễn dịch và kháng oxy hoá (Chen và *nnk.*, 2018).

Các thành phần hoá học sơ cấp còn lại được xác định có trong mao mộc nhĩ và hàm lượng tương ứng của chúng là: Đường hoà tan - 17,9%; chất béo - 0,5%; chất xơ - 3,6%; protid tổng số - 6,5% và amino acid tự do - 0,05% với thành phần phân loại cụ thể trong *bảng 1* (Abd Razak và *nnk.*, 2013; Mau và *nnk.*, 1998; Razak và *nnk.*, 2013). Có hơn 15000 peptide tương ứng với 1850 protein có trong quả thể của mao mộc nhĩ được ghi nhận, trong đó hơn 1300 protein liên quan đến cấu trúc và chức năng tế bào, hơn 130 loại enzyme liên quan đến chuyển hoá carbohydrate và hơn 50 enzyme tham gia tổng hợp enzyme (Jia và *nnk.*, 2017). Mao mộc nhĩ cũng là nguồn cung cấp vitamin dồi dào với khoảng 0,14mg vitamin B1, 0,55mg B2 và 2,7mg vitamin PP tính trên 100g nấm, ngoài ra hàm lượng beta carotene cao được ghi nhận ở mức 2µg/kg (Đỗ Huy Bích và *nnk.*, 2006). Thành phần khoáng, vi lượng trong nấm (tính bằng mg/kg trọng lượng tươi) được Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ (USDA) xác định bao gồm: Caxi - 160; Kali - 430; Maggie - 250; Natri - 90; Phospho - 140; Đồng - 4; Sắt - 5; Magan - 1; Kẽm - 6.

Bảng 1. Thành phần amino acid tự do
(% trọng lượng khô) được thống kê trong mao mộc nhĩ

Alanine	Arginine	Aspartic acid	Glutamic acid	Glycine	Histidine	Isoleucine	Leucine	Lysine	Methionine	Phenylalanine	Threonine	Tryptophan	Tyrosine	Serine	Valine
0,11	0,04	0,02	0,03	0,01	0,03	0,04	0,05	0,13	0,007	0,04	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03

Khác với sự quan trọng của các thành phần hoá học sơ cấp trong cấu trúc sống của nấm, các thành phần chuyển hoá thứ cấp có vai trò nhiều hơn trong việc ổn định, tìm môi và giúp cá thể thích nghi với môi trường (Ene và *nnk.*, 2014). Nấm cũng thuộc nhóm sinh vật giải phóng nhiều hợp chất chuyển hoá thứ cấp nhất trong sinh giới và các hợp chất này mang cả hai mặt lợi và hại đối với việc sử dụng của con người như hoạt tính kháng sinh, được tính đồng thời cũng có nhiều hợp chất mang độc tính, ảo giác khác (Keller và *nnk.*, 2005). Bốn gốc hoá học chính của các hợp chất chuyển hoá thứ cấp từ nấm thường là polyketides, peptides, terpenes và alkaloids (Keller và *nnk.*, 2005). Các thành phần chuyển hoá thứ cấp có hoạt tính sinh học đã được tìm thấy trong mao mộc nhĩ bao gồm các hợp chất thuộc nhóm Alkaloid (0,37%), Saponin (0,02%), Flavonoid (0,07%) và polyphenol (Afiukwa và *nnk.*, 2013). Nhóm hợp chất polyphenol được xác định có hàm lượng 7,20mg/g cao chiết nước nóng từ nấm mao mộc nhĩ theo đương lượng catechol, trong khi đó flavonoids chiếm 3,10mg/g theo đương lượng rutin (Balakrishnan và *nnk.*, 2016). Thành phần phenolic chính được xác định có mặt trong nấm là gallic acid, tannic acid và protocatechuic acid (Puttaraju và *nnk.*, 2006). Ethanol là dung môi cho phép chiết xuất được lượng cao nhất từ mao mộc nhĩ (Teoh và *nnk.*, 2018). Nếu xét hàm lượng polyphenol theo đương lượng acid gallic thì etyl acetate là dung môi cho phép chiết xuất được nhiều hợp chất mang cấu trúc phenolic nhất từ loài nấm này (Teoh và *nnk.*, 2018). Sự có mặt của các hợp chất giàu điện tử như nhóm polyphenol là một trong những yếu tố mang lại các hoạt tính sinh học trong nấm

(Fraga và *nnk.*, 2019). Bên cạnh các hợp chất có trong cao chiết lỏng, thành phần bay hơi từ mao mộc nhĩ cũng khá đa dạng với các thành phần điển hình như hexadecanoic acid (16.74%), benzeneethanol (7.77%), pentadecanoic acid (7.59%), dihydro-5-pentyl-2-(3H)-furanone acid(4.28%), tetradecanoic acid (3.37%), pentanoic acid (3.38%) and 1-octen-3-ol(1.26%) cùng nhiều thành phần khác (Lee và *nnk.*, 1995).

4. Hoạt tính sinh học của mao mộc nhĩ

4.1. Khả năng kháng oxi hoá

Sự mất cân bằng oxi hoá khử dẫn đến sự stress oxi hoá gây ra những ảnh hưởng tiêu cực lên sức khoẻ của tế bào, mô và cơ quan (Helmut và *nnk.*, 2017). Quá trình stress oxi hoá kéo dài dẫn đến sự khởi sinh của nhiều bất thường sức khoẻ mà nghiêm trọng nhất là ung thư (John và *nnk.*, 2020). Các cấu trúc hoá học giàu điện tử của các hợp chất thứ cấp cung cấp nguồn điện tử cho quá trình thiết lập và duy trì thể oxi hoá khử ngăn ngừa stress oxi hoá từ đó bảo vệ mô và cơ quan (Selamoglu và *nnk.*, 2018). Khả năng kháng oxi hoá được đánh giá thông qua phản ứng trung hoà với các mô hình gốc oxi hoá ổn định và khả năng khử (Blois, 1958; Miller và *nnk.*, 1993). Khả năng thu giữ gốc oxi hoá tự do có gốc nitơ (DPPH) của dịch chiết từ mao mộc nhĩ là cao hơn so với khả năng thu nhận gốc oxi (superoxide anion) (Teoh và *nnk.*, 2018). Một điểm đáng chú ý là khả năng thu nhật gốc oxi hoá tự do và khả năng khử cũng được ghi nhận trên dịch chiết sợi mao mộc nhĩ trong điều kiện nuôi cấy và cả trong môi trường nuôi cấy, tuy nhiên hiệu suất phản ứng ghi nhận là thấp hơn so với mẫu tươi thu hái (Park và *nnk.*, 2015; Teoh và *nnk.*, 2018). Bên cạnh đó điều kiện chiết xuất cũng là yếu tố quyết định tới khả năng tách chiết hợp chất và hoạt tính của chiết xuất (Phụng, 2007). Dung môi ethyl acetate là dung môi thích hợp cho tách chiết trong nghiên cứu nhằm thu được chiết xuất mao mộc nhĩ có khả năng khử và thu nhật gốc tự do cao gồm cả gốc nitơ và gốc oxi (Teoh và *nnk.*, 2018). Một điều thú vị là phương pháp chế biến nấm cũng làm thay đổi khá lớn khả năng kháng oxi hoá, so sánh với mẫu nấm tươi thì mao mộc nhĩ được chế biến bằng hấp cách thủy cho khả năng giữ được hàm lượng polyphenols tổng số tốt kèm theo đó là năng lực khử và khả năng thu nhật gốc oxi hoá tự do cũng được duy trì, trong khi đó thì phương pháp luộc nấm và dùng lò vi sóng làm thất thoát một lượng lớn polyphenols cùng với đó là sự giảm khả năng thu nhật gốc tự do mạnh, mao mộc nhĩ chế biến theo phương pháp xào cũng cho thấy làm hao hụt lượng polyphenol tổng và giảm mạnh khả năng khử (Shamaruddin và *nnk.*, 2021). Bên cạnh sự nổi bật của đặc tính kháng oxi hoá tới từ các hợp chất thứ cấp, các hợp chất sơ cấp cũng góp phần lớn trong quá trình hình thành hoạt tính chung của mao mộc nhĩ. Là một thành phần đại lượng có trong nấm, các polysaccharide chiết xuất từ mao mộc nhĩ thể hiện hoạt tính kháng oxi hoá mạnh, đặc tính này mang lại nhiều giá trị dược tính đáng chú ý sẽ đề cập ở các nội dung sau (Chiu và *nnk.*, 2014; Yang và *nnk.*, 2022). Các polysaccharid phân lập từ mao mộc nhĩ thể hiện khả năng bảo vệ mô thận tổn thương do adenin thông qua hoạt động kháng oxi hoá, kháng

viêm và kích hoạt apoptosis từ đó duy trì chức năng thận và ngăn ngừa các biến chứng do bệnh thận mạn gây ra (Song và *nnk.*, 2021). Ngoài ra, hoạt tính kháng oxi hoá mạnh từ dịch chiết của mao mộc nhĩ được ghi nhận có công dụng tốt trong quá trình bảo vệ tế bào thần kinh khỏi tác động gây độc do haloperidol, glutamate hay bisphenol A và tế bào gan do paracetamol hay carbofuran (Chellappan và *nnk.*, 2016; Hossen và *nnk.*, 2018; Liu và *nnk.*, 2019; Sillapachaiyaporn và *nnk.*, 2022; Sillapachaiyaporn và *nnk.*, 2021).

4.2. Tác dụng cân bằng lipid máu – bảo vệ gan

Sự mất cân bằng trọng hệ lipid máu hay rối loạn lipid máu được xem là nguyên nhân hàng đầu gây ra các bệnh lý về tim mạch, tắc mạch và xơ vữa mạch (Hào, 2016). Quá trình rối loạn lipid máu xảy ra khá phổ biến và tăng dần nguy cơ theo độ tuổi. Trong nghiên cứu cắt ngang trên bộ phận người Việt Nam lớn hơn 40 tuổi cho thấy có hơn 70% có dấu hiệu rối loạn lipid máu, cụ thể là khoảng 42% số mẫu tăng cholesterol, 37% tăng triglycerids, 52,5% tăng LDL-cholesterol và 0,2% giảm HDL-cholesterol (Đỗ Đình Xuân và *nnk.*, 2009). Sự chuyển hoá lipid trong cơ thể được tập trung diễn ra tại gan, quá trình rối loạn chuyển hoá lipid thường dẫn đến những tổn thương gan mà phổ biến nhất là gan nhiễm mỡ không do rượu (NAFLP - nonalcoholic fatty liver disease) (Arvind và *nnk.*, 2000). Sự tích tụ nhiều thành phần hợp chất phenolic, terpen, steroid đặc biệt là các polysaccharide trong quá trình sinh trưởng của nấm mang lại nhiều hoạt tính sinh học trong đó bao gồm cả hoạt động cân bằng lipid và bảo vệ gan (Soares và *nnk.*, 2013). Với hàm lượng polysaccharide cao, mao mộc nhĩ được coi là một trong những thực phẩm có tác dụng cân bằng lipid và bảo vệ gan tốt khi tác động lên cả hai quá trình lắng đọng lipid và hình thành gốc tự do trên mô hình bệnh NAFLP (Chiu và *nnk.*, 2014; Kiss và *nnk.*, 2013). Hàm lượng trong máu triglycerid, cholesterol, LDL-cholesterol được ghi nhận giảm sau 12 tuần sử dụng mao mộc nhĩ trên mô hình chuột, trong khi đó hàm lượng HDL-cholesterol được ghi nhận là tăng và dự đoán thông qua tác dụng ức chế lên CETP (Cholesteryl ester transfer protein) (Chen và *nnk.*, 2008; Chiu và *nnk.*, 2014). Hoạt tính điều hoà lipid máu được ghi nhận là tác dụng hoạt động chính của các polysaccharid có trong mao mộc nhĩ (Li và *nnk.*, 2022; Zhao và *nnk.*, 2015). Sự cân bằng lipid máu mang lại công dụng tốt trong quá trình bảo vệ gan ở bệnh NAFLP, nồng độ men AST, ALT được ghi nhận giảm trong suốt quá trình sử dụng mao mộc nhĩ (Chiu và *nnk.*, 2014). Các polysaccharide phân lập từ mao mộc nhĩ thể hiện tính an toàn khi thử nghiệm trên mô hình tế bào HepG2 và kích hoạt con đường chuyển hoá FFA giảm sự tích tụ lipid (Zhao và *nnk.*, 2019).

4.3. Khả năng kháng viêm

Mặc dù viêm là một quá trình vô cùng quan trọng bảo vệ cơ thể với các tác nhân xâm nhiễm, song diễn tiến viêm xảy ra quá mạnh mẽ cũng như các tình trạng viêm nội sinh thường dẫn đến các hậu quả nghiêm trọng về sức khoẻ (Chatterjee và *nnk.*, 2018). Khả năng kháng viêm của chiết xuất polysaccharide từ mao mộc nhĩ ghi nhận trên mô hình chuột tổn thương thận mạn được đánh giá thông qua sự giảm đáng kể nồng độ của các cytokine quan trọng bao gồm TNF- α , IL-6 và NF- κ B p65 (Song và *nnk.*, 2021). Sự điều chỉnh biểu hiện

con đường NF- κ B do chiết xuất hexan và ethanol từ mao mộc nhĩ cũng đã ức chế quá trình viêm thần kinh trên tế bào BV2 do cảm ứng Bisphenol A (Sillapachaiyaporn và nnk., 2022). Trên mô hình chuột, việc sử dụng mao mộc nhĩ bổ sung trong chế độ ăn không chỉ giúp điều hoà chức năng gan mà còn làm giảm đáng kể các cytokine gây viêm gồm TNF- α và IL-6 và điều chỉnh con đường tín hiệu NF- κ B và Keap1/Nrf2 (Chiu và nnk., 2014; Nguapi Tsopmejiro và nnk., 2022). Sự kết hợp giữ việc ngăn chặn tín hiệu cytokine và tín hiệu nội bào giúp mao mộc nhĩ có tiềm năng khai thác như dược liệu kháng viêm.

4.4. Khả năng kháng khuẩn, kháng nấm và kháng virus

Việc phân bố chủ yếu trong môi trường nhiệt đới và cận nhiệt khiến nguy cơ nhiễm khuẩn tăng lên so với các điều kiện khí hậu khác đòi hỏi khả năng thích nghi của các sinh vật sống trong điều kiện này (Coates và nnk., 2021; Wu và nnk., 2016). Khả năng ức chế tăng sinh vi khuẩn của mao mộc nhĩ đã được phát hiện từ rất sớm trên các chủng vi khuẩn gram dương gây bệnh thường gặp (Lu và nnk., 1986). Trong các nghiên cứu gần đây khả năng kháng khuẩn của dịch chiết từ mao mộc nhĩ đã được mở rộng trên nhiều chủng vi khuẩn gram dương và phát hiện mới ở một số chủng vi khuẩn gram âm (Avci và nnk., 2016; Jonathan và nnk., 2005; Sanico và nnk., 2019). Theo thống kê sơ bộ tới hiện tại mao mộc nhĩ đã thể hiện tính kháng trên các chủng vi khuẩn gram dương: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Micrococcus luteus*, *Enterococcus faecalis*, và trên một số chủng vi khuẩn gram âm: *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* (Avci và nnk., 2016; Jonathan và nnk., 2005; Lu và nnk., 1986; Sanico và nnk., 2019). Khả năng kháng nấm của cao chiết mao mộc nhĩ được ghi nhận là không hiệu quả khi chỉ thể hiện hoạt tính trên *Candida albicans* và không cho thấy khả năng ức chế trên các nấm gây bệnh khác bao gồm *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* và *Microsporium boudardii* (Avci và nnk., 2016; Jonathan và nnk., 2005). Cho tới hiện tại, các công trình nghiên cứu khả năng ức chế hoạt động virus của mao mộc nhĩ nói riêng và chi *Auricularia* còn rất hạn chế (Bandara và nnk., 2019). Tuy vậy, khả năng kháng nhiều loại virus gây bệnh khác nhau như HIV, các virus cúm, virus viêm gan, virus hepes, v.v đã được chứng minh trên hàng loạt các bộ, các lớp của ngành nấm đảm bao gồm Agaricales, Boletales, Cantharellales, Gomphales, Hymenochaetales, Polyporales và Russulales từ đó có thể mang đến dự đoán về hoạt tính tương tự trên chi *Auricularia* (Bandara và nnk., 2019; Linnakoski và nnk., 2018). Trong nghiên cứu năm 2019, Chanin và cộng sự đã phát hiện khả năng ức chế sự nhân lên của HIV thông qua ức chế HIV-1 protease của các cao chiết từ quả thể mao mộc nhĩ (Sillapachaiyaporn và nnk., 2019). Từ đó thiết lập những cơ sở đầu tiên về việc dự đoán hoạt tính kháng virus của cao chiết mao mộc nhĩ.

4.5. Khả năng ức chế tăng sinh tế bào ung thư

Khả năng ức chế tăng sinh trên các dòng tế bào ung thư là một hoạt tính nổi bật mà các nghiên cứu dược liệu mong muốn hướng tới. Nhiều bằng chứng khoa học cho thấy tác dụng kháng ung thư đến từ dịch chiết của mao mộc nhĩ, đa số trong đó đều là hoạt tính tới từ thành phần đa lượng polysaccharide có trong nấm.

Bảng 2. Tóm tắt các công trình nghiên cứu hoạt tính kháng ung thư của mao mộc nhĩ

Chiết xuất	Mô hình/thử nghiệm	Kết quả thử nghiệm	Tác giả
Polysaccharide từ mao mộc nhĩ	Tế bào ung thư phổi A549 + Thử nghiệm độc tính + Western blot + Phân tích dòng chảy tế bào	+ Độc tính mức IC ₅₀ = 28.07 µg/mL + Bất giữ chu kỳ tế bào phase G ₀ /G ₁ + Cảm ứng apoptosis tế bào + An toàn trên fibroblast 3T3-L1	(Yu và nnk, 2014)
Polysaccharide từ mao mộc nhĩ (3-β-Glucan, 1, 4-α-glucan, 1, 3-α-glucan)	Mô hình chuột mang khối u sacroma S180 + Tiêm phúc mạc và xác định trọng lượng khối u	+ Khả năng ức chế phát triển khối u ở mức 43,61%	(G. Song và nnk, 2012)
Polysaccharide từ mao mộc nhĩ	Mô hình chuột mang khối u sacroma S180 + Xác định khối lượng khối u + RT-PCR yếu tố ức chế khối u	+ Khả năng ức chế phát triển khối u ở mức 53,6% + Kích hoạt đại thực bào thông qua kích hoạt các yếu tố cảm ứng nitric oxide synthase (iNOS), yếu tố hoại tử khối u (TNF) -α, interleukin (IL) -1β và IL-6 ở mức độ phiên mã.	(Yu và nnk, 2009)
Polysaccharide từ mao mộc nhĩ (β-(1 → 3)-D-Glucan and β-(1 → 3,6)-D-glucopyranosyl)	Mô hình chuột mang khối u sacroma S180 + Xác định khối lượng khối u	+ Khả năng ức chế phát triển khối u ở mức 40,4%	(Song và nnk, 2010)
Chiết xuất ethanol mao mộc nhĩ	Tế bào ung thư cổ tử cung Tế bào ung thư đại tràng Tế bào ung thư gan	+ Khả năng ức chế tăng sinh phụ thuộc nồng độ tác dụng. Tỷ lệ % tế bào sống ở nồng độ cao chiết 100 µg/mL lần lượt là 53,57%, 30,74% và 53,59% cho tế bào ung thư cổ tử cung, ung thư đại tràng và ung thư gan.	(Priya và nnk, 2018)
Polysaccharide từ mao mộc nhĩ	Mô hình chuột mang khối u sacroma S180	+ Các polysaccharide gây ra mất ổn định màng tế bào trong khối u thông qua điều chỉnh giảm sialic acid	(G. L. Song và nnk, 2012)
Dịch chiết nước nóng từ mao mộc nhĩ	Tế bào ung thư đại tràng COLO 205 + Thử nghiệm độc tính + Thử nghiệm ức chế tạo khuẩn lạc chlonogenic assay + Thử nghiệm ức chế di chuyển tế bào Wound healing assay	+ Độc tính của cao chiết lên tế bào ung thư ở ngưỡng IC ₅₀ = 486,7 µg/mL + Không gây độc tính lên tế bào thường NRK-52E + Gây cản trở hình thành hình thái cụm tế bào và sự di chuyển của tế bào ung thư	(Arora, 2014)

Tác dụng kháng ung thư được phát hiện giúp mở rộng xu hướng tiếp cận trong quá trình sử dụng mao mộc nhĩ không chỉ dừng ở mức là một loại thực phẩm tốt cho sức khỏe.

5. Xu hướng nghiên cứu và ứng dụng

Được sử dụng vô cùng phổ biến trong ẩm thực đặc biệt là ở các quốc gia châu Á, mao mộc nhĩ dần trở thành một nguyên liệu không thể thiếu trong đời sống của con người. Với nhiều bằng chứng khoa học thuyết phục về các thành phần, hoạt tính có lợi cho sức khoẻ đã, đang và sẽ được nghiên cứu trong tương lai, mao mộc nhĩ dần trở thành nguồn nguyên liệu tốt không chỉ cho công nghiệp thực phẩm mà còn cho nhiều lĩnh vực khác mà tiêu biểu là các ngành mỹ phẩm, hoá dược. Các hoạt tính nổi bật của mộc nhĩ như hoạt tính kháng vi khuẩn gram dương hay kháng tế bào ung thư cần có các nghiên cứu chuyên sâu nhằm có cái nhìn chính xác nhất về khả năng của loài nấm này giúp định hướng khai thác và ứng dụng chúng triệt để nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Abd Razak, D. L., Abdullah, N., Khir Johari, N. M., & Sabaratnam, V. (2013). Comparative study of mycelia growth and sporophore yield of *Auricularia polytricha* (Mont.) Sacc on selected palm oil wastes as fruiting substrate. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97(7), 3207-3213.
- [2] Afiukwa, C., Ugwu, P.C. U., Ebenyi, L., Oketa, H. A., Idenyi, J., & Ossai, E. (2013). Phytochemical analysis of two wild edible mushrooms, *auricularia polytricha* and *pleurotus ostreatus*, common in ohaukwu area of ebonyi state, nigeria. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 4, 1065-1070.
- [3] Arora, S. (2014). *Exploration of CAM Complementary and Alternative Medicine Therapies against Colon Cancer an in Vitro Study using Colo 205 Cells* [Doctoral degree, Jaypee University of Information Technology, Solan].
- [4] Arvind, A., Osganian, S. A., Cohen, D. E., & Corey, K. E. (2000). Lipid and Lipoprotein Metabolism in Liver Disease. In K. R. Feingold, B. Anawalt, A. Boyce, G. Chrousos, W. W. de Herder, K. Dhatariya, K. Dungan, J. M. Hershman, J. Hofland, S. Kalra, G. Kaltsas, C. Koch, P. Kopp, M. Korbonits, C. S. Kovacs, W. Kuohung, B. Laferrère, M. Levy, E. A. McGee, R. McLachlan, J. E. Morley, M. New, J. Purnell, R. Sahay, F. Singer, M. A. Sperling, C. A. Stratakis, D. L. Trencé, & D. P. Wilson (Eds.), *Endotext*. MDText.com, Inc. Copyright © 2000-2022, MDText.com, Inc.
- [5] Avci, E., Cagatay, G., Alp Avci, G., Suiçmez, M., & Coşkun Cevher, Ş. (2016). An Edible Mushroom With Medicinal Significance; *Auricularia polytricha*. *Hittite Journal of Science and Engineering*, 3, 111-116.
- [6] Balakrishnan, P., Sudha, G., & Marimuthu, C. (2016). Bioactive constituents and antioxidant efficacy of *Auricularia Polytricha*. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 9, 90-94.
- [7] Bandara, A., Rapior, S., Mortimer, P., Kakumyan, P., Kd, H., & Xu, J. (2019). A review of the polysaccharide, protein and selected nutrient content of *Auricularia*, and their potential pharmacological value. *10*, 579-607.
- [8] Bandara, A. J. M. (2019). A review of the polysaccharide, protein and selected nutrient content of *Auricularia*, and their potential pharmacological value.
- [9] Barrett, M. F. (1910). Three Common Species of *Auricularia*. *Mycologia*, 2(1), 12-18.

- [10] Bi, Z., Zheng, G., & Li, T. (1993). *The macrofungus flora of China's Guangdong Province*. Chinese University Press.
- [11] Blois, M. S. (1958). Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200.
- [12] Coates, S. J., & Norton, S. A. (2021). The effects of climate change on infectious diseases with cutaneous manifestations. *International journal of women's dermatology*, 7(1), 8-16.
- [13] Chatterjee, S., Jungraithmayr, W., & Bagchi, D. (2018). *Immunity and inflammation in health and disease : emerging roles of nutraceuticals and functional foods in immune support*. Elsevier/Academic Press.
- [14] Chellappan, D. K., Ganasen, S., Batumalai, S., Candasamy, M., Krishnappa, P., Dua, K., . . . Gupta, G. (2016). The Protective Action of the Aqueous Extract of *Auricularia polytricha* in Paracetamol Induced Hepatotoxicity in Rats. *Recent Pat Drug Deliv Formul*, 10(1), 72-76.
- [15] Chen, G., Luo, Y. C., Li, B. P., Li, B., Guo, Y., Li, Y., . . . Xiao, Z. L. (2008). Effect of polysaccharide from *Auricularia auricula* on blood lipid metabolism and lipoprotein lipase activity of ICR mice fed a cholesterol-enriched diet. *J Food Sci*, 73(6), H103-108.
- [16] Chen, L., & Huang, G. (2018). Antitumor Activity of Polysaccharides: An Overview. *Curr Drug Targets*, 19(1), 89-96.
- [17] Chiu, W.-C., Yang, H.-H., Chiang, S.-C., Chou, Y.-X., & Yang, H.-T. (2014). *Auricularia polytricha* aqueous extract supplementation decreases hepatic lipid accumulation and improves antioxidative status in animal model of nonalcoholic fatty liver. *BioMedicine*, 4(2), 12-12.
- [18] Duncan, E. G. (1972). Microevolution in *Auricularia polytricha*. *Mycologia*, 64(2), 394-404.
- [19] Đỗ Đình Xuân, & Long, T. V. (2009). Khảo sát tình trạng rối loạn lipid máu ở nhóm người trên 40 tuổi tại một số tỉnh thuộc đồng bằng Bắc bộ. *Tạp chí Y học Thực Hành*, 662(5), 52-54.
- [20] Đỗ Huy Bích, Đặng Quang Chung, Bùi Xuân Chương, Nguyễn Thượng Dong, Đỗ Trung Đàm, Phạm Văn Hiền, . . . Toàn, T. (2006). *Cây thuốc và động vật làm thuốc ở Việt Nam - Tập II*. NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [21] Ene, I. V., Brunke, S., Brown, A. J. P., & Hube, B. (2014). Metabolism in fungal pathogenesis. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*, 4(12), a019695-a019695.
- [22] Farlow, W. G. (1905). *Catalogue of Life: Fungi* (Vol. 1).
- [23] Fraga, C. G., Croft, K. D., Kennedy, D. O., & Tomás-Barberán, F. A. (2019). The effects of polyphenols and other bioactives on human health [10.1039/C8FO01997E]. *Food & Function*, 10(2), 514-528.
- [24] Hào, N. T. (2016). *Nghiên cứu rối loạn lipid máu ở bệnh nhân vảy nến và hiệu quả điều trị hỗ trợ của Simvastatin trên bệnh vảy nến thông thường* (Luận án Tiến sĩ), Trường Đại học Y Hà Nội.
- [25] Helmut, S., Carsten, B., & Dean, J. (2017). Oxidative stress. *PJ Annual review of biochemistry*, 86, 715-748.
- [26] Hossen, M. S., Billah Prince, M. M., Tanvir, E. M., Chowdhury, M. A. Z., Rahman, M. A., Alam, F., . . . Khalil, M. I. (2018). *Ganoderma lucidum* and *Auricularia polytricha* Mushrooms Protect against Carbofuran-Induced Toxicity in Rats. *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM*, 2018, 6254929-6254929.
- [27] Jia, D., Wang, B., Li, X., Peng, W., Zhou, J., Tan, H., . . . Zhao, J. (2017). Proteomic Analysis Revealed the Fruiting-Body Protein Profile of *Auricularia polytricha*. *Curr Microbiol*, 74(8), 943-951.
- [28] John, H., Dinkova-Kostova, T. A., & Kenneth, T. (2020). Oxidative stress in cancer. *Cancer cell*, 38(2), 167-197.

- [29] Jonathan, G., & Fasidi, I. (2005). Antimicrobial Activities of Some Selected Nigerian Mushrooms. 8.
- [30] Keller, N. P., Turner, G., & Bennett, J. W. (2005). Fungal secondary metabolism — from biochemistry to genomics. *Nature Reviews Microbiology*, 3(12), 937-947.
- [31] Kiss, E., Kränzlin, B., Wagenblaß, K., Bonrouhi, M., Thiery, J., Gröne, E., . . . Gröne, H.-J. (2013). Lipid Droplet Accumulation Is Associated with an Increase in Hyperglycemia-Induced Renal Damage: Prevention by Liver X Receptors. *The American Journal of Pathology*, 182(3), 727-741.
- [32] Lee, J.-W., Lee, S.-K., Do, J.-H. J. K. J. o. F. S., & Technology. (1995). Nutritional components of Korean *Auricularia polytricha* (Mont.) sacc. mushroom and changes in characteristics during rehydration. 27(5), 724-728.
- [33] Li, P., Xiong, C., & Huang, W. (2022). Gamma-Irradiation-Induced Degradation of the Water-Soluble Polysaccharide from *Auricularia polytricha* and Its Anti-Hypercholesterolemic Activity. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(3), 1110.
- [34] Linnakoski, R., Reshamwala, D., Veteli, P., Cortina-Escribano, M., Vanhanen, H., & Marjomäki, V. (2018). Antiviral Agents From Fungi: Diversity, Mechanisms and Potential Applications. *Frontiers in microbiology*, 9, 2325-2325.
- [35] Liu, X., Sharma, R. K., Mishra, A., Chinnaboina, G. K., Gupta, G., & Singh, M. (2019). Role of Aqueous Extract of the Wood Ear Mushroom, *Auricularia polytricha* (Agaricomycetes), in Avoidance of Haloperidol-Induced Catalepsy via Oxidative Stress in Rats. *Int J Med Mushrooms*, 21(4), 323-330.
- [36] Looney, B. (2013). Systematics of the genus *Auricularia* with an emphasis on species from the southeastern United States. *North American Fungi*.
- [37] Lowy, B. (1952). The Genus *Auricularia*. *Mycologia*, 44(5), 656-692.
- [38] Lu, J. V., & Tang, A. V. (1986). Cellulolytic Enzymes and Antibacterial Activity of *Auricularia polytricha*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1986.tb13907.x>. *J Food Sci*, 51(3), 668-669.
- [39] Mau, J.-L., Wu, K.-T., Wu, Y.-H., & Lin, Y.-P. (1998). Nonvolatile Taste Components of Ear Mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(11), 4583-4586.
- [40] Miller, N. J., Rice-Evans, C., Davies, M. J., Gopinathan, V., & Milner, A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clin Sci (Lond)*, 84(4), 407-412.
- [41] Montoya-Alvarez, A., Hayakawa, H., Minamya, Y., Fukuda, T., López, C., & Molano, A. (2011). Phylogenetic relationships and review of the species of *Auricularia* (Fungi: Basidiomycetes) in Colombia. *Caldasia*, 33, 55-66.
- [42] Mussat, É., & Saccardo, P. A. (1901). *Sylloge Fungorum Omnium Hucusque Cognitorum*.
- [43] Nguepi Tsopmejio, I. S., Ding, M., Wei, J., Zhao, C., Jiang, Y., Li, Y., & Song, H. (2022). *Auricularia polytricha* and *Flammulina velutipes* ameliorate inflammation and modulate the gut microbiota via regulation of NF-κB and Keap1/Nrf2 signaling pathways on DSS-induced inflammatory bowel disease. *Food Bioscience*, 47, 101426.
- [44] Park, K. M., Kwon, K. M., & Lee, S. H. (2015). Evaluation of the Antioxidant Activities and Tyrosinase Inhibitory Property from Mycelium Culture Extracts. *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM*, 2015, 616298-616298.

- [45] Priya, R., & Geetha, D. (2018). Potential anti-cancerous activities of *Auricularia polytricha* Mont.(Sacc)–A black ear mushroom. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1, 974-979.
- [46] Puttaraju, N. G., Venkateshaiah, S. U., Dharmesh, S. M., Urs, S. M., & Somasundaram, R. (2006). Antioxidant activity of indigenous edible mushrooms. *J Agric Food Chem*, 54(26), 9764-9772.
- [47] Phookamsak, R., Hyde, K. D., Jeewon, R., Bhat, D. J., Jones, E. B. G., Maharachchikumbura, S. S. N., . . . Xu, J. (2019). Fungal diversity notes 929–1035: taxonomic and phylogenetic contributions on genera and species of fungi. *Fungal Diversity*, 95(1), 1-273.
- [48] Phung, N. K. P. J. H. C. M. (2007). *Phương pháp cô lập hợp chất hữu cơ*. NXB Đại học Quốc gia Tp.HCM.
- [49] R.U, P., & D.Geetha. (2016). Cultural and physiological studies on black ear mushrooms, *Auricularia polytricha* (Mont.) Sacc. and *Auricularia auricula* (L.) Underw. *Mushroom Research*, 25, 2016.
- [50] Razak, A. R. A., & Lelamurni, D. (2013). Cultivation of *auricularia polytricha* mont. sacc (Black Jelly Mushroom) using oil palm wastes / Dang Lelamurni Abd. Razak.
- [51] Roberts, P. (2001). Heterobasidiomycetes from Korup National Park, Cameroon. *Kew Bulletin*, 56(1), 163-187.
- [52] Saccardo, P. A. (1885). *Catalogo dei funghi italiani*.
- [53] Sanico, J., & Vicencio, M. (2019). Antibacterial property of *Auricularia polytricha* Mont. and *Trametes versicolor* Linn. *Advance Pharmaceutical Journal*, 4, 35-40.
- [54] Selamoglu, Z., Amin, K., & Ugur, S. (2018). PLANT SECONDARY METABOLITES WITH ANTIOXIDANT PROPERTIES AND HUMAN HEALTH. In (pp. 11).
- [55] Shamaruddin, N., Tan, E. T. T., Tan, Y. S., mohd razali, R., & Siva, R. (2021). Comparison of Cooking Methods on Physicochemical and Sensory Properties of the Black Jelly Mushroom, *Auricularia polytricha* (Heterobasidiomycetes). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 23, 41-49.
- [56] Sillapachaiyaporn, C., Chuchawankul, S., Nilkhet, S., Moungkote, N., Sarachana, T., Ung, A. T., . . . Tencomnao, T. (2022). Ergosterol isolated from cloud ear mushroom (*Auricularia polytricha*) attenuates bisphenol A-induced BV2 microglial cell inflammation. *Food Research International*, 157, 111433.
- [57] Sillapachaiyaporn, C., Nilkhet, S., Ung, A. T., & Chuchawankul, S. (2019). Anti-HIV-1 protease activity of the crude extracts and isolated compounds from *Auricularia polytricha*. *BMC complementary and alternative medicine*, 19(1), 351-351.
- [58] Sillapachaiyaporn, C., Rangsinth, P., Nilkhet, S., Ung, A. T., Chuchawankul, S., & Tencomnao, T. (2021). Neuroprotective Effects against Glutamate-Induced HT-22 Hippocampal Cell Damage and *Caenorhabditis elegans* Lifespan/Healthspan Enhancing Activity of *Auricularia polytricha* Mushroom Extracts. *Pharmaceuticals (Basel, Switzerland)*, 14(10), 1001.
- [59] Soares, A. A., de Sá-Nakanishi, A. B., Bracht, A., da Costa, S. M. G., Koehnlein, E. A., de Souza, C. G. M., & Peralta, R. M. (2013). Hepatoprotective effects of mushrooms. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 18(7), 7609-7630.
- [60] Song, G., & Du, Q. (2010). Isolation of a polysaccharide with anticancer activity from *Auricularia polytricha* using high-speed countercurrent chromatography with an aqueous two-phase system. *Journal of Chromatography A*, 1217(38), 5930-5934.

- [61] Song, G., & Du, Q. (2012). Structure characterization and antitumor activity of an α β -glucan polysaccharide from *Auricularia polytricha*. *Food Research International*, 45(1), 381-387.
- [62] Song, G. L., Wang, J. B., Du, Q. B., & Du, Q. Z. (2012). Research on Change of S₁₈₀ Tumor Cell Membrane Function by *Auricularia Polytricha* Polysaccharides. *Chinese Pharmaceutical Journal*, 47(4), 255-261.
- [63] Song, X., Pang, H., Cui, W., Zhang, J., Li, J., & Jia, L. (2021). Renoprotective effects of enzyme-hydrolyzed polysaccharides from *Auricularia polytricha* on adenine-induced chronic kidney diseases in mice. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 135, 111004.
- [64] Teixeira, A. R. J. B. (1945). *Himenomicetos brasileiros: auriculariales e Dacryomycetales*. 5, 153-186.
- [65] Teoh, H. L., Ahmad, I. S., Johari, N. M. K., Aminudin, N., & Abdullah, N. J. I. j. o. m. m. (2018). Antioxidant Properties and Yield of Wood Ear Mushroom, *Auricularia polytricha* (Agaricomycetes), Cultivated on Rubberwood Sawdust. 20(4), 369-380.
- [66] Viégas, A. P. (1940). Observações acêrca de uma *Auricularia* comum no Estado de S. Paulo. *Rodriguesia*, 13, 280-281.
- [67] Wu, F., Yuan, Y., Malysheva, V., Du, P., & Dai, Y. (2014). Species clarification of the most important and cultivated *Auricularia* mushroom “Heimuer”: evidence from morphological and molecular data. *Phytotaxa*, 186, 241.
- [68] Wu, X., Lu, Y., Zhou, S., Chen, L., & Xu, B. (2016). Impact of climate change on human infectious diseases: Empirical evidence and human adaptation. *Environment International*, 86, 14-23.
- [69] Yang, Z., Hu, Y., Wu, J., Liu, J., Zhang, F., Ao, H., . . . Zeng, X. (2022). High-Efficiency Production of *Auricularia polytricha* Polysaccharides Through Yellow Slurry Water Fermentation and Its Structure and Antioxidant Properties. *Frontiers in microbiology*, 13, 811275-811275.
- [70] Yu, J., Sun, R., Zhao, Z., & Wang, Y. (2014). *Auricularia polytricha* polysaccharides induce cell cycle arrest and apoptosis in human lung cancer A549 cells. *International Journal of Biological Macromolecules*, 68, 67-71.
- [71] Yu, M., Xu, X., Qing, Y., Luo, X., Yang, Z., & Zheng, L. (2009). Isolation of an anti-tumor polysaccharide from *Auricularia polytricha* (Jew's ear) and its effects on macrophage activation. *European Food Research and Technology*, 228, 477-485.
- [72] Zhao, S., Rong, C., Liu, Y., Xu, F., Wang, S., Duan, C., . . . Wu, X. (2015). Extraction of a soluble polysaccharide from *Auricularia polytricha* and evaluation of its anti-hypercholesterolemic effect in rats. *Carbohydr Polym*, 122, 39-45.
- [73] Zhao, S., Zhang, S., Zhang, W., Gao, Y., Rong, C., Wang, H., . . . Ng, T. (2019). First demonstration of protective effects of purified mushroom polysaccharide-peptides against fatty liver injury and the mechanisms involved. *Scientific reports*, 9(1), 13725-13725.