

MORPHOLOGICAL AND CULTURAL CHARACTERISTICS OF PHELLINUS SPECIES COLLECTED IN THE NORTH MOUNTAIN PROVINCES, VIET NAM

Hoang Van Hung, Do Bich Due, Do Thi Hien, Nguyen Manh Tuan*

TNU – University of Agriculture and Forestry

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Received: 22/9/2021</p> <p>Revised: 19/4/2022</p> <p>Published: 21/4/2022</p>	<p>This study was performed to collect genetic resources of <i>Phellinus</i> species in nature reserves in the North of Vietnam and determine optimal method to process the samples during isolation of mycelium, as well as finding optimal media for cultivation of the mycelium. In this study, four fruiting bodies of <i>Phellinus</i> species were collected, name designated as NTH-PL1, NTH-PL2, NTH-PL3 and NTH-PL4. The fruiting bodies of <i>Phellinus</i> species has a semicircle/horseshoe shape, dark brown color, diameter of the body ranging from 5.0 to 15.3 cm. Isolation results show that using 70% ethanol for 10 minutes was the most suitable to remove microbial contamination in the samples, with an efficiency of 29.17%. Four strains of <i>Phellinus</i> species were able to growth in PDB, MCM, MEB and YEB medium, in which MCM medium was the most suitable for strain NTH-PL1 (10.6 mg of dry filamentous biomass in 100 ml of medium), NTH-PL2 (10.4 mg/100 ml), NTH-PL3 (13.9 mg/100 ml) and NTH-PL4 (16.4 mg/100 ml).</p>
<p>KEYWORDS</p> <p><i>Phellinus linteus</i> <i>Phellinus</i> species Isolation Anticancer Medical mushroom</p>	

ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI VÀ NUÔI CẤY NẤM THƯỢNG HOÀNG (*Phellinus* spp.) THU THẬP TẠI CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC, VIỆT NAM

Hoàng Văn Hưng, Đỗ Bích Duệ, Đỗ Thị Hiền, Nguyễn Mạnh Tuấn*

Trường Đại học Nông Lâm - ĐH Thái Nguyên

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
<p>Ngày nhận bài: 22/9/2021</p> <p>Ngày hoàn thiện: 19/4/2022</p> <p>Ngày đăng: 21/4/2022</p>	<p>Nghiên cứu này được triển khai nhằm thu thập nguồn gen nấm Thượng Hoàng tại các khu bảo tồn thiên nhiên khu vực phía Bắc, Việt Nam và xác định phương pháp thích hợp cho xử lý mẫu cho quá trình phân lập sợi nấm, cũng như môi trường thích hợp cho nuôi cấy hệ sợi nấm Thượng Hoàng. Trong nghiên cứu này đã thu thập được bốn quả thể nấm Thượng Hoàng, được ký hiệu là NTH-PL1, NTH-PL2, NTH-PL3 và NTH-PL4. Quả thể nấm Thượng Hoàng có hình bán nguyệt/ móng ngựa, màu nâu sẫm, đường kính quả thể dao động từ 5,0 đến 15,3 cm. Kết quả phân lập cho thấy sử dụng ethanol 70%, 10 phút là thích hợp nhất để loại bỏ tạp nhiễm vi sinh vật có trong mẫu, với hiệu quả đạt 29,17%. Bốn chủng nấm Thượng Hoàng có khả năng sinh trưởng tốt trong môi trường PDB, MCM, MEB và YEB, trong đó môi trường MCM là thích hợp nhất cho chủng NTH-PL1 (sinh khối sợi khô 10,6 mg/100 ml), NTH-PL2 (10,4 mg/100 ml), NTH-PL3 (13,9 mg/100 ml) và NTH-PL4 (16,4 mg/100 ml).</p>
<p>TỪ KHÓA</p> <p>Nấm Thượng Hoàng <i>Phellinus</i> spp. Phân lập Chống ung thư Nấm dược liệu</p>	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.5074>

* Corresponding author. Email: nguyenmanhtuan@tuaf.edu.vn

1. Đặt vấn đề

Ung thư là một trong những nguyên nhân hàng đầu gây tử vong trên toàn thế giới. Nguyên nhân có thể là do di truyền hoặc do ngoại cảnh (tia cực tím, hóa chất bảo vệ thực vật, các loại hoocmôn, khí thải...) tác động. Các loại thuốc/ hóa chất là giải pháp hiệu quả để điều trị các bệnh ung thư. Tuy nhiên, các loại thuốc/ hóa chất điều trị ung thư rất tốn kém, dễ gây tác dụng phụ và biến chứng trong điều trị. Do đó, việc tìm kiếm và phát triển các hoạt chất sinh học tự nhiên có hiệu quả, ít tác dụng phụ, ít tốn kém để phòng và điều trị ung thư là yêu cầu cấp bách đặt ra cho các nhà khoa học.

Nấm Thượng Hoàng (*Phellinus* spp.) phân bố ở các khu vực nhiệt đới, cận nhiệt đới và được biết đến với các hoạt chất sinh học quý, có tác dụng rất hiệu quả trong phòng và điều trị ung thư, được mệnh danh là “vua trị ung thư” [1], [2]. Một số nghiên cứu chỉ ra rằng, hoạt chất sinh học có trong nấm Thượng Hoàng có tác dụng loại bỏ tế bào/ khối u ác tính mà không làm tổn hại đến tế bào khác [2]. Ngoài ra, khả năng ức chế tế bào/ khối u của dịch triết nấm Thượng Hoàng cũng cao hơn các loại khác (96,7%), trong khi nấm Hương (80,7%), nấm Vân Chi (75-77%), nấm Linh Chi (65-70%)...[3]. Bên cạnh khả năng ức chế hiệu quả các tế bào ung thư, nấm Thượng Hoàng được coi là sản phẩm an toàn tự nhiên cho con người [4], [5].

Nghiên cứu về nấm Thượng Hoàng ở nước ta mới được quan tâm trong khoảng 10 năm trở lại đây và đã đạt được một số thành tựu ban đầu về hoạt chất của nấm Thượng Hoàng trong tự nhiên [6], [7] và đặc điểm nuôi cấy của nấm Thượng Hoàng [8], [9]. Tuy nhiên, dữ liệu về phương pháp phân lập nguồn gen nấm Thượng Hoàng thu thập từ tự nhiên chưa được đề cập ở những nghiên cứu đã công bố. Kết quả của nghiên cứu này sẽ bổ sung dữ liệu về phương pháp phân lập, từ đó góp phần chủ động lưu giữ dài hạn các nguồn gen nấm Thượng Hoàng phát hiện trong tự nhiên.

2. Vật liệu, môi trường và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu và môi trường nghiên cứu

Vật liệu:

Quả thể nấm Thượng Hoàng thu thập ở các khu bảo tồn thiên nhiên tại Ba Bể, tỉnh Bắc Kạn và Phia Oắc - Phia Đén, tỉnh Cao Bằng, đã được định danh tại Viện Khoa học Sự sống – Đại học Thái Nguyên.

Môi trường sử dụng:

Môi trường PDA (g/l: khoai tây 200; dextrose 20; agar 20; pH 6,0-6,5). Môi trường dinh dưỡng MCM (g/l: dextroza 20; cao nấm men 2; pepton 1; MgSO₄.7H₂O 0,5g; KH₂PO₄ 0,46; K₂HPO₄ 1; agar 20; pH 6,0-6,5). Môi trường dinh dưỡng MEA (g/l: dextroza 20; cao malt 20; pepton 1; agar 20; pH 6,0-6,5). Môi trường dinh dưỡng YMA (g/l: dextroza 10; cao nấm men 3; cao malt 3; pepton 5; agar 20; pH 6,0-6,5). Với môi trường dịch thể không bổ sung thạch tương ứng PDB, MCM, MEB và YMB.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp thu thập nguồn gen nấm Thượng Hoàng:

Tiến hành thu thập quả thể nấm Thượng Hoàng vào mùa Xuân năm 2019, thời điểm có nhiệt độ, độ ẩm thích hợp cho nấm sinh trưởng tại các khu bảo tồn thiên nhiên tại Ba Bể (Bắc Kạn) và Phia Oắc - Phia Đén (Cao Bằng). Các loại nấm được phát hiện sẽ được nhận diện, đối chiếu với đặc điểm hình thái chung của nấm Thượng Hoàng như: sống ký sinh ở thực vật, đặc điểm quả thể, màu sắc, hình dạng... Các loại nấm có đặc điểm phù hợp với mô tả sẽ được thu thập một phần đựng trong túi zip có chứa thông tin về địa điểm lấy mẫu và bảo quản ở điều kiện lạnh trong quá trình vận chuyển về phòng thí nghiệm.

Phương pháp phân lập hệ sợi từ quả thể nấm Thượng Hoàng:

Hệ khuẩn ty của nấm Thượng Hoàng được phân lập từ quả thể nấm thu thập từ tự nhiên theo ba phương pháp khác nhau: (i) Rửa 3-5 lần bằng nước cất vô trùng, rồi cắt quả thể nấm thành

từng miếng ô vuông kích thước 0,5×0,5 cm; (ii) Quả thể nấm được khử trùng trong 150 ml ethanol 70% trong 10 phút, rồi rửa sạch 3 lần bằng nước muối sinh lý vô trùng 0,85% (w/v), cắt thành miếng ô vuông kích thước 0,5×0,5 cm; (iii) Quả thể nấm được khử trùng trong 150 ml dung dịch H₂O₂ 10% trong 5 phút, rồi rửa sạch 3 lần bằng nước muối sinh lý vô trùng 0,85% (w/v), cắt thành miếng ô vuông kích thước 0,5×0,5 cm.

Các miếng cắt quả thể nấm Thượng Hoàng ở (i), (ii), (iii) được đặt lên bề mặt môi trường thạch đĩa PDA và bọc lại bằng paraffin để tránh sự thoát hơi nước, nuôi ở 25°C trong 10 ngày. Lựa chọn đĩa nấm nuôi cấy phát triển bình thường không bị tạp nhiễm. Tiến hành cấy chuyển sang môi trường thạch đĩa PDA cho đến khi thu được hệ sợi đồng nhất và thuần khiết. Hệ khuẩn ty tinh sạch của chủng nấm Thượng Hoàng được bảo quản trong glycerol ở nồng độ cuối cùng 15% ở -86°C.

Phương pháp xác định môi trường nuôi cấy thích hợp cho các chủng nấm Thượng Hoàng:

Các chủng nấm Thượng Hoàng được nuôi trong 100 ml mỗi loại môi trường (PDB, MCM, MEB và YMB) ở 25°C, lắc 130 vòng/phút trong 10 ngày. Thu nhận khuẩn ty của các chủng nấm Thượng Hoàng, rửa hệ khuẩn ty của các chủng trong nước cất vô trùng ba lần và sấy khô hệ sợi ở 70°C trong 24 giờ.

Phương pháp xử lý số liệu:

Số liệu được xử lý, so sánh thông qua phần mềm Microsoft excel.

3. Kết quả và thảo luận

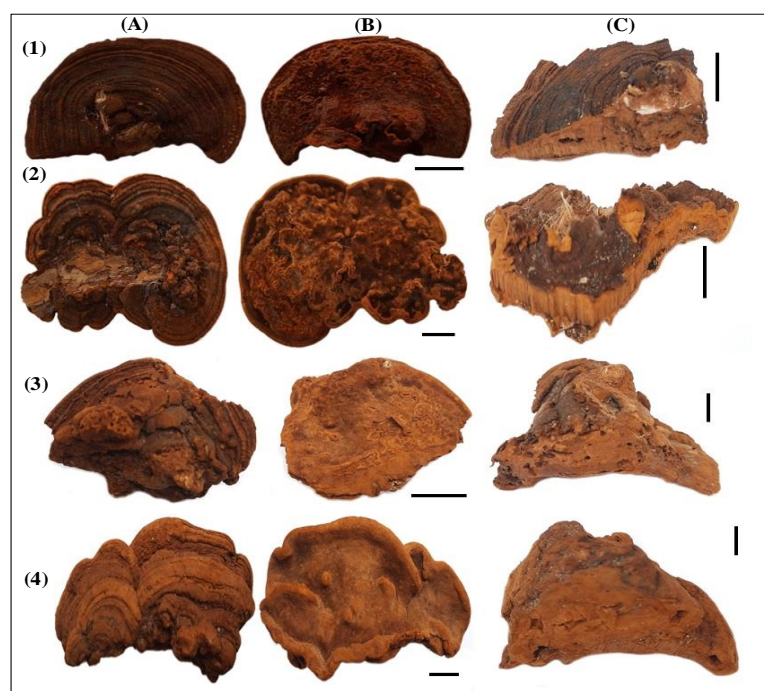
3.1. Thu thập quả thể nấm Thượng Hoàng

Đặc điểm hình thái của 04 quả thể nấm Thượng Hoàng thu thập ở khu bảo tồn thiên nhiên tại Ba Bể (Bắc Kạn) và Phia Oắc - Phia Đén (Cao Bằng) được mô tả tại Bảng 1 và Hình 1.

Bảng 1. Phân bố và đặc điểm hình thái quả thể nấm Thượng Hoàng thu thập

STT	Ký hiệu mẫu	Địa điểm thu thập	Đặc điểm hình thái quả thể nấm					
			Cuống nấm	Dạng thức	Hình dạng	Đường kính (cm)	Độ dày (cm)	Màu sắc
1	NTH-PL1	Ba Bể, Bắc Kạn	Không	Hóa gỗ cứng	Bán nguyệt	5,0~9,4	0,4~1,5	Nâu sẫm
2	NTH-PL2	Ba Bể, Bắc Kạn	Không	Hóa gỗ cứng	Bán nguyệt	8,2~12	0,5~1,7	Nâu sẫm
3	NTH-PL3	Phia Oắc - Phia Đén, Cao Bằng	Không	Hóa gỗ cứng	Móng ngựa	6,0~6,7	0,5~2,0	Nâu sẫm
4	NTH-PL4	Ba Bể, Bắc Kạn	Không	Hóa gỗ cứng	Móng ngựa	10~15,3	0,6~2,5	Nâu sẫm

Tại khu bảo tồn thiên nhiên Ba Bể (Bắc Kạn) phát hiện 3 loại quả thể nấm Thượng Hoàng ở ba địa điểm khác nhau, đều sinh trưởng ở cây Dâu (*Morus alba* L.), được đặt tên lần lượt là nấm Thượng Hoàng NTH-PL1, NTH-PL2 và NTH-PL4; nấm Thượng Hoàng NTH-PL1 có màu nâu sẫm, hóa gỗ cứng, đường kính 5,0~9,4 cm và độ dày 0,4~1,5 cm; hình thái của nấm Thượng Hoàng NTH-PL2 giống với NTH-PL1 nhưng có kích thước và độ dày quả thể lớn hơn, lần lượt là 8,2~12 cm và 0,5~1,7 cm và NTH-PL4 có hình móng ngựa, kích thước quả thể nấm tương ứng là 10,0~15,3 cm và 0,6~2,5 cm (Hình 1). Tại khu bảo tồn thiên nhiên Phia Oắc - Phia Đén (Cao Bằng) phát hiện nấm Thượng Hoàng NTH-PL3 ở cây Dâu, quả thể nấm có hình móng ngựa, kích thước 6,0~6,7 cm (chiều rộng) và 0,5~2,0 cm (độ dày) (Hình 1). Bốn loại quả thể nấm đều có màu nâu hoặc nâu sẫm, dạng gỗ cứng, hình tròn bán nguyệt hoặc “móng ngựa”, đường kính 5,0~15,3 cm, độ dày 0,4~2,5 cm, không có cuống, vòng đồng tâm phù hợp với mô tả về đặc điểm hình thái của nấm Thượng Hoàng theo công bố trên dữ liệu của MycoBank (<http://www.mycobank.org>).



Hình 1. Đặc điểm hình thái nấm Thượng Hoàng thu thập. (1): NTH-PL1; (2): NTH-PL2; (3): NTH-PL3; (4): NTH-PL4; A: Mặt trên quả thể nấm; B: Mặt dưới quả thể nấm; C: Mặt cắt ngang quả thể nấm; Thanh bar A và B: 2 cm; Thanh bar C: 1 cm.

Một vài báo cáo trước đây phát hiện nấm Thượng Hoàng tại các tỉnh miền Trung và Tây Nguyên của nước ta, bao gồm *Phellinus pini* và *Phellinus igniarius* tại Pù Huông – Nghệ An [10], [11], *Phellinus vietnamensis* tại Đà Lạt - Lâm Đồng [12], *Phellinus hartigii* tại núi Ngọc Linh - Quảng Nam [13] và *Phellinus gilvus* tại Pù Mát – Nghệ An [14]. Tuy nhiên, các tác giả không đề cập chi tiết đến thực vật chủ ở đó các loài nấm Thượng Hoàng được phát hiện và đặc điểm hình thái của chúng (ngoại trừ *Phellinus vietnamensis* [12] và *Phellinus hartigii* [13]). Cho đến nay, chưa có báo cáo về sự phân bố của nấm Thượng Hoàng tại các tỉnh miền núi phía Bắc.

Các nghiên cứu trên thế giới cho thấy, nấm Thượng Hoàng được phát hiện ở một số loại thực vật gỗ mềm như cây Dâu (*Morus alba*), cây Liễu (*Salix alba*), cây Thông (*Pinus sylvestris*), cây Bạch Dương (*Populus tomentiglandulosa*), cây Thanh lương (*Sorbus aucuparia*), cây Óc chó (*Juglans regia*), cây Dẻ gai (*Fagus sylvatica*), cây Táo tây (*Malus domestica*) và cây Phi (*Corylus colurna*) [15], [16].

Tính đến thời điểm tháng 8 năm 2021, có hơn 363 loài nấm Thượng Hoàng được phát hiện và công bố trên dữ liệu MycoBank (<http://www.mycobank.org>). Trong đó có 5 loài nấm Thượng Hoàng (được mô tả có màu nâu sẫm, hình bán nguyệt/ móng ngựa, không có cuống nấm) chứa đựng giá trị dược liệu cao nhất, bao gồm *Phellinus linteus*, *Phellinus igniarius*, *Phellinus gilvus*, *Phellinus pini* và *Phellinus hartigii* [17], [18].

3.2. Phân lập nguồn gen nấm Thượng Hoàng từ quả thể

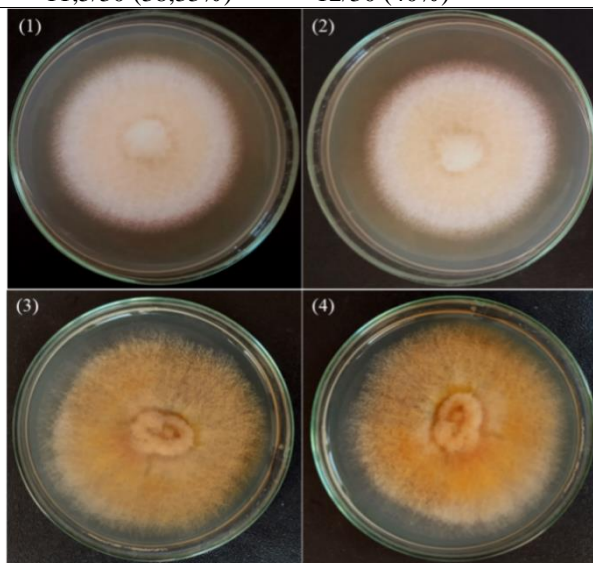
Sử dụng đồng thời ba phương pháp để phân lập khuẩn ty nấm Thượng Hoàng từ bốn quả thể nấm thu thập được. Mẫu nấm Thượng Hoàng sau khi được xử lý (n=30 mảnh/chủng nấm Thượng Hoàng) được đặt lên bề mặt môi trường PDA, nuôi ở 25°C trong 10 ngày (Bảng 2).

Kết quả ở bảng 2 cho thấy, sử dụng nước cất để loại bỏ tạp nhiễm cho các mẫu nấm Thượng Hoàng là không hiệu quả, mặc dù không làm chết mẫu vật nhưng mẫu có tỷ lệ nhiễm rất cao (95,83% số mẫu xuất hiện nhiễm khuẩn hoặc nấm mốc khác). Ngược lại, sử dụng 70% ethanol hoặc H₂O₂ 10% có tỷ lệ vào mẫu thành công cao hơn so với phương pháp sử dụng nước cất, lần

lượt 29,17 và 21,67% ($p=0,04$). Tuy nhiên, khoảng 10,00 và 38,33% số mẫu bị chết dưới tác động của 70% ethanol trong 10 phút và 20% H_2O_2 trong 5 phút.

Bảng 2. Hiệu quả của các phương pháp khử trùng mẫu đến phân lập hệ sợi nấm Thượng Hoàng từ quả thể

Phương pháp khử trùng mẫu	Chỉ tiêu đánh giá		
	Số mẫu bị chết	Số mẫu bị tạp nhiễm	Số mẫu có hệ sợi thuần khiết sinh trưởng
Nước cất khử trùng	0 (0%)	28,75/30 (95,83%)	1,25/30 (4,16%)
Ethanol 70% trong 10 phút	3/30 (10%)	18,25/30 (60,83%)	8,75/30 (29,17%)
H_2O_2 10% trong 5 phút	11,5/30 (38,33%)	12/30 (40%)	6,5/30 (21,67%)



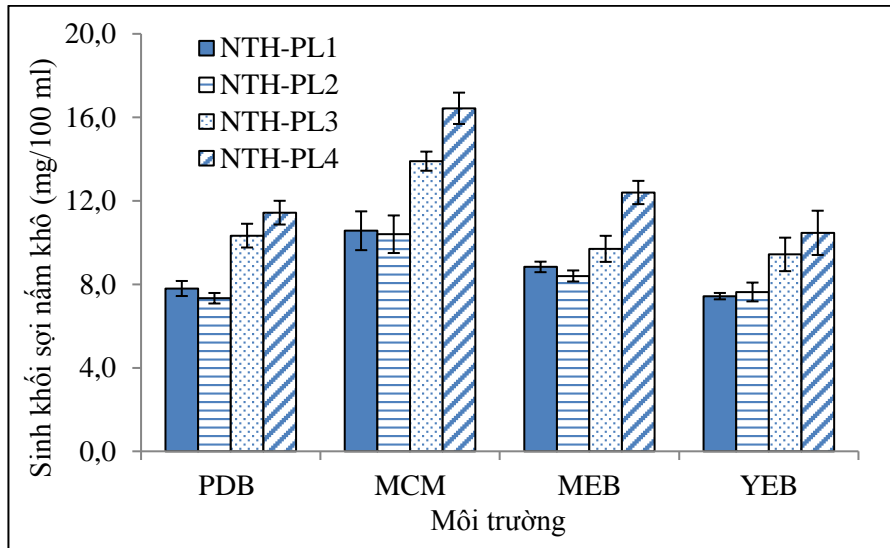
Hình 2. Khuẩn ty của các chủng nấm Thượng Hoàng trên môi trường PDA ở 25°C trong 10 ngày nuôi cấy phân lập từ quả thể nấm được khử trùng trong ethanol 70% trong 10 phút (1): NTH-PL1; (2): NTH-PL2; (3): NTH-PL3; (4): NTH-PL4

Dựa vào kết quả của nghiên cứu này khuyến cáo quả thể nấm Thượng Hoàng thu thập trong tự nhiên nên được khử trùng trong ethanol 70%, 10 phút hoặc H_2O_2 10% trong 5 phút để loại bỏ các tạp nhiễm vi khuẩn hoặc nấm mốc có trong quả thể nấm Thượng Hoàng trong quá trình phân lập. Trên môi trường PDA, khuẩn ty tinh khiết của các chủng nấm Thượng Hoàng NTH-PL1 và NTH-PL2 có màu vàng kem, trong khi NTH-PL3 và NTH-PL4 có màu vàng cam (Hình 2).

Bên cạnh các phương pháp được đề cập trong nghiên cứu này, quả thể nấm Thượng Hoàng có thể được loại bỏ tạp nhiễm bằng kết hợp ethanol với 0,1% $HgCl_2$ hoặc chỉ sử dụng 0,1% $HgCl_2$ [18], [19]. Tuy nhiên, phương pháp không được khuyến cáo sử dụng trong những năm gần đây vì tiềm ẩn nhiều rủi ro cho con người, cũng như môi trường sinh thái nếu chúng bị phơi nhiễm. Thông qua 70% ethanol để loại bỏ tạp nhiễm trong quá trình phân lập các loại nấm Đám (*Basidiomycota*) được sử dụng nhiều trong những năm gần đây [20].

3.3. Môi trường nuôi cấy thích hợp cho các chủng nấm Thượng Hoàng

Bốn chủng nấm Thượng Hoàng NTH-PL1, NTH-PL2, NTH-PL3 và NTH-PL4 có khả năng sinh trưởng tốt trong bốn loại môi trường sử dụng. Trong đó, môi trường thích hợp nhất cho sinh trưởng NTH-PL1, NTH-PL2, NTH-PL3 và NTH-PL4 là môi trường MCM (Hình 3), với lượng sinh khối sợi khô lần lượt là 10,6; 10,4; 13,9 và 16,4 mg/100 ml môi trường. Sinh khối hệ sợi của bốn chủng nấm Thượng Hoàng trong môi trường MCM có sự khác biệt ý nghĩa với ba loại môi trường còn lại ($p<0,05$); không có sự khác biệt ý nghĩa của bốn chủng nấm Thượng Hoàng khi sử dụng môi trường PDB, MEB và YEB ($p>0,05$).



Hình 3. Ảnh hưởng của môi trường đến sinh trưởng hệ sợi nấm Thượng Hoàng

Nghiên cứu của Phạm (2016) [8] cho thấy nấm Thượng Hoàng (*Phellinus linteus* PL108) sinh trưởng tốt trên môi trường PDA, PGA (g/l: glucose 20; agar 17; khoai tây 200g) và GYA (g/l: glucose 40; cao nấm men 20; K_2HPO_4 0,36; KH_2PO_4 1; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,5). Trong đó, môi trường PDA là thích hợp nhất cho chủng PL108 sinh trưởng; hoặc sử dụng môi trường PDA cải tiến (g/l: khoai tây 200; glucose 20; cao nấm men 10; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,5) thích hợp cho nuôi cấy hệ sợi nấm Thượng Hoàng (*Phellinus bauni* Pb) sinh trưởng [9]. Bên cạnh các môi trường PDA, MCM, YEA, PGA và MEA; môi trường Czapek dox (g/l: sucrose 30; $NaNO_3$ 2; K_2HPO_4 1; $MgSO_4$ 0,5; KCl 0,5; $FeSO_4$ 0,1), glucose peptone (g/l: glucose 10; peptone 10; cao nấm men 10; cao malt 15; agar 20), môi trường Leonian (g/l: glucose 20; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,5; $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,02; $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ 0,01; KH_2PO_4 1; agar 20), môi trường Henner-berg (g/l: glucose 50; $NaNO_3$ 2; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,5; $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 0,1; KH_2PO_4 1; KNO_3 2; agar 20), môi trường Lilly (g/l: maltose, 10; DL-asparagine 2; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,5; KH_2PO_4 1; agar 20) và môi trường Hopppkins (g/l: glucose 10; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,5; KH_2PO_4 0,1; KNO_3 2; agar 20g) cũng thích hợp cho nuôi cấy hệ sợi nấm Thượng Hoàng (*Phellinus linteus* ASI 26099, *Phellinus baumii* Nongong và *Phellinus gilvus* KCTC 6653) [21].

4. Kết luận

Thu thập được 04 quả thể nấm Thượng Hoàng ở khu bảo tồn tự nhiên tại Ba Bể (Bắc Kạn) và Phia Oắc - Phia Đén (Cao Bằng). Khử trùng quả thể nấm Thượng Hoàng trong ethanol 70%, 10 phút hoặc H_2O_2 10%, 5 phút có hiệu quả loại bỏ tạp nhiễm vi sinh vật cho phân lập hệ sợi nấm (sử dụng ethanol 70% là thích hợp nhất). Hệ sợi của chủng nấm Thượng Hoàng có khả năng sinh trưởng trong môi trường PDB, MCM, MEB và YEB (môi trường thích hợp nhất là MCM).

Lời cảm ơn

Công trình được sự hỗ trợ về kinh phí bởi Bộ GD&ĐT thuộc Chương trình “Nghiên cứu phát triển và ứng dụng công nghệ cao trong sản xuất cây trồng đặc trưng cho các tỉnh miền núi phía Bắc”, mã số: CT2020.03.TNA-06.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] D. Sliva, A. Jedinak, J. Kawasaki, K. Harvey, and V. Slivova, “*Phellinus linteus* suppresses growth, angiogenesis and invasive behaviour of breast cancer cells through the inhibition of AKT signalling,” *Br J Cancer*, vol. 98, no. 8, pp. 1348-1356, 2008.

- [2] S. Konno, K. Chu, N. Feuer, J. Phillips, and M. Choudhury, "Potent anticancer effects of bioactive mushroom extracts (*Phellinus linteus*) on a variety of human cancer cells," *J. Clin. Med. Res.*, vol. 7, no. 2, pp. 76-82, 2015.
- [3] T. Ikekawa, M. Nakanishi, N. Uehara, G. Chihara, and F. Fukuoka, "Antitumor action of some basidiomycetes, especially *Phellinus linteus*," *Gann*, vol. 59, no. 2, pp. 155-157, 1968.
- [4] W. Chen, H. Tan, Q. Liu, X. Zheng, H. Zhang, Y. Liu, and L. Xu, "The bioactivities and pharmacological application of *Phellinus linteus*," *Molecules*, vol. 24, no. 10, p. 1888, 2019.
- [5] C. Gao, L. Zhong, L. Jiang, C. Geng, X. Yao, and J. Cao, "*Phellinus linteus* mushroom protects against tacrine-induced mitochondrial impairment and oxidative stress in HepG2 cells," *Phytomedicine*, vol. 20, pp. 705-709, 2013.
- [6] N. T. T. Nguyen, N. T. Nguyen, P. C. Kuo, M. D. Doan, L. P. Doan, T. T. G. Dinh, T. S. Wuc, and D. T. Tran, "Chemical constituents from the fruiting bodies of *Phellinus igniarius*," *Natural Product Research*, vol. 32, no. 20, pp. 2392-2397, 2017.
- [7] N. T. Nguyen, "Research on the composition and biological activities of some species of fungi belonging to the *Polyporaceae* and *Hymenochaetaceae* families in the North Central region, Vietnam," (in Vietnamese), PhD. Thesis, Vietnam Academy of Science and Technology, 2018.
- [8] Q. T. Pham, "Studies on the biological characteristics of *Phellinus linteus* in pure culture," (in Vietnamese), *Vietnamese Academy of Forest Sciences*, vol. 1/2016, pp. 4231-4237, 2016.
- [9] T. L. Tran and V. H. Vu, "Submerged culture conditions for the production of *Phellinus baumi* mycelial biomass," (in Vietnamese), *Vietnam Agricultural Science Journal*, vol. 8, no. 81, pp. 106-108, 2017.
- [10] N. T. Nguyen, "Research on the composition and biological activities of some species of fungi belonging to the *Polyporaceae* and *Hymenochaetaceae* families in the North Central region, Vietnam," (in Vietnamese), PhD. Thesis, Vietnam Academy of Science and Technology, 2018.
- [11] T. T. Nguyen, N. T. Nguyen, P. C. Kuo, M. D. Doan, L. P. Doan, T. T. G. Dinh, T. S. Wu, and D. T. Tran, "Chemical constituents from the fruiting bodies of *Phellinus igniarius*," *Natural Product Research*, vol. 20, no. 20, pp. 2392-2397, 2017.
- [12] Z. Lin, X. Ji, J. Si, and B. K. Cui, "Morphological characters and phylogenetic analysis reveal a new species of *Phellinus* with hooked hymenial setae from Vietnam," *Phytotaxa*, vol. 356, no. 1, pp. 091-099, 2018.
- [13] T. P. Tran, "Study on the composition of large mushroom species of Myxomycota, Ascomycota, Basidiomycota branches in Ngoc Linh mountain, Quang Nam province," (in Vietnamese), PhD. Thesis, Ministry of Education and Training, 2018.
- [14] X. H. Do, H. N. Luu, D. T. Tran, and N. Q. Dang, "Chemical constituents of the ethyl acetate fraction of the fruit bodies of *Phellinus gilvus*," *Vietnam Journal of Science and Technology*, vol. 54, no. 4A, pp. 246-251, 2018.
- [15] G. Katarzyna, A. P. Stachowiak, A. Stala, D. Miran, and S. Sokól, "Comparison of the mycelial growth of some *Phellinus* spp. isolates on different agar media," *Fragmenta Naturae*, vol. 50, pp. 18-27, 2017.
- [16] Y. Abe, T. Kobayashi, M. Onuki, T. Hattori, and M. Tsurumachi, "Brown root rot of trees caused by *Phellinus noxius* in windbreaks on Ishigaki Island, Japan, incidence of disease, pathogen and artificial inoculation," *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, vol. 61, pp. 425-433, 1995.
- [17] S. Huang, P. Wang, P. Kuo, H. Hung, and T. Pan, "Hepatoprotective principles and other chemical constituents from the mycelium of *Phellinus linteus*," *Molecules*, vol. 23, no. 7, p. 1705, 2018.
- [18] J. W. Lee, S. J. Baek, W. C. Bae, J. M. Park, and Y. S. Kim, "Comparative antitumor activity of water extracts from fruiting body of *Phellinus linteus*," *Mycobiology*, vol. 34, no. 4, pp. 230-235, 2006.
- [19] K. S. Rajput, R. D. Koyani, H. R. Patel, A. M. Vasava, R. S. Patel, A. D. Patel, and A. P. Singh, "A preliminary checklist of fungi of Gujarat State, India," *Current Research in Environmental & Applied Mycology*, vol. 5, no. 4, pp. 285-306, 2015.
- [20] K. Ota, I. Yamazaki, T. Saigoku, M. Fukui, T. Miyata, K. Kamaike, T. Shirahata, F. Mizuno, Y. Asada, M. Hirotsu, C. Ino, T. Yoshikawa, Y. Kobayashi, and H. Miyaoka, "Phellilane L, sesquiterpene metabolite of *Phellinus linteus*: Isolation, structure elucidation, and asymmetric total synthesis," *J Org Chem.*, vol. 82, no. 23, pp. 12377-12385, 2017.
- [21] W. S. Jo, Y. H. Rew, S. G. Choi, G. S. Seo, J. M. Sung, and J. Y. Uhm, "The culture conditions for the mycelial growth of *Phellinus* spp.," *Mycobiology*, vol. 34, no. 4, pp. 200-205, 2006.