

**Ảnh hưởng của các điều kiện nuôi cấy đến sự sinh trưởng của hệ sợi
và hình thành quả thể của chủng nấm Thượng hoàng *Sanghuangporus vaninii* PLV1**

Trần Thu Hà^{1*}, Nguyễn Duy Trình¹, Lê Thanh Nhân², Phạm Thị Thu¹

¹Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nấm, Viện Di truyền Nông nghiệp,

Km2 Phạm Văn Đồng, phường Nghĩa Đô, Hà Nội, Việt Nam

²Viện Công nghệ Sinh học Ứng dụng, 305/13/44 Lê Văn Quới, phường Bình Trị Đông,

TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

Ngày nhận bài 18/11/2025; ngày chuyển phản biện 19/11/2025; ngày nhận phản biện
3/12/2025; ngày chấp nhận đăng 15/12/2025

Tóm tắt:

Nấm Thượng hoàng *Sanghuangporus vaninii* là loài nấm dược liệu giàu các hợp chất có hoạt tính sinh học và có nhiều tác dụng dược lý quan trọng như: chống oxy hóa, chống khối u, tăng cường miễn dịch. Nghiên cứu này nhằm mục đích tối ưu điều kiện nhân nuôi hệ sợi, quả thể của chủng nấm Thượng hoàng *S. vaninii* PLV1 thu thập tại Vườn quốc gia Hoàng Liên, tỉnh Lào Cai. Kết quả nghiên cứu cho thấy, hệ sợi của chủng nấm PLV1 sinh trưởng tối ưu trên môi trường PDA và MEA, pH 6, nhiệt độ 30°C. Glucose, peptone, cao nấm men là nguồn carbon, nito phù hợp nhất thúc đẩy hệ sợi nấm sinh trưởng. Quả thể của chủng nấm PLV1 có thể hình thành và phát triển tốt khi trồng trên cơ chất mùn cưa có bổ sung cám ngô, cám gạo hoặc cám mì với hiệu suất sinh học đạt từ 1,63±0,51 đến 2,09±0,90%. Đây là nghiên cứu đầu tiên về nuôi trồng thành công loài *S. vaninii* ở Việt Nam. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học quan trọng cho việc phát triển nuôi trồng loài *S. vaninii* tại Việt Nam, đồng thời hỗ trợ các nghiên cứu chuyên sâu hơn về tiềm năng dược liệu của loài nấm này.

Từ khóa: môi trường, nguồn carbon, nguồn nito, nhiệt độ, pH.

Chỉ số phân loại: 1.6, 2.8, 4.1, 4.6

*Tác giả liên hệ: Email: tranthuhapt@gmail.com

**Effect of culture conditions on mycelial growth and fruiting body formation of
Sanghuangporus vaninii strain PLV1**

Thu Ha Tran^{1*}, Duy Trinh Nguyen¹, Thanh Nhan Le², Thu Pham Thi¹

¹*Mushroom Research and Development Center, Agricultural Genetics Institute,*

Km2 Pham Van Dong Street, Nghia Do Ward, Hanoi, Vietnam

²*Applied Biotechnology Institute, 305/13/44 Le Van Quoi Street, Binh Tri Dong Ward,*

Ho Chi Minh City, Vietnam

Received 19 November 2025; revised 3 December 2025; accepted 15 December 2025

Abstract:

Sanghuangporus vaninii is a species of medicinal mushroom rich in bioactive compounds with remarkable pharmacological activities, including antioxidant, anticancer, and immunomodulatory effects. This study aimed to optimise the conditions for mycelial cultivation and fruiting body production of the *S. vaninii* PLV1 strain collected from Hoang Lien National Park, Lao Cai Province, Vietnam. The results showed that the PLV1 strain achieved optimal mycelial growth on PDA and MEA media at pH 6 and 30°C. Glucose, peptone, and yeast extract were identified as the most suitable carbon and nitrogen sources for promoting mycelial development. Fruiting bodies of the PLV1 strain were successfully formed and developed on sawdust-based substrates supplemented with corn bran, rice bran, or wheat bran, achieving a biological efficiency from 1.63 ± 0.51 to $2.09 \pm 0.90\%$. This is the first study to successfully cultivate *S. vaninii* in Vietnam. These findings provide an important scientific foundation for developing artificial cultivation protocols for *S. vaninii* in Vietnam and support further investigations into the medicinal potential of this species.

Keywords: carbon source, media, nitrogen source, pH value, temperature.

Classification numbers: 1.6, 2.8, 4.1, 4.6

1. Đặt vấn đề

Sanghuangporus là một chi nấm được tách từ phức hợp *Inonotus linteus* (đồng danh *Phellinus linteus*), phân bố chủ yếu ở vùng ôn đới, cận nhiệt đới đến nhiệt đới [1]. Khoảng 20 loài *Sanghuangporus* được chấp nhận rộng rãi và được biết đến là nấm Thượng hoàng - “Sanghuang”, một loài nấm dược liệu nổi tiếng [2]. *Sanghuangporus* được biết đến với hàm lượng các hợp chất có hoạt tính sinh học phong phú như polysaccharides, polyphenols, triterpenoids, flavonoids... và các hoạt tính dược lý nổi bật như khả năng chống khối u, oxy hóa, viêm và kháng khuẩn [3].

Sanghuangporus vaninii (Ljub.) L.W. Zhou và cs (2016) [4] là một trong hai loài *Sanghuangporus* có thể nuôi trồng thương mại, phân bố ở Đông Bắc Trung Quốc, Hàn Quốc, Đông Nga và Nhật Bản. Các kết quả nghiên cứu về một số hợp chất có hoạt tính sinh học của nấm *S. vaninii*, đặc biệt là các polysaccharides có liên quan đến khả năng chống oxy hóa và chống tế bào ung thư đã khiến *S. vaninii* trở thành ứng viên nổi bật nghiên cứu liệu pháp điều trị ung thư [3]. Kỹ thuật lên men chìm đã và đang là phương pháp chính để sản xuất các chất chuyển hóa từ nấm *Sanghuangporus* nói chung và nấm *S. vaninii* nói riêng. Ưu điểm của phương pháp này là đơn giản, có thể kiểm soát và điều chỉnh cho phù hợp với nhu cầu quy mô lớn hoặc nhỏ khác nhau [5]. Trong sản xuất, mặc dù nuôi trồng nấm *S. vaninii* đã đạt được thành công, nhưng sản lượng của nấm *S. vaninii* còn thấp, chưa đáp ứng được nhu cầu sử dụng do thời gian sinh trưởng dài, dễ bị sâu bệnh, các yêu cầu về điều kiện sinh lý và môi trường ngoại cảnh phức tạp [6].

Ở Việt Nam, gần 40 loài nấm Thượng hoàng và các loài giống nấm Thượng hoàng được xác định thuộc các chi *Phellinus*, *Inonotus* và *Sanghuangporus* đã được ghi nhận. Tuy nhiên, nhiều loài trong số này đã được chuyển sang chi nấm khác theo hệ thống phân loại hiện đại [2, 7]. Thành phần và cấu trúc các hợp chất có trong các loài nấm Thượng hoàng của Việt Nam cũng đã được xác định như flavonoid, ergosterol và ergosterol peroxide ở loài *Phellinus igniarius* và *P. gilvus* [8, 9], hợp chất phenolic và polysaccharides ở loài *S. baumii* và *S. vaninii* [7, 10]. T.H.Y. Le và cs (2025) [7] đã nghiên cứu các điều kiện tối ưu cho sự sản xuất β -glucan ở chủng *S. vaninii* thu thập từ Việt Nam. Các điều

kiện tối ưu phục vụ cho nuôi cấy như môi trường, pH, nhiệt độ, nguồn carbon, nitơ cũng đã được khảo sát và báo cáo ở một số loài nấm Thượng hoàng thuộc chi *Phellinus* [11-14]. Nhìn chung, các nghiên cứu về tối ưu điều kiện nuôi cấy để sản xuất hệ sợi và quả thể nấm Thượng hoàng ở Việt Nam còn ít, đặc biệt là loài *S. vaninii*. Nghiên cứu này tập trung tối ưu hóa điều kiện nuôi cấy hệ sợi và quả thể của nấm Thượng hoàng *S. vaninii* chủng giống PLV1 mới thu thập được tại Yên Bái, Việt Nam.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng

Chủng nấm Thượng hoàng PLV1 được phân lập và làm thuần từ quả thể nấm thu thập tại Vườn quốc gia Hoàng Liên, tỉnh Lào Cai (độ cao 1635 m, trên cây *Populus* sp.). Giống nấm được bảo quản và lưu giữ ở bộ sưu tập giống nấm của Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nấm, Viện Di truyền Nông nghiệp (mã chủng AGI-PVL1) và bộ sưu tập giống nấm của Viện Công nghệ Sinh học Ứng dụng (ABI-F000301).

2.2. Định danh bằng sinh học phân tử

DNA bộ gen được tách chiết từ hệ sợi bằng phương pháp CTAB theo quy trình của J.J. Doyle và cs (1987) [15]. Vùng nrITS được khuếch đại bằng cặp mồi ITS1/ITS4, chu trình nhiệt của phản ứng PCR được thực hiện theo F. Wu và cs (2022) [16]. Sản phẩm PCR được tinh sạch bằng ExoSAP-IT (Thermo Fisher, Hoa Kỳ) và được giải trình tự tại Công ty 1st BASE (Malaysia). Kết quả giải trình tự được hiển thị và hiệu chỉnh bằng phần mềm ATGC (Genetyx, Nhật Bản). Các trình tự nucleotide có độ tương đồng cao nhất với mẫu nghiên cứu đã được truy xuất từ GenBank và được tích hợp vào phân tích phát sinh loài với các trình tự chuẩn theo công bố của S. Shen và cs (2021) [17]. Các trình tự nrITS được sắp giống cột và căn chỉnh bằng phần mềm AliView 1.25. Phân tích cây phát sinh loài được thực hiện bằng MEGA 12 [18] sử dụng phương pháp Maximum Likelihood theo mô hình tiến hóa tối ưu K2+G+I, với bootstrap 1.000 lần lặp. Trình tự của mẫu PLV1 được đăng ký lên GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>) với mã số truy cập PX622562.

2.3. Đánh giá khả năng sinh trưởng hệ sợi chủng nấm PLV1 trên một số môi trường dinh dưỡng cơ bản

Hệ sợi của chủng giồng nấm Thượng hoàng PLV1 được khảo sát trên 5 loại môi trường nuôi cấy là potato dextrose agar (PDA), malt extract agar (MEA), mushroom complete medium (MCM), Sabouraud dextrose agar (SDA) và Czapek-Dox medium (CZA) được trình bày trong bảng 1. Môi trường nuôi cấy được hấp khử trùng ở nhiệt độ 121°C trong 20 phút và rót vào các đĩa Petri đã hấp khử trùng, mỗi đĩa chứa khoảng 20 ml môi trường. Mỗi đĩa môi trường được cấy một mẫu giồng (Ø 5 mm), đục từ rìa khuẩn lạc 7 ngày tuổi. Các đĩa được nuôi ở 25°C, thời gian 10 ngày.

Bảng 1. Thành phần môi trường nuôi cấy.

Thành phần	Hàm lượng (g/l)				
	PDA	MEA	SDA	MCM	CZA
Khoai tây	200				
Dextrose	20		20		
Sucrose					30
Glucose				20	
Peptone		3	10	2	
Cao nấm men				2	
Malt extract		30			
MgSO ₄ .7H ₂ O				0,5	0,5
K ₂ HPO ₄				1	1
KH ₂ PO ₄				0,5	1
NaNO ₃					3
KCl					0,5
FeSO ₄ .7H ₂ O					0,01
Agar	20	20	20	20	20

2.4. Ảnh hưởng của pH

Môi trường nuôi cấy thích hợp được lựa chọn để khảo sát ảnh hưởng của pH đến sự sinh trưởng của hệ sợi chủng nấm Thượng hoàng PLV1. Đệm HEPES (4-(2-hydroxyethyl)-1-piperazineethanesulfonic acid) được bổ sung vào môi trường khảo sát nhằm ổn định giá trị pH với hàm lượng 7,0 g/l. Môi trường được điều chỉnh pH về các mức 5, 6, 7, 8 bằng dung dịch NaOH hoặc HCl 1N.

2.5. Ảnh hưởng của nhiệt độ

Hệ sợi của chủng nấm Thượng hoàng PLV1 được khảo sát ở 4 ngưỡng nhiệt độ là 20, 25, 30 và 35°C. Môi trường và pH thích hợp ở thí nghiệm trên được sử dụng làm nền cho khảo sát nhiệt độ.

2.6. Ảnh hưởng của nguồn carbon

Để khảo sát ảnh hưởng của nguồn carbon đến khả năng sinh trưởng hệ sợi của chủng nấm Thượng hoàng PLV1, 5 loại đường đã được sử dụng gồm fructose, glucose, maltose, lactose và sorbitol với hàm lượng 20 g/l. Môi trường thạch cơ bản (basal medium) được sử dụng để nhân nuôi hệ sợi nấm gồm: peptone 2g/l, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,05 g/l, KH_2PO_4 0,46 g/l, K_2HPO_4 1,0 g/l, thiamine-HCl 120 $\mu\text{g/l}$, agar 20 g/l, HEPES 7,0 g/l và 20 g/l, mỗi nguồn carbon.

2.7. Ảnh hưởng của nguồn nitơ

Thí nghiệm được tiến hành trên môi trường thạch cơ bản (basal medium) gồm glucose 20 g/l, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,05 g/l, KH_2PO_4 0,46 g/l, K_2HPO_4 1,0 g/l, thiamine-HCl 120 $\mu\text{g/l}$, agar 20 g/l, HEPES 7,0 g/l và bổ sung 5 nguồn nitơ khác nhau (peptone, cao nấm men, amoni sulfat, natri nitrat và ure) để lựa chọn nguồn nitơ phù hợp cho nhân nuôi hệ sợi của chủng giống nấm Thượng hoàng PLV1. Mỗi nguồn nitơ được bổ sung vào môi trường với hàm lượng 2 g/l.

2.8. Đánh giá sự hình thành quả thể

Meo giống cấp 2 được chuẩn bị bằng cách: Ngâm hạt lúa tẻ trong nước sạch 6 tiếng, sau đó luộc đến khi hạt lúa nứt vỏ. Hạt lúa sau khi nấu được phối trộn với 1% CaCO_3 và đóng vào chai thủy tinh. Hấp khử trùng 121°C trong 90 phút, sau khi nguội cấy 1 khoan thạch giống cấp 1. Nuôi sợi đến khi mọc đầy chai thì sử dụng để cấy vào phối.

Chủng nấm Thượng hoàng PLV1 được nuôi trên 3 công thức cơ chất khác nhau, gồm: CT1 (mùn cưa 99%, CaCO_3 1%); CT2 (mùn cưa 84%, cám ngô 5%, cám gạo 5%, cám mì 5%, CaCO_3 1%); CT3 (mùn cưa 89%, cám ngô 5%, cám gạo 5%, CaCO_3 1%). Cơ chất sau phối trộn được hiệu chỉnh đến độ ẩm $65 \pm 2\%$, pH 6.0 và chia vào các túi nilon polypropylen (19x37 cm), mỗi túi chứa 1200 g cơ chất (tương đương với 500g cơ chất khô

13%). Các túi phôi được hấp khử trùng ở 121°C, trong 180 phút; sau đó, được làm nguội về nhiệt độ phòng. Mỗi túi phôi được cấy 5 g meo giống đã chuẩn bị sẵn như trên. Nuôi ươm hệ sợi ở trong tối, nhiệt độ 25-28°C đến khi hệ sợi mọc kín đáy. Kết thúc giai đoạn ươm sợi, các túi phôi được chuyển sang nhà trồng để ra quả thể, điều kiện nuôi quả thể ở nhiệt độ 25±2°C, độ ẩm không khí 80-85%, cường độ ánh sáng khoảng 300 lux [19].

2.9. Các chỉ tiêu theo dõi

Khả năng sinh trưởng của hệ sợi chủng giống nấm Thượng hoàng PLV1 được đánh giá thông qua chỉ tiêu: tốc độ sinh trưởng hệ sợi (mm/ngày), đặc điểm và màu sắc khuẩn lạc, mật độ và cấu trúc hệ sợi. Tốc độ sinh trưởng hệ sợi được tính bằng trung bình đường kính khuẩn lạc trên một đơn vị thời gian (mm/ngày). Màu sắc khuẩn lạc được mô tả: dựa theo bảng màu chuẩn ‘*Methuen handbook of colour*’ [20]. Mật độ hệ sợi được quan sát và đánh giá theo 4 mức: hệ sợi dày (Compact-C), hệ sợi hơi dày (Somewhat compact-SC), hệ sợi hơi mỏng (Somewhat thin-ST) và hệ sợi mỏng (Thin-T) [21]. Cấu trúc hệ sợi nấm: dạng bông xốp (cottony), dạng bông dày (tomentose), dạng bông rời (floccose), dạng rễ phân nhánh (rhizomorph), dạng ép sát (appressed) được mô tả theo Stamets & Chilton [22]. Các chỉ tiêu theo dõi về khả năng hình thành và phát triển quả thể gồm có: thời gian hình thành quả thể (ngày); kích thước quả thể (mm); năng suất nấm khô (gam/túi cơ chất) và hiệu suất sinh học (Biological efficiency/BE%). Hiệu suất sinh học được xác định bằng công thức [23]:

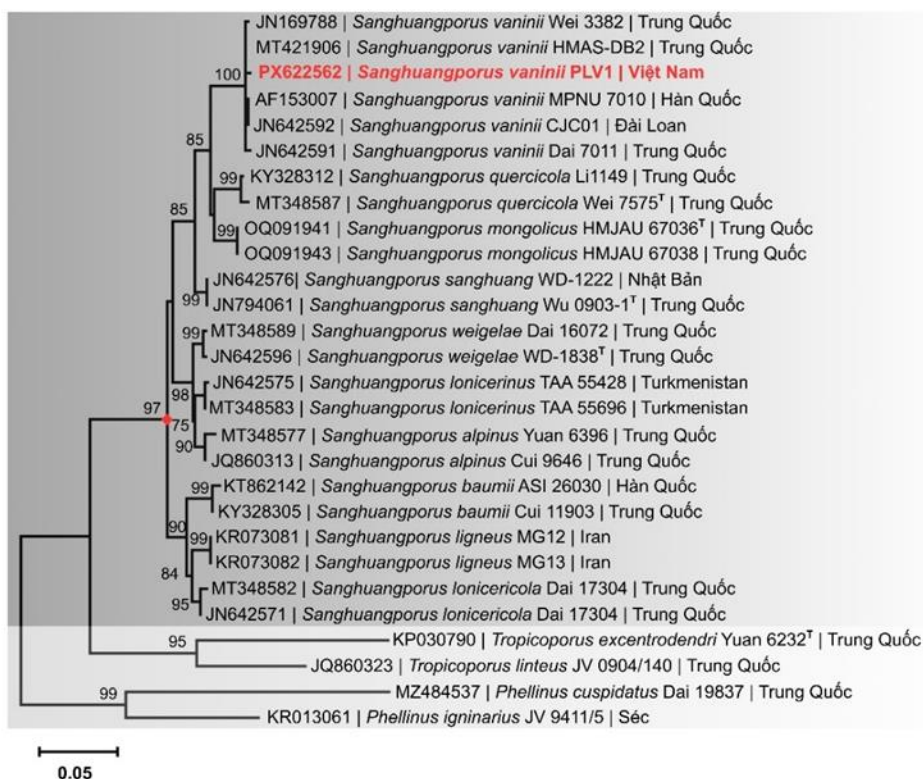
$$BE\% = \frac{\text{Khối lượng nấm khô}}{\text{Khối lượng cơ chất khô}} \times 100\%$$

2.10. Xử lý số liệu

Thí nghiệm được thiết kế theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên, một nhân tố, lặp lại 6 lần (n=6). Tốc độ sinh trưởng, kích thước, khối lượng và hiệu suất sinh học của quả thể được ghi nhận. Kết quả nghiên cứu được xử lý thống kê bằng phần mềm GraphPad Prism v9.1. Sự khác biệt giữa các nghiệm thức được kiểm tra bằng phân tích phương sai ANOVA một chiều (one-way) và so sánh trung bình các nhóm bằng phép kiểm định Tukey ở mức ý nghĩa p<0,05. Số liệu được biểu diễn ở dạng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn (mean ± SD).

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Định danh chủng nấm PLV1 dựa trên trình tự ITS



Hình 1. Cây phát sinh loài xây dựng từ dữ liệu nrITS bằng phương pháp Maximum Likelihood thể hiện vị trí phân loại của chủng PLV1.

Bộ dữ liệu nrITS bao gồm 28 trình tự với độ dài 779 nu bao gồm gap, đại diện cho 14 taxa. Kết quả phân tích phát sinh loài bằng Maximum Likelihood cho thấy, trình tự của chủng PLV1 nhóm với các mẫu *Sanghuangporus vaninii* ở Trung Quốc, Đài Loan (Trung Quốc) và Hàn Quốc với giá trị bootstrap 100% (hình 1). Các loài *Sanghuangporus* nhóm với nhau thành một nhóm đơn ngành (bootstrap 97%), phân biệt với chi họ hàng gần *Tropicoporus* và *Phellinus sensu stricto*. Kết quả phân tích này tương đồng với các báo cáo của Zhou và cs (2016) [4], S. Shen và cs (2021) [17]. Kết quả này xác nhận chủng PLV1 thuộc loài *Sanghuangporus vaninii*.

3.2. Khả năng sinh trưởng hệ sợi chủng nấm *PLV1* trên một số môi trường dinh dưỡng cơ bản

Kết quả khảo sát khả năng sinh trưởng của hệ sợi chủng giống nấm Thượng hoàng *PLV1* trên một số môi trường dinh dưỡng cơ bản được thể hiện ở bảng 2 và hình 2. Hệ sợi nấm sinh trưởng tốt nhất trên hai môi trường PDA và MEA, tốc độ sinh trưởng của hệ sợi đạt lần lượt là $3,39 \pm 0,1$ và $3,44 \pm 0,13$ mm/ngày ($p > 0,05$). Tuy nhiên, trên môi trường MEA, khuẩn lạc tròn, rìa đều, mật độ dày (C), màu trắng (1A1) đến trắng hơi vàng (1A2); ngược lại trên môi trường PDA, khuẩn lạc tròn, đều, mật độ hệ sợi hơi dày (SC), màu sắc tương tự (hình 1). Môi trường SDA, MCM, CZA được ghi nhận là không phù hợp cho hệ sợi nấm chủng nấm *PLV1* sinh trưởng. PDA và MEA là những loại môi trường bán tổng hợp, có nhiều thành phần dinh dưỡng phù hợp cho hệ sợi của nhiều loại nấm sinh trưởng [24] và chúng cũng đã được báo cáo là một trong các loại môi trường nuôi cấy phù hợp với loài *S. baumii* (đồng danh *Phellinus baumii*) [21, 25] và *S. vaninii* [7].

Bảng 2. Tốc độ sinh trưởng, đặc điểm khuẩn lạc và hệ sợi nấm Thượng hoàng trên các môi trường nuôi cấy khác nhau.

Môi trường	Tốc độ sinh trưởng (mm/ngày)	Khuẩn lạc		Hệ sợi	
		Đặc điểm	Màu sắc	Mật độ	Cấu trúc
PDA	$3,39^a \pm 0,1$	tròn, lồi, rìa đều	trắng (1A1) - trắng hơi vàng (1A2)	SC	dạng bông xốp
SDA	$2,63^b \pm 0,13$	tròn, lồi, rìa không đều	trắng (1A1) - trắng hơi vàng (1A2)	C	dạng bông xốp
MEA	$3,44^a \pm 0,13$	tròn, lồi, rìa không đều	trắng (1A1) - trắng hơi vàng (1A2)	C	dạng bông xốp
MCM	$2,64^b \pm 0,13$	tròn, lồi, rìa đều	trắng (1A1)	ST	dạng bông xốp
CZA	$0,82^c \pm 0,11$	tròn, lồi, rìa đều	vàng nhạt (1A4)	ST	dạng bông xốp đến dạng ép sát

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sai khác có ý nghĩa thống kê với mức ý nghĩa $p < 0,05$.



Hình 2. Hình thái hệ sợi của chủng nấm Thượng hoàng PLV1 trên các loại môi trường sau 10 ngày cấy giống.

3.3. Ảnh hưởng của pH

Hệ sợi nấm Thượng hoàng chủng PLV1 có thể sinh trưởng trên môi trường MEA với pH 4.0-8.0, tuy nhiên tốc độ sinh trưởng, mật độ hệ sợi có sự sai khác giữa các mức pH ($p < 0,05$) (bảng 3 và hình 3). Tại giá trị pH 6.0, hệ sợi của chủng nấm PLV1 sinh trưởng với tốc độ nhanh nhất, đạt $3,43 \pm 0,05$ mm/ngày, mật độ hệ sợi dày (C), màu trắng (1A1). Trên môi trường có pH 5.0 và 7.0, tốc độ tăng trưởng hệ sợi của chủng nấm PLV1 lần lượt là $2,38 \pm 0,09$; $2,08 \pm 0,11$ mm/ngày. Môi trường với pH 8.0 ức chế sự tăng trưởng của hệ sợi chủng nấm PLV1, tốc độ sinh trưởng chỉ đạt $1,41 \pm 0,09$ mm/ngày, mật độ hệ sợi hơi dày, hệ sợi màu trắng hơi vàng (1A2). H. Hur và cs (2007) [25] chỉ ra sự tăng trưởng hệ sợi của chủng nấm *S. baumii* IUM 3169 có nguồn gốc từ Cộng hòa Séc thích hợp với môi trường có pH 6.0-7.0, ngược lại chủng nấm *S. vaninii* thu thập tại Việt Nam sinh trưởng tối ưu ở pH 8.0 [7].

Bảng 3. Tốc độ sinh trưởng, đặc điểm khuẩn lạc và hệ sợi nấm Thượng hoàng trên các giá trị pH khảo sát khác nhau.

pH	Tốc độ sinh trưởng (mm/ngày)	Khuẩn lạc		Hệ sợi	
		Đặc điểm	Màu sắc	Mật độ	Cấu trúc
5,0	$2,38^b \pm 0,09$	tròn, lồi, rìa đều	trắng hơi vàng (1A2) - xám hơi xanh (1B2)	SC	dạng bông rời
6,0	$3,43^a \pm 0,05$	tròn, lồi, rìa đều	trắng (1A1)	C	dạng bông rời

7,0	2,08 ^c ±0,11	tròn, lồi, rìa đều	vàng nhạt (1A3) - vàng hơi xám (1B4)	SC	dạng bông rời
8,0	1,41 ^d ±0,09	tròn, lồi, rìa đều	trắng hơi vàng (1A2)	SC	dạng bông rời

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sai khác có ý nghĩa thống kê với mức ý nghĩa $p < 0,05$.



Hình 3. Hình thái hệ sợi của chủng nấm Thượng hoàng PLV1 trên môi trường MEA ở các mức pH khác nhau sau 10 ngày cấy giống.

3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ

Nhiệt độ là yếu tố ngoại cảnh quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng sinh trưởng hệ sợi của chủng nấm trên môi trường nuôi cấy [24]. Kết quả khảo sát tốc độ sinh trưởng hệ sợi của chủng nấm Thượng hoàng PLV1 ở 5 ngưỡng nhiệt độ (15, 20, 25, 30, 35°C) được trình bày ở bảng 4 và hình 4. Chủng nấm PLV1 sinh trưởng tối ưu ở nhiệt độ 30°C ($p < 0,05$), tốc độ sinh trưởng đạt $3,63 \pm 0,08$ mm/ngày, mật độ hệ sợi dày (C), hệ sợi có màu trắng (1A1) đến trắng hơi vàng (1A2). Nhiệt độ cao (35°C) ảnh hưởng rõ rệt đến mật độ sợi của chủng giống PLV1, khuẩn lạc tròn, lồi, sợi nấm co cụm tạo thành các bó sợi, sợi nấm phân bố mỏng (ST) (hình 3). Hệ sợi của chủng nấm bị ức chế nhanh chóng khi nuôi ở nhiệt độ thấp hơn 20°C. H. Hur và cs (2007) [25] báo cáo rằng, nhiệt độ nuôi sợi tối ưu đối với nấm *S. baumii* là 25-30°C, T.H.Y. Le và cs (2025) [7] báo cáo 30°C là nhiệt độ tối ưu cho hệ sợi nấm *S. vaninii* sinh trưởng.

Bảng 4. Tốc độ sinh trưởng, đặc điểm khuẩn lạc và hệ sợi nấm Thượng hoàng ở các mức nhiệt độ khảo sát khác nhau.

Nhiệt độ (°C)	Tốc độ sinh trưởng (mm/ngày)	Khuẩn lạc		Hệ sợi	
		Đặc điểm	Màu sắc	Mật độ	Cấu trúc
15	1,05 ^d ±0,07	tròn, lồi, rìa đều	trắng hơi vàng (1A2)	C	dạng rề
20	2,70 ^c ±0,12	tròn, lồi, rìa đều	vàng hơi xám (1B3)	SC	dạng bông rời
25	3,45 ^b ±0,12	tròn, lồi, rìa đều	trắng (1A1)	C	dạng bông rời
30	3,63 ^a ±0,08	tròn, lồi, rìa đều	trắng (1A1) - trắng hơi vàng (1A2)	C	dạng bông rời
35	3,38 ^b ±0,10	tròn, lồi, rìa không đều	trắng (1A1) - xám hơi xanh (1B2)	ST	dạng bông rời

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sai khác có ý nghĩa thống kê với mức ý nghĩa $p < 0,05$.



Hình 4. Hình thái hệ sợi của chủng nấm Thượng hoàng PLV1 trên môi trường MEA ở các ngưỡng nhiệt độ khác nhau sau 10 ngày cấy giống.

3.5. Ảnh hưởng của nguồn carbon

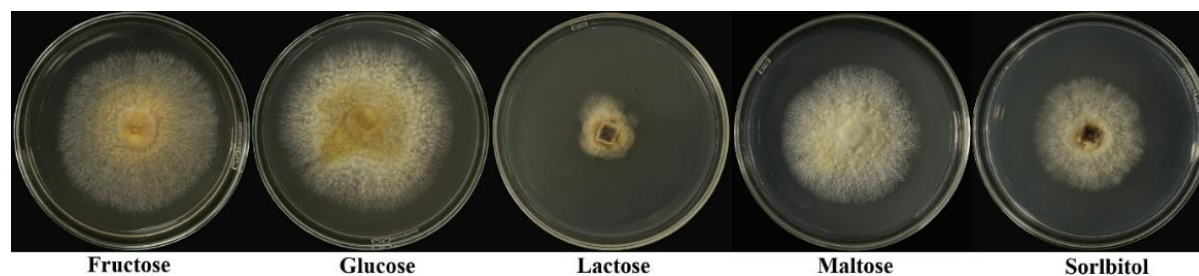
Nấm Thượng hoàng chủng PLV1 có thể sinh trưởng hệ sợi trên môi trường cơ bản (basal medium) có bổ sung 5 nguồn carbon (bảng 5, hình 5) gồm: fructose, glucose, lactose, maltose và sorbitol. Kết quả cho thấy, glucose là nguồn carbon tối ưu để hệ sợi chủng nấm PLV1 sinh trưởng, tiếp đến là fructose, maltose và sorbitol. Lactose được quan sát là không

phù hợp cho hệ sợi nấm Thượng hoàng chủng PLV1 sinh trưởng, tốc độ tăng trưởng hệ sợi chỉ đạt $0,68 \pm 0,11$ mm/ngày. Glucose, fructose cùng với sucrose, tinh bột và dextrin cũng đã được báo cáo là nguồn carbon tối ưu cho hệ sợi nấm *Sanghuangporus* spp. sinh trưởng và sinh tổng hợp các chất chuyển hóa trong các nghiên cứu trước đây [5, 7, 25, 26].

Bảng 5. Tốc độ sinh trưởng, đặc điểm khuẩn lạc và hệ sợi nấm Thượng hoàng trên môi trường chứa các nguồn carbon khác nhau.

Nguồn carbon	Tốc độ sinh trưởng (mm/ngày)	Khuẩn lạc		Hệ sợi	
		Đặc điểm	Màu sắc	Mật độ	Cấu trúc
Fructose	$2,68^b \pm 0,12$	gần tròn, phẳng, rìa đều	xám hơi xanh (1B2) - vàng hơi xám (4B4)	ST	dạng rẽ
Glucose	$3,01^a \pm 0,06$	tròn, phẳng, rìa đều	trắng hơi vàng (1A2) - vàng hơi xám (4B4)	SC	dạng bông rời
Lactose	$0,68^e \pm 0,11$	gần tròn, lõm, rìa không đều	vàng nhạt (1A3)	SC	dạng bông rời
Maltose	$2,24^c \pm 0,09$	tròn, lõm, rìa đều	trắng hơi vàng (1A2) - vàng nhạt (1A3)	SC	dạng bông rời
Sorbitol	$1,65^d \pm 0,08$	tròn, phẳng, rìa đều	trắng hơi vàng (1A2) - vàng nhạt (1A3)	ST	dạng bông rời đến dạng rẽ

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sai khác có ý nghĩa thống kê với mức ý nghĩa $p < 0,05$.



Fructose

Glucose

Lactose

Maltose

Sorbitol

Hình 5. Hình thái hệ sợi của chủng nấm Thượng hoàng PLV1 trên môi trường cơ bản có bổ sung các nguồn carbon sau 10 ngày nuôi sợi.

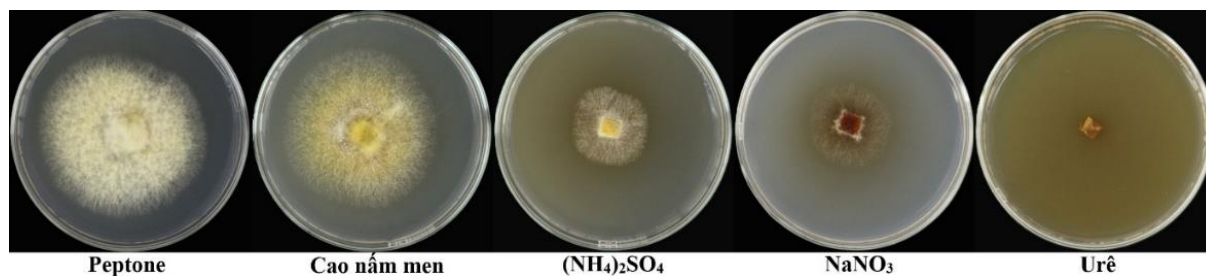
3.6. Ảnh hưởng của nguồn nitơ

Trong số 5 nguồn nitơ khảo sát, hệ sợi của chủng nấm PLV1 sinh trưởng nhanh nhất trên môi trường có bổ sung peptone và cao nấm men ($p > 0,05$), tốc độ sinh trưởng của hệ sợi đạt lần lượt là $2,54 \pm 0,11$ và $2,48 \pm 0,06$ mm/ngày. Ngược lại, trên môi trường bổ sung $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ và NaNO_3 tăng trưởng của hệ sợi nấm PLV1 bị ức chế và gần như không sinh trưởng khi bổ sung ure (bảng 6, hình 6). Nitơ hữu cơ là nguồn dinh dưỡng được nhiều chủng, loài nấm ưu tiên sử dụng [24]. Tương tự, các nguồn nitơ hữu cơ như cao nấm men, chiết xuất mạch nha cũng đã được ghi nhận là nguồn nitơ tối ưu cho nấm *S. sanghuang* [26], *S. baumii* [25], *S. vaninii* [7] tăng trưởng hệ sợi và sinh tổng hợp các hợp chất sinh học như hispidin. Các muối amoni, nitrat cũng vô cơ cũng đã được báo cáo là nguồn nitơ không phù hợp cho sinh trưởng của nhiều loại nấm [27-30] bao gồm cả loài *Sanghuangporus* spp. [5, 25, 30].

Bảng 6. Tốc độ sinh trưởng, đặc điểm khuẩn lạc và hệ sợi nấm Thượng hoàng trên môi trường chứa các nguồn nitơ khác nhau.

Nguồn nitơ	Tốc độ sinh trưởng (mm/ngày)	Khuẩn lạc		Hệ sợi	
		Đặc điểm	Màu sắc	Mật độ	Cấu trúc
Peptone	$2,54^a \pm 0,11$	gần tròn, lồi, rìa đều	vàng nhạt (1A3)	SC	dạng bông rời
Cao nấm men	$2,48^a \pm 0,06$	gần tròn, phẳng, rìa đều	vàng hơi xám (1B3)	ST	dạng bông rời
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$0,83^c \pm 0,06$	gần tròn, phẳng, rìa đều	trắng hơi vàng (1A2)	ST	dạng bông rời
NaNO_3	$1,04^b \pm 0,06$	gần tròn, phẳng, rìa đều	xám hơi xanh (1B2)	T	dạng bông rời
Ure	$0,01^d \pm 0,01$	gần tròn, phẳng, rìa đều	-	-	-

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sai khác có ý nghĩa thống kê với mức ý nghĩa $p < 0,05$.



Hình 6. Hình thái hệ sợi của chủng nấm Thượng hoàng chủng PLV1 trên môi trường cơ bản có bổ sung các nguồn nitơ sau 10 ngày nuôi sợi.

3.7. Sự hình thành quả thể

Thành phần cơ chất ảnh hưởng đến khả năng sinh trưởng hệ sợi, quả thể của chủng nấm Thượng hoàng PLV1 (bảng 7 và hình 7). Thời gian sinh trưởng hệ sợi, hình thành quả thể của chủng giống PLV1 tại công thức cơ chất (CT2) gồm mùn cưa 84%, cám ngô 5%, cám gạo 5%, cám mì 5%, CaCO_3 1% là ngắn nhất, lần lượt là $43,33 \pm 2,58$ và $47,73 \pm 2,46$ ngày. Khả năng hình thành và phát triển quả thể của chủng giống Thượng hoàng PLV1 trồng trên các loại cơ chất cũng có sự sai khác ($p < 0,05$). Trên cơ chất CT1 gồm mùn cưa 99%, CaCO_3 1% chủng giống nấm PLV1 hình thành mầm quả thể nhưng quả thể không phát triển (hình 7). Tại công thức CT2, CT3 quả thể nấm Thượng hoàng PLV1 sinh trưởng và phát triển tốt, năng suất nấm khô đạt lần lượt $10,47 \pm 4,49$ và $8,13 \pm 2,56$ g/túi, hiệu suất sinh học (BE%) là $2,09 \pm 0,90$ và $1,63 \pm 0,51\%$ ($p > 0,05$). Y.Z. Wu và cs (2014) [19] cho biết, năng suất nuôi trồng nấm *S. vaninii* rất thấp, tỷ lệ nấm khô thu được trên nguyên liệu khô khoảng 3%. Và đây chính là lý do khiến việc nuôi trồng nấm *S. vaninii* trở nên rất tốn kém. Ngoài ra, các báo cáo cũng nhấn mạnh rằng các nấm Thượng hoàng sẽ rất dễ bị thoái hóa trong quá trình quá trình canh tác, do đó việc sàng lọc các chủng giống nấm Thượng hoàng chất lượng và cải thiện quy trình nuôi trồng đóng vai trò rất quan trọng [4].

Bảng 7. Đặc điểm nông học và hiệu suất sinh học của nấm Thượng hoàng nuôi trồng trên 3 công thức cơ chất khác nhau.

Công thức	TGSTHS (ngày)	TGHTQT (ngày)	KT ngang quả thể (mm)	KT dọc quả thể (mm)	Độ dày quả thể (mm)	Khối lượng quả thể khô (g)	BE (%)
CT1	52,33 ^a ±2,23	82,73 ^a ±2,12	-	-	-	-	-
CT2	43,33 ^c ±2,58	77,00 ^c ±2,56	78,53 ^a ±9,33	50,6 ^a ±8,49	17,47 ^a ±9,84	10,47 ^a ±4,49	2,09 ^a ±0,90
CT3	47,73 ^b ±2,46	80,20 ^b ±2,51	65,00 ^b ±7,33	49,6 ^a ±6,72	19,73 ^a ±8,00	8,13 ^a ±2,56	1,63 ^a ±0,51

Ghi chú: TGSTHS: Thời gian sinh trưởng hệ sợi; TGHTQT: Thời gian hình thành quả thể (ngày); KT: Kích thước; BE: Hiệu suất sinh học (%).



Hình 7. Hình thái quả thể nấm Thượng hoàng chủng PLV1 nuôi trồng trên giá thể sử dụng các công thức cơ chất sau 120 ngày.

4. Kết luận

Chủng nấm Thượng hoàng *S. vaninii* PLV1 phân lập tại Việt Nam sinh trưởng hệ sợi tối ưu trên môi trường PDA, MEA, pH 6, nhiệt độ 30°C. Đối với nguồn dinh dưỡng carbon và nitơ, tốc độ tăng trưởng của hệ sợi của chủng PLV1 đạt nhanh nhất khi sử dụng glucose, peptone hoặc cao nấm men. Chủng nấm *S. vaninii* PLV1 có khả năng hình thành và phát triển quả thể trên cơ chất mùn cưa 84%, cám ngô 5%, cám gạo 5%, cám mì 5% và CaCO₃ 1% hoặc cơ chất mùn cưa 89%, cám ngô 5%, cám gạo 5% và CaCO₃ 1% với hiệu suất sinh học lần lượt là 2,09±0,90 và 1,63±0,51%. Đây là báo cáo đầu tiên về nuôi trồng thành công nấm Thượng hoàng *S. vaninii* trên mùn cưa cao su ở Việt Nam với nguồn giống bản địa, mở ra tiềm năng phát triển về nấm dược liệu mới.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu nhận được hỗ trợ từ Nhiệm vụ Khoa học và Công nghệ cấp Quốc gia: “Nghiên cứu khai thác, phát triển nguồn gen nấm Thượng hoàng (*Phellinus linteus*), nấm

Tràm (*Tylopilus felleus*) và nấm Nữ hoàng (*Dictyophora indusiata*) của Việt Nam”; mã số: NVQG-2022/ĐT.14 do Bộ Khoa học và Công nghệ là cơ quan chủ quản. Các tác giả xin chân thành cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] L.W. Zhou, J. Vlasák, C. Decock, et al. (2016), “Global diversity and taxonomy of the *Inonotus linteus* complex (Hymenochaetales, Basidiomycota): *Sanghuangporus* gen. nov., *Tropicoporus excentrodendri* and *T. guanacastensis* gen. et spp.nov., and 17 new combinations”, *Fungal Diversity*, **77**, pp.335-347, DOI: 10.1007/s13225-015-0335-8.

[2] T.H.Y. Le, T.H.A. Dong, T.T.H. Le, et al. (2024), “A review: The classification system of the medicinal mushroom Shanghuang *Tropicoporus linteus* (*Phellinus linteus*) and some new perspective on Sanghuang in Vietnam”, *Vietnam Journal of Science and Technology*, **66(9)**, pp.18-25 (in Vietnamese).

[3] H. Huang, X. Li, Q. Lu, et al. (2024), “Optimized liquid medium formulation for *Sanghuangporus vaninii* and biological activity of the exopolysaccharides”, *Foods*, **13(22)**, DOI: 10.3390/foods13223574.

[4] L.W. Zhou, M.G. Nejhad, X.M. Tian, et al. (2020), “Current status of “Sanghuang” as a group of medicinal mushrooms and their perspective in industry development”, *Food Reviews International*, **38(4)**, pp.589-607, DOI: 10.1080/87559129.2020.1740245.

[5] Y. Gao, X. Li, H. Xu, et al. (2024), “Optimization of fermentation culture medium for *Sanghuangporus alpinus* using response-surface methodology”, *Horticulturae*, **10(5)**, DOI: 10.3390/horticulturae10050474.

[6] J.L. Song, S.S. Guo, C.G. Sun, et al. (2022), “Dynamic analysis of active components in different growth years of *Phellinus igniarius*”, *Food Research and Development*, **43**, pp.150-155.

[7] T.H.Y. Le, H.M. Nguyen, T.D.L. Mai, et al. (2025), “Optimizing surface fermentation conditions for enhancing polysaccharide and β -glucan production in

Sanghuangporus vaninii - A newly recorded medicinal mushroom from Vietnam”, *Vegetos*, DOI: 10.1007/s42535-025-01283-1.

[8] T.T. Nguyen, N.T. Nguyen, P.C. Kuo, et al. (2018), “Chemical constituents from the fruiting bodies of *Phellinus igniarius*”, *Natural Product Research*, **32(20)**, pp.2392-2397, DOI: 10.1080/14786419.2017.1413572 (in Vietnamese).

[9] D.N. Quang (2018), “Chemical constituents of the ethyl acetate extract of the fruit bodies of *Phellinus gilvus*”, *Vietnam Journal of Science and Technology*, **56**, DOI: 10.15625/2525-2518/56/4A/12750 (in Vietnamese).

[10] T.T. Nguyen, X.H. Do, D.T. Tran, et al. (2019), “Cytotoxic constituents of the fruit bodies of *Phellinus baumii* collected in Nghe An Province”, *Vietnam Journal of Chemistry*, **57**, pp.335-339 (in Vietnamese).

[11] H.T.T. Ba, P.T. An, V.V. Luong (2024) “Propagation of *Phellinus linteus* originated from An Giang, Vietnam”, *International Journal of Agricultural Technology*, **20(6)**, pp.2221-2232.

[12] P.Q. Thu (2016), “Biological characteristics of *Phellinus linteus* in pure culture”, *Vietnam Journal of Forest Sciences*, **2016(1)**, pp.4231-4237 (in Vietnamese).

[13] H.V. Hung, D.B. Hue, D.T. Hien, et al. (2022), “Morphological and cultural characteristics of *Phellinus* species collected in the North Mountain Provinces, Vietnam”, *TNU Journal of Science and Technology*, **227(5)**, pp.171-177, DOI: 10.34238/tnu-jst.5074 (in Vietnamese).

[14] V.G. Nguyen, T.B.T. Nguyen, T.K.L. Vu, et al. (2021), “The effect of culture conditions for the mycelium growth of *Phellinus linteus*”, *Vietnam Journal of Science and Technology*, **63(2)**, pp.39-43, DOI: 10.31276/VJST.63(2).39-43 (in Vietnamese).

[15] J.J. Doyle, J.L. Doyle (1987), *A Rapid DNA Isolation Procedure for Small Quantities of Fresh Leaf Tissue*, *Phytochemical Bulletin*, **19**, pp.11-15.

[16] F. Wu, L.W. Zhou, J. Vlasak, et al. (2022), “Global diversity and systematics of Hymenochaetaceae with poroid hymenophore”, *Fungal Diversity*, **113**, DOI: 10.1007/s13225-021-00496-4.

[17] S. Shen, S.L. Liu, J.H. Jiang, et al. (2021), “Addressing widespread misidentifications of traditional medicinal mushrooms in *Sanghuangporus* (Basidiomycota) through ITS barcoding and designation of reference sequences”, *IMA Fungus*, **12(1)**, DOI: 10.1186/s43008-021-00059-x.

[18] S. Kumar, G. Stecher, M. Suleski, et al. (2024), “MEGA12: Molecular evolutionary genetic analysis version 12 for adaptive and green computing”, *Molecular Biology and Evolution*, **41(12)**, DOI: 10.1093/molbev/msae263.

[19] Y.Z. Wu, W.M. Wu, W.J. Zhang, et al. (2014), “Study on the artificial domestication cultivation technique of Wild *Phellinus baumii* in Qinba Mountain Area”, *Edible Fungi China*, **33(3)**, pp.20-22.

[20] A. Kornerup, J.H. Wanscher (1978), *Mathuen Handbook of Colour (3rd Ed.)*, Politikens Forlag, Copenhagen.

[21] W.S. Jo, Y.H. Rew, S.G. Choi, et al. (2006), “The culture conditions for the mycelial growth of *Phellinus* spp”, *Mycobiology*, **34(4)**, pp.200-205, DOI: 10.4489/myco.2006.34.4.200.

[22] P. Stamets, J.S. Chilton (1983), *The Mushroom Cultivator: A Practical Guide to Growing Mushrooms at Home*, Agarikon Press, 415 pp.

[23] S. Roy (2015), “Artificial cultivation of *Ganoderma lucidum* (Reishi medicinal mushroom) using different sawdusts as substrates”, *American Journal of BioScience*, **3(5)**, pp.178-182, DOI: 10.11648/j.ajbio.20150305.13.

[24] T. Krupodorova, V. Barshteyn, A. Sekan (2021), “Review of the basic cultivation conditions influence on the growth of basidiomycetes”, *Current Research in Environmental & Applied Mycology*, **11**, pp.494-531.

[25] H. Hur, A. Imtiaj, M.W. Lee, et al. (2008), “Suitable conditions for mycelial growth of *Phellinus* spp.”, *Mycobiology*, **36(3)**, pp.152-156, DOI: 10.4489/myco.2008.36.3.152.

[26] I.C. Li, C.C. Chen, S.J. Sheu, et al. (2020), “Optimized production and safety evaluation of hispidin-enriched *Sanghuangporus sanghuang* mycelia”, *Food Science & Nutrition*, **8(4)**, pp.1864-1873, DOI: 10.1002/fsn3.1469.

[27] N.A. Rahman, F. Daud, M.S. Kalil, et al. (2012), “Tiger milk mushroom cultivation using the submerged culture technique”, *WSEAS Transactions on Biology and Biomedicine*, **9(3)**, pp.83-92.

[28] N.T.B. Thuy, L.V. Ve, T.T.H. Trang, et al. (2021), “Nutritional requirements for the enhanced mycelial growth and yield performance of *Trametes versicolor*”, *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, **9(1)**, DOI: 10.7324/JABB.2021.9101.

[29] D. Gonkhom, T. Luangharn, K.D. Hyde, et al. (2022), “Optimal conditions for mycelial growth of medicinal mushrooms belonging to the genus *Hericium*”, *Mycological Progress*, **21**, DOI: 10.1007/s11557-022-01829-6.

[30] H. Huang, X. Li, Q. Lu, et al. (2024), “Optimized liquid medium formulation for *Sanghuangporus vaninii* and biological activity of the exopolysaccharides”, *Foods*, **13(22)**, DOI: 10.3390/foods13223574.