

Tổng quan về phân loại nấm Thượng hoàng *Tropicoporus linteus* (*Phellinus linteus*) và một số góc nhìn mới về nấm Thượng hoàng ở Việt Nam

Lê Thị Hoàng Yên^{1*}, Đồng Thị Hoàng Anh¹, Lê Thị Thanh Huyền², Nguyễn Duy Trinh³, Trịnh Tam Kiệt⁴

¹Trung tâm Sinh học Thực nghiệm, Viện Ứng dụng Công nghệ, Bộ Khoa học và Công nghệ, C6 phường Thanh Xuân Bắc, quận Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

²Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường, 41A Phú Diễn, phường Phú Diễn, quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội, Việt Nam

³Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển nấm, Viện Di truyền Nông nghiệp, Km 2 đường Phạm Văn Đồng, phường Cổ Nhuế 1, quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội, Việt Nam

⁴Viện Vi sinh vật và Công nghệ Sinh học, Đại học Quốc gia Hà Nội, 144 Xuân Thủy, phường Dịch Vọng Hậu, quận Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 17/7/2024; ngày chuyển phân biện 20/7/2024; ngày nhận phân biện 6/8/2024; ngày chấp nhận đăng 11/8/2024

Tóm tắt:

Nấm Thượng hoàng - Sanghuang là tên gọi dân gian cho một loài nấm dược liệu cổ truyền nổi tiếng được biết nhiều ở Trung Quốc, Hàn Quốc, Việt Nam và nhiều quốc gia khác trên thế giới. Loài nấm này được ví như thần dược dựa vào các hoạt tính dược học quý như chống ung thư, chống tiểu đường, bảo vệ gan, bảo vệ thần kinh, kháng viêm, điều hoà miễn dịch, chống ôxy hóa, kháng khuẩn và kháng virus... Năm 1968, *Phellinus linteus* là tên khoa học chính thức được sử dụng cho nấm Thượng hoàng. Kể từ đó, *P. linteus* được các nhà khoa học sử dụng rộng rãi trên thế giới và Việt Nam. Tuy nhiên, vào năm 1992, *P. linteus* đã bị chuyển sang *Inonotus*. Năm 2016, dựa vào kết quả phân tích hình thái học và trình tự gen rDNA vùng ITS và nLSU, *P. linteus* đã được chuyển sang *Tropicoporus linteus*. Đồng thời, các tác giả cũng chia *Inonotus* thành ba chi: *Inonotus*, *Tropicoporus* và *Sanghuangporus*. *Sanghuangporus* đã trở thành chi mới và đại diện cho nấm Thượng hoàng theo quan điểm hiện đại. Trong bài báo này, chúng tôi nêu khái quát một số quan điểm mới trong hệ thống phân loại nấm Thượng hoàng *Tropicoporus linteus* và một số loài gần gũi khác nhằm đưa ra một góc nhìn mới về loại nấm dược liệu này ở Việt Nam.

Từ khóa: hệ thống phân loại, *Phellinus linteus*, *Sanghuangporus*, *S. sanghuang*, Thượng hoàng.

Chỉ số phân loại: 1.6, 3.4, 4.6

A review: The classification system of the medicinal mushroom Sanghuang *Tropicoporus linteus* (*Phellinus linteus*) and some new perspective on Sanghuang in Vietnam

Thi Hoang Yen Le^{1*}, Thi Hoang Anh Dong¹, Thi Thanh Huyen Le², Duy Trinh Nguyen³, Tam Kiet Trinh⁴

¹Center for Experimental Biology, National Center for Technological Progress, Ministry of Science and Technology, C6 Thanh Xuan Bac, Thanh Xuan Bac Ward, Thanh Xuan District, Hanoi, Vietnam

²Hanoi University of Natural Resources and Environment, 41A Phu Dien Street, Phu Dien Ward, Bac Tu Liem District, Hanoi, Vietnam

³Center for Research and Development of Mushroom, Agricultural Genetics Institute, Km 2 Pham Van Dong Street, Co Nhue 1 Ward, Bac Tu Liem District, Hanoi, Vietnam

⁴Institute of Microbiology and Biotechnology, Vietnam National University - Hanoi, 144 Xuan Thuy Street, Dich Vong Hau Ward, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam

Received 17 July 2024; revised 6 August 2024; accepted 11 August 2024

Abstract:

Sanghuang is the common name for a well-known traditional medicinal mushroom in China, Korea, Vietnam, and many other countries around the world. The mushroom is considered a miracle drug due to its valuable medicinal properties, such as anti-cancer, anti-diabetic, liver protection, neuroprotection, anti-inflammatory, immune regulation, antioxidant, antibacterial, and antiviral effects, etc. In 1968, *Phellinus linteus* was the official scientific name for this Sanghuang mushroom. Since then, *P. linteus* has been widely used around the world and in Vietnam. However, in 1992, *P. linteus* was reclassified to *Inonotus*. In 2016, based on morphological analysis and ITS and nLSU rDNA sequence data, renamed *P. linteus* to *Tropicoporus linteus*. At the same time, the *Inonotus* complex was split into three genera: *Inonotus*, *Tropicoporus*, and *Sanghuangporus*. Especially in Zhou and colleagues's report, the *Sanghuangporus* was regarded as a new genus representing Sanghuang from a modern perspective. In this article, we provide an overview of some new viewpoints in the taxonomy of the Sanghuang mushroom - *Tropicoporus linteus* and some closely related species, providing a new viewpoint on this medicinal mushroom in Vietnam.

Keywords: *Phellinus linteus*, Sanghuang, *Sanghuangporus*, *S. sanghuang*, taxonomy.

Classification numbers: 1.6, 3.4, 4.6

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

1. Đặt vấn đề

Từ xa xưa đến nay nấm Thượng hoàng đã được coi là một loại nấm có giá trị dược liệu đặc biệt quý, như kháng viêm, chống ôxy hóa, kháng khuẩn và kháng virus, chống ung thư, chống tiểu đường, bảo vệ gan, và khả năng bảo vệ thần kinh... Trong tiếng Trung Quốc nấm Thượng hoàng được gọi là “Sanghuang”, “Sang” (桑) có nghĩa là cây dâu tằm (Morus) - cây chủ để quả thể nấm mọc lên. “Huang” (黄) có nghĩa là màu vàng của quả thể nấm. “Sanghuang” còn được gọi là “Sanghwang” ở Hàn Quốc và “Meshimakobu” ở Nhật Bản. Việc phân loại loài nấm này có nhiều khó khăn và thay đổi. Trong lịch sử Trung Quốc, chúng được gọi chung là “Sanghuang” mà không có tên Latin. Điều này đã gây nhiều tranh cãi trong việc nghiên cứu và sản xuất thành sản phẩm thương mại của loài nấm này. Tên Latin đầu tiên của loài nấm này là *Polyporus linteus* Berk. & M.A. Curtis 1860. Sau đó, chúng lần lượt được chuyển đổi thành *P. linteus* (Berk. & M.A. Curtis) Teng 1968, *Inonotus linteus* (Berk. & M.A. Curtis) Teixeira 1992 và hiện nay là *Tropicoporus linteus* (Berk. & M.A. Curtis) L.W. Zhou & Y.C. Dai 2015. Việc thay đổi vị trí phân loại của nấm không chỉ có ý nghĩa trong phân loại học, định rõ hơn quan hệ tiến hóa giữa các loài nấm mà còn có tác động đến các nghiên cứu dược lý của chúng. Trong giai đoạn hiện tại, một số loài nấm dược liệu quý trong phức hợp chi *Phellinus/Inonotus* như *Phellinus baumii* Pilát 1932 (*Inonotus baumii* (Pilát) T. Wagner, M. Fisch 2002); *Phellinus weirianus* (Bres.), Gilb. 1972, (*Inonotus weirianus* (Bres.), T. Wagner & M. Fisch 2002 và *Phellinus vaninii* Ljub 1962 (*Inonotus vaninii* (Ljub.); T. Wagner & M. Fisch 2002) đã được chuyển sang chi mới *Sanghuangporus* - đại diện cho các loài nấm Thượng hoàng trong giai đoạn hiện tại. Các nghiên cứu về dược lý của các loài trong chi *Sanghuangporus* đã được tập trung hơn, thay vì chỉ tập trung vào *Phellinus/Inonotus*, mở ra những hướng nghiên cứu mới, đặc biệt trong việc khám phá các hoạt chất mới chống ung thư, chống viêm và bảo vệ gan, thận của các hợp chất từ loài nấm này. Điều này cho thấy sự quan trọng của việc phân loại chính xác trong việc mở rộng và phát triển các nghiên cứu khoa học ứng dụng liên quan đến nấm Thượng hoàng. Trong khi các nghiên cứu quốc tế đã chuyển hướng sang *Sanghuangporus*, ở Việt Nam, các nghiên cứu về nấm Thượng hoàng vẫn tập trung vào *P. linteus*. Sự chậm trễ trong việc cập nhật thông tin phân loại và nghiên cứu quốc tế có thể ảnh hưởng đến sự phát triển các ứng dụng dược liệu của loài nấm này tại Việt Nam. Do đó, việc hiểu rõ và áp dụng các phân loại mới có thể giúp các nhà khoa học Việt Nam tiếp cận nhanh hơn với các phát hiện quốc tế và thúc đẩy nghiên cứu ứng dụng các loài nấm dược liệu này trong nước.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng

Loài nấm Thượng hoàng *Tropicoporus linteus* (Berk. & M.A. Curtis) L.W. Zhou & Y.C. Dai 2015 (*P. linteus* (Berk. & M.A. Curtis) Teng 1968) và một số chi gần gũi: *Inonotus* P. Karst 1879, *Sanghuangporus* Sheng H. Wu, L.W. Zhou & Y.C. Dai 2015.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp tìm kiếm tài liệu: Tài liệu về nấm Thượng hoàng *Tropicoporus linteus* và các chi gần gũi *Inonotus*, *Sanghuangporus* trên PubMed, Google Scholar, Scopus, trong thư viện sách của Đại học Quốc gia Hà Nội.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. *Tropicoporus linteus* (Berk. & M.A. Curtis) L.W. Zhou & Y.C. Dai 2015 (*P. linteus* (Berk. & M.A. Curtis) Teng 1968)

3.1.1. Lịch sử *Tropicoporus linteus* (*Phellinus linteus*)

Nấm Thượng hoàng “Sanghuang” được xuất hiện từ khoảng 2000 năm trước trong Shen Nong Materia Medica - cuốn sách y học cổ truyền đầu tiên của Trung Quốc, với tên gọi Sang”er (Dược điển cổ truyền Shen Nong - Trung Quốc). Mặc dù “Sanghuang” đã được ghi chép trong hơn 2000 năm, nhưng chưa được sắp xếp, phân loại theo tên Latinh, gây ra nhiều tranh cãi trong việc nghiên cứu và sản xuất thành sản phẩm thương mại ở Trung Quốc [1, 2]. Năm 1968, trong một công bố đầu tiên về chức năng chống khối u, nấm Thượng hoàng đã được chuyển sang chi *Phellinus* với tên đầy đủ là *P. linteus* (Berk. & M.A. Curtis) Teng 1968, thuộc họ Hymenochaetaceae, lớp nấm đảm Basidiomycets [3]. Kể từ đó *P. linteus* là tên khoa học chính thức cho loài nấm này. Đây là loài nấm dược liệu quý, với nhiều đặc tính dược học như: hoạt tính kháng viêm, chống ôxy hóa, kháng khuẩn và kháng virus, chống ung thư, chống tiểu đường, bảo vệ gan, và khả năng bảo vệ thần kinh... [4-6].

3.1.2. Hình thái, sự phân bố và vật chủ của *Tropicoporus linteus* (*Phellinus linteus*)

Tropicoporus linteus (*P. linteus*) phân bố ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới, quả thể hàng năm hoặc đa niên, hình móng ngựa, bề mặt phía trên là màu nâu đen khi tươi và đen khi khô, có thể hơi nhám đến vân lồi, hiếm khi là màu vàng nhạt, có lông tơ hoặc không có lông, thường có rãnh và đôi khi nứt theo chiều bán kính của quả thể nấm già hơn; bề mặt phía dưới là màu nâu đỏ khi tươi và nâu vàng khi khô, phần thịt nấm bên trong có màu nâu; ống nấm có màu vàng nhạt khi khô, nấm có vị đắng; lỗ biến đổi, nhưng phổ biến là lỗ nhỏ, ống lỗ thường được xếp thành lớp, phần thịt mỏng và đặc. Hệ thống hệ sợi của nấm là hai kiểu sợi (dimitic), trong suốt, mỏng và hẹp, hiếm khi rộng và màu nâu vàng nhạt, không có sợi cứng. Bào tử có hình dạng biến đổi, trong

suốt đến màu nâu sẫm, mỏng đến dày, hầu hết âm tính với i ốt, có thể bắt màu đỏ hoặc màu nâu đỏ dextrinoid ở một số loài [7].

Tất cả các loài đều sống trên gỗ, phân bố rộng khắp với với nhiều loài, khó phân biệt giữa các loài, hiện có 496 loài đã được công bố trên thế giới. Chúng thường được gọi là nấm gây trắng rêu và gây bệnh một số loài thực vật chẳng hạn thối rữa, tổn thương vỏ hoặc từ bên trong mạch, gây chết cây. Chúng có thể kí sinh ở cành hoặc thân các cây gỗ cứng như *Quercus* Linn. (cây Sồi), *Toxicodendron vernicifluum* (cây Sơn mài, thuộc họ Đào lộn hột) và *Morus alba* Linn. (cây dâu), thời điểm thu mẫu tốt nhất là từ tháng 4 đến tháng 5. *P. linteus* chủ yếu có ở khu vực nhiệt đới ở châu Mỹ, châu Phi và Đông Á, đặc biệt phong phú ở Trung Quốc, Nhật Bản và Hàn Quốc [8]. Trong nghiên cứu đa dạng nấm Thượng hoàng tại Việt Nam, chúng tôi đã phát hiện được loài nấm này tại Núi Thung, Trùng Khánh, tỉnh Cao Bằng và Vườn Quốc gia Xuân Sơn, tỉnh Phú Thọ (hình 1).



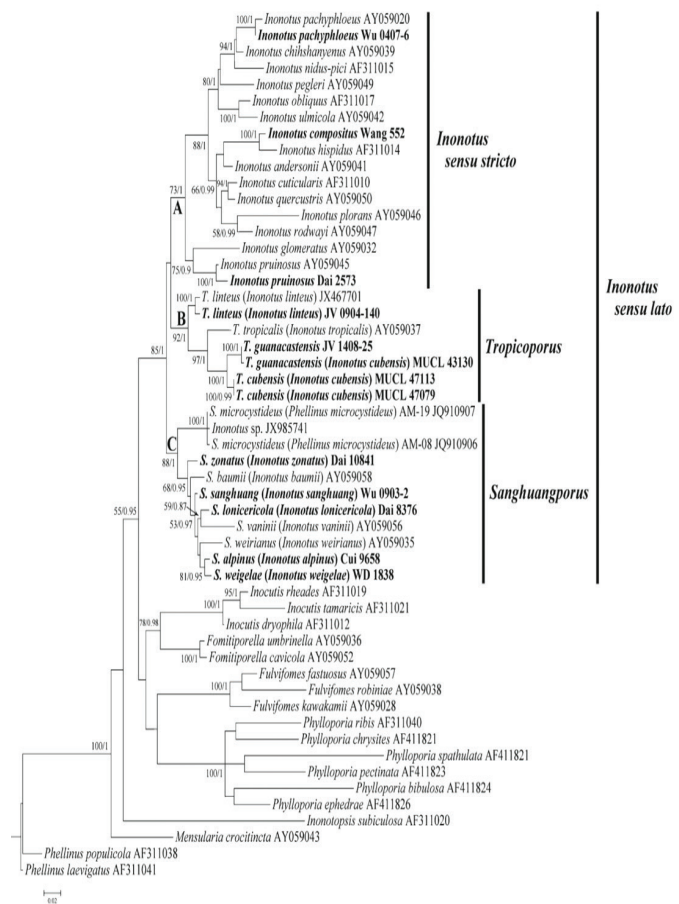
Hình 1. Quả thể nấm *Phellinus linteus* tại Vườn quốc gia Xuân Sơn - Phú Thọ.

3.1.3. Sự dịch chuyển trong phân loại nấm Thượng hoàng *Tropicoporus linteus* (*Phellinus linteus*) dựa vào hình thái học

Nấm Thượng hoàng lần đầu tiên được công bố bởi Berk. & M.A. Curtis năm 1860, dựa vào các đặc điểm hình thái học, loài nấm Thượng hoàng này đã được Berk. & M.A. Curtis phân loại vào họ nấm lỗ Polyporaceae, chi *Polyporus*, loài *Polyporus linteus*. Sau đó, chúng được chuyển sang *Fomes linteus* (Berk. & M.A. Curtis) Cooke, *Scindalma linteum* (Berk. & M.A. Curtis) Kuntze (1898), *Pyropolyporus linteus* (Berk. & M.A. Curtis) Murrill (1903), *Fulvifomes linteus* (Berk. & M.A. Curtis) Murrill (1915) (<https://www.indexfungorum.org/Names>) [9]. Năm 1968, trong một công bố đầu tiên về chức năng chống khối u, nấm Thượng hoàng đã được chuyển sang chi *Phellinus* với tên đầy đủ là *P. linteus* (Berk. & M.A. Curtis) Teng 1968, thuộc họ Hymenochaetaceae, lớp nấm đảm Basidiomycetes [3, 4].

3.1.4. Phân loại nấm Thượng hoàng *Tropicoporus linteus* (*Phellinus linteus*) dựa vào sinh học phân tử

Trong nghiên cứu hiện đại, việc phân loại nấm không chỉ dựa vào phân tích hình thái mà còn kết hợp với phân tích trình tự gen để đưa ra kết luận chính xác về vị trí phân loại của chúng trong hệ thống phân loại nấm. L.W. Zhou và cs (2016) [10] đã thu thập 70 loài nấm Thượng hoàng *Inonotus* trên toàn cầu và phân tích chúng dựa vào hình thái kết hợp phân tích trình tự rDNA-nLSU (53 loài) và rDNA vùng ITS (70 trình tự). Kết quả phân tích cây chủng loại phát sinh dựa vào các trình tự rDNA vùng nLSU và rDNA vùng ITS cho thấy vị trí phân loại của *Inonotus* phức tạp, gồm 3 nhánh: Nhánh A - nhánh chính của *Inonotus*, *Inonotus hispidus* là loài chuẩn. Nhánh B và nhánh C là hai chi mới: *Sanghuangporus* và *Tropicoporus*. Nhánh B (*Tropicoporus*) gồm 51 loài, *Tropicoporus excentrodendri* là loài chuẩn; *P. linteus* nằm trong nhánh này và được chuyển thành *Tropicoporus linteus*. Nhánh C (*Sanghuangporus*) gồm 14 loài, *Sanghuangporus sanghuang* (S.H. Wu, T. Hatt, Y.C. Dai) (*Inonotus sanghuang* S.H. Wu, T. Hatt. & Y.C. Dai) là loài chuẩn (hình 2) [10].



Hình 2. Cây chủng loại phát sinh của *Inonotus sensu lato* dựa vào phân tích trình tự rDNA-nLSU. Giá trị bootstrap >50% được thể hiện trên cây; một số loài mới được in đậm; các loài để trong ngoặc đơn là tên cũ [10].

3.1.5. Thành phần hoá học và các hoạt tính dược học của nấm Thượng hoàng *Tropicoporus linteus* (*Phellinus linteus*)

P. linteus sinh các hợp chất sinh học có tác dụng dược lý đáng kể như: Polysaccharide có tác động chống ung thư trong nghiên cứu quy mô phòng thí nghiệm và trên động vật, ức chế mạnh mẽ sự phát triển khối u trong mô hình chuột mang tế bào ung thư đại trực tràng (HT29) [11]; ức chế sự tăng trưởng tế bào HepG2; giảm tác dụng phụ của camptothecin 11 khi điều trị tế bào ung thư đại tràng HCT116 và HT29 với liều lượng thấp (50 µg/ml) [5]. Các phenylpropanoids có các hoạt tính chống viêm, kháng oxy hóa, chống ung thư, giảm đường huyết, kháng khuẩn, kháng virus; bảo vệ tim, gan và bảo vệ dạ dày. Các polyphenol của *P. linteus* cũng có khả năng chống ung thư. Tất cả các polyphenol đã được đặc trưng đều có hoạt tính độc tính tế bào chống lại nhiều loại ung thư khác nhau, bao gồm tế bào ung thư tụy, tế bào ung thư da, tế bào bạch cầu NB4, tế bào ung thư đường ruột, tế bào ung thư vòm họng, tế bào ung thư gan, tế bào ung thư phổi thùy nhỏ và nhiều loại khác [5, 12]. Ngoài ra, còn có một số các chất khác như: Phellinulin D, phellinulin E, phellinulin F, phellinulin G, phellinulin H, phellinulin I, phellinulin K, phellinulin M và phellinulin N, Phellilin C, axit γ -ionylideneacetic và phellinulin A được tách ra từ hệ sợi nấm *P. linteus* được cho là có tác dụng bảo vệ gan [13]. Furan- một loại hợp chất nguyên tử pentacyclic chứa oxy, là một chất trung gian của các loại thuốc tổng hợp (phellinone phellinusfuran A và phellinusfuran B) [14]. Acid ellagic có tác dụng chống tiêu đường; Hispolon có hoạt tính chống viêm, chống ung thư; ergothioneine có tác dụng chống tiêu đường [5].

3.1.6. Nghiên cứu về nuôi trồng quả thể và sinh khối của nấm Thượng hoàng *Tropicoporus linteus* (*Phellinus linteus*)

Nghiên cứu nuôi trồng tạo quả thể: Trong nghiên cứu của I.P. Hong và cs (2002) [15], H. Hur (2008) [16] cho rằng thời gian để nuôi trồng được nấm Thượng hoàng phải mất tới 3 năm. Thời gian này đã được rút ngắn trong nghiên cứu của G.J. Min và cs (2021) [17] đã nuôi trồng ra quả thể của nấm Thượng hoàng trên thân cây dâu *Morus alba*, cây sồi *Quercus acutissima* và cây gỗ cứng (cây căng lòn) *Betula schmidtii*. Tuy nhiên, hiệu quả của việc nuôi trồng này là được đánh giá là chưa thành công, phải mất 160-325 ngày thì quả thể nấm bắt đầu hình thành, việc tạo thành sản phẩm thương mại từ việc nuôi trồng này là khó thành công. Hơn nữa, hàm lượng hoạt chất sinh học trong quả thể của các chủng nấm này cũng chỉ đạt 24,64-32,08 mg/g quả thể.

Nghiên cứu lên men nhân sinh khối: Nuôi trồng tạo quả thể nấm Thượng hoàng *P. linteus* đòi hỏi thời gian dẫn đến chi phí cao, lợi nhuận thấp nên nhiều nhà khoa học đã nghiên cứu lên men thu sinh khối loài nấm này, sử dụng các môi trường, các điều kiện nhiệt độ, pH, tốc độ khuấy khác nhau để thu được lượng sinh khối lớn và có tác dụng dược lý không kém so với quả thể của chúng [13].

3.2. Một số chi/loài khác của nấm Thượng hoàng

3.2.1. Chi *Inonotus* P. Karst. (1879)

Inonotus P. Karst. được Karsten mô tả năm 1879 và *Inonotus hispidus* (Bull.) P. Karst. là loài chuẩn. *Inonotus* sensu lato được phân loại dựa vào hình thái quả thể và các cơ quan sinh sản. Chúng có quả thể dạng gỗ, xốp, mọc hàng năm, có lớp xơ màu nâu gỉ, thịt sẫm màu khi tiếp xúc với chất kiềm (do phản ứng xanthochromic ion hoá hispidin tạo màu sẫm). Hệ thống sợi nấm của *Inonotus* dạng monomitic bao gồm các sợi nấm sinh sản không có mấu nối, có xuất hiện các sợi cứng, màu sắc tương tự màu của bề mặt lỗ và bề mặt quả thể [7].

S.H. Wu và cs (2012) [2] cho rằng, nấm các loài nấm Thượng hoàng có hoạt tính dược liệu được nghiên cứu chủ yếu thuộc về nhóm *P. linteus* và *P. baumi* - sợi kép, quả thể cứng và thường là lâu niên - lại được chuyển sang chi *Inonotus* dựa vào phân tích trình tự của 60 trình tự rDNA vùng nITS của nấm *Inonotus/Phellinus*. Cũng trong nghiên cứu này, tác giả đã mô tả và đặt tên khoa học *Inonotus sanghuang* S.H. Wu, T. Hatt, Y C. Dai cho loài nấm dược liệu phân lập từ cây dâu *Morus*. Theo tác giả, đây chính là loài nấm Thượng hoàng “Sanghuang” *P. linteus/P. baumi* đã được mô tả và nghiên cứu dược liệu từ thế kỷ thứ 7 thời nhà Đường ở Trung Quốc. Đây cũng là lần đầu tiên “sanghuang” xuất hiện dưới dạng nhĩ thức khoa học. Trong nghiên cứu này, dựa vào phân tích trình tự rDNA-ITS, tác giả đã phân chia nhóm *P. linteus/P. baumi* đã được công bố trước đó vào 1 loài: *Inonotus sanghuangporus* (gồm một số chủng thuộc các loài *P. linteus* - *P. baumii* cũ), *Inonotus vanini* (gồm một số chủng thuộc các loài *P. Vanini* - *P. baumii* cũ), *Inonotus baumi* (*P. baumii* cũ), *Inonotus loncicericola* (*P. loncicericola/P. loncicericonus* cũ), *Inonotus weigelae* (*P. loncicericonus* cũ), *Inonotus weirianus* (*P. weirianus* cũ), *Inonotus linteus* (*P. weirianus* cũ).

Cùng với sự phát triển của khoa học về nấm đến nay số loài trong chi này đã lên tới con số trên 200 loài (<https://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>) [9]. Trong số đó, có 9 loài được chuyển từ chi *Phellinus* sang, đó là:

1) *Inonotus calcitratus* (Berk. & M.A. Curtis) Gomes-Silva & Gibertoni (2013). Tên đồng nghĩa: *P. calcitratus* (Berk. & M.A. Curtis) Ryvardeen (1972)

2) *Inonotus fibrosus* (Ryvardeen, Gomes-Silva & Gibertoni) J.R.C. Oliveira-Filho & Gibertoni (2018). Tên đồng nghĩa: *P. fibrosus* Ryvardeen, Gomes-Silva & Gibertoni (2012)

3) *Inonotus lloydii* (Cleland) P.K. Buchanan & Ryvardeen (1993). Tên đồng nghĩa: *P. lloydii* (Cleland) G. Cunn. (1965)

4) *Inonotus obliquus* (Fr.) Pilát (1942). Tên đồng nghĩa: *P. obliquus* var. *antillarum* Pat. (1903), *Fomes igniarius* f. *sterilis* Vanin (1934), *Phaeoporus obliquus* f. *sterilis* (Vanin)

Spirin, Zmitr. & Malysheva (2006), *Inonotus obliquus f. sterilis* (Vanin) Baland. & Zmitr. (2015).

5) *Inonotus pachyphloeus* (Pat.) T. Wagner & M. Fisch. (2002). Tên đồng nghĩa: *P. pachyphloeus f. stipitatus* (Bres.) O. Fidalgo (1968)

6) *Inonotus portoricensis* (Overh.) Baltazar & Gibertoni (2010). Tên đồng nghĩa: *P. portoricensis* (Overh.) M. Fidalgo (1968).

7) *Inonotus tropicalis* (M.J. Larsen & Lombard) T. Wagner & M. Fisch. (2002). Tên đồng nghĩa: *Tropicoporus tropicalis* (M.J. Larsen & Lombard) L.W. Zhou & Y.C. Dai (2015), *P. rickii* (Bres.) A. David & Rajchenb. (1985), *P. tropicalis* M.J. Larsen & Lombard (1988).

8) *Inonotus sousae* (Ryvarden, Gomes-Silva & Gibertoni) J.R.C. Oliveira-Filho & Gibertoni (2018). Tên đồng nghĩa: *P. sousae* Ryvarden, Gomes-Silva & Gibertoni (2012).

9) *Inonotus luteoumbrius* (Romell) Ryvarden (2005). Tên đồng nghĩa: *P. sublineatus* (Murrill) Ryvarden (1972).

Trong số 9 loài được chuyển từ *Phellinus* sang, *Inonotus obliquus* (Fr.) Pilát (1942) là loài nấm dược liệu nổi tiếng, còn gọi là nấm Chaga, là một loài nấm dược liệu đã được sử dụng cho mục đích chữa bệnh từ thế kỷ 16. Theo các ghi chép trong y học dân gian, Chaga được ứng dụng để điều trị nhiều bệnh lý như ung thư đường tiêu hóa, tiểu đường, nhiễm trùng do vi khuẩn và bệnh gan. Nghiên cứu hiện đại đã cung cấp bằng chứng khoa học về các đặc tính trị liệu của chiết xuất từ *I. obliquus* bao gồm các hoạt động chống viêm, chống oxy hóa, chống ung thư, chống tiểu đường, chống béo phì, bảo vệ gan, bảo vệ thận, chống mệt mỏi, kháng khuẩn và kháng virus. Nhiều hợp chất hoạt tính sinh học khác nhau đã được tìm thấy trong nấm này, bao gồm polysaccharides, triterpenoids, polyphenols và các chất chuyển hóa lignin, đóng vai trò quan trọng trong các đặc tính có lợi cho sức khỏe của *I. obliquus* [18]. Tuy nhiên, do giới hạn độ dài của bài báo, trong bài viết này, chúng tôi không đề cập chi tiết đến các hoạt tính dược lý của loài/chi nấm này.

3.2.2. Chi *Sanghuangporus* S.H. Wu, T. Hatt, Y. C. Dai 2015

Chi *Sanghuangporus* được L.W. Zhou và cs (2016) [10] giới thiệu vào năm 2016, với loài chuẩn là *Sanghuangporus sanghuang* (S.H. Wu, T. Hatt & Y.C. Dai) S.H. Wu, L.W. Chu & Y.C. Dai. Chi nấm này được tách ra khỏi chi *Inonotus* với các đặc điểm hình thái như sau: quả thể (basidiocarps) lâu năm, mọc sát cây chủ hoặc có thể có cuống. Mặt trên của quả thể nấm có màu nâu, xám đậm đến đen, có lông ngắn, lông tơ, mượt mà đến nhẵn với lớp vỏ nứt theo hướng tia. Bề mặt lỗ có màu vàng đến vàng nâu. Phần thịt đồng nhất hoặc

có hai lớp với một đường màu đen. Hệ thống sợi nấm đơn hoặc kép trong phần thịt, kép trong phần mô; sợi nấm tạo bào tử đơn giản; các mô tối màu trong KOH, sợi nấm không thay đổi trong KOH. Có sự hiện diện các sợi nấm ở bề mặt dưới, không có sợi nấm hyphoid. Bào tử hình elip, elip rộng đến gần cầu, màu vàng nhạt, vách tế bào hơi dày đến dày, mịn màng, không phản ứng với IKI, CB- hoặc hơi phản ứng CB+. Mọc trên gỗ của thực vật hạt kín, gây ra hiện tượng mục trắng. Phân bố ở vùng ôn đới, cận nhiệt đới đến nhiệt đới [10-19]. Các loài thuộc *Inonotus* được chuyển sang *Sanghuangporus* bao gồm: (1) *Sanghuangporus alpinus* (Y.C. Dai & X.M. Tian) L.W. Zhou & Y.C. Dai (2015) - Tên đồng nghĩa: *Inonotus alpinus*; (2) *Sanghuangporus baumii* (Pilát) L.W. Zhou & Y.C. Dai (2015) - Tên đồng nghĩa: *P. baumii*; *Inonotus baumii*; (3) *Sanghuangporus lonicericola* (Parmasto) L.W. Zhou & Y.C. Dai (2015) - Tên đồng nghĩa: *P. lonicericola*; *Inonotus lonicericola*; (4) *Sanghuangporus lonicerinus* (Bondartsev) Sheng H. Wu, L.W. Zhou & Y.C. Dai (2015) - Tên đồng nghĩa: *Fomes lonicerinus*; (5) *Sanghuangporus microcystideus* (Har. & Pat.) L.W. Zhou & Y.C. Dai (2015) - Tên đồng nghĩa: *P. microcystideus*; (6) *Sanghuangporus sanghuang* (Sheng H. Wu, T. Hatt. & Y.C. Dai) Sheng H. Wu, L.W. Zhou & Y.C. Dai (2015) - Tên đồng nghĩa: *Inonotus sanghuang*; (7) *Sanghuangporus vaninii* (Ljub.) L.W. Zhou & Y.C. Dai (2015) - Tên đồng nghĩa: *P. vaninii*, *Inonotus vaninii*; (8) *Sanghuangporus weigela* (T. Hatt. & Sheng H. Wu) Sheng H. Wu, L.W. Zhou & Y.C. Dai (2015) - Tên đồng nghĩa: *Inonotus weigela*; *Inonotus tenuicontextus*; (9) *Sanghuangporus weirianus* (Bres.) L.W. Zhou & Y.C. Dai (2015) - Tên đồng nghĩa: *Fomes weirianus*, *Inonotus weirianus*; (10) *Sanghuangporus zonatus* (Y.C. Dai & X.M. Tian) L.W. Zhou & Y.C. Dai (2015) - Tên đồng nghĩa: *Inonotus zonatus*.

Sau đó, một số thành viên khác đã được thêm vào chi *Sanghuangporus*: *Sanghuangporus pilatii* (Černý) M. Tomšovský (2016) [20], *Sanghuangporus quercicola* L. Zhu và cs (2017) [21], *Sanghuangporus toxicodendri* S.H. Wu và cs (2019) [22], *Sanghuangporus subbaumii* S. Shen và cs (2021) [23], *Sanghuangporus australianus* Y.C. Dai & F. Wu 2022, *Sanghuangporus lagerstroemiae* F. Wu và cs (2022) [24] và *Sanghuangporus mongolicus* W. Hou và cs (2023) [25]. Cho đến nay đã có 20 loài *Sanghuangporus* được chấp nhận và được coi là thành viên của nấm Thượng hoàng “Sanghuang” [9, 26].

Hầu hết các thành viên trong chi *Sanghuangporus* này đều là các loài nấm dược liệu quý, chủ yếu được tiêu thụ dưới dạng các sản phẩm bổ sung đã qua chế biến dạng cao, được coi là một trong những nhóm nấm dược liệu quan trọng nhất. Các chức năng dược lý chính của “Sanghuang” bao gồm chống ung thư, chống oxy hóa, chống viêm, điều hòa miễn dịch, chống tiểu đường và bảo vệ gan, chủ yếu nhờ

vào các hợp chất chuyển hóa thứ cấp như polysaccharides, polyphenols, pyrones và terpenes. Ngoài ra, bột từ quả thể của nấm đã được chứng minh là không gây độc trong các thí nghiệm trên chuột. Tuy nhiên, tiềm năng của “Sanghuang” vẫn chưa được khai thác hoàn toàn, một phần do sự khan hiếm của nấm và quan trọng hơn là do thiếu hiểu biết về hệ thống phân loại và sinh học của nó. Trong tương lai, với sự nỗ lực liên tục từ các góc độ lý thuyết, công nghiệp và truyền thông, “Sanghuang” sẽ mang lại nhiều lợi ích hơn cho loài người. Các nghiên cứu trên mọi khía cạnh của “Sanghuang” cũng sẽ đóng vai trò quan trọng làm tài liệu tham khảo có ý nghĩa trong việc sử dụng các loài nấm gỗ tiềm năng khác [26].

3.3. Các nghiên cứu về nấm Thượng hoàng ở Việt Nam

3.3.1. Các công bố về ghi nhận và công bố loài mới nấm Thượng hoàng ở Việt Nam

Chi *Phellinus*: Các công bố trong giai đoạn 2011-2013 của T.T. Kiet (2011, 2012, 2013) [27-29] đã ghi nhận 30 loài nấm Thượng hoàng thuộc chi *Phellinus* ở Việt Nam. Tuy nhiên, trong phân loại hiện đại, một số loài thuộc chi này đã chuyển sang các chi khác như: *Fomes*, *Phellinidium*, *Fomitiporia*, *Pyrrhoderma*, *Phylloporia*, *Fuscoporia* và *Fuscoporia* [9].

Bên cạnh đó, cũng có một số công bố bổ sung các loài nấm mới cho Việt Nam. Đặc biệt là công bố phát hiện loài nấm Thượng hoàng mới ở Việt Nam *Phellinus vietnamensis* L. Zhu và cs (2018) [30]. Loài nấm này được phân lập từ gốc cây hạt kín ở Bidoup Núi Bà, Đà Lạt, Lâm Đồng, quả thể đa niên, không có cuống, hệ thống sợi kép, có sợi cứng hình ngoắc, không màu xuất hiện trên bề mặt lỗ đâm hình gần cầu lớn tới hình ovan, nhẵn, vách dày, kích thước bào tử đám 5.5-6 × 4,8-5,2 μm [30]. H.V. Vu và cs (2022) [31] mô tả 04 loài *Phellinus* phân lập từ cây Dầu tằm ở khu Bảo tồn thiên nhiên Ba Bể (Bắc Kạn), Phín Oắc - Phín Đén Cao Bằng. Một số nghiên cứu khác lại tập trung vào hoạt tính, sản xuất và ứng dụng nấm Thượng hoàng, như nghiên cứu của D.M. Pham và cs (2021) [32] về đặc điểm lên men sinh khối nấm Thượng hoàng *P. linteus* ở Việt Nam. Nghiên cứu nấm Thượng hoàng ở Việt Nam còn ghi nhận thêm 5 loài: (1) *Phellinus baumii* Pilát, 1932 (tên hiện tại: *Sanghuangporus baumii* (Pilát) L.W. Zhou & Y.C. Dai 2015, (2) *Phellinus igniarius* (L.) Quél, 1886, (3) *Phellinus gilvus* (Schwein.) Pat., 1900 (tên hiện tại là *Inninotus gilva* (Schwein.) T. Wagner & M. Fisch (2002) (4) *Phellinus pini* (Brot.) Pilát (1941) (tên hiện tại *Porodaedalea pini* (Brot.) Murrill 1905 và (5) *P. robiniae* (Murrill) A. Ames 1913 [30-43], nâng số loài nấm này ở Việt Nam lên con số 36 loài. Tuy nhiên, có tới 19 loài đã được chuyển sang các chi khác (bảng 1).

Bảng 1. Danh sách các loài nấm Thượng hoàng thuộc chi *Phellinus* ở Việt Nam đã được chuyển sang các chi khác [9].

Thứ tự	Tên phân loại cũ	Tên phân loại hiện đại
1	<i>Phellinus baccharidis</i> (Pat.) Pat., 1900	<i>Fomitiporia baccharidis</i> (Pat.) Decock, Robledo & Amalfi, 2014
2	<i>Phellinus ferrugineo-velutinus</i> (Henn.) Ryv., 1972	<i>Phellinidium ferrugineofuscum</i> (P. Karst.) Fiasson & Niemelä, 1984
3	<i>Phellinus discipes</i> (Berk.) Ryv., 1976	<i>Fuscoporia discipes</i> (Berk.) Y.C. Dai & Ghob.-Nejh, 2007
4	<i>Phellinus extensus</i> (Lev.) Pat., 1900	<i>Fomes extensus</i> (Lév.) Cooke, 1885
5	<i>Phellinus gilvus</i> (Schw.) Pat., 1900	<i>Fuscoporia gilva</i> (Schwein.) T. Wagner & M. Fisch., 2002
6	<i>Phellinus lamaensis</i> (Murr.) Pat., 1923	<i>Pyrrhoderma lamaense</i> (Murrill) L.W. Zhou & Y.C. Dai, 2018
7	<i>Phellinus linteus</i> (Berk. & Br.) Teng, 1964	<i>Tropicoporus linteus</i> (Berk. & M.A. Curtis) L.W. Zhou & Y.C. Dai, 2015
8	<i>Phellinus noxius</i> (Berk.) G. H. Cunn., 1965	<i>Pyrrhoderma noxium</i> (Corner) L.W. Zhou & Y.C. Dai, 2018
9	<i>Phellinus pachiploeus</i> (Pat.) Pat., 1900	<i>Phellinus dingleyae</i> P.K. Buchanan & Ryvarden, 2000
10	<i>Phellinus pectinatus</i> (Klotzsch) Quél., 1886	<i>Phylloporia pectinata</i> (Klotzsch) Ryvarden, 1991
11	<i>Phellinus pullus</i> (Berk. & Mont.) Ryv., 1972	<i>Phylloporia pulla</i> (Mont. & Berk.) Decock & Yombiy, 2015
12	<i>Phellinus punctatus</i> (Fr.) Pilát, 1942	<i>Fomitiporia punctata</i> (P. Karst.) Murrill, 1947
13	<i>Phellinus salicinus</i> (Pers. ex J.F. Gmel.) Quél., 1886	<i>Phellinopsis conchata</i> (Pers.) Y.C. Dai, 2010
14	<i>Phellinus senex</i> (Nees & Mont.) Imaz., 1952	<i>Fuscoporia senex</i> (Nees & Mont.) Ghob.-Nejh., 2007
15	<i>Phellinus umbrinellus</i> (Bres.) S. Herrera & Bondartseva, 1980	<i>Fomitiporella coruscans</i> (Bres.) Salvador-Montoya & Popoff, 2020
16	<i>Phellinus wahlbergii</i> (Fr.) Reid., 1975	<i>Fuscoporia wahlbergii</i> (Fr.) T. Wagner & M. Fisch., 2001
17	<i>Phellinus baumii</i> Pilát, 1932	<i>Sanghuangporus baumii</i> (Pilát) L.W. Zhou & Y.C. Dai, 2015
18	<i>Phellinus gilvus</i> (Schwein.) Pat., 1900	<i>Inninotus gilva</i> (Schwein.) T. Wagner & M. Fisch., 2002
19	<i>Phellinus pini</i> (Brot.) Pilát, 1941	<i>Porodaedalea pini</i> (Brot.) Murrill, 1905

Chi *Inonotus*: Ngoài chi *Phellinus*, T.T. Kiet (2011, 2012, 2013) [27-29] cũng đã cung cấp cho ngành nấm học Việt Nam 8 loài nấm Thượng hoàng thuộc chi *Inonotus* (bảng 2).

Bảng 2. Danh sách các loài nấm Thượng hoàng thuộc chi *Inonotus* ghi nhận ở Việt Nam [27-29].

Thứ tự	Tên phân loại cũ	Tên phân loại hiện tại
1	<i>Inonotus circinatus</i> (Fr.) Teng, 1964	<i>Onnia circinata</i> (Fr.) P. Karst., 1889
2	<i>Inonotus cuticularis</i> (Bull.: Fr.) P. Karst., 1879	<i>Inonotus cuticularis</i> (Bull.: Fr.) P. Karst., 1879
3	<i>Inonotus gilvoides</i> (Lloyd) Teng, 1963	<i>Trametes gilvoides</i> Lloyd, 1916
4	<i>Inonotus glomeratus</i> (Pers.) Murr., 1920	<i>Inonotus glomeratus</i> (Pers.) Murr., 1920
5	<i>Inonotus hastifer</i> Pouz., 1981	<i>Inonotus hastifer</i> Pouz., 1981
6	<i>Inonotus radiatus</i> (Sow.: Fr.) P.Karst., 1881	<i>Inonotus radiatus</i> (Sow.: Fr.) P.Karst., 1881
7	<i>Inonotus rheades</i> (Pers.) Bondartsev & Singer, 1941	<i>Inonotus rheades</i> (Pers.) Bondartsev & Singer, 1941
8	<i>Inonotus sinensis</i> Teng, 1963	<i>Inonotus sinensis</i> Teng, 1963

3.3.2. Các nghiên cứu về xác định cấu trúc các hợp chất có trong nấm Thượng hoàng ở Việt Nam

Không chỉ các công bố về loài mới và mới ghi nhận, các công bố về nghiên cứu xác định cấu trúc các hợp chất trong nấm Thượng hoàng ở Việt Nam cũng đã được công bố. Các hợp chất igniarine, styrylpyrone (inoscavin A, meshimakobnol A và meshimakobnol B), nhóm flavonoids (daidzin, pterocarpin, 5-hydroxy-7methoxy-flavone), ergosterol và ergosterol peroxid... được phân lập từ *P. igniarius* [37, 40, 43]. Nhóm các hợp chất phenolic (3,4-dihydroxybenzoic aldehyde, methyl 3,4-dihydroxybenzoate, (E)-4-(3,4-dihydroxyphenyl)but-3-en-2-one) hay 1,2,4,5-tetrachloro-3,6-dimethoxybenzene phân lập từ *P. baumii* thu thập được ở Pù Mát - Nghệ An [33, 43].

Các hoạt chất ergosterol, ergosterol peroxide, 1,2,4,5-Tetrachloro-3,6-dimethoxybenzene, 4,4"-Dihydroxy-3,3,6,6"-tetramethyl-[1,1"-bi(cyclohexane)]-3,3", 6,6"-tetraene-2,2",5,5"-tetraone, (E)-4-(3,4-dihydroxyphenyl)but-3-en-2-one, phenolics, gallic acid, quercetin đã được phân lập thành công từ *Phellinus gilvus* Pù Mát, tỉnh Nghệ An [33-43].

Một nghiên cứu khác của N.T. Nguyen và cs (2015) [42] cho rằng chiết xuất thô của *P. igniarius* và *P. pini* Việt Nam ở nồng độ 10⁻¹ mg/ml đã ức chế 67,7% và 87,42% hoạt động tan huyết của His-tag-VpC *Vibrio parahaemolyticus* (Vptlh) [42].

Trametenolic acid B, phellinol, senexonol, sterols từ *Phellinus* sp. phân lập được từ Nho Quan, tỉnh Ninh Bình có khả năng chống viêm [36]. Hay gilvsin A, gilvsin B, rgosta-7,22-dien-3β-ol, ergosterol peroxide và ergosterol phân lập từ loài *P. igniarius* và *P. pini* có khả năng gây độc một số tế bào ung thư như tế bào ung thư vú MCF-7, tế bào ung thư gan HepG2 và tế bào ung thư phổi Lu [37, 42].

M.T. Nguyen và cs (2023) [43] đã nghiên cứu khả năng chống oxy hoá và kháng vi sinh vật của quả thể và sinh khối sợi nấm Thượng hoàng *P. robiniae*. Giá trị EC₅₀ về khả năng chống oxy hoá DPPH của quả thể và sinh khối sợi nấm Thượng hoàng *P. robiniae* ở nồng độ 260,62 - 298,21 µg/ml dịch chiết. Quả thể và sinh khối loài nấm này còn có khả năng kháng vi khuẩn gram âm và gram dương ở nồng độ 25-100 mg/ml dịch chiết.

4. Kết luận

Như vậy, tên "Sanghuang" (Thượng hoàng) là tên thường gọi từ hàng ngàn năm trước cho một loài nấm dược liệu quý dựa vào màu sắc quả thể và vật chủ mà chúng thường ký sinh. Cho đến nay, trong nấm học hiện đại, *sanghuang* đã trở thành một nhân tố trong nhĩ thức tên khoa học của loài nấm dược liệu này. Một chi nấm Thượng hoàng mới ra đời *Sanghuangporus* (Sheng H. Wu, T. Hatt. & Y.C. Dai) Sheng H. Wu, L.W. Zhou & Y.C. Dai và *Sanghuangporus sanghuang* là loài đại diện cho chi. Trong khi đó, *P. linteus* - loài nấm Thượng hoàng nổi tiếng từ hàng ngàn năm trước nay đã chuyển sang một chi mới *Tropicoporus*

linteus (Berk. & M.A. Curtis) L.W. Zhou & Y.C. Dai 2015. Ngoài ra, một số loài khác thuộc chi *Phellinus* được chia vào một số chi: *Fulvifomes*, *Fuscoporia*, *Tropicoporus*,... Ở Việt Nam đã ghi nhận được 34 loài nấm Thượng hoàng thuộc chi *Phellinus*, và 19 loài đã chuyển sang các chi khác, gồm *Fomes*, *Phellinidium*, *Fomitiporia*, *Pyrrhoderma*, *Phylloporia*, *Fuscoporia* và *Fuscoporia*. Đặc biệt, *Phellinus baumii* được chuyển sang *Sanghuangporus baumii* (Pilát) L.W. Zhou & Y.C. Dai (2015). Đây là một trong những loài nấm Thượng hoàng quý đã được phát hiện và nghiên cứu hoạt tính dược liệu ở Việt Nam.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo này nhận được hỗ trợ từ nhiệm vụ Khoa học và Công nghệ cấp Bộ: "Nghiên cứu đa dạng, tuyển chọn chủng nấm dược liệu Thượng hoàng (*Phellinus* spp.) ở Việt Nam và công nghệ lên men bề mặt dịch thể giàu β -glucan và polysaccharide nhằm phát triển một số sản phẩm bảo vệ sức khoẻ" giai đoạn 2023-2025 của Viện Ứng dụng Công nghệ - Bộ Khoa học và Công nghệ. Các tác giả xin chân thành cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] N.K. Zeng, Q.Y. Wang, M.S. Su (2008), "Discussion on the mushroom used for traditional Chinese medicine "Sanghuang"", *Edible Fungi of China*, **27**(2), pp.56-59.
- [2] S.H. Wu, S.H. Yu, C. Dai, et al. (2012), "Species clarification for the medicinally valuable "sanghuang" mushroom", *Botanical Studies*, **53**(1), pp.135-149.
- [3] T. Ikekawa, M. Nakanishi, N. Uehara, et al. (1968), "Antitumor action of some basidiomycetes, especially *Phellinus linteus*", *GANN Japanese Journal of Cancer Research*, **59**(2), pp.155-157, DOI: 10.20772/cancersci1959.59.2_155.
- [4] W. Chen, H. Tan, Q. Liu, et al. (2019), "A review: The bioactivities and pharmacological applications of *Phellinus linteus*", *Molecules*, **24**(10), pp.1-20, DOI: 10.3390/molecules24101888.
- [5] Y.C. Dai, L.W. Zhou, B.K. Cui, et al. (2010), "Current advances in *Phellinus* sensu lato: Medicinal species, functions, metabolites and mechanisms", *Applied Microbiology and Biotechnology*, **87**, pp.1587-1593, DOI: 10.1007/s00253-010-2711-3.
- [6] F. Luan, X. Peng, G. Zhao, et al. (2022), "Structural diversity and bioactivity of polysaccharides from medicinal mushroom *Phellinus* spp.: A review", *Food Chemistry*, **397**, DOI:10.1016/j.foodchem.2022.133731.
- [7] T. Wagner, M. Fischer (2002), "Proceedings towards a natural classification of the worldwide taxa *Phellinus* s.l. and *Inonotus* s.l., and phylogenetic relationships of allied genera", *Mycologia*, **94**, pp.998-1016, DOI: 10.1080/15572536.2003.11833156.
- [8] K. Ranadive, N. Jagtap, J. Vaidya (2012), "Vaidya, host diversity of genus *Phellinus* from world", *Elixir Appl. Botany*, **52**, pp.11402-11408.
- [9] Index Fungorum (2024), <https://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>, accessed 5 May 2024.
- [10] 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.

- [11] S. Zhong, D.F. Ji, Y.G. Li, et al. (2013), "Activation of P27kip1-cyclin D1/E-CDK2 pathway by polysaccharide from *P. linteus* leads to S-phase arrest in HT-29 cells", *Chem. Biol. Interact.*, **206**, pp.222-229, DOI: 10.1016/j.cbi.2013.09.008.
- [12] X. Meng, H. Liang, L. Luo (2016), "Antitumor polysaccharides from mushrooms: A review on the structural characteristics, antitumor mechanisms and immunomodulating activities", *Carbohydr. Res.*, **424**, pp.30-41, DOI: 10.1016/j.carres.2016.02.008.
- [13] S.C. Huang, P.W. Wang, P.C. Kuo, et al. (2018), "Hepatoprotective principles and other chemical constituents from the mycelium of *Phellinus linteus*", *Molecules*, **23**(7), DOI: 10.3390/molecules23071705.
- [14] Y. Yeo, W.H. Hwang, E.I. So, et al. (2007), "Phellinone, a new furanone derivative from the *P. linteus* KT&G PL-2", *Arch. Pharm. Res.*, **30**, pp.924-926, DOI: 10.1007/BF02993957.
- [15] I.P. Hong, I.Y. Jung, S.H. Nam, et al. (2002), "Cultural characteristics of a medicinal mushroom *Phellinus linteus*", *Mycobiology*, **30**, pp.208-212, DOI: 10.4489/MYCO.2002.30.4.208.
- [16] H. Hur (2008), "Cultural characteristics and log-mediated cultivation of the medicinal mushroom, *Phellinus linteus*", *Mycobiology*, **36**, pp.81-87, DOI: 10.4489/MYCO.2008.36.2.081.
- [17] G.J. Min, H.W. Kang (2021), "Artificial cultivation characteristics and bioactive effects of novel *Tropicoporus linteus* (Syn. *Phellinus linteus*) Strains HN00K9 and HN6036 in Korea", *Mycobiology*, **49**(2), pp.161-172, DOI: 10.1080/12298093.2021.1892568.
- [18] P.T.Y. Ern, T.Y. Quan, F.S. Yee, et al. (2024), "Therapeutic properties of *Inonotus obliquus* (Chaga mushroom): A review", *Mycology*, **15**(2), pp.144-161, DOI: 10.1080/21501203.2023.2260408.
- [19] H.S. Yuan, Y.L. Wei, X.G. Wang (2015), "Maxent modeling for predicting the potential distribution of Sanghuang, an important group of medicinal fungi in China", *Fungal Ecol*, **17**, pp.140-145, DOI: 10.1016/j.funeco.2015.06.001.
- [20] M. Tomšovský (2016), "*Sanghuangporus pilatii*, a new combination, revealed as European relative of Asian medicinal fungi", *Phytotaxa*, **239**(1), pp.82-88, DOI: 10.11646/phytotaxa.239.1.8.
- [21] L. Zhu, J.H. Xing, B.K. Cui (2017), "Morphological characters and phylogenetic analysis reveal a new species of *Sanghuangporus* from China", *Phytotaxa*, **311**(3), pp.270-276, DOI: 10.11646/phytotaxa.311.3.7.
- [22] S.H. Wu, C.C. Chang, C.L. Wei, et al. (2019), "*Sanghuangporus toxicodendri* sp. nov. (Hymenochaetales, Basidiomycota) from China", *Mycosystems*, **57**, pp.101-111, DOI: 10.3897/mycokeys.57.36376.
- [23] 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**, pp.1-21, DOI: 10.1186/s43008-021-00059-x.
- [24] F. Wu, L.W. Zhou, J. Vlasák, et al. (2022), "Global diversity and systematics of Hymenochaetales with poroid hymenophore", *Fungal Diversity*, **113**(1), pp.1-192, DOI: 10.1007/s13225-021-00496-4.
- [25] W. Hou, K. Chao, T. Bau (2023), "A new species of *Sanghuangporus* (Hymenochaetales, Basidiomycota) from Inner Mongolia of China", *Mycosystema*, **42**(4), pp.874-882.
- [26] L.W. Zhou, M.G. Nejjad, X.M. Tian, et al. (2022), "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.
- [27] T.T. Kiet (2011), *Mushroom in Vietnam Series 1*, Science and Technics Publishing House, 334pp (in Vietnamese).
- [28] T.T. Kiet (2012), *Mushroom in Vietnam Series 2*, Science and Technics Publishing House, 365pp (in Vietnamese).
- [29] T.T. Kiet (2013), *Mushroom in Vietnam Series 3*, Science and Technics Publishing House, 513pp (in Vietnamese).
- [30] L. Zhu, X. Ji, J. Si, et al. (2018), "Morphological characters and phylogenetic analysis reveal a new species of *Phellinus* with hooked hymenial setae from Vietnam", *Phytotaxa*, **356**(1), pp.91-99, DOI: 10.11646/phytotaxa.356.1.8.
- [31] H.V. Vu, T.B.H. Do, M.T. Nguyen (2022), "Morphological and cultural characterisation of *Phellinus* species collected in the north mountain provinces, Vietnam", *TNU Journal of Science and Technology*, **255**(5), pp.171-177, DOI: 10.34238/tnu-jst.5074 (in Vietnamese).
- [32] D.M. Pham, T.H. Nguyen, T.L. Nguyen, et al. (2021), "A report on characterization of submerged fermentation of *P. linteus* in Vietnam", *Vietnam Journal of Food Control*, **4**(4), pp.277-284, DOI: 10.47866/2615-9252/vjfc.3849.
- [33] D.X. Hung (2020), *Research on The Chemical Composition and Biological Activities of Mushrooms Hexagoniatenus, Phellinus Gilvus, Phellinus Baumii and Ganoderma Australe in The North Central Region*, PhD Thesis, Vinh University (in Vietnamese).
- [34] T.H. Duong, N.Q. Dang (2022), "Total phenolic, flavonoid content and antioxidative, α -amylase inhibitory activity of *Phellinus gilvus* fruiting body extracts", *Vietnam J. Sci. Technol.*, **38**(1), pp.71-79, DOI: 10.25073/2588-1140/vnunst.5171.
- [35] D.X. Hung, L.H. Nga, T.D. Thang, et al. (2018), "Chemical constituents of the ethyl acetate fraction of the fruit bodies of *Phellinus gilvus*", *Vietnam J. Sci. Technol.*, **56**(4A), pp.246-251, DOI: 10.15625/2525-2518/56/4A/12750.
- [36] T.H. Tran, P.T. Ha, T.N. Nguyen, et al. (2023), "The responsibility of C-terminal domain in the thermolabile haemolysin activity of *Vibrio parahaemolyticus* and inhibition treatments by *Phellinus* sp. Extracts", *Fisheries and Aquatic Sciences*, **26**(3), pp.204-215, DOI: 10.47853/FAS.2023.e17.
- [37] T.T. Nguyen, N.T. Nguyen, V.T. Hoang, et al. (2016), "Phenolic compounds and steroids from *Phellinus igniarius* fruiting bodies in Vietnam", *VNU. Journal of Science: Natural Sciences and Technology*, **32**(4), pp.264-268 (in Vietnamese).
- [38] T.M. Nguyen, J. Kim, N.H. Tho (2023), "Antioxidant and antimicrobial properties of fruiting body and submerged mycelium of medicinal mushroom *Phellinus robiniae* (Agaricomycetes)", *International Journal of Medicinal Mushrooms*, **25**(3), pp.37-46, DOI: 10.1615/IntJMedMushrooms.2022047243.
- [39] N.Q. Dang, D.B. Dang, Y. Asakawa, et al. (2007), "Sterols from a Vietnamese wood-rotting *Phellinus* sp.", *Z. Naturforsch.*, **62B**, pp.289-292, DOI: 10.1515/znB-2007-0224.
- [40] T.T. Nguyen, N.T. Nguyen, P.C. Kuo, et al. (2018), "Chemical constituents from the fruiting bodies of *Phellinus igniarius*", *Nat. Prod. Res.*, **32**(20), pp.2392-2397, DOI: 10.1080/14786419.2017.1413572.
- [41] 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 J. Chem.*, **57**, pp.335-339 (in Vietnamese).
- [42] N.T. Nguyen, T.T. Nguyen, T.H.D. Nguyen, et al. (2015), "Chemical constituents of the fruiting bodies of *Phellinus pini* in Viet Nam", *Vietnam J. Chem.*, **53**(6e1), pp.305-308 (in Vietnamese).
- [43] N.T. Nguyen, T.H. Tran, T.N. Nguyen, et al. (2022), "Secondary metabolites from higher fungi in Vietnam: Discovery, chemodiversity and bioactivity", *Vietnam Journal of Science and Technology*, **60**(1), pp.1-20, DOI: 10.15625/2525-2518/16322.