

ẢNH HƯỞNG CỦA CƠ CHẤT NUÔI TRỒNG ĐẾN NĂNG SUẤT NẤM ĐẦU KHỈ (*Hericium erinaceus*) VÀ LỰA CHỌN CHẾ ĐỘ SẤY NGUYÊN LIỆU PHÙ HỢP

Nguyễn Thị Bích Thùy^{1,2*}, Nguyễn Thị Thanh Thủy³

¹*Khoa Công nghệ sinh học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

²*Viện Nghiên cứu và Phát triển nấm ăn, nấm dược liệu, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

³*Khoa Công nghệ thực phẩm, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

*Tác giả liên hệ: ntbthuy.cnsn@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 13.05.2025

Ngày chấp nhận đăng: 19.06.2025

TÓM TẮT

Nấm đầu khỉ (*Hericium erinaceus*) là loài nấm có giá trị dược liệu cao, tuy nhiên nghiên cứu về nuôi trồng và chế biến nấm này ở Việt Nam còn tương đối hạn chế so với các loài nấm khác như nấm linh chi hay nấm mộc nhĩ. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của loại cơ chất, thành phần nguyên liệu và chế độ sấy đến năng suất và chất lượng của nấm đầu khỉ, từ đó lựa chọn điều kiện sản xuất phù hợp. Kết quả cho thấy, thành phần nguyên liệu có ảnh hưởng đáng kể đến tốc độ sinh trưởng hệ sợi và sự hình thành quả thể. Nấm đầu khỉ chủng He-2 không thể hình thành mầm quả thể khi nuôi trồng trên nguyên liệu không chứa mùn cưa. Nguyên liệu gồm 89% mùn cưa, 10% cám gạo và 1% CaCO₃ cho hiệu suất sinh học cao nhất (51,80%), tiếp theo là công thức với 20% bông + 69% mùn cưa + 10% cám gạo + 1% CaCO₃ (51,28%). Về chế độ sấy, ở 35°C kết hợp với thông gió 75% trong 12 giờ đầu và 25% trong các giờ tiếp theo là điều kiện phù hợp để bảo toàn đáng kể hàm lượng polysaccharide và axit amin tổng số trong sản phẩm. Kết quả này góp phần hoàn thiện quy trình nuôi trồng và sơ chế nấm đầu khỉ theo hướng nâng cao hiệu quả sản xuất và chất lượng dược liệu.

Từ khóa: Nấm đầu khỉ, cơ chất nuôi trồng, chế độ sấy.

Effects of Cultivation Substrates on the Yield of Monkey Head Mushroom and Selection of Suitable Drying Condition

ABSTRACT

Monkey head mushroom (*Hericium erinaceus*) is a medicinal mushroom with high therapeutic value; however, research on its cultivation and processing in Vietnam remains limited compared to other mushrooms such as lingzhi or wood ear mushroom. This study aimed to evaluate the effects of cultivation substrates and drying conditions on the yield and quality, respectively, of *H. erinaceus*. The results demonstrated that substrate composition significantly influenced mycelial growth and fruiting body formation. Notably, strain He-2 did not form fruiting body primordia on substrates lacking sawdust. The substrate formulation containing 89% sawdust, 10% rice bran, and 1% CaCO₃ yielded the highest biological efficiency (51.80%), followed by the formulation with 20% cotton waste, 69% sawdust, 10% rice bran, and 1% CaCO₃ (51.28%). Regarding drying conditions, the suitable condition was identified as drying at 35°C with 75% ventilation for the first 12 hours and 25% thereafter, which effectively preserved polysaccharide content and total amino acids. These findings contribute to the development of an improved cultivation and processing strategy for enhancing both productivity and medicinal quality of *H. erinaceus*.

Keywords: Monkey head mushroom, culture substrate, drying method.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nấm đầu khỉ (*Hericium erinaceus*) là một

loài nấm dược liệu thuộc họ *Hericiaceae*, phân bố rộng rãi tại Bắc Mỹ, Nam Mỹ, châu Âu, Úc, Trung Quốc và Nhật Bản (Gonkhom & cs.,

2022). Loài nấm này đã được sử dụng từ lâu trong y học cổ truyền Trung Quốc và Nhật Bản để hỗ trợ điều trị nhiều bệnh lý nhờ chứa hợp chất có hoạt tính sinh học cao, bao gồm hợp chất có khả năng chống oxy hóa, điều hòa miễn dịch, chống viêm, bảo vệ gan và tiềm năng hỗ trợ điều trị bệnh Alzheimer (Contato & Conte-Junior, 2025). Hai nhóm hợp chất chính có hoạt tính sinh học được tìm thấy trong nấm là hericenone (tập trung trong quả thể) và erinacine (chủ yếu trong hệ sợi) (Li & cs., 2018).

H. erinaceus có thể sinh trưởng trên cả gỗ cứng và gỗ mềm thuộc các chi *Ulmus*, *Juglans*, *Fagus*, *Quercus*, *Carpinus*, *Acer*, cũng như loài *Pinus taeda* và *Pinus ponderosa* (Jahedi & cs., 2024). Nhiều nghiên cứu trên thế giới đã tối ưu hóa công thức cơ chất và điều kiện nuôi trồng nhằm nâng cao năng suất và chất lượng quả thể. Nấm đầu khỉ lần đầu tiên được nuôi trồng nhân tạo tại Trung Quốc bằng phương pháp trồng trên thân gỗ. Hiện nay, phương pháp nuôi trong bịch hoặc chai nhựa, sử dụng mùn cưa làm cơ chất chính đang được áp dụng phổ biến để đạt năng suất cao. Ngoài mùn cưa, các nguyên liệu phụ khác như lõi ngô, bông phụ phẩm, thân ngô, cám mì, bột ngô, bã đậu nành và một số khoáng chất (như thạch cao) cũng được sử dụng để cải thiện giá trị dinh dưỡng của cơ chất. Các nghiên cứu cho thấy công thức cơ chất bao gồm 55% lõi ngô, 20% vỏ bông, 20% cám mì, 3% bột ngô, 1% đường và 1% thạch cao; hoặc 60% mùn cưa, 25% thân ngô, 11% cám mì, 3% bột ngô và 1% thạch cao cho hiệu quả nuôi trồng cao (Jahedi & cs., 2024). Nhiệt độ tối ưu cho từng giai đoạn phát triển của nấm gồm: 21-24°C (giai đoạn ươm sợi), 10-15,6°C (hình thành mầm quả thể) và 18-24°C (phát triển quả thể) (Gonkhom & cs., 2022).

Sau thu hoạch, công đoạn sấy có vai trò then chốt trong việc duy trì chất lượng của quả thể nấm. Nấm đầu khỉ chứa nhiều hợp chất có hoạt tính quý, tuy nhiên các hợp chất này nhạy cảm với nhiệt và dễ bị phân hủy nếu xử lý không đúng cách (Pendre & cs., 2012). Việc lựa chọn phương pháp sấy phù hợp giúp kéo dài thời gian bảo quản và giữ lại hàm lượng hoạt chất sinh học, đảm bảo giá trị dinh dưỡng và được

liệu của sản phẩm. Ngoài ra, các chỉ tiêu cảm quan như màu sắc, mùi vị và cấu trúc sản phẩm cũng phụ thuộc vào phương pháp sấy, ảnh hưởng đến giá trị thương mại. Do đó, nghiên cứu lựa chọn chế độ sấy là một bước quan trọng trong chuỗi giá trị sản xuất - sơ chế - tiêu thụ nấm dược liệu.

Tại Việt Nam, nấm đầu khỉ đang dần được quan tâm trong lĩnh vực nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao và phát triển nguồn dược liệu nội địa. Tuy nhiên, so với các loài nấm khác như nấm linh chi hay mộc nhĩ, việc nghiên cứu và nuôi trồng nấm đầu khỉ vẫn còn hạn chế. Các nghiên cứu trong nước hiện nay chủ yếu tập trung vào phân lập giống, đánh giá hoạt tính sinh học và thử nghiệm một số điều kiện cơ bản trong nuôi trồng. Trong khi đó, các nghiên cứu chuyên sâu về công nghệ sau thu hoạch, đặc biệt là về cách thức sấy và bảo quản vẫn chưa được nghiên cứu hoàn thiện. Trên cơ sở đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của nguyên liệu nuôi trồng và chế độ sấy đến năng suất và chất lượng nấm đầu khỉ, từ đó đề xuất quy trình phù hợp để nâng cao hiệu quả sản xuất và giá trị sản phẩm.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Giống nấm đầu khỉ chủng He-2 được cung cấp bởi Viện Nghiên cứu và Phát triển Nấm ăn Nấm dược liệu, Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Hệ sợi sinh trưởng nhanh, bao phủ hoàn toàn bề mặt nguyên liệu sau 5 ngày nuôi sợi. Quả thể nấm đầu khỉ dùng trong thí nghiệm sấy được thu hái từ công thức nuôi trồng cho năng suất cao nhất nhằm đảm bảo tính đại diện và chất lượng nguyên liệu cho quá trình nghiên cứu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Chuẩn bị và xử lý nguyên liệu

Mùn cưa và lõi ngô nghiên được làm ẩm bằng nước vôi có pH 12-13, sau đó ủ trong 3 ngày, đảo đều đồng ủ vào ngày thứ 4 và tiếp tục ủ thêm 3 ngày. Rơm rạ, thu mua tại huyện

Ảnh hưởng của cơ chất nuôi trồng đến năng suất nấm đầu khỉ (*Hericium erinaceus*) và lựa chọn chế độ sấy nguyên liệu phù hợp

Nghĩa Hưng (tỉnh Nam Định), được xử lý tương tự bằng nước vôi pH 12-13, ủ trong 4 ngày, đảo trộn vào ngày thứ 5 và tiếp tục ủ thêm 3 ngày. Sau quá trình xử lý, rơm có màu nâu, mềm, mùi thơm dễ chịu và được băm nhỏ thành đoạn dài 2-3cm. Bông phụ phẩm, là phần nguyên liệu phụ loại ra trong quá trình thu hoạch bông chính phẩm, được thu mua tại Công ty Cổ phần Dệt Vĩnh Phú (Việt Trì, Phú Thọ). Bông phụ phẩm được làm ẩm bằng nước vôi pH 12-13, ủ 1 ngày, đảo đồng vào ngày thứ 2 và tiếp tục ủ thêm 1 ngày sau đó.

2.2.2. Điều kiện nuôi trồng nấm đầu khỉ

Sau khi xử lý, tất cả nguyên liệu được phối trộn theo các công thức sau:

CT1: 89% rơm + 10% cám gạo + 1% CaCO_3

CT2: 89% mùn cưa + 10% cám gạo + 1% CaCO_3

CT3: 89% lõi ngô nghiền + 10% cám gạo + 1% CaCO_3

CT4: 89% bông + 10% cám gạo + 1% CaCO_3

CT5: 40% rơm + 49% mùn cưa + 10% cám gạo + 1% CaCO_3

CT6: 40% lõi ngô nghiền + 49% mùn cưa + 10% cám gạo + 1% CaCO_3

CT7: 40% bông + 49% mùn cưa + 10% cám gạo + 1% CaCO_3

CT8: 20% rơm + 69% mùn cưa + 10% cám gạo + 1% CaCO_3

CT9: 20% lõi ngô nghiền + 69% mùn cưa + 10% cám gạo + 1% CaCO_3

CT10: 20% bông + 69% mùn cưa + 10% cám gạo + 1% CaCO_3

Nguyên liệu được hiệu chỉnh độ ẩm đạt 62-65%, pH dao động từ 6-7. Hỗn hợp giá thể được đóng vào túi nylon chịu nhiệt (kích thước $19 \times 37\text{cm}$), mỗi túi chứa 1,0kg cơ chất và được hấp khử trùng ở 121°C trong 180 phút. Sau khi làm nguội, mỗi túi cơ chất được cấy 10g giống cấp II nấm đầu khỉ. Giai đoạn nuôi sợi được thực hiện ở nhiệt độ $25-27^\circ\text{C}$ trong điều kiện tối. Giai đoạn chăm sóc quả thể được tiến hành ở nhiệt độ $18-22^\circ\text{C}$, độ ẩm không khí 85-95%. Nấm đầu khỉ được nuôi trồng trên các công thức cơ chất bao gồm mùn cưa, rơm rạ, lõi ngô và

bông hạt, có bổ sung cám gạo và bột CaCO_3 nhằm cung cấp dinh dưỡng và điều chỉnh pH môi trường nuôi trồng.

2.3. Khảo sát ảnh hưởng của điều kiện sơ chế và sấy tới chất lượng nấm đầu khỉ He-2

Quả thể nấm sử dụng cho thí nghiệm sấy là nấm tươi mới thu hoạch, quả thể có thể bảo quản lạnh không quá 24 giờ, được cắt lát theo chiều dọc với độ dày 0,8-1,0cm để thuận tiện cho quá trình sấy và phân tích tiếp theo.

Thí nghiệm 1 - Lựa chọn phương thức sơ chế: Ba chế độ chần được khảo sát: không chần, chần hơi nước nóng (2 phút) và chần nước nóng ($90^\circ\text{C}/2$ phút). Điều kiện sấy cố định: nhiệt độ 40°C , thông gió 75%. Các chỉ tiêu cảm quan theo dõi gồm màu sắc, mùi, vị và trạng thái sản phẩm. Kết quả được dùng để chọn phương thức sơ chế cho thí nghiệm tiếp theo.

Thí nghiệm 2 - Lựa chọn chế độ sấy: Chế độ sấy được thiết lập với nhiệt độ 30, 35, 40, 45, 50°C tương ứng với CT11 đến CT15 và tốc độ thông gió duy trì ở mức 75% (tủ sấy Memmert UF110). Sau khi tiến hành đánh giá cảm quan đối với từng chế độ, nhiệt độ sấy sẽ được lựa chọn dựa trên tiêu chí duy trì màu sắc tự nhiên và trạng thái cảm quan tốt nhất của sản phẩm (khô giòn, màu ngà vàng sáng, mùi thơm đặc trưng). Nếu kết quả chưa đạt được kỳ vọng sẽ tiếp tục điều chỉnh chế độ thông gió cho phù hợp. Sản phẩm có giá trị cảm quan tốt nhất sẽ được sử dụng để phân tích các thành phần hóa học chủ yếu, gồm hàm lượng protein, lipid, polysaccharide và axit amin.

Hàm lượng ẩm được xác định bằng phương pháp sấy ở 105°C cho đến khi khối lượng mẫu không thay đổi. Hàm lượng protein được xác định theo và chuyển đổi theo hệ số phù hợp. Hàm lượng polysaccharide tổng số được phân tích bằng phương pháp quang phổ hấp thụ UV-VIS tại bước sóng 490nm, sử dụng thuốc thử phenol-axit sulfuric theo phương pháp của Nielsen (2010). Hàm lượng lipid được xác định bằng phương pháp chiết Soxhlet sử dụng dung môi hexan. Thành phần axit amin, bao gồm 17 loại, được phân tích bằng phương pháp sắc ký lỏng hiệu năng cao

(HPLC) sau khi thủy phân mẫu bằng axit (Shimadzu Corporation, 2022).

2.4. Phương pháp đánh giá và xử lý số liệu

Kích thước ngang quả thể (mm) được xác định bằng cách đo phần rộng nhất của mũ quả thể. Kích thước dọc quả thể (mm) là phần vuông góc dài nhất với kích thước ngang của quả thể. Thời gian xuất hiện quả thể (ngày) là thời gian tính từ khi cấy giống đến hình thành quả thể. Thời gian quả thể trưởng thành (ngày) là thời gian tính từ khi hình thành quả thể đến quả thể trưởng thành, khi toàn bộ các gai xung quanh quả thể rũ xuống, màu trắng của quả thể có xu hướng chuyển sang màu vàng nhạt.

Tốc độ sinh trưởng trung bình hệ sợi, hiệu suất sinh học và khối lượng trung bình quả thể được tính theo công thức:

Tốc độ sinh trưởng trung bình hệ sợi (mm/ngày) = (Độ dài trung bình hệ sợi (mm)/Thời gian hệ sợi mọc (ngày)).

Hiệu suất sinh học (%) = (Tổng số khối lượng nấm tươi thu được (g)/Tổng số khối lượng nguyên liệu khô (g)) × 100

Khối lượng trung bình quả thể (g) của công thức = (Tổng số khối lượng quả thể (g)/Tổng số quả thể thu được của công thức)

Kết quả nghiên cứu được xử lý thống kê bằng phần mềm Graphpad Prism 9.1. Sự khác biệt giữa các công thức được đánh giá bằng phân tích phương sai ANOVA một chiều (one-way) và so sánh nhiều nhóm theo chuẩn Tukey ở mức ý nghĩa $P \leq 0,05$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nguyên liệu nuôi trồng đến sinh trưởng hệ sợi nấm đầu khi He-2

Thành phần nguyên liệu là yếu tố thiết yếu ảnh hưởng đến năng suất và giá trị dinh dưỡng của nấm. Tại Việt Nam, phụ phẩm nông nghiệp như mùn cưa, bông phế phẩm, rơm rạ và lõi ngô được sử dụng phổ biến làm cơ chất nuôi trồng nấm (Nguyen & cs., 2024). Trong nghiên cứu này, bốn loại phụ phẩm trên được lựa chọn để đánh giá ảnh hưởng đến sinh trưởng và năng suất của nấm đầu khi.

Môi trường nuôi trồng nấm ăn cần cung cấp carbon, nitơ và nguyên tố vi lượng cần thiết (Lu & cs., 2024). Trong đó, nitơ là nguyên tố thiết yếu đối với tất cả các loài nấm, đóng vai trò quan trọng trong quá trình tổng hợp pyrimidin, purin, protein và chitin - thành phần cấu tạo nên thành tế bào (Bich Thuy Thi N. & cs., 2021).

Bảng 1. Khả năng sinh trưởng của hệ sợi nấm đầu khi trên cơ chất nuôi trồng

Công thức	Độ dài hệ sợi sau 10 ngày (mm)	Độ dài hệ sợi sau 20 ngày (mm)	Tốc độ sinh trưởng hệ sợi sau 20 ngày (mm/ngày)
CT1	22,37 ^a ± 0,32	37,91 ^b ± 0,09	1,90 ^{ab} ± 0,03
CT2	37,08 ^b ± 0,08	79,25 ^c ± 0,15	3,96 ^a ± 0,10
CT3	14,04 ^e ± 0,163	32,71 ^d ± 1,76	1,64 ^{ab} ± 0,09
CT4	7,08 ^f ± 0,48	12,21 ^e ± 1,63	0,61 ^b ± 0,04
CT5	27,41 ^c ± 0,09	59,71 ^f ± 0,12	2,99 ^{ab} ± 0,15
CT6	31,08 ^d ± 0,90	65,21 ^a ± 1,14	3,26 ^{ab} ± 0,13
CT7	24,25 ^a ± 0,69	63,33 ^a ± 3,52	3,17 ^{ab} ± 0,16
CT8	31,58 ^d ± 0,13	64,5 ^a ± 0,07	3,23 ^{ab} ± 0,14
CT9	34,42 ^b ± 1,67	69,29 ^g ± 1,87	3,46 ^{ab} ± 0,15
CT10	29,67 ^{cd} ± 0,75	65,08 ^a ± 1,17	3,25 ^{ab} ± 0,15

Ghi chú: Giá trị là giá trị trung bình ± SD của độ dài hệ sợi, tốc độ hệ sợi, thời gian xuất hiện quả thể, thời gian quả thể trưởng thành; Trong cùng một cột, các chữ cái khác nhau thể hiện sự sai khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P \leq 0,05$).

Ảnh hưởng của cơ chất nuôi trồng đến năng suất nấm đầu khỉ (*Hericium erinaceus*) và lựa chọn chế độ sấy nguyên liệu phù hợp

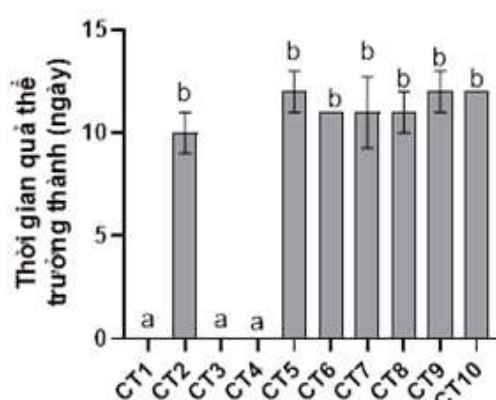
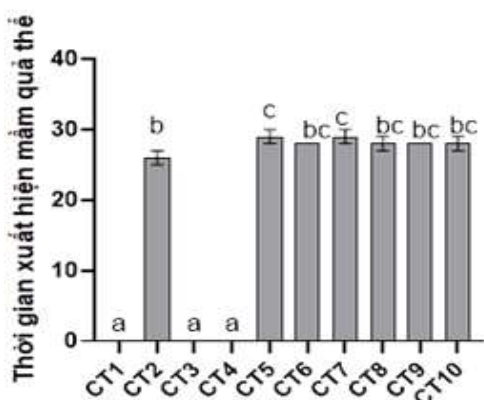
Cơ chất sử dụng đơn lẻ trong nuôi trồng nấm thường không cung cấp đủ hàm lượng nitơ và các chất dinh dưỡng cần thiết để đảm bảo sự phát triển tối ưu của nấm (Bich Thuy Thi N. & cs., 2021). Do đó, trong nghiên cứu này, cám gạo được bổ sung vào cơ chất nuôi trồng nhằm cung cấp nguồn nitơ cần thiết cho sự phát triển của nấm đầu khỉ.

Mặc dù tất cả các công thức đều được bổ sung 10% cám gạo, tốc độ sinh trưởng của hệ sợi khác nhau đáng kể giữa các loại giá thể cơ bản như mùn cưa, bông phế phẩm và rơm rạ. Loại cơ chất khác nhau cho tốc độ sinh trưởng hệ sợi

khác nhau có thể do sự khác biệt về tính chất vật lý, hàm lượng và loại cacbon (Bảng 1).

Sau 10 và 20 ngày cấy giống, độ dài hệ sợi và tốc độ lan của sợi nấm chủng He-2 đạt cao nhất khi được nuôi trồng trên cơ chất gồm 89% mùn cưa, 10% cám gạo và 1% CaCO_3 . Ngược lại, tốc độ sinh trưởng của hệ sợi thấp nhất ($0,61 \pm 0,04$) được ghi nhận trên cơ chất chứa 89% bông + 10% cám gạo + 1% CaCO_3 .

Trong số các loại giá thể, mùn cưa cho sinh trưởng hệ sợi tốt nhất, tương đồng với kết quả của Ko & cs. (2005) và được lựa chọn là nguyên liệu phù hợp.



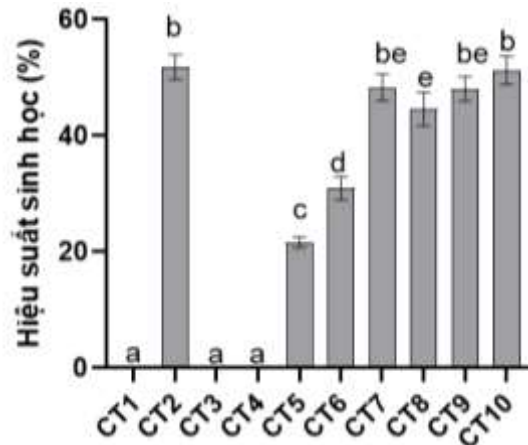
Ghi chú: Các chữ cái khác nhau chỉ sự khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P \leq 0,05$).

Hình 1. Ảnh hưởng của cơ chất nuôi trồng đến thời gian xuất hiện mầm quả thể và thời gian quả thể trưởng thành

Bảng 2. Thời gian hình thành và kích thước của quả thể nấm trên nguyên liệu nuôi trồng

CT	Kích thước dọc quả thể (mm)	Kích thước ngang quả thể (mm)	Khối lượng trung bình/quả (g)	Khối lượng nấm tươi/ bịch (g)
CT1	$0^a \pm 0$	$0^a \pm 0$	$0^a \pm 0$	$0^a \pm 0$
CT2	$106,33^b \pm 4,18$	$64,67^b \pm 2,17$	$131,37^b \pm 4,16$	$278,4^b \pm 10,07$
CT3	$0^a \pm 0$	$0^a \pm 0$	$0^a \pm 0$	$0^a \pm 0$
CT4	$0^a \pm 0$	$0^a \pm 0$	$0^a \pm 0$	$0^a \pm 0$
CT5	$92,67^b \pm 1,85$	$62,67^b \pm 4,07$	$109,8^c \pm 3,97$	$116,4^c \pm 3,49$
CT6	$99,00^b \pm 1,51$	$61,00^b \pm 2,16$	$116,47^{bc} \pm 2,45$	$172,42^d \pm 19,20$
CT7	$98,33^b \pm 2,39$	$53,33^b \pm 1,96$	$115,10^{bc} \pm 3,16$	$260^b \pm 5,69$
CT8	$112,67^b \pm 2,98$	$63,63^b \pm 3,36$	$120,67^{bc} \pm 2,41$	$239,6^e \pm 5,26$
CT9	$107,67^b \pm 2,38$	$67,67^b \pm 2,24$	$131,07^b \pm 4,93$	$268,45^b \pm 39,24$
CT10	$101,67^b \pm 3,73$	$57,00^b \pm 1,43$	$127,83^{bc} \pm 4,71$	$275,9^b \pm 3,64$

Ghi chú: Giá trị là giá trị trung bình $\pm$ SD của kích thước quả thể, khối lượng trung bình/quả, khối lượng nấm tươi/bịch, hiệu suất sinh học; Trong cùng một cột, các chữ cái khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($P \leq 0,05$).



Ghi chú: Các chữ cái khác nhau là khác nhau có ý nghĩa thống kê với ($P \leq 0,05$).

Hình 2. Hiệu suất sinh học nấm đầu khỉ chủng He-2 khi được nuôi trồng trên các cơ chất khác nhau

3.2. Ảnh hưởng của nguyên liệu nuôi trồng đến năng suất nấm đầu khỉ

Mầm quả thể xuất hiện sớm nhất sau 26 ngày kể từ lúc cấy giống, được ghi nhận trên cơ chất gồm 89% bông, 10% cám gạo và 1% CaCO_3 (Hình 1). Với công thức này, thời gian để quả thể nấm đầu khỉ đạt đến giai đoạn trưởng thành cũng ngắn nhất, chỉ khoảng 10 ± 1 ngày. Thành phần nguyên liệu nuôi trồng ảnh hưởng đến kích thước quả thể, khối lượng và hiệu suất sinh học của nấm đầu khỉ (Bảng 2, Hình 2).

Kích thước dọc và ngang quả thể đạt giá trị lớn nhất lần lượt là $112,67 \pm 2,98\text{mm}$ và $67,67 \pm 2,24\text{mm}$ khi chủng He-2 được nuôi trồng trên nguyên liệu chứa 20% rơm + 69% mùn cưa + 10% cám gạo + 1% CaCO_3 và 20% lõi ngô + 69% mùn cưa + 10% cám gạo + 1% CaCO_3 , tương ứng. Trên nguyên liệu nuôi trồng 89% mùn cưa + 10% cám gạo + 1% CaCO_3 , quả thể nấm đầu khỉ có kích thước chiều dọc và ngang đạt $106,33 \pm 4,18$ và $64,67 \pm 2,17\text{mm}$. Khối lượng trung bình mỗi quả thể cao nhất đạt $131,37 \pm 4,16\text{g}$ khi nuôi trồng trên nguyên liệu gồm 89% mùn cưa, 10% cám gạo và 1% CaCO_3 . Công thức cơ chất này cũng cho hiệu suất sinh học cao nhất (51,80%), tiếp theo là công thức gồm 20% bông + 69% mùn cưa + 10% cám gạo + 1% CaCO_3 với hiệu suất sinh học đạt 51,28%.

Do nấm đầu khỉ không thể phát triển quả

thể trên cơ chất hoàn toàn không có mùn cưa, nên thành phần này được xem là yếu tố thiết yếu trong quá trình tạo quả thể. Kết quả nghiên cứu cho thấy, việc sử dụng cơ chất giàu mùn cưa kết hợp với tỷ lệ phụ gia hợp lý có thể nâng cao hiệu quả nuôi trồng. Phát hiện này tương đồng với nghiên cứu của (Gonkhom & cs., 2024), trong đó mùn cưa được đánh giá là giá thể tiềm năng, hiệu quả và có chi phí thấp cho việc nuôi trồng nấm đầu khỉ. Thời gian xuất hiện mầm quả thể nấm đầu khỉ trong nghiên cứu này ngắn hơn so với nghiên cứu của Ko & cs. (2005) (33-40 ngày). Theo Atila (2019), hiệu suất sinh học của nấm đầu khỉ dao động từ 32,4 đến 37,3% khi sử dụng mùn cưa từ gỗ mềm và cứng và chỉ đạt 12,3 đến 28,2% khi dùng các phụ phẩm nông nghiệp khác. Kết quả nghiên cứu cho thấy hiệu suất sinh học của nấm đầu khỉ chủng He-2 đạt 51,8% khi nuôi trồng trên nguyên liệu 89% mùn cưa, 10% cám gạo và 1% CaCO_3 , cao hơn nhiều so với nghiên cứu của Atila (2019). Dựa vào các chỉ tiêu sinh trưởng, thời gian hình thành và phát triển quả thể, cũng như năng suất sinh học, nguyên liệu trên được đánh giá là tốt nhất cho nuôi trồng nấm đầu khỉ chủng He-2. Do đó, quả thể thu được từ công thức này sẽ được sử dụng làm nguyên liệu cho thí nghiệm ảnh hưởng của phương thức sơ chế và chế độ sấy đến chất lượng của nấm đầu khỉ.

Ảnh hưởng của cơ chất nuôi trồng đến năng suất nấm đầu khỉ (*Hericium erinaceus*) và lựa chọn chế độ sấy nguyên liệu phù hợp

3.3. Ảnh hưởng của phương thức sơ chế tới chất lượng cảm quan nấm đầu khỉ chủng He-2

Hình ảnh nấm đầu khỉ và lát cắt được thể hiện trong hình 3. Chế độ chần qua nước nóng và chần qua hơi nước được thực hiện nhằm ức chế các enzyme gây biến đổi màu, đối chứng là không chần. Kết quả cho thấy, các mẫu chần bằng hơi nước 2 phút và nước nóng 90°C/2 phút đều cho lát quả thể ở trạng thái chín, các tua nấm bết lại,

lát cắt co nhỏ hơn so với trước khi chần.

Khi sấy ở nhiệt độ 40°C, thông gió 75% hơi nước được bốc nhanh, tuy nhiên sản phẩm sau khi sấy có màu nâu đậm, lát cắt co nhỏ lại nhiều so với chế độ không chần, bề mặt nhìn bết, hình thái xấu (Hình 4), thời gian sấy (24h) lâu hơn so với sản phẩm không chần là 2 giờ để đạt độ ẩm <4% (số liệu không đưa ra). Do vậy, các thí nghiệm tiếp theo sẽ không sử dụng phương pháp chần.



Hình 3. Nguyên liệu nấm đầu khỉ sử dụng và lát cắt



Ghi chú: A: Chần hơi nước; B: Chần nước nóng; C: Để nguyên không chần.

Hình 4. Nguyên liệu nấm đầu khỉ sấy sau khi sơ chế

Bảng 3. Sự biến đổi cảm quan của lát nấm đầu khỉ ở nhiệt độ sấy khác nhau

Nhiệt độ	Màu	Mùi	Trạng thái	Thời gian sấy (h) để đạt độ ẩm < 5%
CT11: 30°C	Vàng sáng	Thơm nhẹ	Khô, mềm dẻo	26
CT12: 35°C	Vàng sáng	Thơm nhẹ	Khô, mềm dẻo	24
CT13: 40°C	Vàng sáng	Thơm nhẹ	Khô, mềm dẻo	22
CT14: 45°C	Vàng sẫm	Thơm đậm	Khô, mềm dẻo	21
CT15: 50°C	Vàng rất sẫm	Thơm đậm	Khô, mềm dẻo	19

3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy tới chất lượng nấm đầu khỉ chủng He-2

Phương pháp sấy bằng không khí nóng là một kỹ thuật phổ biến, có chi phí thấp và dễ kiểm soát (Pendre & cs., 2012). Nhiệt độ sấy là yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến thời gian sấy để đạt độ ẩm an toàn cho bảo quản. Khi tăng nhiệt độ, thời gian sấy có xu hướng rút ngắn; tuy nhiên, điều này đồng thời tác động đáng kể đến đặc điểm cảm quan, đặc biệt là màu sắc của sản phẩm. Các chất dinh dưỡng tự nhiên có thể bị mất trong quá trình xử lý nhiệt do hầu hết các hợp chất có hoạt tính sinh học đều tương đối không bền với nhiệt (Wong & cs., 2009). Nhiệt độ trong quá trình sấy và gia nhiệt ảnh hưởng đến độ ổn định của các hợp chất này thông qua sự phân hủy hóa học và enzyme, hoặc do bay hơi hay phân hủy bởi nhiệt. Gasecka & cs. (2020) khuyến cáo, nấm đầu khỉ không nên được sấy ở nhiệt độ cao hơn 70°C, do ở mức nhiệt độ này, hàm lượng axit hữu cơ có thể giảm 90%. Do đó, 5 ngưỡng nhiệt độ sấy (30, 35, 40, 45 và 50°C)

để đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ tới chất lượng nấm đầu khỉ được lựa chọn.

Khi thay đổi nhiệt độ sấy, màu sắc của quả thể nấm sau sấy biến đổi rõ rệt, dao động từ vàng tươi sáng đến vàng sẫm tùy theo mức nhiệt (Bảng 3, Hình 5). Trong các công thức sấy, nấm đầu khỉ được sấy ở nhiệt độ từ 30-40°C có màu sắc phù hợp với yêu cầu cảm quan, trong khi các mức nhiệt trên 40°C khiến sản phẩm chuyển sang màu sẫm hoặc rất sẫm. Do đó, nhiệt độ sấy trong khoảng 35-40°C được xác định là phù hợp nhất để tạo ra nấm đầu khỉ có màu sắc đẹp. Tuy nhiên, ở các điều kiện này, sản phẩm sau sấy vẫn còn hiện tượng mềm và dẻo, chưa đạt trạng thái khô giòn như mong muốn. Hiện tượng này có thể được lý giải do chế độ thông gió cao kéo dài dẫn đến sự hạ nhiệt nhanh ở cuối quá trình sấy, làm sản phẩm mềm trở lại. Để khắc phục hạn chế này, chế độ thông gió được điều chỉnh theo hai giai đoạn: duy trì thông gió ở mức 75% trong 12 giờ đầu nhằm tăng tốc độ thoát ẩm, sau đó giảm còn 25% ở các giờ tiếp theo (Công thức 16, 17).



Nguyên liệu ban đầu được cắt lát



CT11- 30°C



CT12- 35°C



CT13- 40°C



CT14- 45°C



CT15- 50°C

Hình 5. Màu sắc lát nấm sấy ở nhiệt độ khác nhau với chế độ thông gió 75%

Ảnh hưởng của cơ chất nuôi trồng đến năng suất nấm đầu khỉ (*Hericium erinaceus*) và lựa chọn chế độ sấy nguyên liệu phù hợp

Bảng 4. Sự biến đổi cảm quan của lát nấm đầu khỉ ở nhiệt độ sấy và chế độ thông gió khác nhau

Công thức	Màu	Mùi	Trạng thái	Thời gian sấy (h) để đạt độ ẩm < 5%
CT16: 35°C, thông gió 75% trong 12h đầu và 25% những giờ tiếp theo	Vàng tươi sáng	Thơm nhẹ	Khô, giòn	24
CT17: 40°C, thông gió 75% trong 12h đầu và 25% những giờ tiếp theo	Vàng tươi sáng	Thơm nhẹ	Khô, giòn	22



CT16 - 35°C,
thông gió 75% trong 12h đầu và 25% những giờ tiếp theo



CT17- 40°C,
thông gió 75% trong 12h đầu và 25% những giờ tiếp theo

Hình 6. Màu sắc lát nấm sấy khi điều chỉnh chế độ thông gió

Bảng 5. Kết quả phân tích chỉ tiêu hóa sinh của hai công thức sấy lựa chọn (tính theo chất khô)

Chỉ tiêu	CT16	CT17
Độ ẩm (%)	4,5 ± 0,07	4,4 ± 0,10
Protein (%)	30,14 ± 1,03	28,96 ± 2,01
Lipid (%)	3,21 ± 0,11	2,92 ± 0,15
Polysaccharide (%)	14,12 ± 0,23	11,63 ± 0,19
Axit amin tổng số (mg/g)	107,0	86,1
Histidine (mg/g)	2,19	2,01
Serine (mg/g)	5,49	4,91
Arginine (mg/g)	5,90	4,32
Glycine (mg/g)	4,62	3,80
Aspartic (mg/g)	11,44	10,3
Glutamic (mg/g)	22,70	19,3
Threonine (mg/g)	5,31	4,44
Alanine (mg/g)	9,72	6,71
Proline (mg/g)	5,20	4,26
Lysine (mg/g)	6,68	4,50
Tyrosine (mg/g)	2,11	1,59
Cystine (mg/g)	-	-
Methionine (mg/g)	1,98	1,81
Valine (mg/g)	6,26	4,82
Isoleucine (mg/g)	4,96	3,63
Leucine (mg/g)	8,68	6,74
Phenylalanine (mg/g)	3,70	2,92

Kết quả cho thấy, khi áp dụng chế độ sấy điều chỉnh chế độ thông gió ở nhiệt độ 35°C và 40°C, sản phẩm thu được đạt các yêu cầu cảm quan như màu sắc, mùi thơm đặc trưng của nguyên liệu và trạng thái khô giòn, đồng thời không làm thay đổi thời gian sấy so với các công thức trước đó (Bảng 4, Hình 6). Hai công thức này được lựa chọn để phân tích và đánh giá sự biến đổi hoạt chất sinh học trong điều kiện nhiệt độ sấy khác nhau. Kết quả phân tích được trình bày trong bảng 5.

Hàm lượng protein trong nấm đầu khỉ đạt 18,1% (Rodrigues & cs., 2015), trong khi hàm lượng carbohydrate và chất béo lần lượt là 59,2% và 3,6% (Dimopoulou & cs., 2022). Không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai công thức sấy (CTA và CTB) về độ ẩm cuối cùng, hàm lượng protein và lipid. Hàm lượng protein, lipid, polysaccharide thu được trong thí nghiệm này tương đồng với các nghiên cứu trước đó của (Dimopoulou & cs., 2022; Rodrigues & cs., 2015). Sự khác biệt rõ rệt được ghi nhận ở hàm lượng axit amin tổng số. Khi áp dụng chế độ sấy ở 35°C (CT16), hàm lượng polysaccharide và tổng số axit amin được bảo toàn ở mức cao đáng kể. Kết quả bảng 5 cho thấy không có sự khác biệt có ý nghĩa về độ ẩm, hàm lượng protein, lipid giữa công thức 16 và công thức 17. Tuy nhiên, có sự khác biệt về hợp chất có hoạt tính sinh học là polysaccharide và các axit amin. Khi sấy ở nhiệt độ sấy 35°C (công thức 16), hàm lượng polysaccharide và axit amin giữ được ở mức cao đáng kể. Tuy nhiên ở chế độ sấy 40°C (công thức 17), hàm lượng hoạt chất giảm đi ở mức có ý nghĩa mặc dù màu sắc và chất lượng cảm quan vẫn ở mức tốt. Với kết quả thu được ở trên, đề xuất chọn điều kiện sấy là 35°C, chế độ quạt gió 75% trong 12h đầu và 25% những giờ tiếp theo cho tới khi đạt độ ẩm < 5% để phục vụ các nghiên cứu sau này.

4. KẾT LUẬN

Nguyên liệu cấu thành cơ chất có ảnh hưởng đáng kể đến tốc độ phát triển của hệ sợi và sự hình thành quả thể. Nấm đầu khỉ không thể hình thành mầm quả thể khi được nuôi trên

cơ chất không chứa mùn cưa, cho thấy đây là thành phần không thể thiếu. Trong số các công thức được thử nghiệm, cơ chất gồm 89% mùn cưa, 10% cám gạo và 1% CaCO₃ đạt hiệu suất sinh học cao nhất (51,80%), tiếp theo là công thức chứa 20% bông, 69% mùn cưa, 10% cám gạo và 1% CaCO₃ với hiệu suất 51,28%. Về quy trình sấy, điều kiện tối ưu là 35°C kết hợp thông gió ở mức 75% trong 12 giờ đầu, sau đó giảm xuống còn 25%, giúp bảo toàn hiệu quả hàm lượng polysaccharide và tổng axit amin trong sản phẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Atila F. (2019). Lignocellulosic and proximate based compositional changes in substrates during cultivation of *Hericium erinaceus* mushroom. *Scientia Horticulturae*. 258: 108779. doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108779.
- Bich Thuy Thi N., Ve Van L., Huyen Trang Thi N., Luyen Thi N., Thuy Trang Thi T. & Nghiem Xuan N. (2021). Nutritional requirements for the enhanced mycelial growth and yield performance of *Trametes versicolor*. *J App Biol Biotech*. 9(1): 1-7. doi.org/10.7324/JABB.2021.9101.
- Contato A.G., Conte-Junior C.A. (2025). Lion's Mane Mushroom (*Hericium erinaceus*): A neuroprotective fungus with antioxidant, anti-inflammatory, and antimicrobial potential - A narrative review. *Nutrients*. 17: 1307. doi.org/10.3390/nu17081307.
- Dimopoulou M., Kolonas A., Mourtakos S., Androutsos O. & Gortzi O. (2022). Nutritional composition and biological properties of sixteen edible mushroom species. *Applied Sciences*. 12: 8074. doi.org/10.3390/app12168074.
- Gąsecka M., Siwulski M., Magdziak Z., Budzyńska S., Stuper-Szablewska K., Niedzielski P. & Mleczek M. (2020). The effect of drying temperature on bioactive compounds and antioxidant activity of *Leccinum scabrum* (Bull.) Gray and *Hericium erinaceus* (Bull.) Pers. *J Food Sci Technol*. 57: 513-525. doi.org/10.1007/s13197-019-04081-1.
- Gonkhom D., Luangharn T., Hyde K.D., Stadler M. & Thongklang N. (2022). Optimal conditions for mycelial growth of medicinal mushrooms belonging to the genus *Hericium*. *Mycol Progress*. 21: 82. doi.org/10.1007/s11557-022-01829-6.
- Gonkhom D., Luangharn T., Stadler M. & Thongklang N. (2024). Cultivation and nutrient compositions of medicinal mushroom, *Hericium erinaceus* in Thailand. *CMJS*. 51: 1-10. doi.org/10.12982/CMJS.2024.028.

- Jahedi A., Ahmadifar S. & Mohammadigoltapeh E. (2024). Revival of wild edible-medicinal mushroom (*Hericium erinaceus*) based on organic agro-industrial waste- achieving a commercial protocol with the highest yield; optimum reuse of organic waste. *Scientia Horticulturae*. 323: 112510. doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112510.
- Ko H.G., Park H.G., Park S.H., Choi C.W., Kim S.H. & Park W.M. (2005). Comparative study of mycelial growth and basidiomata formation in seven different species of the edible mushroom genus *Hericium*. *Bioresource Technology*. 96: 1439-1444. doi.org/10.1016/j.biortech.2004.12.009.
- Li, I.-C., Lee, L.-Y., Tzeng, T.-T., Chen, W.-P., Chen, Y.-P., Shiao, Y.-J. & Chen, C.-C. (2018). Neurohealth properties of *Hericium erinaceus* mycelia enriched with erinacines. *behavioural neurology*. pp. 1-10. doi.org/10.1155/2018/5802634.
- Lu Z., Liu L., Ren Z., Hu S., Wang Y., Ji S., Wang X., Du Z., Liu Y., Yang Y. & Yu Y. (2024). Optimization of substrate formulation for *Hericium erinaceus* by replacing wood by straw and their effect on enzyme activities. *Front. Plant Sci*. 15: 1436385. doi.org/10.3389/fpls.2024.1436385
- Nielsen S.S. (2010). Phenol-sulfuric acid method for total carbohydrates. *Food analysis laboratory manual*. Springer. pp. 47-53.
- Nguyen B.T.T., Le V.V., Nguyen H.N., Nguyen H.T.T., Nguyen L.T. & Ngo N.X. (2024). Cotton waste as an optimal substrate for cultivation of the pink oyster mushroom *Pleurotus djamor*. *J App Biol Biotech*. doi.org/10.7324/JABB.2024.179930.
- Pendre N.K., Nema P.K., Sharma H.P., Rathore S.S. & Kushwah S.S. (2012). Effect of drying temperature and slice size on quality of dried okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *J Food Sci Technol*. 49: 378-381. doi.org/10.1007/s13197-011-0427-8.
- Rodrigues D.M.F., Freitas A.C., Rocha-Santos T.A.P., Vasconcelos M.W., Roriz M., Rodríguez-Alcalá L.M., Gomes A.M.P. & Duarte A.C. (2015). Chemical composition and nutritive value of *Pleurotus citrinopileatus* var *cornucopiae*, *P. eryngii*, *P. salmoneo* stramineus, *Pholiota nameko* and *Hericium erinaceus*. *J Food Sci Technol*. 52: 6927-6939. doi.org/10.1007/s13197-015-1826-z.
- Shimadzu Corporation (2022). Selection of detector in analysis of amino acids using pre-column derivatization method. *Application News* No. L579.
- Wong K.H., Sabaratnam V., Abdullah N., Kuppusamy U.R. & Naidu M. (2009). Effects of cultivation techniques and processing on antimicrobial and antioxidant activities of *Hericium erinaceus* (Bull.:Fr.) Pers. *Extracts. Biotechnol*. 47(1): 47.