

Ảnh hưởng của điều kiện nuôi cấy đến sinh trưởng hệ sợi của nấm *Phellinus linteus*

Nguyễn Văn Giang¹, Nguyễn Thị Bích Thủy¹, Vũ Thị Khánh Linh¹, Nguyễn Duy Trinh², Trần Thu Hà^{2*}

¹Học viện Nông nghiệp Việt Nam

²Viện Di truyền Nông nghiệp

Ngày nhận bài 20/11/2020; ngày chuyển phản biện 24/11/2020; ngày nhận phản biện 29/12/2020; ngày chấp nhận đăng 4/1/2021

Tóm tắt:

Nấm *Phellinus linteus* (Berk. & Curt.) Teng thuộc chi nấm *Phellinus* spp. là loại nấm có giá trị dược liệu cao. Nghiên cứu này đánh giá ảnh hưởng của nguồn dinh dưỡng cacbon, nitơ, pH và nhiệt độ đến sinh trưởng hệ sợi của chủng giống *P. linteus* nhập nội. Glucose và casein với nồng độ lần lượt là 2,0 và 0,2% được xác định là nguồn dinh dưỡng cacbon, nitơ thích hợp nhất cho nấm *P. linteus*. Ngược lại, hệ sợi nấm *P. linteus* không có khả năng mọc trên môi trường sử dụng urê. Sợi nấm *P. linteus* sinh trưởng tốt tại các điều kiện pH 7-10 và nhiệt độ nuôi sợi 30°C. Ở điều kiện này, tốc độ phát triển của hệ sợi nấm *P. linteus* đạt 5,0 mm/ngày, mật độ hệ sợi dày, phân bố đều, bám chắc vào chất nền.

Từ khóa: nguồn cacbon, nguồn nitơ, nhiệt độ, pH, *Phellinus linteus*, *Phellinus* spp.

Chỉ số phân loại: 4.1

Đặt vấn đề

Nấm *Phellinus linteus* (Berk. & Curt.) Teng thuộc chi nấm *Phellinus* spp. có khoảng 200 loài khác nhau, chúng thường xuất hiện trên các loại cây lá rộng như sồi, dẻ [1]. Nấm *P. linteus* được biết đến là loại nấm có giá trị dược liệu cao, có khả năng phòng chống ung thư tuyến tụy, bạch cầu, tế bào biểu mô, vòm họng, đại tràng hay ung thư biểu mô thận [2, 3]. Tại Hàn Quốc, sản xuất nấm *Phellinus* spp. được xem là lĩnh vực sản xuất có tiềm năng, có thể phát triển thành ngành công nghiệp thực phẩm chức năng trong tương lai gần [4].

Nấm ăn và nấm dược liệu đang ngày càng trở nên quan trọng trong đời sống kinh tế - xã hội. Nhu cầu sử dụng các loại nấm, đặc biệt là các loại nấm có giá trị dược liệu như một loại thực phẩm bồi bổ sức khỏe đang là xu thế của người dân trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng. Ngoài một số loại nấm chủ lực như linh chi, vân chi, đầu khi hay đông trùng hạ thảo thì các nghiên cứu về nhân giống và nuôi trồng nấm *P. linteus* ở Việt Nam mới chỉ ở giai đoạn sơ khai. Các sản phẩm nấm *P. linteus* xuất hiện trên thị trường hiện nay chủ yếu là sản phẩm nhập nội với giá thành rất cao. Vì vậy, việc tối ưu hóa các điều kiện nuôi cấy hệ sợi giống nấm *P. linteus* phù hợp với điều kiện Việt Nam là hết sức cần thiết, góp phần tạo nguồn giống nấm tốt phục vụ cho các nghiên cứu sau này.

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

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Nguồn giống nấm

Chủng giống nấm *P. linteus* được Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn cung cấp, hiện đang được lưu giữ tại Trung tâm Đào tạo, nghiên cứu và phát triển nấm ăn và nấm dược liệu, Khoa Công nghệ sinh học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam ở nhiệt độ 4°C trên môi trường PDA.

Ảnh hưởng của nguồn dinh dưỡng cacbon

Chủng nấm *P. linteus* được nhân nuôi trên môi trường PA (200 g/l khoai tây, 16 g/l agar) và có bổ sung thêm 8 nguồn cacbon khác nhau (glucose, fructose, maltose, sucrose, dextrin, lactose, xylose và tinh bột tan) với nồng độ 2,0%. Môi trường nhân giống được hấp khử trùng ở nhiệt độ 121°C trong 60 phút và được chia vào các đĩa petri vô trùng (đường kính 9,0 cm). Mỗi đĩa petri chứa 20 ml môi trường và được cấy 1 miếng giống gốc nấm *P. linteus* có kích thước 0,5x0,5 cm tại vị trí trung tâm đĩa. Hệ sợi nấm *P. linteus* được nuôi ở điều kiện không có ánh sáng, độ ẩm không khí 65-70%, nhiệt độ 30°C trong thời gian 12 ngày [4].

Ảnh hưởng của nguồn dinh dưỡng nitơ

Chủng giống nấm *P. linteus* nuôi trên môi trường PGA (200 g/l khoai tây, 20 g/l glucose, 16 g/l agar) được bổ sung 7 nguồn nitơ khác nhau gồm NH₄Cl, (NH₄)₂SO₄, (NH₄)₂HPO₄, NH₄NO₃, casein, pepton và urê để khảo sát sự sinh trưởng hệ

The effect of culture conditions for the mycelium growth of *Phellinus linteus*

Van Giang Nguyen¹, Thi Bich Thuy Nguyen¹,
Thi Khanh Linh Vu¹, Duy Trinh Nguyen², Thu Ha Tran^{2*}

¹Vietnam National University of Agriculture

²Agricultural Genetics Institute

Received 20 November 2020; accepted 4 January 2021

Abstract:

Phellinus linteus (Berk. & Curt.) Teng mushroom belonging to the genus *Phellinus* spp., has high medicinal value. This study was carried out with the aim to evaluate the effects of carbon, nitrogen sources, pH, and temperature on the mycelial growth of the *P. linteus* strain. The experimental results showed that glucose and casein with concentrations of 2.0 and 0.2% respectively are identified as the most suitable carbon and nitrogen nutrient sources for *P. linteus*. Conversely, the mycelia of *P. linteus* are not able to grow on the urea media. Mycelium of *P. linteus* grows well at 7-10 pH and temperature at 30°C. When mycelia are incubated in these conditions, the rate of mycelial growth of *P. linteus* reaches 5.0 mm/day with thick density even distribution, and adherence to the substrate firmly.

Keywords: carbon source, nitrogen source, pH, *Phellinus linteus*, *Phellinus* spp., temperature.

Classification number: 4.1

sợi của chủng giống. Mỗi nguồn nitơ được bổ sung vào môi trường với nồng độ 0,2%. Hệ sợi nấm *P. linteus* được nuôi ở điều kiện không có ánh sáng, độ ẩm không khí 65-70%, nhiệt độ 30°C trong thời gian 12 ngày [4].

Ảnh hưởng của pH

Chủng giống nấm *P. linteus* được nhân nuôi trên môi trường PGA có bổ sung 0,2% casein. Trước khi hấp khử trùng sử dụng dung dịch NaOH 1N hoặc HCl 1N để hiệu chỉnh giá trị pH môi trường nhân giống bằng 5, 6, 7, 8, 9 và 10. Ươm sợi nấm *P. linteus* trong điều kiện không có ánh sáng, độ ẩm không khí 65-70%, nhiệt độ 30°C, thời gian nuôi sợi 12 ngày [4].

Ảnh hưởng của nhiệt độ

Chủng giống nấm *P. linteus* được nhân nuôi trên môi trường dinh dưỡng tối ưu nhất gồm khoai tây, glucose, casein và agar. Sau khi cấy giống, các đĩa petri được nuôi trong điều kiện không có ánh sáng, độ ẩm không khí 65-70% và 5 ngưỡng nhiệt độ khác nhau (15, 20, 25, 30 và 35°C) trong thời gian 12 ngày.

Các chỉ tiêu theo dõi

Khả năng sinh trưởng hệ sợi của chủng nấm *P. linteus* được đánh giá qua các chỉ tiêu sau:

Đường kính hệ sợi (mm): là đường kính phần sợi nấm *P. linteus* sinh trưởng trên bề mặt môi trường thạch sau 12 ngày nuôi sợi.

Tốc độ sinh trưởng hệ sợi của chủng nấm *P. linteus* được đánh giá theo phương pháp của Nguyễn Thị Bích Thùy và cs (2016) [5], đơn vị tính mm/ngày.

Mật độ hệ sợi: quan sát hệ sợi nấm và đánh giá mật độ hệ sợi theo phương pháp của Jo và cs (2006) [4]: C (compact) - sợi dày, bám chặt; SC (somewhat) - sợi phân bố không đều; T (thin) - sợi nấm mỏng.

Phương pháp xử lý số liệu

Kết quả nghiên cứu được xử lý thống kê bằng phần mềm Excel 2010 và phân tích Anova bằng phần mềm IRRISTAT 5.0 tại mức ý nghĩa $p < 0,05$ cho thí nghiệm một nhân tố.

Kết quả và thảo luận

Ảnh hưởng của nguồn dinh dưỡng cacbon

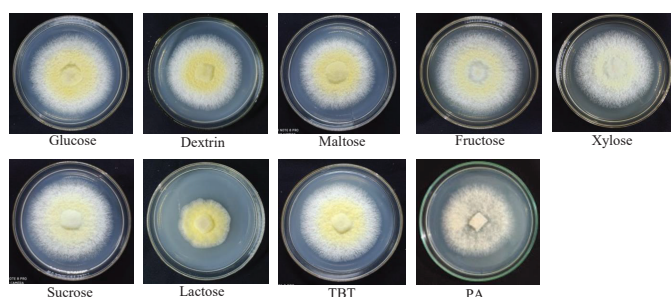
Cacbon đóng vai trò quan trọng với tế bào, tham gia vào các hợp chất cấu trúc và dự trữ trong tế bào như monosaccharides, disaccharides và polysaccharides [6]. Nguồn dinh dưỡng cacbon thích hợp sẽ kích thích hệ sợi nấm sinh trưởng nhanh, tạo sinh khối lớn. Kết quả bảng 1 cho thấy, khả năng sinh trưởng hệ sợi nấm *P. linteus* trên các môi trường có bổ sung glucose, fructose, xylose và sucrose

là không có sự sai khác có ý nghĩa ($p < 0,05$), tốc độ mọc sợi đạt 4,29 đến 4,5 mm/ngày. Tốc độ mọc sợi của nấm *P. linteus* trên môi trường maltose, dextrin và tinh bột tan là như nhau (4,23 mm/ngày). Hệ sợi nấm *P. linteus* sinh trưởng chậm nhất trên môi trường có bổ sung lactose (2,53 mm/ngày). Mật độ hệ sợi nấm *P. linteus* trên các môi trường được bổ sung glucose, fructose, sucrose, maltose, dextrin, tinh bột tan dày, phân bố đồng đều, sợi nấm màu vàng tươi, bám chắc vào môi trường thạch (hình 1).

Bảng 1. Ảnh hưởng của nguồn cacbon đến sinh trưởng hệ sợi nấm *P. linteus*.

Nguồn cacbon (2%)	Đường kính hệ sợi ở các ngày khác nhau (mm)				Tốc độ mọc sợi	Mật độ hệ sợi
	2	4	6	8		
PA	13,75	23,50	40,50	65,25 ^d	4,04 ^c	SC
Glucose	13,08	26,58	47,00	72,88 ^a	4,50 ^a	C
Fructose	12,92	26,83	49,67	72,91 ^a	4,43 ^{ab}	C
Sucrose	12,78	28,92	50,00	71,42 ^a	4,29 ^{ab}	C
Maltose	11,23	23,75	46,17	67,67 ^c	4,23 ^{bc}	C
Dextrin	12,12	26,58	46,67	66,67 ^{cd}	4,23 ^{bc}	C
Xylose	11,85	25,83	50,17	69,58 ^b	4,30 ^{ab}	T
Lactose	9,75	19,42	31,50	41,92 ^c	2,53 ^d	SC
TBT	11,58	25,08	44,83	65,75 ^d	4,23 ^{bc}	C

Ghi chú: C (compact): sợi dày, bám chắc; SC (somewhat compact): sợi phân bố dày, mỏng không đều; T (thin): sợi nấm mỏng; PA: potato agar; TBT: tinh bột tan. Các chữ cái trong cùng một cột ứng với mỗi giá trị sai khác giữa các giá trị trung bình tại mức ý nghĩa $p < 0,05$.



Hình 1. Hình thái hệ sợi nấm *P. linteus* trên môi trường chứa các nguồn cacbon khác nhau sau 6 ngày nuôi sợi ở nhiệt độ 30°C.

Ảnh hưởng của các nguồn cacbon khác nhau đến sinh trưởng của hệ sợi nấm *Phellinus* spp. cũng đã được nhiều nhà nghiên cứu đánh giá. Jo và cs (2006) [4] khi nghiên cứu ảnh hưởng của dinh dưỡng cacbon đến sinh trưởng hệ sợi của *Phellinus* spp. đã kết luận đường glucose và mannose hỗ trợ hệ sợi nấm *Phellinus* sinh trưởng tốt nhất. Hur và cs (2008) [7] cũng chứng minh glucose, fructose, sucrose và dextrose là tối ưu cho sinh trưởng hệ sợi của nấm *Phellinus* spp., lactose, maltose và galactose ít ảnh hưởng hơn đến

tăng trưởng của hệ sợi. Dựa trên kết quả đánh giá tốc độ mọc sợi, khả năng bám của hệ sợi vào môi trường, mật độ hệ sợi, chúng tôi chọn glucose cho các thí nghiệm tiếp theo.

Ảnh hưởng của nguồn dinh dưỡng nitơ

Nitơ là nguyên tố thiết yếu cần thiết cho tất cả các loại nấm để tổng hợp các hợp chất quan trọng như purin, pyrimidine, protein và N-acetylglucosamine, thành phần tham gia cấu tạo nên chitin, hợp chất của thành tế bào [8]. Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của một số nguồn nitơ hữu cơ và nitơ vô cơ đối với sự phát triển của hệ sợi nấm *P. linteus* đã được khảo sát. Kết quả bảng 2 cho thấy, các nguồn nitơ được sử dụng đều tác động tới sinh trưởng của hệ sợi nấm *P. linteus*. Tốc độ mọc sợi của nấm *P. linteus* nhanh nhất trên môi trường có casein (4,91 mm/ngày); trên môi trường bổ sung urê, sợi nấm *P. linteus* không sinh trưởng (hình 2). Sinh trưởng hệ sợi nấm *P. linteus* là như nhau khi sử dụng dinh dưỡng NH_4Cl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, pepton, NH_4NO_3 , tốc độ mọc sợi trung bình từ 3,98 đến 4,09 mm/ngày.

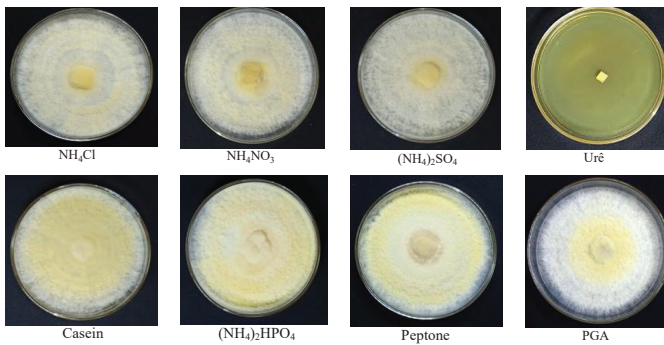
Bảng 2. Ảnh hưởng của nguồn nitơ đến sinh trưởng hệ sợi nấm *P. linteus*.

Nguồn nitơ (0,2%)	Đường kính hệ sợi ở các ngày khác nhau (mm)				Tốc độ mọc sợi	Mật độ sợi
	2	4	6	8		
PGA	13,75	26,58	47,58	72,88 ^c	4,50 ^a	C
NH_4Cl	13,58	29,25	59,17	78,08 ^b	4,03 ^b	T
NH_4NO_3	13,92	31,50	63,25	77,75 ^b	3,98 ^b	T
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	12,92	27,92	64,08	79,00 ^b	3,98 ^b	T
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	13,83	27,58	55,58	73,58 ^c	3,75 ^c	C
Casein	13,58	29,42	68,00	85,5 ^a	4,91 ^a	C
Pepton	12,5	30,17	63,58	79,33 ^b	4,09 ^b	C
Urê	0	0	0	0	0 ^d	-

Ghi chú: C (compact): sợi dày, bám chắc; T (thin): sợi nấm mỏng. Các chữ cái trong cùng một cột ứng với mỗi giá trị sai khác giữa các giá trị trung bình tại mức ý nghĩa $p < 0,05$.

Mật độ hệ sợi nấm *P. linteus* trên các môi trường có bổ sung nguồn nitơ khác nhau cũng có sự sai khác. Hệ sợi nấm *P. linteus* dày nhất và phân bố đều trên môi trường bổ sung casein, tiếp đến là môi trường sử dụng PGA, peptone. Độ dày hệ sợi, hình thái của hệ sợi nấm *P. linteus* trên các môi trường NH_4Cl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4NO_3 không có sự khác biệt.

Hur và cs (2008) [7] cũng khẳng định dinh dưỡng nitơ ảnh hưởng đến tốc độ phát triển của hệ sợi nấm *P. linteus*. Nghiên cứu của Chi và cs (1996), Hwang và cs (2003), Li và cs (2020) [9-11] đều ghi nhận các nguồn nitơ hữu cơ như bột ngô hay nhộng tằm cũng là dinh dưỡng phù hợp nhất cho sinh trưởng hệ sợi của nấm *Phellinus*.



Hình 2. Hình thái hệ sợi nấm *P. linteus* trên môi trường có chứa các nguồn nitơ khác nhau sau 10 ngày nuôi ở nhiệt độ 30°C.

Ảnh hưởng của pH

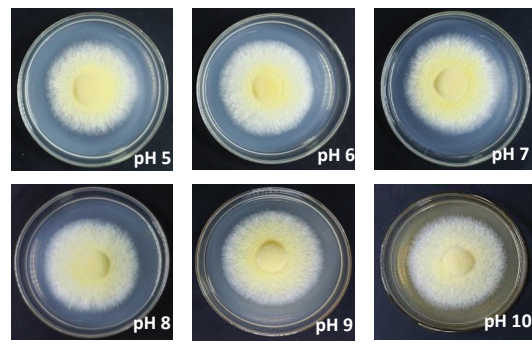
Mỗi loài nấm đều sinh trưởng, phát triển thuận lợi ở giá trị pH nhất định. pH có ảnh hưởng đến sự tiết các enzym ngoại bào trong chất nền. Các enzym ngoại bào thường thể hiện hoạt động trong một phạm vi pH hẹp và có ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình chuyển hóa chất dinh dưỡng của nấm [8]. Zagrean và cs (2016) [12] cho rằng, tốc độ phát triển của hệ sợi nấm *P. eryngii* phụ thuộc vào bản chất môi trường và pH của nó.

Kết quả theo dõi đặc điểm sinh trưởng hệ sợi của chủng nấm *P. linteus* trên môi trường với giá trị pH thay đổi từ 5 đến 10 (bảng 3, hình 3) cho thấy, chủng nấm *P. linteus* sinh trưởng tốt khi pH môi trường có giá trị từ 7 đến 10, tốc độ mọc hệ sợi đạt từ 4,83 đến 5,0 mm/ngày. Tại pH 5 và 6, tốc độ sinh trưởng sợi của nấm *P. linteus* chậm hơn so với pH từ 7 đến 10. Mật độ sợi nấm *P. linteus* trên các môi trường nuôi cấy tại pH 7, 8, 9, 10 dày, phân bố đều, bám chặt môi trường và có màu vàng đặc trưng.

Bảng 3. Ảnh hưởng của pH đến sinh trưởng hệ sợi nấm *P. linteus*.

pH	Đường kính hệ sợi ở các ngày khác nhau (mm)				Tốc độ mọc sợi	Mật độ sợi
	2	4	6	8		
5	14,46	28,88	63,96	83,25 ^d	4,36 ^b	SC
6	15,21	29,92	66,08	83,83 ^d	4,58 ^b	C
7	14,75	32,04	66,92	85,63 ^b	4,91 ^a	C
8	16,00	32,30	67,50	85,00 ^b	4,83 ^a	C
9	16,10	32,60	67,83	84,58 ^c	4,92 ^a	C
10	16,75	33,30	67,81	87,10 ^a	5,00 ^a	C

Ghi chú: C (compact): sợi dày, bám chặt; SC (somewhat compact): sợi phân bố dày, mỏng không đều. Các chữ cái trong cùng một cột ứng với mỗi giá trị sai khác giữa các giá trị trung bình tại mức ý nghĩa $p < 0,05$.



Hình 3. Hình thái hệ sợi nấm *P. linteus* trên các môi trường có pH khác nhau sau 6 ngày nuôi ở nhiệt độ 30°C.

Nghiên cứu của Hur (2008) [13] kết luận rằng, pH 6-7 là thích hợp nhất cho sự sinh trưởng của 13 chủng nấm *Phellinus* spp., trong đó chủng *P. linteus* sinh trưởng sợi nhanh nhất khi pH môi trường 7-9. Lee và cs (2008) [14] cho biết, pH 5,5 là phù hợp cho sinh trưởng hệ sợi chủng nấm *P. linteus* IY003 trong môi trường dịch thể. Như vậy, giá trị pH môi trường phụ thuộc vào từng chủng nấm *P. linteus* thí nghiệm.

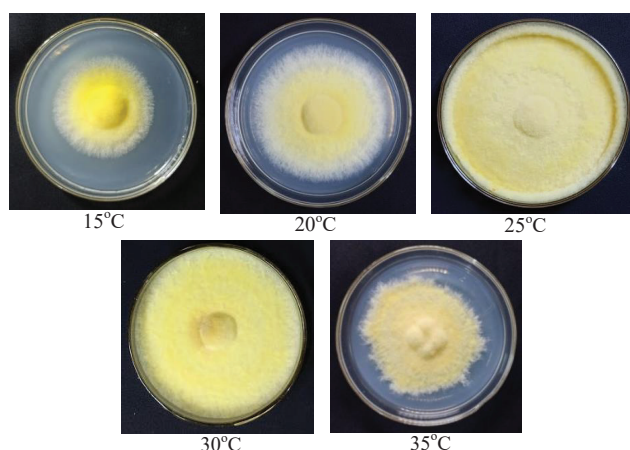
Ảnh hưởng của nhiệt độ

Nhiệt độ là yếu tố môi trường quan trọng nhất đối với sự phát triển của sợi nấm [6]. Mỗi chủng nấm sẽ phát triển và biểu hiện các đặc điểm sinh học tốt nhất tại ngưỡng nhiệt độ thích hợp, vì tại ngưỡng nhiệt độ này các phản ứng trao đổi chất, hoạt động của enzym diễn ra mạnh. Khả năng sinh trưởng hệ sợi nấm *P. linteus* tại 5 ngưỡng nhiệt độ 15, 20, 25, 30 và 35°C có sự sai khác có ý nghĩa thống kê $p < 0,05$ (bảng 4). Tốc độ mọc sợi của *P. linteus* nhanh nhất tại nhiệt độ 30°C (5,0 mm/ngày) và chậm nhất tại nhiệt độ 15°C (2,01 mm/ngày). Nhiệt độ quá cao ảnh hưởng bất lợi đến các hoạt động trao đổi chất của tế bào, do đó tốc độ sinh trưởng giảm, tốc độ mọc sợi của nấm *P. linteus* tại ngưỡng nhiệt độ 35°C là 3,07 mm/ngày, mật độ hệ sợi nấm mỏng (hình 4).

Bảng 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sinh trưởng hệ sợi nấm *P. linteus*.

Nhiệt độ (°C)	Đường kính hệ sợi ở các ngày khác nhau (mm)				Tốc độ mọc sợi	Mật độ sợi
	2	4	6	8		
15	9,58	14,08	18,75	25,92 ^e	2,01 ^e	SC
20	10,92	17,83	30,50	42,83 ^d	2,87 ^d	SC
25	16,00	29,58	54,50	74,25 ^b	3,65 ^b	C
30	16,75	33,29	69,17	87,08 ^a	5,00 ^a	C
35	11,75	27,92	45,50	52,30 ^c	3,07 ^c	T

Ghi chú: C (compact): sợi dày, bám chặt; SC (somewhat compact): sợi phân bố dày, mỏng không đều; T (thin): sợi nấm mỏng. Các chữ cái trong cùng một cột ứng với mỗi giá trị sai khác giữa các giá trị trung bình tại mức ý nghĩa $p < 0,05$.



Hình 4. Hình thái hệ sợi nấm *P. linteus* sau 10 ngày nuôi ở các nhiệt độ khác nhau.

Báo cáo của Hur (2008) [13] khẳng định 25-30°C là ngưỡng nhiệt độ thích hợp nhất cho sinh trưởng hệ sợi nấm *P. linteus*; khi nhiệt độ nuôi sợi vượt quá 30°C, sinh trưởng hệ sợi kém, tốc độ mọc sợi giảm. Heo và cs (2004) [15] thông báo nhiệt độ nuôi cấy tối ưu của chủng giống *P. baumii* và *P. igniarius* trong khoảng 25-30°C. Jo và cs (2006) [4] kết luận nhiệt độ thích hợp nhất cho sinh trưởng hệ sợi *Phellinus* spp. là 30°C và sự sinh trưởng bị ức chế một cách nhanh chóng ở nhiệt độ cao hơn 30°C và thấp hơn 20°C.

Kết luận

Carbon và nitơ rất cần thiết cho sự sinh trưởng hệ sợi của nấm *P. linteus*. Glucose là dinh dưỡng carbon phù hợp nhất cho nhân nuôi sợi nấm *P. linteus*. Sử dụng glucose với nồng độ 2,0%, tốc độ mọc sợi của nấm *P. linteus* đạt 4,5 mm/ngày. Nitơ hữu cơ cho hiệu quả nhân giống nấm *P. linteus* cao hơn nitơ vô cơ, trong đó casein là nguồn dinh dưỡng nitơ tối ưu nhất. Trên môi trường nuôi cấy được bổ sung casein, sợi nấm *P. linteus* mọc nhanh nhất (4,91 mm/ngày), hệ sợi dày, bám chắc vào môi trường, lan đều về các hướng. Sợi nấm *P. linteus* không mọc trên môi trường nuôi cấy được bổ sung urê.

Giá trị pH và nhiệt độ thích hợp cho nuôi sợi nấm *P. linteus* là pH 7-10 và 30°C, tại điều kiện này hệ sợi nấm *P. linteus* phát triển nhanh nhất, mật độ hệ sợi dày, bám chắc vào chất nền, hệ sợi phân bố đều.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trịnh Tam Kiệt (2012), *Nấm lớn ở Việt Nam*, Tập 2, Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.
- [2] M. Lemieszek, W. Rzeski (2012), "Anticancer properties of polysaccharides isolated from fungi of the basidiomycetes class", *Contemp. Oncol.*, **4**, pp.285-289.
- [3] T. Zhu, et al. (2018), "Polysaccharide isolated from *Phellinus linteus* mycelia exerts anti-inflammatory effects via MAPK and PPAR signaling pathways", *Carbohydr. Polym.*, **200**, pp.487-497.
- [4] W.S. Jo, et al. (2006), "The culture conditions for the mycelial growth of *Phellinus* spp.", *Mycobiology*, **34**, pp.200-205.
- [5] Nguyễn Thị Bích Thùy và cs (2016), "Đánh giá sinh trưởng và năng suất của nấm sò vua (*Pleurotus eryngii*) (DC.:Fr.) Quel) trên nguyên liệu nuôi trồng khác nhau", *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, **14**, tr.816-823.
- [6] Ha Thi Hoa, C.L. Wang (2015), "The effects of temperature and nutritional conditions on mycelium growth of two oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus cystidiosus*)", *Mycobiology*, **43**, pp.14-23.
- [7] H. Hur, et al. (2008), "Suitable conditions for mycelial growth of *Phellinus* spp.", *Mycobiology*, **36**, pp.152-156.
- [8] P.G. Miles, S.T. Chang (1997), *Mushroom biology: concise basics and current developments*, World Scientific.
- [9] J.H. Chi, et al. (1996), "Studies on the main factors affecting the mycelial growth of *Phellinus linteus*", *Korean J. Mycol.*, **24**, pp.214-222.
- [10] H.J. Hwang, et al. (2003), "Production and characterization of exopolysaccharides from submerged culture of *Phellinus linteus* KCTC 6190", *Enzyme Microbiol. Technol.*, **33**, pp.309-319.
- [11] Z.N. Li, et al. (2020), "Defatted silkworm pupae hydrolysates as a nitrogen source to produce polysaccharides and flavonoids using *Phellinus baumii*", *Biomass Conversion and Biorefinery*, DOI: 10.1007/s13399-020-00800-3.
- [12] V. Zagrean, et al. (2016), "Effect of nutritive media and pH on mycelial growth of some *Pleurotus eryngii* strains in vitro", *Research Institute for Vegetable and Flower Growing Vidra, Ilfov County, Romania*, **73**, pp.276-278.
- [13] H. Hur (2008), "Cultural characteristics and logmediated cultivation of the medicinal mushroom, *Phellinus linteus*", *Mycobiology*, **36**, pp.81-87.
- [14] J.W. Lee, et al. (2008), "Submerged culture of *Phellinus linteus* for mass production of polysaccharides", *Mycobiology*, **36**, pp.178-182.
- [15] B.S. Heo, et al. (2004), "Cultural conditions for the mycelial growth of *Phellinus* spp.", *Korean J. Mycol.*, **32**, pp.134-137.