VNU Journal of Science: Natural Sciences and Technology, Vol. 42, No. 3 (2026) 10-18

VNU Journal of Science: Natural Sciences and Technology

Journal homepage: https://js.vnu.edu.vn/NST

Original Article

Effects of Peanut Oil on Growth, Development and Cordycepin Content of *Cordyceps militaris*

Doan Thi Tuyet Le*, Tran Thi Hong Cam, Cao Duc Long, Phan Thi Pham

Lac Hong University, 10 Huynh Van Nghe, Tran Bien, Dong Nai, Vietnam

Received 17th June 2025
Revised 22nd March 2026; Accepted 26th March 2026

Abstract: *Cordyceps militaris* is a valuable mushroom that has been widely used around the world. This study was conducted to investigate effects of peanut oil on the growth, development and cordycepin content of *C. militaris* fruiting bodies, aiming to enhance the quality of *C. militaris* for consumer needs. The study added peanut oil (0.5−5%) to the first, second propagation media and the fruiting body culture media. The results of the study showed that supplementing 3% peanut oil in the first medium, 2% in the secondary propagation medium, and 2.5% in the fruiting body medium was suitable for fruiting body formation. The mycelial growth rate increased by 1.22 times compared to the control, the number of fruiting bodies increased by 1.32 times, and the cordycepin content reached 156 mg/kg, which was 2.14 times higher than the control.

Keywords: Cordyceps militaris, peanut oil, culture, mycelium, culture conditions.

* Corresponding author.
E-mail address: tuyetledt@lhu.edu.vn

https://doi.org/10.25073/2588-1140/vnunst.5726

Khảo sát ảnh hưởng của dầu phộng tới sinh trưởng, phát triển và hàm lượng hoạt chất cordycepin của nấm *Cordyceps militaris*

Đoàn Thị Tuyết Lê*, Phan Thị Phẩm, Trần Thị Hồng Cẩm, Cao Đức Long

Trường Đại học Lạc Hồng, 10 Huỳnh Văn Nghệ, Trấn Biên, Đồng Nai, Việt Nam

Nhận ngày 17 tháng 6 năm 2025
Chỉnh sửa ngày 22 tháng 3 năm 2026; Chấp nhận đăng ngày 26 tháng 3 năm 2026

Tóm tắt: *Cordyceps militaris* là loại nấm có giá trị cao, đã được sử dụng rộng rãi trên toàn thế giới. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm khảo sát ảnh hưởng của dầu phộng tới sinh trưởng, phát triển và hàm lượng hoạt chất cordycepin của quả thể nấm *C. militaris*, hướng đến nâng cao chất lượng nấm *C. militaris* phục vụ nhu cầu tiêu dùng. Nghiên cứu đã bổ sung dầu phộng (0,5-5%) vào các môi trường nhân giống cấp I, II và môi trường nuôi cấy quả thể. Kết quả của nghiên cứu cho thấy bổ sung 3% dầu phộng vào môi trường nhân giống cấp I, 2% dầu phộng vào môi trường nhân giống cấp II và 2,5% dầu phộng vào môi trường nuôi quả thể phù hợp cho quá trình hình thành quả thể nấm, hệ sợi phát triển nhanh hơn 1,22 lần so với đối chứng, số lượng quả thể nhiều hơn 1,32 lần so với đối chứng, hàm lượng cordycepin đạt 156 mg/kg, cao gấp 2,14 lần so với đối chứng.

Từ khóa: Cordyceps miltaris, dầu phộng, môi trường nuôi cấy, hệ sợi nấm, điều kiện nuôi cấy.

1. Mở đầu

Nấm dược liệu được biết đến và sử dụng rộng rãi từ lâu nhờ giá trị dinh dưỡng cao và dược tính hiệu quả, tốt cho sức khoẻ [1]. Trong đó, *C. militaris* được đánh giá cao do có chứa nhiều hàm lượng hoạt chất sinh học như cordycepin, acid amin, adenosine,… Đồng thời, loài nấm này được ứng dụng vào nghiên cứu nuôi trồng nhân tạo, mang lại hiệu quả kinh tế cao [2]. Hiện nay, nhu cầu sử dụng nấm *C. militaris* để bồi bổ, tăng cường sức khỏe ngày càng tăng cao [3]. Vì thế, nghiên cứu để tìm các nguồn nguyên liệu bản địa phù hợp nuôi trồng loại nấm này có ý nghĩa rất lớn trong việc sản xuất các sản phẩm dược liệu chất lượng cao, phát triển kinh tế địa phương là cần thiết.

Dầu phộng là một loại dầu thực vật được chiết xuất từ đậu phộng, một loại nông sản khá phổ biến tại Việt Nam. Trong dầu phộng chứa các acid béo bão hòa và không bão hòa như acid oleic, linoleic,… các acid béo này kích hoạt sự tích lũy exo-polysacarit sản xuất chất chuyển hóa, tăng cường glyoxylate, pentose phosphate và dị hóa cordycepin của nấm *C. militaris* [4, 5]. Dầu phộng có chứa một lượng lớn phospholipid, thành phần cấu tạo nên màng tế bào, giữ chức năng sinh học của nấm [4]. Một số acid béo không no đã được chứng minh có tác dụng kích thích sự sinh trưởng, phát triển của nấm. Hiện nay, chưa có nghiên cứu nào về việc bổ sung dầu phộng vào môi trường nuôi cấy nấm *C. militaris* và ảnh hưởng của nó đến khả năng sinh trưởng, hình thành quả thể và sinh tổng hợp cordycepin ở *C. militaris*.

Mục tiêu của nghiên cứu này là khảo sát ảnh hưởng của dầu phộng tới sinh trưởng, phát

* Tác giả liên hệ.
Địa chỉ email: tuyetledt@lhu.edu.vn

https://doi.org/10.25073/2588-1140/vnunst.5726

triển và hàm lượng hoạt chất cordycepin của nấm *C. militaris*.

Tính mới của nghiên cứu là có sử dụng dầu phộng, một nguồn nguyên liệu bản địa của Việt Nam, bổ sung vào môi trường nuôi trồng nấm *Cordyceps militaris* nhằm nâng cao chất lượng nấm thành phẩm.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu

Giống *C. militaris* được cung cấp bởi Công ty Công nghệ sinh học Sơn Tiên (Biên Hòa, Đồng Nai). Chủng giống được bảo quản trên môi trường thạch PGA (Potato Glucose Agar) ở 4 ^oC.

Các loại nguyên liệu: dầu phộng được cung cấp bởi Công ty cổ phần dầu thực vật Tường An, TP. Hồ Chí Minh; gạo lứt huyết rồng được cung cấp bởi công ty TNHH Đại dương xanh, TP. Hồ Chí Minh; nhộng tằm được cung cấp bởi Công ty nhộng tằm Kinh Thành, Thành phố Bảo Lộc, Lâm Đồng; khoai tây; nước dừa; đậu nành được cung cấp bởi siêu thị Coopmart, Việt Nam.

Các khoáng chất và vitamin: vitamin B1, B6 bởi Công ty cổ phần Dược phẩm Đại Uy (Chương Mỹ, Hà Nội); $MgSO_4.7H_2O$, KH_2PO_4, glucose (Merck, Đức); Agar (Mina, Việt Nam).

Các thiết bị được dùng trong nghiên cứu này gồm: tủ cấy vi sinh, phòng nuôi cấy có thiết bị điều hoà, máy lạnh, máy phun ẩm, kim tiêm dùng 1 lần, hệ thống đèn, nồi hấp tiệt trùng.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Khảo sát ảnh hưởng của dầu đậu phộng tới sinh trưởng phát triển của nấm *C. militaris* ở giai đoạn nhân giống cấp I

Thí nghiệm được bố trí gồm 11 nghiệm thức ký hiệu từ A0 đến A10, mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần.

A0 (môi trường PDA (Potato Dextrose Agar) cải tiến), gồm dịch chiết từ 200g khoai tây; 20 g đường dextrose; 20 g agar; 0,1 g/l KH_2PO_4; 0,1 g/l $MgSO_4.7H_2O$; pH = 5,5; A1: A0 + 0,5% dầu phộng; A2: A0 + 1% dầu phộng; A3: A0 +1,5% dầu phộng; A4: A0 + 2% dầu phộng; A5: A0 + 2,5% dầu phộng; A6: A0 + 3% dầu phộng; A7: A0 + 3,5% dầu phộng; A8: A0 + 4% dầu phộng; A9: A0 + 4,5% dầu phộng; A10: A0 + 5% dầu phộng.

Các môi trường từ A0 đến A10 được hấp khử trùng ở nhiệt độ 121 ^oC trong 15 phút. Sau đó đổ đĩa Petri có đường kính 10 cm trong tủ cấy. Đợi môi trường đông đặc thì cấy 1 khoanh nấm 0,2 cm^2 vào đĩa Petri. Đĩa được nuôi trong điều kiện tối hoàn toàn, độ ẩm 65-70%, nhiệt độ 18-20 ^oC trong vòng 15 ngày.

Chỉ tiêu theo dõi:

Tốc độ phát triển hệ sợi: là khả năng kéo dài của hệ sợi trên bề mặt thạch trong đơn vị thời gian (cm/ngày). Sinh trưởng của hệ sợi nấm trên bề mặt đĩa thạch được đánh giá sau 3, 6, 9,12, 15 ngày

Hình thành hệ sợi: màu sắc hệ sợi nấm, quan sát bằng mắt thường và đánh giá màu sắc hệ sợi nấm.

Mật độ hệ sợi nấm: quan sát bằng mắt thường và đánh giá mật độ hệ sợi nấm theo thang điểm: (+) mật độ sợi mỏng (hệ sợi <30% diện tích bề mặt đĩa petri), (++) mật độ sợi trung bình (hệ sợi 40-60% diện tích bề mặt đĩa), (+++) mật độ sợi dày (hệ sợi >70% diện tích bề mặt đĩa).

2.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của dầu đậu phộng tới sinh trưởng phát triển của nấm *C. militaris* ở giai đoạn nhân giống cấp II

Thí nghiệm được bố trí gồm 11 nghiệm thức, sử dụng chai thủy tinh 500 ml chứa 200 ml dịch môi trường lỏng ký hiệu từ B0 đến B10, mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần.

B0 (môi trường PDB (Potato Dextrose Broth) cải tiến), gồm dịch chiết từ 200 g khoai tây; 20 g đường dextrose; 0,1 g/l KH_2PO_4; 0,1 g/l $MgSO_4.7H_2O$; pH = 5,5; B1: B0 + 0,5% dầu phộng; B2: B0 + 1% dầu phộng; B3: B0 + 1,5% dầu phộng; B4: B0 + 2% dầu phộng; B5: B0 + 2,5% dầu phộng; B6: B0 + 3% dầu phộng; B7: B0 + 3,5% dầu phộng; B8: B0 + 4% dầu phộng; B9: B0 + 4,5% dầu phộng; B10: B0 + 5% dầu phộng.

Các môi trường từ B0 đến B10 được hấp khử trùng 121 ^oC trong 15 phút. Tiếp theo, mảng nấm có kích thước 1 cm^2 được lấy từ nghiệm thức 1 bằng que cấy vô trùng và được cho vào môi

trường dịch lỏng. Mẫu nấm được nuôi cấy lắc 200 vòng/phút trong điều kiện tối ở độ ẩm 65-70%, 20-25 ^{o}C, lắc 200 rpm/phút.

Chỉ tiêu theo dõi: khả năng tạo hệ sợi nấm (7 ngày)**,** thời gian xuất hiện sợi nấm**,** thời gian xuất hiện mảng nấm, kích thước mảng nấm sau 7 ngày, giá trị OD sau 8 ngày nuôi cấy.

2.2.3. Khảo sát ảnh hưởng của dầu đậu phộng tới sinh trưởng, phát triển và hàm lượng hoạt chất cordycepin quả thể của nấm *C. militaris* trên môi trường nuôi cấy quả thể

Thí nghiệm được bố trí gồm 11 nghiệm thức ký hiệu từ C0 đến C10, mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Mỗi nghiệm thức được bố trí trong lọ thủy tinh chịu nhiệt có dung tích 500 ml, đường kính 7 cm.

Thành phần môi trường C0 gồm 45 g gạo lứt huyết rồng +75 ml dịch dinh dưỡng; C1 gồm C0 + 0,5% dầu phộng; C2 gồm C0 +1% dầu phộng; C3 gồm C0 +1,5% dầu phộng; C4 gồm C0 +2% dầu phộng; C5 gồm C0 +2,5% dầu phộng; C6 gồm C0 +3% dầu phộng; C7 gồm C0 +3,5% dầu phộng; C8 gồm C0 +4% dầu phộng; C9 gồm C0 + 4,5% dầu phộng; C10 gồm C0 +5% dầu phộng. Trong đó, thành phần dịch dinh dưỡng gồm 100ml/l nước dừa + 10g/l bột đậu nành + 1g/l vitamin B1 + 150 mg/l B6 + 100 g/l khoai tây + 20 g đường glucose + 0,5 g/l $MgSO_4.7H_2O$ + 0,25 g/l KH_2PO_4.

Các môi trường từ C0 đến C10 được hấp khử trùng ở 121 ^{o}C trong 15 phút. Sau đó, môi trường được làm nguội đến nhiệt độ phòng rồi tiến hành cấy 5 ml dịch giống được chọn lọc từ thí nghiệm 2 (Thời gian xuất hiện mảng nấm sớm và kích thước mảng nấm lớn**)**. Nuôi tối trong 7 ngày, sau đó kích sáng với cường độ 700-1000 lux, 12 h sáng/tối, độ ẩm 70-90%, 20-25 ^{o}C.

Chỉ tiêu theo dõi: thời gian phát triển của hệ sợi: Là thời gian hệ sợi phát triển kín toàn bộ môi trường. Đơn vị: ngày.

Thời gian xuất hiện mầm quả thể: là thời gian tính từ khi cấy giống đến khi xuất hiện mầm quả thể đầu tiên. Đơn vị: ngày.

Số lượng quả thể: là mầm quả thể có khả năng sinh trưởng và phát triển tiếp để hình thành quả thể trưởng thành. Đơn vị: quả thể/lọ.

Tốc độ sinh trưởng: là khả năng kéo dài của quả thể trên bề mặt cơ chất trong một đơn vị thời gian. Đơn vị: cm/ngày.

2.2. Phương pháp xử lý số liệu

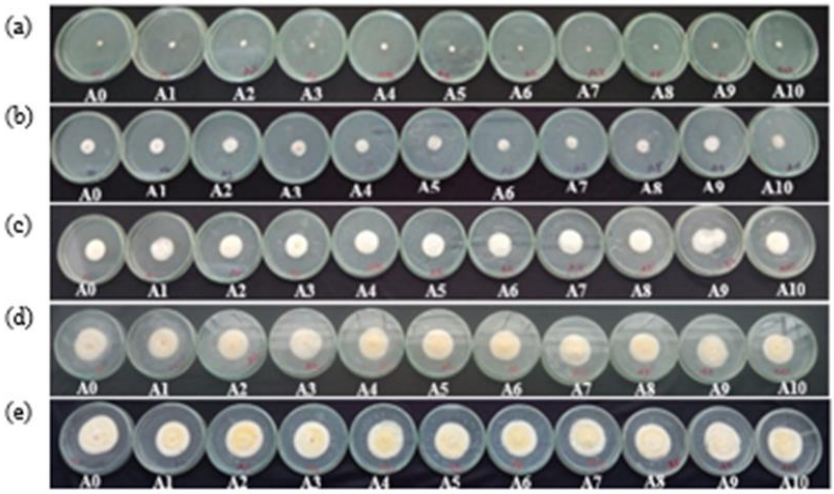
Số liệu thu được từ các thí nghiệm được xử lý thống kê bằng phần mềm Statgraphic Centurion XV (StatPoint, Inc) và Excel 2010 (Microsoft Corporation).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của dầu phộng tới sinh trưởng, phát triển của nấm C. militaris trên giai đoạn nhân giống cấp I

Kết quả thể hiện ở Hình 1 cho thấy hệ sợi nấm phát triển khác nhau tùy theo môi trường dinh dưỡng khác nhau. Tuy nhiên, với hàm lượng dinh dưỡng khác nhau, tốc độ lan tơ, mật độ sợi nấm, phân bố mỗi nghiệm thức đều có sự khác nhau (Hình 1). Hình 1 và Bảng 1 cho thấy mẫu đối chứng A0 có màu vàng nhạt, tốc độ mọc lan của hệ sợi (lan tơ) ổn định. Tuy nhiên, sợi nấm phân bố không đồng đều so với vị trí cấy mẫu. Các nghiệm thức A1, A2 và A3 có màu đậm nhạt không đồng nhất, tốc độ lan tơ chậm, A4, A5 có độ dày và phân bố sợi nấm không đồng đều. Ở nghiệm thức A6 tốc độ lan tơ ổn định, vượt trội ở giai đoạn ngày thứ 9-12, độ dày hệ sợi và mật độ phân bố đồng đều. A7 đến A10 hệ sợi phát triển yếu dần, tốc độ lan tơ chậm, nhô cao ở giữa, xuất hiện vàng ở ngày thứ 11 và già hoá nhanh. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả của nghiên cứu trước đây [6]. Ở nghiên cứu này, các nghiệm thức A1, A2, A4, A7, A8, A9, A10 có tốc độ lan tơ chậm, hệ sợi tơ phát triển không đồng đều đồng thời phát triển nhô lên cao và chuyển vàng sớm. N là một trong các yếu tố cần thiết cho sợi nấm phát triển, hàm lượng N nhiều hoặc thiếu đều ảnh hưởng đến tốc độ lan tơ cũng như tốc độ già hoá của hệ sợi. Đối với môi trường PDA được tác giả Đoàn Thị Tuyết Lê và cộng sự (2023) đã bổ sung thêm khoáng K^+, Mg^{2+} gia tăng hàm lượng dinh dưỡng trong môi trường, đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng của nấm, tăng khả năng lan tơ [6]. Bên cạnh đó, đã có nhiều nghiên cứu chứng minh về việc nồng độ C: N đạt tỉ lệ 2:1

phù hợp cho quá trình nấm phát triển, khi lượng dinh dưỡng dư hoặc thiếu, không phù hợp với li lệ này, sẽ làm cho hệ sợi chậm phát triển, trở nên nhô cao và vàng sớm. Vì vậy, từ kết quả ghi nhận ở Bảng 1, môi trường A6 bao gồm 200 g khoai tây + 20 g đường dextrose + 20 g agar + 0,1 g/l KH_2PO_4 + 0,1 g/l $MgSO_4.7H_2O$ + 3% dầu phộng có hệ sợi phát triển nhanh và mật độ sợi đồng đều hơn các nghiệm thức khác.



Hình 1. Đặc điểm hệ sợi nấm, tốc độ phát triển của *C. militaris* trên môi trường rắn.
((a) Sau 3 ngày; (b) Sau 6 ngày; (c) Sau 9 ngày; (d) Sau 12 ngày; (e)Sau 15 ngày).

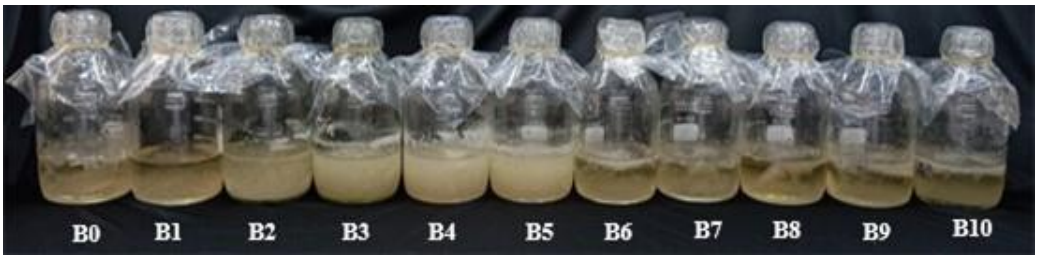
Bảng 1. Kết quả nấm sinh trưởng phát triển trên môi trường rắn

Nghiệm thức	Tốc độ phát triển hệ sợi (cm/ ngày)	Mật độ hệ sợi	Đặc điểm hình thái (15 ngày)
A0	$0,301 \pm 0,02^{a}$	+	Màu vàng nhạt, không đồng đều, xung quanh có hệ sợi màu trắng mịn.
A1	$0,315 \pm 0,03^{a}$	+	Màu vàng ở tâm, nhạt dần ra ngoài, phát triển nhô lên cao.
A2	$0,306 \pm 0,02^{a}$	+	Màu vàng, bề mặt gồ lên không đồng nhất.
A3	$0,33 \pm 0,2^{ab}$	++	Màu vàng nhạt, bề mặt có độ dày phân bố đều xung quanh vị trí cấy.
A4	$0,319 \pm 0,02^{a}$	+	Màu vàng trắng xen lẫn, phát triển không đều xung quanh vị trí cấy mẫu.
A5	$0,302 \pm 0,03^{a}$	+	Màu vàng nhạt, có xu hướng nhô lên ở giữa.
A6	$0,369 \pm 0,01^{b}$	+++	Màu vàng nhạt hướng từ trong ra ngoài, sợi nấm phát triển dày, phân bố đồng đều xung quanh vị trí cấy mẫu.
A7	$0,317 \pm 0,03^{a}$	+	Màu vàng đậm, nhô lên ở giữa, phân bố đồng đều.
A8	$0,31 \pm 0.04^{a}$	+	Hệ sợi có xu hướng vàng từ trong ra ngoài, phần giữa gồ cao.
A9	$0,319 \pm 0,02^{a}$	+	Hệ sợi có màu vàng đậm, phát triển yếu, không đồng đều.
A10	$0,324 \pm 0,01^{a}$	++	Màu vàng từ trong ra ngoài, phân bố không đồng đều quanh vị trí cấy mẫu.

Các mẫu tự khác nhau a, b, c, d,... biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa với $P \leq 0,05$ bằng phép thử LSD.

3.2. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của dầu đậu phộng tới sinh trưởng phát triển của nấm C. militaris ở giai đoạn nhân giống cấp II

Kết quả ghi nhận của nấm *C. militaris* ở Hình 2 cho thấy nồng độ dinh dưỡng khác nhau cho kết quả khác từ hình thái đến thời gian hình thành sợi nấm (Hình 2). Sau 7 ngày tiến hành nuôi và quan sát, theo Bảng 2 cho thấy các môi trường B0 đến B4 và B6 xuất hiện sợi nấm sớm hơn, tuy nhiên ở các môi trường còn lại cũng xuất hiện sợi nấm sau 1 ngày. Các mảng nấm xuất hiện khá trễ, ở ngày thứ 6-7, chỉ xuất hiện ở 3 môi trường B3, B4 và B5. Đo OD được tiến hành tại ngày thứ 8, kết quả cho thấy môi trường B4 có nồng độ OD cao nhất 2,741, sợi nấm xuất hiện sớm, phát triển nhanh từ ngày thứ 6 các sợi nấm trở nên nhiều và to, mảng nấm xuất hiện sớm và to hơn các môi trường khác. Tuy nhiên, khác biệt về thành phần dinh dưỡng cho ra kết quả khác nhau, về thời gian hình thành mật độ hệ sợi, mảng nấm. Tiêu chí quan trọng để đánh giá khả năng sinh trưởng của hệ sợi nấm trong môi trường dịch thể là sinh khối sợi [7].



Hình 2. Đặc điểm hệ sợi và mảng nấm của nấm *C. militaris* trong môi trường lỏng.

Bảng 2. Kết quả sự sinh trưởng phát triển trên môi trường lỏng

Nghiệm thức	Thời gian xuất hiện sợi nấm (ngày)	Thời gian xuất hiện mảng nấm (ngày)	Kích thước mảng nấm sau 7 ngày (cm)	OD 600nm
B0	3	-	-	$1,05 \pm 0,5^{a}$
B1	3	-	-	$2,47 \pm 0,11^{de}$
B2	3	-	-	$2,298 \pm 0,122^{d}$
B3	3	7	0.5	$2,672 \pm 0,069^{e}$
B4	**3**	**6**	**1**	**$2,741 \pm 0,233^{e}$**
B5	4	7	0.5	$2,56 \pm 0,1^{de}$
B6	3	-	-	$1,421 \pm 0,126^{bc}$
B7	4	-	-	$1,331 \pm 0,098^{abc}$
B8	4	-	-	$1,074 \pm 0,026^{a}$
B9	4	-	-	$1,589 \pm 0,54^{c}$
B10	4	-	-	$1,121 \pm 0,694^{bc}$

Các mẫu tự khác nhau a,b, c, d, e,... biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa với $P \leq 0,05$ bằng phép thử LSD.

Tăng sinh tổng hợp các chất, đặc biệt là cordycepin trong giai đoạn nhân giống cấp 2 là yếu tố quan trọng giúp hình thành và là tiền đề cho giai đoạn tiếp theo (nuôi quả thể) có thể đạt được hàm lượng dược tính cao [8]. Kết quả đo OD ở ngày thứ 8 của 11 nghiệm thức cho thấy nghiệm thức B0 (1,05) khác biệt nhỏ hơn so với các nghiệm thức còn lại được bổ sung dầu phộng. Do đó, bổ sung dầu phộng góp phần làm gia tăng sản sinh sợi nấm. Vì vậy việc bổ sung 2% dung dịch dầu phộng vào môi trường nuôi cấy bao gồm 200g khoai tây + 20g đường dextrose + 0,1 g/l KH_2PO_4 + 0,1 g/l $MgSO_4.7H_2O$, pH = 5,5 giúp giảm thời gian nuôi cấy, tiết kiệm chi phí.

3.4. Kết quả khảo sát hàm lượng dầu ăn tới sinh trưởng phát triển và hàm lượng hoạt chất cordycepin quả thể của nấm C. militaris

Từ Bảng 3 cho thấy 11 nghiệm thức có ảnh hưởng bởi dinh dưỡng môi trường nuôi trồng. Tốc độ lan tơ nhanh nhất là 5 ngày đối với nghiệm thức C1, C4, C5. Thời gian xuất hiện mầm quả thể sớm nhất là 12 ngày đối với các nghiệm thức C1 và C5, các nghiệm thức còn lại phát triển chậm hơn, tối đa là 15 ngày. Môi trường C5 (2,5% dầu phộng) cho kết quả nấm sinh trưởng tốt về chiều cao, đồng thời có số lượng quả thể đồng đều. Ngoài ra các mẫu C2, C7, C9 đều cho quả thể với chiều cao tương đương, tuy nhiên số lượng quả thể không nhiều bằng nghiệm thức C5. Số lượng quả thể ở nghiệm thức C5 nhiều hơn 1,32 lần so với nghiệm thức đối chứng C0, kích thước của quả thể không đồng đều.

Các kết quả ở Hình 3 và Bảng 3 cho thấy sự không đồng đều từ chiều cao, số lượng, kích thước,… của quả thể. Hàm lượng dinh dưỡng trong môi trường có đáp ứng nhu cầu của nấm hay không quyết định sự phát triển của nấm *C. militaris* sử dụng nhiều nguồn carbon và nitơ, như chitin trong côn trùng hay gama-aminobutyrate trong gạo [9].

Theo Shrestha và cộng sự [9], gạo lứt được xác định là một cơ chất tiềm năng, có thể sử dụng như một nguồn dinh dưỡng thay thế hiệu quả trong hệ thống nuôi cấy côn trùng. Đồng thời nhiều nghiên cứu cũng chứng minh rằng hỗn hợp gạo trộn với bột nhộng tằm và được chứng minh là cơ chất tốt nhất giúp bổ sung N cho nuôi trồng nấm *C. militaris* [6, 10]. Dầu đậu phộng giúp gia tăng hàm lượng carbon [4]. Tương tự, tỷ lệ N/P, tỉ lệ C/N và C/P tăng lên cho phép tạo sự cân bằng hóa học ở nấm *C. militaris*. Việc bổ sung dầu phộng làm gia tăng biểu hiện của gen mã hóa glucose-6-phosphate dehydrogenase và lyase isocitrate, cũng như các gen *cns1* và *cns2* của con đường sinh tổng hợp cordycepin ở nấm *C. militaris* [4]. Kết quả cho thấy về mặt sinh trưởng, các nghiệm thức C2, C5, C7 có kết quả tương đương nhau, tuy nhiên, ở nghiệm thức C5 có số lượng quả thể và kích thước quả thể tốt, ổn định hơn những nghiệm thức còn lại. Điều này có ý nghĩa và có thể đảm bảo cho tốc độ sinh trưởng và độ đồng đều ở quy mô sản xuất công nghiệp. Hàm lượng cordycepin thu được ở nghiệm thức C5 (2,5% dầu phộng) là 0,156mg/g sinh khối quả thể, và cao hơn nhiều so với hàm lượng cordycepin từ nấm *C. militaris* ngoài tự nhiên (0,006mg/g).

Hình 3. Quá trình sinh trưởng và phát triển quả thể nấm *C. militaris*
((a) Ủ tối sau 7 ngày; (b) Nấm phát triển sau 25 ngày chiếu sáng;
(c) Nấm phát triển sau 35 ngày).

Bảng 3. Đặc điểm sinh trưởng, phát triển của nấm *C. militaris*

Nghiệm thức	Thời gian hệ sợi lan kín (ngày)	Thời gian xuất hiện mầm quả thể (ngày)	Tốc độ phát triển (ngày)	Số lượng quả thể	Hàm lượng cordycepin (mg/kg)	Đặc điểm quả thể sau 45 ngày
C0	6	12	0,141 ± 0,011^{abc}	62,333 ± 2,08^{a}	73	Quả thể có màu cam, phát triển chậm
C1	5	13	0,147 ± 0,003^{abc}	65,667 ± 5,13^{ab}	112	Quả thể màu vàng cam, số lượng quả thể ít
C2	6	13	0,151 ± 0,011^{c}	67,667 ± 3,05^{abc}	130	Quả thể màu vàng cam, cao, to, số lượng ít
C3	6	13	0,146 ± 0,009^{abc}	71 ± 4,58^{bc}	87,7	Quả thể màu vàng cam, phát triển chậm
C4	5	13	0,142 ± 0,008^{abc}	73 ± 4^{cd}	152	Quả thể màu cam, phát triển chậm
C5	5	12	0,151 ± 0,006^{c}	82,333 ± 2,08^{e}	156	Quả thể có màu cam, phát triển nhanh, đồng đều
C6	6	13	0,136 ± 0,011^{a}	71 ± 3,6^{bc}	66,7	Quả thể có màu cam đậm, phát triển chậm, số lượng ít
C7	6	14	0,151 ± 0,001^{c}	70 ± 4,35^{bc}	89,2	Quả thể có màu cam, phát triển nhanh
C8	6	14	0.141 ± 0.008^{abc}	77,667 ± 1,53^{de}	77,5	Quả thể có màu vàng cam, phát triển chậm
C9	7	14	0.15 ± 0.008^{bc}	73.333 ± 1.53^{cd}	72,1	Quả thể có màu cam, hát triển nhanh
C10	7	15	0.137 ± 0.007^{ab}	72 ± 3^{cd}	128	Quả thể có màu cam, phát triển nhanh

Kết quả này mang lại ý nghĩa quan trọng trong nghiên cứu về thành phần môi trường nuôi trồng nhân tạo nấm *C. militaris*. Môi trường C5 (chứa 45 g gạo lứt; 2,5% dầu đậu phộng; 70 ml dịch dinh dưỡng) thích hợp cho sự sinh trưởng, phát triển hệ sợi, hình thành quả thể, tăng hàm lượng cordycepin. Kết quả này phù hợp với kết quả của các nghiên cứu trước đây [4, 11].

4. Kết luận và kiến nghị

Kết quả của nghiên cứu cho thấy bổ sung 3% dầu phộng vào môi trường nhân giống cấp I, 2% dầu phộng vào môi trường nhân giống cấp II và 2,5% dầu phộng vào môi trường nuôi quả thể phù hợp cho quá trình phát triển hệ sợi - nhanh hơn 1,22 lần so với đối chứng, số lượng quả thể nhiều hơn 1,32 lần so với đối chứng,

hàm lượng cordycepin đạt 156 mg/kg cao gấp 2,14 lần so với đối chứng.

Nếu có thời gian và điều kiện nên thực hiện thêm các nghiên cứu tiếp theo như tối ưu hóa môi trường nuôi trồng có bổ sung dầu phộng; nghiên cứu thêm về các yếu tố khác như ánh sánh, độ ẩm, nhiệt độ ảnh hưởng đến quá trình nuôi trồng nấm. Nghiên cứu bổ sung các thành phầm khác vào môi trường nuôi trồng nấm nhằm gia tăng hàm lượng dược chất của nấm; sử dụng các phế phụ phẩm từ quá trình ép dầu phộng vào quy trình nuôi trồng nấm.

Lời cảm ơn

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Ban Giám Hiệu Trường Đại học Lạc Hồng, Lãnh đạo Khoa Khoa học và Công nghệ Thực phẩm, Trung tâm NCKH và ứng dụng, Trường Đại học Lạc Hồng đã tạo điều kiện để nghiên cứu được thực hiện.

Tài liệu tham khảo

[1] Y. S. Choi, H. K. Lee, S. H. Kim, Production of Fruiting Body using Cultures of Entomopathogenic Fungal Species, Korean Journal of Mycology, Vol. 27, 2009, pp. 15-19.

[2] Y. S. Chen, B. L. Liu, Y. N. Chang, Effects of Light and Heavy Metals on *Cordyceps militaris* Fruit Body Growth in Rice Grain-based Cultivation, *Korean Journal of Chemical Engineering*, Vol. 28, 2011, pp. 875-879.

[3] J. Z. Dong, C. Lei, X. R. Ai, Selenium Enrichment on *Cordyceps militaris* Link and Analysis on Its Main Active Components, *Applied Biochemistry and Biotechnology*, Vol. 166, 2012, pp. 1215-1224.

[4] J. Tang, Z. Qian, H. Wu, Enhancing Cordycepin Production in Liquid Static Cultivation of *Cordyceps militaris* by Adding Vegetable Oils as the Secondary Carbon Source, *Bioresource Technology*, Vol. 268, 2018, pp. 60-67, https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.07.128.

[5] J. M. Sung, Y. J. Park, J. O. Lee, S. K. Han, W. H. Lee, S. K. Choi, B. Shrestha, Selection of Superior Strains of *Cordyceps militaris* with Enhanced Fruiting Body Productivity, *Mycobiology*, Vol. 34, No. 3, 2006, pp. 131-137, https://doi.org/10.4489/MYCO.2006.34.3.131

[6] D. T. T. Le, L. T. T. Huong, D. M. Anh, N. T. H. Nghi, N. T. Hue, Study on *Cordyceps militaris* Culture on Synthetic Substrates Supplemented with Dry Pupa Powder (*Bombyx mori*), *Journal of Lac Hong University*, 2023, pp. 1-5.

[7] T. T. Ha, L. V. Loc, N. N. Giang, P. T. Thu, N. D. Trinh, Study on the Influence of Culture Conditions on the Growth of *Cordyceps militaris* Fungus in Humoral Propagation Medium, *Science and Technology*, Vol. 58, No. 8, 2016.

[8] X. B. Mao, T. Eksriwong, S. Chauvatcharin, J. J. Zhong, Optimization of Carbon Source and Carbon/Nitrogen Ratio for Cordycepin Production by Submerged Cultivation of Medicinal Mushroom *Cordyceps militaris*, *Process Biochemistry*, Vol. 40, No. 5, 2005, pp. 1667-1672, https://doi.org/10.1016/j.procbio.2004.06.046.

[9] B. Shrestha, W. Zhang, Y. Zhang, X. H. Liu, The Medicinal Fungus *Cordyceps militaris*: Research and Development, *Mycological Progress*, Vol. 11, 2012, pp. 599-614.

[10] H. S. Tuli, A. K. Sharma, S. Sandhu, D. Kashyap, Cordycepin: A Bioactive Metabolite with Therapeutic Potential, *Life Sciences*, Vol. 93, No. 23, 2013, pp. 863-869, https://doi.org/10.1016/j.lfs.2013.09.030.

[11] L. T. T. Hang, B. T. B. Phuong, N. T. T. Tuyet, T. M. Trang, H. Thu, N. T. Thang, D. M. Hiep, Optimization of Olive Oil Composition in *Ophiocordyceps sinensis* Mushroom Culture Media for Exopolysaccharide Acquisition, *Journal of Hanoi National University*, 2017, pp. 174-181.