

ĐÁNH GIÁ SINH TRƯỞNG VÀ DƯỢC CHẤT CORDYCEPIN, ADENOSINE CỦA BẢY CHỦNG CORDYCEPS MILITARIS THƯỜNG MẠI TẠI VIỆT NAM

Đoàn Thị Tuyết Lê*, Nguyễn Ngọc Bích Ngân, Bùi Thị Ngọc Anh, Nguyễn Minh Hiếu, Huỳnh Thanh Thùy
Trường Đại học Lạc Hồng, số 10 Huỳnh Văn Nghệ, Trần Biên, Đông Nai, Việt Nam
*Tác giả liên hệ: tuyetledt@lhu.edu.vn

THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận: 03/06/2025
Ngày hoàn thiện: 30/06/2025
Ngày chấp nhận: 10/07/2025
Ngày đăng: 31/03/2026

TỪ KHÓA

Cordyceps militaris;
Cordycepin;
Adenosine;
Sinh trưởng;
Thương mại.

TÓM TẮT

Nấm Đông Trùng Hạ Thảo (ĐTHT, *Cordyceps militaris*) từ lâu được xem là loại nấm dược liệu quý trong nền y học cổ truyền. Nghiên cứu được thực hiện nhằm khảo sát đặc điểm sinh trưởng, phát triển và hàm lượng cordycepin, adenosine của bảy chủng nấm DN1, HN1, BD1, HCM1, DL1, VT1, DN2 thương mại được thu thập tại các cơ sở ở Việt Nam. Các chủng nấm được nuôi cấy trong điều kiện giống nhau và được đánh giá qua các chỉ tiêu về tốc độ phát triển, khả năng hình thành quả thể, cùng hàm lượng cordycepin và adenosine - hai hoạt chất chính có giá trị dược liệu. Kết quả cho thấy chủng nấm HN1 có tốc độ phát triển hệ sợi nhanh, thời gian tạo mầm quả thể ngắn, số lượng quả thể trung bình cao ($83,67 \pm 3,06$ quả/lọ) và hàm lượng dược chất đạt mức cao: cordycepin là 148 mg/kg và adenosine là 459 mg/kg. Kết quả góp phần xác định được chủng nấm tiềm năng, phục vụ ứng dụng trong sản xuất và phát triển dược liệu từ *Cordyceps militaris* tại Việt Nam.

COMPARATIVE EVALUATION OF GROWTH, AND CORDYCEPIN, ADENOSINE CONTENTS IN SEVEN COMMERCIAL CORDYCEPS MILITARIS STRAINS CULTIVATED IN VIETNAM

Doan Thi Tuyet Le*, Nguyen Ngoc Bich Ngan, Bui Thi Ngoc Anh, Nguyen Minh Hieu, Huynh Thanh Thuy
Lac Hong University, No. 10 Huynh Van Nghe, Tran Bien Dong Nai, Vietnam
*Corresponding Author: tuyetledt@lhu.edu.vn

ARTICLE INFO

Received: Jun 3rd, 2025
Revised: Jun 30th, 2025
Accepted: Jul 10th, 2025
Published: Mar 31st, 2026

KEYWORDS

Cordyceps militaris;
Cordycepin;
Adenosine;
Growth;
Commercial.

ABSTRACT

Cordyceps militaris has long been considered a valuable medicinal fungus in traditional medicine. The study was conducted to investigate the growth and development characteristics and cordycepin, adenosine contents of seven commercial mushroom strains DN1, HN1, BD1, HCM1, DL1, VT1, DN2 collected at facilities in Vietnam. All strains were cultured under the same conditions and assessed based on growth rate, fruiting body formation ability, and the content of cordycepin and adenosine - two key bioactive compounds. Results showed that strain HN1 exhibited the fastest mycelial growth rate, shortest time to fruiting body initiation, and a high average number of fruiting bodies ($83,67 \pm 3,06$ fruiting bodies/jar). The contents of bioactive compounds in this strain were also high, with cordycepin at 148 mg/kg and adenosine at 459 mg/kg. These findings contribute to identifying a promising *Cordyceps militaris* strain for application in medicinal mushroom production and development in Vietnam.

Doi: <https://doi.org/10.61591/jslhu.25.864>
Available online at: <https://lhj.vn>

1. GIỚI THIỆU

Nấm dược liệu từ lâu luôn được đánh giá cao về mặt giá trị dinh dưỡng, dược chất vì nhiều đặc tính y học quan trọng của chúng [1]. Trong đó nấm *Cordyceps militaris* chứa nhiều dưỡng chất quý, được sử dụng như là thuốc bổ trong ngành y học cổ truyền [2]. Đây là một loài nấm ký sinh trên côn trùng và dễ dàng nuôi trồng thành công trên môi trường nhân tạo [3, 4]. Chúng có giá trị kinh tế và y học to lớn vì vừa được tiêu thụ dưới dạng nấm ẩm thực hoặc được bán ở nhiều dạng như chiết xuất, hơn nữa còn thêm khả năng sở hữu các đặc tính của dược phẩm như hoạt động hạ đường huyết, hạ lipid máu, chống viêm, kháng khuẩn, và vi-rút,... [5, 7]. *Cordyceps militaris* được công nhận có các đặc tính vượt trội do nhờ vào quá trình sinh tổng hợp tạo hợp chất cordycepin và adenosine,... [1, 5, 8]. Mục tiêu của nghiên cứu này là khảo sát được sự sinh trưởng, phát triển và hàm lượng dược chất cordycepin, adenosine của bầy chủng nấm *Cordyceps militaris* thương mại tại Việt Nam, nhằm cung cấp cơ sở dữ liệu khoa học phục vụ chọn lọc giống *Cordyceps militaris* phù hợp với điều kiện nuôi trồng tại Việt Nam, góp phần nâng cao năng suất, chất lượng và giá trị kinh tế của nấm dược liệu trong nước, đồng thời hướng tới xây dựng quy trình sản xuất ổn định, đạt tiêu chuẩn chất lượng cao.

2. NỘI DUNG

2.1 Vật liệu nghiên cứu

Các mẫu quả thể nấm *C. militaris* được thu thập tại các đơn vị nuôi trồng thương mại nấm *C. militaris* tại Đồng Nai, Hà Nội, Thành phố Hồ Chí Minh, Đà Lạt, Vũng Tàu (7 mẫu quả thể được ký hiệu: DN1, HN1, HCM1, DL1, BD1, VT1, DN2). Những chủng nấm trên được lựa chọn theo tiêu chí là giống tươi thương mại phổ biến tại Việt Nam, có nguồn gốc rõ ràng. Các mẫu được giữ nguyên trạng và đựng trong các túi nilon sạch. Sau khi thu thập, mẫu được đưa ngay về phòng thí nghiệm để phân lập các chủng nấm. Các chủng nấm đang được lưu giữ tại Phòng thí nghiệm Vi sinh, Khoa Khoa học và Công nghệ Thực phẩm, đại học Lạc Hồng.

Các loại nguyên liệu: Khoai tây, agar, peptone, cao nấm men, nhộng tằm, glucose (các nguyên liệu được sản xuất tại Việt Nam). Bột nhộng tằm do cơ sở nhộng tằm Kinh Thành tại địa chỉ 37/7 Phan Đăng Lưu, phường 1, TP. Bảo Lộc cung cấp.

Các chất khoáng và vitamin: MgSO₄.7H₂O, KH₂PO₄, B1, B6.

Các thiết bị sử dụng trong nghiên cứu gồm: Tủ cấy vi sinh, phòng nuôi cấy có thiết bị điều hòa, máy lạnh, máy phun âm, kim tiêm dùng một lần, hệ thống đèn.

2.2 Khảo sát, đánh giá sự sinh trưởng, phát triển của nấm *C. militaris* trên môi trường nhân giống cấp I

Chuẩn bị môi trường dinh dưỡng PDA (Potato Dextrose Agar) cải tiến.

Bố trí thí nghiệm: thí nghiệm được bố trí gồm 7 nghiệm thức từ A1 đến A7 (trương ứng với 7 chủng DN1, HN1, HCM1, DL1, BD1, VT1, DN2), mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần.

Cách thực hiện:

+ Bước 1: Chuẩn bị môi trường PDA cải tiến gồm 200g/l khoai tây + 20g/l đường dextrose + 20g/l agar + 2,5g/l pepton + 2,5g/l cao nấm men, sau đó tiến hành hấp khử trùng ở nhiệt độ 121°C trong 15 phút.

+ Bước 2: Cấy nấm vào môi trường vừa hấp trong tủ cấy. Tiến hành nuôi tối hoàn toàn trong vòng từ 10 - 15 ngày (độ ẩm 65-70%, nhiệt độ 18-20°C).

Nấm được nuôi cấy trong 15 ngày ở điều kiện tối hoàn toàn, độ ẩm 65 - 75%, nhiệt độ từ 18°C đến 20°C.

Chỉ tiêu theo dõi

Tốc độ phát triển hệ sợi: Là khả năng kéo dài của hệ sợi trên bề mặt thạch trong một ngày, tính bằng cm/ngày. Đo và ghi nhận số liệu ở các ngày 3, 6, 9, 12, 15 sau khi nấm bắt đầu mọc.

Hình thái hệ sợi: Quan sát màu sắc của hệ sợi nấm bằng mắt thường để đánh giá đặc điểm bên ngoài.

Mật độ hệ sợi: Đánh giá mật độ sợi nấm trên bề mặt thạch bằng mắt thường theo ba mức: (+) Mật độ sợi mỏng, (++) Mật độ sợi trung bình, (+++) Mật độ sợi dày.

2.3 Khảo sát sự sinh trưởng, phát triển của nấm *C. militaris* ở giai đoạn nhân giống cấp II

Chuẩn bị môi trường dinh dưỡng PDB (Potato Dextrose Broth) cải tiến dạng lỏng.

Bố trí thí nghiệm: thí nghiệm được bố trí gồm 7 nghiệm thức từ B1 đến B7 (trương ứng với 7 chủng DN1, HN1, HCM1, DL1, BD1, VT1, DN2), mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần.

Cách thực hiện:

+ Bước 1: Chuẩn bị môi trường PDB cải tiến dịch lỏng: 200g khoai tây + 20g đường dextrose + 2,5g/l pepton + 2,5g/l cao nấm men, sau đó tiến hành hấp khử trùng ở nhiệt độ 121°C trong 15 phút.

+ Bước 2: Dùng que cấy đã khử trùng lấy giống từ môi trường cấp I vào môi trường dịch lỏng cấp II. Nấm được nuôi cấy trong môi trường hoàn toàn tối từ 5-10 ngày ở điều kiện độ ẩm 65-70%, 20-25°C, lắc 1 - 2 tiếng mỗi ngày với tốc độ 200 rpm/phút.

Chỉ tiêu theo dõi

Khả năng tạo sợi nấm (7 ngày): Là mức độ sinh trưởng của sợi nấm trong môi trường lỏng sau 7 ngày nuôi cấy.

Đặc điểm hình thái: Là mô tả hình dạng sợi nấm như dạng sợi mảnh, cụm bông, hay vón cục trong dịch thể.

Dịch thể: Là phần môi trường lỏng sau nuôi cấy, có thể trong, đục hoặc lắng cặn tùy theo mức độ phát triển và sạch nhiễm.

Mật độ sợi nấm: Là lượng tơ nấm hình thành trong dịch thể, được đo bằng OD 600nm.

2.4 Khảo sát, đánh giá sự sinh trưởng, phát triển và hàm lượng hoạt chất cordycepin, adenosine của nấm *C. militaris* trên môi trường nuôi cấy quả thể

Nghiên cứu về sự sinh trưởng, phát triển của 7 chủng nấm trên môi trường nuôi cấy quả thể nhằm tìm ra chủng nấm cho sinh khối nhiều, hàm lượng dược tính cao.

Chuẩn bị môi trường:

Môi trường nuôi cấy được chuẩn bị như sau: cho 45g gạo lứt huyết rồng và 75ml dịch khoáng (10% nước dừa + 10% khoai tây + 8% nhộng khô + 1% bột đậu nành + 2% glucose + 0,1% vitamin B1 + 0,015% vitamin B6 + 0,05% MgSO₄.7H₂O + 0,025% KH₂PO₄), cho vào lọ thủy tinh và hấp khử trùng 121°C trong 15 phút. Cấy 5ml dịch lỏng từ môi trường cấp II vào lọ. Đem ủ tối 5 ngày thì nấm sẽ lan tơ trắng đều trên bề mặt, tiếp đó chiếu sáng 24h sáng/tối với cường độ 700 lux – 1000 lux cho đến khi nấm cao khoảng 1cm thì chiếu sáng 12h sáng/tối, độ ẩm 70-90%, nhiệt độ 20-25°C [9].

Bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm được bố trí 7 nghiệm thức từ C1 đến C7 (tương ứng với các chủng DN1, HN1, HCM1, DL1, BD1, VT1, DN2). Thí nghiệm lặp lại 3 lần, điều kiện nuôi cấy đảm bảo ổn định và giống nhau.

Chỉ tiêu theo dõi:

- + Thời gian hệ sợi lan kín môi trường (ngày).
- + Thời gian bắt đầu xuất hiện quả thể (ngày).
- + Tốc độ phát triển quả thể (cm/ngày).
- + Đặc điểm, số lượng quả thể, hàm lượng cordycepin, adenosine sau 45 ngày nuôi cấy.

Phương pháp phân tích, xử lý số liệu

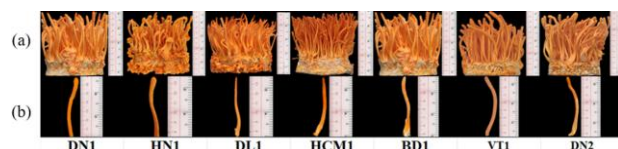
Hàm lượng cordycepin và adenosine trong nấm được xét nghiệm tại trung tâm Quatest 3, theo phương pháp (QTTN/KT3 153:2017).

Tất cả các thí nghiệm được xử lý số liệu bằng phần mềm Statgraphic Centurion XV (StarPoint, Inc) và Excel 365 (Microsoft Corporation).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Kết quả lấy mẫu và đánh giá kiểu hình

Các mẫu nấm *C. militaris* được thu thập tại các địa phương của Việt Nam.



Hình 1. Hình thái quả thể của các mẫu nấm *Cordyceps militaris* thương mại được thu thập

((a): Quả thể nguyên để trên môi trường; (b): Quả thể đơn lẻ)

Các mẫu được chụp ảnh, đo chiều dài, đường kính, khối lượng quả thể và số lượng sợi.

Qua quan sát tổng thể từ 7 chủng nấm *Cordyceps militaris* ở hình 1, đa số quả thể có hình thái tròn, dài, mảnh, với phần đầu thường tròn. Một số mẫu có hình dạng đặc biệt như mẫu DL1 có đầu nhọn, HN1 có màu sắc tươi và hình thái đẹp, mẫu VT1 xuất hiện các gai trên thân, cho thấy sự đa dạng nhất định về hình thái giữa các giống. Kích thước quả thể dao động trong khoảng từ 0,2

cm đến 0,5 cm về đường kính và từ 5,6 cm đến 7,9 cm về chiều dài.

Về màu sắc, tất cả các mẫu đều thuộc phổ màu đặc trưng của *Cordyceps militaris*, từ vàng nhạt đến cam đậm. Trong đó, mẫu HN1 nổi bật với màu cam đậm, trong khi mẫu HCM1 và DN1 có màu vàng cam tươi.

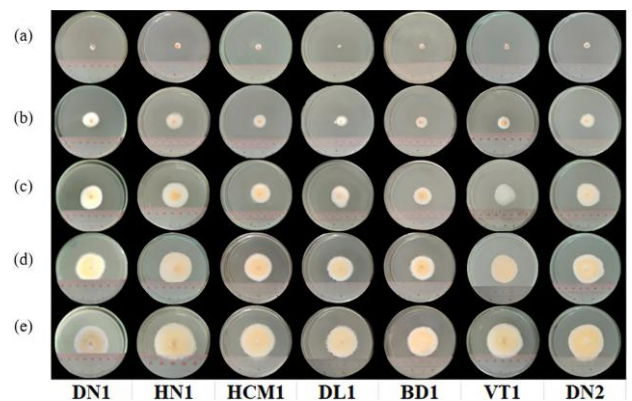
Số lượng quả thể cũng có sự khác biệt rõ rệt: mẫu HCM1 đạt số lượng cao nhất (186 sợi/hộp), trong khi mẫu VT1 thấp nhất (96 sợi/hộp). Khối lượng trung bình mỗi sợi quả thể dao động từ 0,41 g đến 0,71 g.

Tất cả mẫu sẽ được tiếp tục phân lập và nuôi trồng để đánh giá khả năng sinh trưởng, hàm lượng hoạt chất, tiềm năng thương mại của từng giống.

3.2 Kết quả sự sinh trưởng, phát triển hệ sợi nấm *C. militaris* trên môi trường nhân giống cấp I

Kết quả theo dõi ở hình 2 và bảng 1 cho thấy hệ sợi nấm *Cordyceps militaris* phát triển khác nhau giữa các giống. Các nghiệm thức HCM1, DL1, BD1 và VT1 có tốc độ phát triển chậm, màu sắc sợi nấm không đồng đều. DN1 và DN2 phát triển nhanh hơn nhưng tơ nấm lan không đều và xuất hiện hiện tượng già hóa sớm (màu vàng ngày thứ 12). Chủng HN1 nổi bật với tốc độ phát triển nhanh, hệ sợi dày, lan tơ đều và mạnh trong giai đoạn từ ngày 9 đến 12.

Kết quả ở hình 2 và bảng 1, cho thấy khi cùng sinh trưởng trên môi trường PDA cải tiến thì có sự khác biệt về tốc độ phát triển và khả năng lan tơ của hệ sợi nấm từ các chủng nấm thương mại tại Việt Nam được khảo sát. Về thành phần dinh dưỡng trong môi trường, năm 2023 tác giả Đoàn Thị Tuyết Lê và cộng sự đã cải tiến môi trường PDA bằng cách bổ sung thêm khoáng chất K⁺ và Mg²⁺ giúp tăng hàm lượng dinh dưỡng trong môi trường nuôi cấy đồng thời thúc đẩy khả năng lan rộng hệ sợi nấm [9]. Trong nghiên cứu này, các chủng nấm DN1, HCM1, DL1, BD1, VT1, DN2 có tốc độ lan tơ chậm và khả năng lan tơ không được đồng đều tại vị trí cấy, đồng thời có hiện tượng nhô cao và chuyển màu vàng sớm. Còn đối với chủng nấm HN1 thì có tốc độ phát triển tốt nhất, hệ sợi tơ lan đồng đều hơn các giống nấm khác. Sự khác biệt này xảy ra là do đặc tính di truyền khác nhau của mỗi chủng nấm và do đặc tính sinh lý giúp khả năng chuyển hóa enzyme mạnh hơn dẫn đến tốc độ chủng nấm HN1 phát triển vượt trội hơn chủng nấm khác.



Hình 2. Kết quả tốc độ lan tơ của *C. militaris*

((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 cấp I

Thứ tự	Nghiệm thức	Mẫu	Tốc độ phát triển hệ sợi (cm/ngày)	Mật độ hệ sợi	Đặc điểm hình thái (15 ngày)
1	A1	DN1	0,2956 ^b	++	Màu vàng nhạt ở tâm, phân bố đồng đều, hệ sợi màu trắng phân bố xung quanh.
2	A2	HN1	0,3611 ^d	+++	Màu vàng đậm, phân bố tương đối đều, sợi nấm phát triển dày, có xu hướng nhô lên ở giữa vị trí cây mẫu.
3	A3	HCM1	0,2889 ^{ab}	++	Màu vàng nhạt, khá đồng đều, xung quanh có hệ sợi màu trắng mịn.
4	A4	DL1	0,2767 ^a	+	Hệ sợi màu vàng nhạt, phát triển yếu, không đồng đều.
5	A5	BD1	0,2767 ^a	+	Hệ sợi có màu vàng trắng xen kẽ vị trí cây mẫu, phân bố đều nhưng phát triển yếu.
6	A6	VT1	0,2811 ^a	++	Màu vàng nhạt, bề mặt nhô lên ở giữa, hình thái tương đối tròn.
7	A7	DN2	0,3107 ^c	++	Hệ sợi màu vàng, không đồng đều nhưng phát triển tốt.

Ghi chú: (+) Mật độ sợi mỏng, (++) Mật độ sợi trung bình, (+++) Mật độ sợi dày.

3.3 Kết quả sự sinh trưởng và phát triển của hệ sợi nấm (*C. militaris*) trên môi trường nuôi cấy cấp II

Kết quả ở bảng 2 và hình 3 cho thấy khi cùng một điều kiện môi trường nhưng khác chủng nấm *C. militaris* thì cho kết quả khác từ hình thái đến thời gian hình thành sợi nấm. Sau 7 ngày tiến hành nuôi và quan sát, theo bảng 3 cho thấy môi trường nghiệm thức HN1, BD1, VT1 xuất hiện sợi nấm sớm hơn, tuy nhiên ở các nghiệm thức còn lại thì sợi nấm cũng xuất hiện sau đó một ngày. Còn về mảng nấm thì chỉ xuất hiện ở hai nghiệm thức là HN1 và BD1, mảng nấm ở môi trường HN1 xuất hiện sớm vào ngày thứ 7, còn BD1 xuất hiện trễ hơn vào ngày thứ 11. Kết quả đo OD 600nm cho thấy môi trường HN1 có nồng độ cao nhất (0,0420), sợi nấm xuất hiện sớm, phát triển nhanh từ ngày thứ 6, các sợi nấm xuất hiện nhiều, đến ngày thứ 7 xuất hiện mảng nấm sớm và to hơn các nghiệm thức khác.



Hình 3. Đặc điểm hệ sợi và mảng nấm của nấm *C. militaris* trong môi trường nhân giống cấp II

Bảng 2: Kết quả sự sinh trưởng phát triển của giống cấp II

Thứ tự	Nghiệm thức	Mẫu	Thời gian xuất hiện sợi nấm (ngày)	Thời gian xuất hiện mảng nấm (ngày)	Kích thước mảng nấm sau 7 ngày (cm)	OD 600nm
1	B1	DN1	4	-	-	0,0297 ^a
2	B2	HN1	3	7	1	0,0420 ^d
3	B3	HCM1	4	-	-	0,0363 ^c
4	B4	DL1	4	-	-	0,0290 ^a
5	B5	BD1	3	11	0,5	0,0327 ^{abc}
6	B6	VT1	3	-	-	0,0317 ^{ab}
7	B7	DN2	4	-	-	0,0357 ^{bc}

* 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. Sự khác biệt về đặc điểm di truyền giữa các chủng đã dẫn đến sự khác biệt đáng kể về thời gian hình thành hệ sợi và đặc điểm hình thái mảng nấm. Theo tác giả Trần Thu Hà và cộng sự (2016) [6], chỉ tiêu sinh khối được xem là yếu tố cốt lõi trong việc đánh giá hiệu quả sinh trưởng của hệ sợi nấm trong môi trường nuôi cấy lỏng. Việc sàng lọc các chủng *Cordyceps militaris* ưu tú cho hệ thống nhân giống dịch thể đòi hỏi sự đánh giá nghiêm ngặt dựa trên năng lực tích lũy sinh khối sợi trong môi trường nuôi cấy lỏng. Hiệu

suất sinh tổng hợp sinh khối sợi cao ở pha nhân giống thứ cấp không chỉ đảm bảo số lượng và chất lượng giống cây mà còn có ý nghĩa quyết định trong việc kích hoạt và tối ưu hóa quá trình sinh tổng hợp các chất chuyển hóa thứ cấp, đặc biệt là cordycepin. Sự gia tăng hàm lượng cordycepin ở giai đoạn này được xem là tiền đề quan trọng, có tính chất nền tảng, cho việc đạt được nồng độ dược chất mục tiêu trong giai đoạn nuôi quả thể tiếp theo.

Dựa trên kết quả đo mật độ quang học (OD) tại bước sóng 600nm, nghiệm thức DL1 ghi nhận giá trị OD thấp nhất (0,029) so với các nghiệm thức khác, cho thấy mật độ tế bào nấm trong môi trường dịch lỏng của nghiệm thức DL1 là thấp nhất tại thời điểm khảo sát. Nghiệm thức HN1 đạt giá trị OD 600nm cao nhất (0,0420), đi kèm với thời gian hình thành sợi nấm ban đầu sớm nhất và tốc độ tăng trưởng sinh khối vượt trội so với các nghiệm thức trong thí nghiệm. Từ kết quả thí nghiệm trên có thể nhận định HN1 là chủng có tiềm năng phát triển mạnh nhất trong môi trường dịch thể, khả năng tạo sinh khối tốt nên phù hợp để sản xuất theo hướng thương mại hóa.

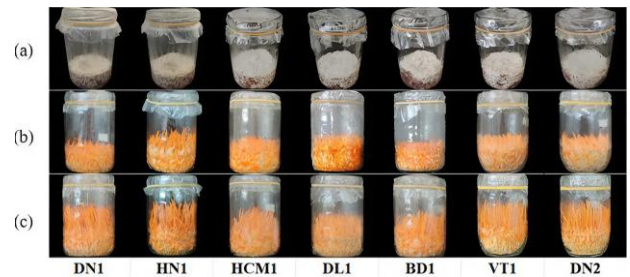
3.4 Kết quả khảo sát sự sinh trưởng, phát triển và hàm lượng hoạt chất cordycepin, adenosine quả thể nấm *C. militaris*

Kết quả từ hình 4 và bảng 3 cho thấy tất cả các chủng *Cordyceps militaris* khảo sát đều sinh trưởng tốt, nhưng có sự khác biệt rõ rệt về tốc độ phát triển và hàm lượng dược chất, phản ánh đặc điểm sinh học riêng của từng chủng nấm. Sự không đồng đều còn thể hiện ở chiều cao, số lượng, kích thước và hàm lượng hoạt chất của quả thể.

Chủng nấm HN1 nổi bật với thời gian lan tơ ngắn nhất (5 ngày), mầm quả thể xuất hiện sớm (11 ngày) và tốc độ phát triển sợi cao nhất (0,34 cm/ngày), cho thấy khả năng sinh trưởng mạnh, thích nghi tốt. DN2 xếp thứ hai với thời gian lan tơ và xuất hiện mầm lần lượt là 5 và 13 ngày.

Về hình thái, HN1 cho số lượng quả thể cao nhất (83,67 quả/chai), trong khi HCM1 thấp nhất (62,33 quả/chai) nhưng lại có hàm lượng cordycepin (262 mg/kg) và adenosine (527 mg/kg) cao nhất, phù hợp cho mục tiêu khai thác dược chất.

Các chủng DN1, BD1, DL1 và VT1 phát triển ở mức trung bình, trong đó DL1 và DN2 có số lượng quả thể khá tốt nhưng hiệu suất sinh học thấp hơn HN1. Hiệu suất sinh học cao nhất thuộc về HN1 (11,14%), vượt trội so với HCM1 (6,21%) và các chủng còn lại, cho thấy khả năng chuyển hóa cơ chất thành sinh khối hiệu quả hơn.



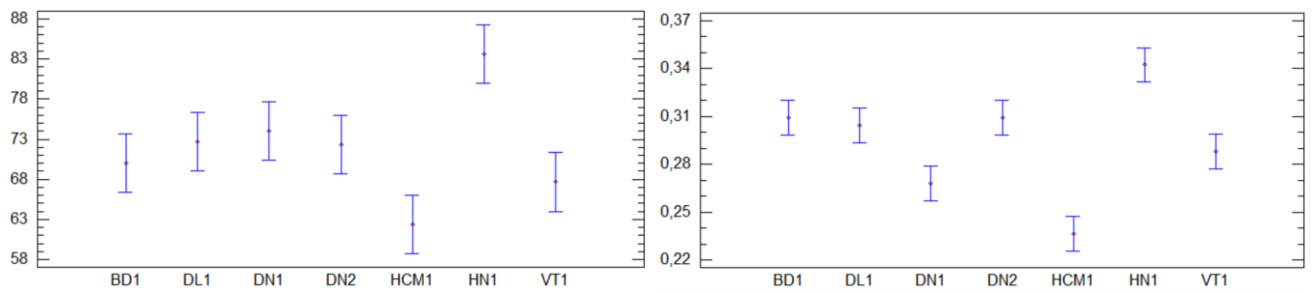
Hình 4. Quá trình sinh trưởng và phát triển của Đông trùng hạ thảo

((a) Ủ tối sau 5 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 quả thể nấm *C. militaris*

Thứ tự	Nghiệm thức	Mẫu	Thời gian hệ sợi lan kín (ngày)	Thời gian xuất hiện mầm quả thể (ngày)	Tốc độ phát triển (cm/ngày)	Số lượng quả thể	Hàm lượng cordycepin (mg/kg)	Hàm lượng adenosine (mg/kg)	Hiệu suất sinh học (%)
1	C1	DN1	7	14	0,27 ^b	74,00 ^b	81,1	308	10,66
2	C2	HN1	5	11	0,34 ^d	83,67 ^c	148	459	11,14
3	C3	HCM1	6	14	0,24 ^a	62,33 ^a	262	527	6,21
4	C4	DL1	7	13	0,30 ^c	72,67 ^b	59,3	491	9,08
5	C5	BD1	7	13	0,31 ^c	70,00 ^b	119	544	8,64
6	C6	VT1	6	12	0,29 ^{bc}	67,67 ^{ab}	121	307	7,80
7	C7	DN2	5	13	0,31 ^c	72,33 ^b	114	358	8,63

*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.



(a) Biểu đồ số lượng quả thể (quả thể/lo)

(b) Biểu đồ tốc độ phát triển quả thể (cm/ngày)

Hình 4. Kết quả về tốc độ phát triển và khối lượng quả thể của *Cordyceps militaris*

Các chủng DN1, BD1, DL1 và VT1 phát triển ở mức trung bình, trong đó DL1 và DN2 có số lượng quả thể khá tốt nhưng hiệu suất sinh học thấp hơn HN1. Hiệu suất sinh học cao nhất thuộc về HN1 (11,14%), vượt trội so với HCM1 (6,21%) và các giống còn lại, cho thấy khả năng chuyển hóa cơ chất thành sinh khối hiệu quả hơn.

Những khác biệt trên xuất phát từ đặc tính di truyền của mỗi chủng loài khác nhau. Mỗi chủng *C. militaris* có bộ gen riêng biệt điều khiển hoạt động enzyme, tốc độ phân chia tế bào, khả năng hấp thu và đồng hóa chất dinh dưỡng, từ đó dẫn đến sự khác biệt trong tốc độ lan tở và hình thành quả thể. Ví dụ, chủng HN1 và DN2 có thời gian lan tở chỉ 5 ngày – cho thấy chúng có hệ enzyme phân giải cơ chất hiệu quả hơn. Sự khác biệt trong con đường sinh tổng hợp cordycepin và adenosine: hàm lượng các dược chất này phụ thuộc vào mức độ hoạt hóa và biểu hiện của các gen như *Cns1*, *Cns2*, và các enzyme như glucose-6-phosphate dehydrogenase, isocitrate lyase (Theo Tang và cộng sự, 2018 [10]).

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa các chủng *Cordyceps militaris* được khảo sát về khả năng sinh trưởng và hàm lượng dược chất. Chủng HN1 thể hiện khả năng sinh trưởng tốt nhất, với tốc độ phát triển quả thể đạt 0,34 cm/ngày và số lượng quả thể trung bình 83,67 quả/lo, vượt trội so với các chủng còn lại. Trong khi đó, chủng HCM1 tuy có tốc độ sinh trưởng thấp hơn (0,24 cm/ngày) nhưng lại cho hàm lượng cordycepin cao nhất (262 mg/kg) và adenosine đạt 527 mg/kg, cho thấy tiềm năng lớn trong khai thác dược chất. Các chủng khác như DL1, DN1 và VT1 cho kết quả ở mức trung bình đến thấp cả về sinh trưởng lẫn hoạt chất. Những kết quả này cung cấp cơ sở để lựa chọn chủng phù hợp tùy theo mục tiêu sản xuất: ưu tiên sinh khối hoặc tập trung vào hàm lượng dược tính. Từ nghiên cứu này nhóm nghiên cứu đề xuất phân tích genomic để chỉ ra sự khác biệt giữa các chủng nấm được nghiên cứu trong đề tài này, mở rộng phân tích thêm các hoạt chất như khác có ở *Cordyceps militaris* như polysaccharide, ergosterol, mannitol. Dựa vào kết quả sinh trưởng và hàm lượng dược chất đã nghiên cứu, tiến hành nhân giống quy mô thương mại và đánh giá khả năng ổn định qua từng thế hệ.

5. CẢM ƠN

Nhóm tác giả 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 cho chúng tôi hoàn thành bài viết này.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Venturella và cộng sự (2021), “Medicinal Mushrooms: bioactive compounds, use, and clinical trials”, *International journal of molecular sciences*, 22(2).
- [2] Singpoonga Natthapong và cộng sự (2020), “Determination of adenosine and cordycepin concentrations in *Cordyceps militaris* fruiting bodies using near-infrared spectroscopy”, *ACS omega*, 5(42), 27235-27244.
- [3] Nguyễn Thị Liên Thương và cộng sự (2016), “Nấm đông trùng hạ thảo *Cordyceps militaris*: Đặc điểm sinh học, giá trị dược liệu và các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình nuôi trồng nấm”, *Can Tho University Science Magazine*, (44), 9-22.
- [4] Sung Jae-Mo và cộng sự (1999), “Production of fruiting body using cultures of entomopathogenic fungal species”, *The Korean Journal of Mycology*, 27(1), 15-19.
- [5] Kontogiannatos và cộng sự (2021), “Biomass and cordycepin production by the medicinal mushroom *Cordyceps militaris* - A review of various aspects and recent trends towards the exploitation of a valuable fungus”, *Journal of Fungi*, 7(11).
- [6] Trần Thu Hà và cộng sự (2016), “Nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện nuôi cấy đến sự sinh trưởng của nấm Đông trùng hạ thảo trong môi trường nhân giống dịch thể”, *Bản B của Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*, 58(8).
- [7] Zeng Jiapeng và cộng sự (2024), “*Cordyceps militaris*: A novel mushroom platform for metabolic engineering”, *Biotechnology Advances*, 108396.
- [8] Thananusak và cộng sự (2020), “Metabolic responses of carotenoid and cordycepin biosynthetic pathways in *cordyceps militaris* under light-programming exposure through genome-wide transcriptional analysis”, *Biology*, 9(9).
- [9] Đoàn Thị Tuyết Lê và cộng sự (2023), “Nghiên cứu nuôi trồng đông trùng hạ thảo *Cordyceps militaris* trên giá thể tổng hợp có bổ sung bột nhộng (*Bombyx mori*) khô”, *Tạp chí Khoa học Lạc Hồng*, 17(1), 89-94.
- [10] Tang Jiapeng và cộng sự (2018), “Enhancing cordycepin production in liquid static cultivation of *Cordyceps militaris* by adding vegetable oils as the secondary carbon source”, *Bioresource technology*, 268, 60-67.