

## **TRÍCH YẾU LUẬN ÁN TIẾN SĨ**

Tên luận án: **Thu nhận, đánh giá hoạt tính prebiotic của polysaccharide từ sợi nấm (*Cordyceps militaris*, *Trametes versicolor*) và bước đầu ứng dụng sinh khối trong chế biến thực phẩm bổ sung**

Chuyên ngành: Công nghệ thực phẩm

Mã số: 9.54.01.01

Họ và tên NCS: Nguyễn Thị Bích Hằng

Khóa: 2021

Người hướng dẫn khoa học: 1. PGS. TS. Đặng Minh Nhật  
Trường Đại học Bách Khoa – Đại học Đà Nẵng  
2. TS. Nguyễn Hoàng Dũng  
Viện Sinh học Nhiệt đới – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Cơ sở đào tạo: Trường Đại học Bách Khoa – Đại học Đà Nẵng

### **TRÍCH YẾU LUẬN ÁN:**

#### **1. Lý do chọn đề tài**

Trong những năm gần đây, với sự gia tăng nhanh chóng các bệnh mạn tính không lây nhiễm liên quan đến hội chứng chuyển hóa điển hình như đái tháo đường, béo phì, gout và các bệnh đường tiêu hóa thì vai trò của hệ vi sinh vật đường ruột đối với sức khỏe con người ngày càng được quan tâm.

Prebiotic đóng vai trò là nguồn cơ chất chọn lọc cho các lợi khuẩn (probiotic) sinh trưởng từ đó thiết lập và duy trì sự cân bằng của hệ vi sinh vật đường ruột. Đặc biệt, quá trình lên men prebiotic bởi lợi khuẩn còn sản sinh ra các acid béo chuỗi ngắn (SCFAs) giúp nuôi dưỡng đại tràng, tăng cường hấp thụ khoáng chất, điều hòa pH, giảm ung thư đại trực tràng, viêm ruột và các rối loạn bất thường của ruột.

Xuất phát từ những lợi ích sức khỏe thiết yếu mà prebiotic mang lại, các nỗ lực nghiên cứu hiện nay đang tập trung khai phá những nguồn nguyên liệu mới có hiệu suất cao và tính an toàn sinh học vượt trội. Trong bối cảnh đó, nấm nổi lên như một đối tượng tiềm năng nhờ

thành phần cấu tạo giàu carbohydrate không tiêu hóa được như chitin, hemicellulose,  $\beta$ - và  $\alpha$ -glucans, mannan, xylan và galactan, các polysaccharide này, cùng với các đường chuỗi ngắn (glucose, galactose, fructose và N-acetylglucosamine), đóng vai trò là chất nền đặc hiệu kích thích sự tăng trưởng của hệ vi sinh vật có lợi, đặc biệt là *Bifidobacteria* và *Lactobacillus*.

Polysaccharide từ nấm (đặc biệt là từ *Cordyceps militaris* và *Trametes versicolor*) lại sở hữu cấu trúc bền vững, không bị tiêu hóa ở dạ dày và có khả năng kích thích chọn lọc các lợi khuẩn như *Lactobacillus* và *Bifidobacterium* rất hiệu quả. *C. militaris* từ lâu đã nổi tiếng trong y học cổ truyền với khả năng tăng cường sinh lực, hỗ trợ chức năng phổi và điều hòa miễn dịch. Trong khi đó, *T. versicolor* được biết đến như một kho tàng của  $\beta$ -glucan và các phức hợp polysaccharide-peptide (như PSP, PSK), đã được ứng dụng rộng rãi trong hỗ trợ điều trị ung thư và kích thích miễn dịch. Tuy nhiên, thực tế cho thấy việc khai thác và sử dụng hai loài nấm này hiện nay chủ yếu vẫn tập trung vào quả thể. Phương pháp nuôi trồng quả thể truyền thống (trên cơ chất rắn) thường tốn nhiều thời gian, phụ thuộc vào yếu tố thời tiết, khó kiểm soát chất lượng đồng nhất và chi phí sản xuất cao, gây trở ngại cho việc ứng dụng đại trà trong công nghiệp. Để giải quyết bài toán này, hướng đi tập trung vào sinh khối hệ sợi nấm thông qua công nghệ nuôi cấy dịch thể (SmF) đang nổi lên như một giải pháp ưu việt. So với nuôi trồng quả thể hay lên men rắn (SSF), SmF cho phép rút ngắn đáng kể thời gian sinh trưởng, dễ dàng kiểm soát các thông số môi trường (pH, nhiệt độ, oxy hòa tan) và thuận lợi cho việc mở rộng quy mô công nghiệp để thu nhận sinh khối hữu cơ sợi nấm. Quan trọng hơn, nhiều nghiên cứu đã chứng minh hệ sợi nấm nuôi cấy dịch thể không chỉ có năng suất sinh khối cao mà còn tích lũy các polysaccharide với hoạt tính sinh học đặc trưng.

Tuy nhiên, đa số các nghiên cứu hiện nay mới chỉ dừng lại ở việc tách chiết hoạt chất từ quả thể, trong khi tiềm năng prebiotic của sinh khối hệ sợi nấm nuôi cấy dịch thể vẫn là một khoảng trống lớn chưa được khai phá tương xứng. Xuất phát từ thực tiễn và các luận điểm khoa học nêu trên, đề tài “Thu nhận, đánh giá hoạt tính prebiotic của polysaccharide từ sợi nấm (*Cordyceps militaris*, *Trametes versicolor*) và bước đầu ứng dụng sinh khối trong chế biến thực phẩm bổ sung” được thực hiện.

## **2. Mục tiêu nghiên cứu**

### **2.1. Mục tiêu chung**

Xác lập cơ sở khoa học về điều kiện nuôi cấy, đặc điểm hình thái và hoạt tính sinh học (Kháng oxi hóa, prebiotic) của các phân đoạn polysaccharide từ hệ sợi nấm *Cordyceps militaris* và *Trametes versicolor*; từ đó đánh giá khả năng ứng dụng sinh khối nấm trong chế biến sản phẩm thực phẩm định hướng chức năng dạng nước uống lên men giàu hoạt tính sinh học.

## **2.2. Mục tiêu cụ thể**

- Tối ưu hóa điều kiện nuôi cấy dịch thể sợi nấm nhằm thu nhận tối đa hiệu suất sinh khối và hàm lượng polysaccharide cao nhất từ hai chủng nấm *Cordyceps militaris* và *Trametes versicolor*.

- Đánh giá, so sánh hiệu suất thu nhận, đặc điểm hình thái và các hoạt tính sinh học (prebiotic và kháng oxy hóa) của các phân đoạn polysaccharide được chiết xuất tuần tự bằng nước nóng (HWE), kiềm (AE) và acid (AEc).

- Khảo sát khả năng ứng dụng sinh khối sợi nấm trong chế biến nước nấm bào ngư lên men lactic giàu probiotic và có các hoạt tính sinh học hỗ trợ sức khỏe như Kháng oxy hóa và kháng khuẩn.

## **3. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu**

### **3.1. Đối tượng nghiên cứu**

Sợi nấm: bao gồm 2 chủng *Cordyceps militaris* và *Trametes versicolor*

### **3.2. Phạm vi nghiên cứu**

Nội dung nghiên cứu của luận án được giới hạn trong các phạm vi sau:

- Đối tượng chính sử dụng trong nghiên cứu là 2 chủng nấm *Cordyceps militaris* và *Trametes versicolor*, phạm vi của đề tài tập trung vào đánh giá hoạt tính của PS sợi nấm và tiềm năng ứng dụng của sinh khối sợi nấm.

- Chiết xuất và đánh giá tiềm năng prebiotic của 3 loại PS khác nhau chiết bằng nước nóng (HWE), chiết kiềm (AE) và chiết acid (AEc) từ 2 chủng nấm *Cordyceps militaris* và *Trametes versicolor*

- Các hệ vi sinh vật sử dụng đánh giá hoạt tính prebiotic bao gồm: Các chủng lợi khuẩn *Lactiplantibacillus plantarum* WCFS1, *Lactiplantibacillus casei* – 01, *Bifidobacteria animalis* YC381, *Lactiplantibacillus pentosus* NH1, *Pediococci acidilactici* NBD8 và Các chủng hại khuẩn *Escherichia coli* ATCC 85922 và *Staphylococcus aureus* ATCC 25023.

- Quả thể nấm bào ngư tím (*Pleurotus ostreatus*) thu mua tại trại nấm Quỳnh Tâm- Hòa Phong – Hòa Vang – Thành phố Đà Nẵng để chế biến nước nấm bào ngư lên men.

- Các thí nghiệm được tiến hành tại các phòng thí nghiệm của Khoa Sinh – Nông nghiệp – Môi trường, Trường Đại học Sư phạm – Đại học Đà Nẵng và Khoa Hóa, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng.

- Thời gian thực hiện: từ năm 2021 đến năm 2025.

## **4. Phương pháp nghiên cứu**

### **4.1. Phương pháp nghiên cứu lý thuyết**

Tìm kiếm và thu thập các tài liệu, tư liệu, sách báo, cùng các công trình nghiên cứu liên quan đến nuôi cấy, tối ưu điều kiện nuôi cấy hệ sợi nấm, nghiên cứu tách chiết phân đoạn PS nói chung từ các nguồn thực vật cũng như từ sợi nấm, các nghiên cứu đánh giá hoạt tính kháng oxi hoá và prebiotic của PS, các loại prebiotic khác và các nghiên cứu chế biến sản phẩm lên men... từ nguồn tài liệu trong nước và quốc tế.

### **4.2. Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm**

- Tối ưu điều kiện thu sinh khối từ sợi nấm giàu Polysaccharide
- + *Xác định ảnh hưởng của các điều kiện nuôi cấy đến sự phát triển sợi nấm trong môi trường dịch thể*
- + *Xác định điều kiện tối ưu nuôi cấy sinh khối và polysaccharide hệ sợi nấm*
- Tách chiết tuần tự và đánh giá hình thái, hoạt tính kháng oxi hóa, prebiotic của các chiết xuất PS
- Ứng dụng hệ sợi nấm chế biến sản phẩm thực phẩm bổ sung
- Thu thập và xử lý số liệu

## **5. Nội dung nghiên cứu**

- Nội dung 1: Tối ưu hóa điều kiện nuôi cấy dịch thể nhằm thu nhận sinh khối và polysaccharide từ hệ sợi nấm
- Nội dung 2: Chiết xuất tuần tự và đánh giá hình thái, hoạt tính kháng oxi hoá, prebiotic của các chiết xuất PS
- Nội dung 3: Ứng dụng hệ sợi nấm chế biến sản phẩm thực phẩm bổ sung

## **6. Ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn của luận án**

### **6.1. Ý nghĩa khoa học**

- Luận án cung cấp bộ dữ liệu khoa học đầy đủ và có hệ thống về ảnh hưởng của các yếu tố dinh dưỡng (C, N) và môi trường (pH) đến sinh khối và sự tích lũy polysaccharide của hệ sợi nấm *Cordyceps militaris* và *Trametes versicolor* trong điều kiện nuôi cấy chìm (SmF).
- Chứng minh mối liên hệ giữa phương pháp chiết và hoạt tính sinh học: Luận án đi sâu phân tích so sánh các polysaccharide chiết xuất tuần tự (nước, kiềm, acid). Kết quả cho thấy mỗi phân đoạn PS khác nhau có hoạt tính kháng oxi hóa khác nhau, hoạt tính prebiotic khác nhau đối với mỗi chủng probiotic khác nhau, đóng góp một góc nhìn mới về việc lựa chọn phương pháp chiết tách để định hướng chức năng cho sản phẩm đích, thay vì chỉ tập trung vào chiết nước nóng truyền thống.

- Kết quả nghiên cứu cung cấp các bằng chứng định lượng cụ thể về khả năng kháng tiêu hóa (kháng  $\alpha$ -amylase), chỉ số prebiotic (PI) in vitro và đặc biệt là lượng acid béo chuỗi ngắn (SCFAs - Acetate, Propionate, Butyrate) được sản sinh từ PS nấm do các chủng lợi khuẩn đặc hiệu (*L. plantarum*, *L. casei*, *B. animalis*, *L. pentosus*, *P. acidilactici*) lên men. Điều này góp phần củng cố cơ sở lý luận cho việc sử dụng sợi nấm được liệu như một nguồn prebiotic.

- Cung cấp nền tảng khoa học cho các nghiên cứu sâu hơn về đặc tính phân tử, cấu trúc hóa học và tương tác sinh học của PS đối với hệ sinh thái đường ruột cũng như việc tìm kiếm phát hiện các phân tử PS mới từ sợi nấm.

## **6.2. Ý nghĩa thực tiễn**

- Thiết lập được các điều kiện tối ưu cho quy trình nuôi cấy dịch thể nấm *C. militaris* và *T. versicolor* để đạt hiệu suất sinh khối và hàm lượng polysaccharide cao. Đây là giải pháp công nghệ khả thi để tạo ra nguồn sinh khối hữu cơ, giúp chủ động nguồn nguyên liệu ổn định cho công nghiệp thực phẩm và dược phẩm, đồng thời nuôi cấy dịch thể cũng là phương thức nhân giống nhanh, nâng cao năng suất hiệu quả nuôi trồng nấm, hiện đại hóa công nghệ nuôi trồng nấm.

- Đa dạng hóa sản phẩm thực phẩm hỗ trợ sức khỏe từ nấm: Kết quả nghiên cứu ứng dụng đã tạo ra sản phẩm "Nước nấm Bào ngư lên men bổ sung hệ sợi nấm *Trametes versicolor*" với chất lượng cảm quan tốt, đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm và sở hữu hoạt tính sinh học (kháng khuẩn, prebiotic) đã được kiểm chứng. Đây là mô hình sản phẩm thực tế, có tiềm năng thương mại hóa, đáp ứng xu hướng tiêu dùng thực phẩm xanh và hỗ trợ sức khỏe đường ruột.

## **7. Bố cục của luận án**

Luận án gồm 134 trang (không kể phần phụ lục và TLTK), kết cấu bao gồm: Mở đầu có 5 trang trình bày tính cấp thiết, mục tiêu, nội dung, phương pháp nghiên cứu, ý nghĩa khoa học, ý nghĩa thực tiễn của luận án.

Nội dung chính gồm 3 chương:

Chương 1: Tổng quan vấn đề nghiên cứu gồm 38 trang;

Chương 2: Nguyên liệu và phương pháp nghiên cứu, gồm có 22 trang;

Chương 3: Kết quả nghiên cứu và thảo luận gồm có 63 trang;

Phần kết luận và kiến nghị gồm 3 trang; Danh mục các công trình nghiên cứu đã công bố 2 trang. Ngoài ra, phần tài liệu tham khảo gồm 23 trang. Trong luận án tổng cộng có 24 bảng, 30 hình vẽ và đồ thị. Có 223 tài liệu tham khảo gồm tiếng Anh và tiếng Việt là các bài báo được công bố trong tạp chí khoa học và sách.

## 8. Điểm mới của Luận án

### \* Về mặt học thuật:

- Hệ thống hóa cơ sở dữ liệu về công nghệ nuôi cấy dịch thể: đã xác lập được một số điều kiện công nghệ tối ưu cho quy trình nuôi cấy dịch thể hai chủng nấm *Cordyceps militaris* và *Trametes versicolor* nhằm định hướng sinh tổng hợp sinh khối giàu polysaccharide. Đây là cơ sở khoa học quan trọng để giải thích ảnh hưởng của điều kiện môi trường (pH, nguồn C, N) đến sự tích lũy sinh khối và polysaccharide trong tế bào nấm.

- Làm sáng tỏ hiệu quả của phương pháp chiết tuần tự: Chứng minh được tính ưu việt của phương pháp chiết tuần tự trong việc phân tách các nhóm polysaccharide dựa trên đặc tính cấu trúc và độ tan. Đóng góp mới nằm ở việc phát hiện ra rằng phân đoạn polysaccharide chiết bằng acid (A-PS) – vốn ít được quan tâm trong các nghiên cứu trước đây – lại thể hiện hoạt tính prebiotic tiềm năng (chỉ số PI cao nhất với một số probiotic) so với các phân đoạn khác. Điều này mở ra hướng tiếp cận mới trong việc khai thác các polysaccharide liên kết chặt trong vách tế bào nấm.

- Kết quả nghiên cứu của luận án là cơ sở để tiếp tục tinh sạch, tách chiết và phát hiện ra các polysaccharide mới từ sinh khối sợi nấm với các hoạt tính sinh học đặc trưng.

- Cung cấp dữ liệu về tiềm năng prebiotic của hệ sợi nấm: Cung cấp bằng chứng thực nghiệm tin cậy chứng minh hoạt tính prebiotic invitro của PS sợi nấm: kháng tiêu, có khả năng kích thích chọn lọc các chủng lợi khuẩn (*Lactobacillus*, *Bifidobacterium*...) và ức chế hại khuẩn (*E. coli*, *S. aureus*) thông qua cơ chế sinh acid béo chuỗi ngắn (acid acetic, propionic, butyric).

### \* Về mặt thực tiễn:

- Đề xuất giải pháp công nghệ chủ động nguồn nguyên liệu: Luận án đã chứng minh tính khả thi của việc nuôi cấy dịch thể để thu sinh khối sợi nấm, đây là phương thức tiềm năng để tạo ra nguồn nguyên liệu hữu cơ có giá trị cho thực phẩm, dược phẩm bởi tính ổn định, năng suất cao, thời gian ngắn và dễ thực hiện trong quy mô công nghiệp, dễ kiểm soát các điều kiện nuôi cấy và tự động hóa. Đây là tiền đề quan trọng để đa dạng hóa mô hình sản xuất nguyên liệu bên cạnh canh tác truyền thống thu quả thể.

- Đa dạng hóa nguồn nguyên liệu sản xuất prebiotic trên thị trường: hiện nay nguồn prebiotic trên thị trường chủ yếu được sản xuất từ thực vật (FOS, inulin), rong biển (fucoidan, carrageenan), kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng sinh khối sợi nấm cũng là nguồn prebiotic tiềm năng mà có thể chủ động điều kiện nuôi cấy để thu sản phẩm ở quy mô công nghiệp.

- Phát triển thành công dòng sản phẩm nước uống lên men giàu probiotic, giàu hoạt

tính kháng oxi hóa: Xây dựng thành công quy trình công nghệ sản xuất nước uống lên men từ nấm Bào ngư bổ sung sinh khối sợi nấm *Trametes versicolor*. Sản phẩm không chỉ đạt các tiêu chuẩn an toàn thực phẩm mà còn minh chứng cho việc ứng dụng thành công mô hình kết hợp Prebiotic (sợi nấm) và Probiotic (vi khuẩn lên men) để tạo ra thực phẩm bổ sung có giá trị gia tăng cao, sẵn sàng cho việc chuyển giao và thương mại hóa.

*Đà Nẵng, ngày ... tháng ... năm 2026*

***Nghiên cứu sinh***

**Nguyễn Thị Bích Hằng**