

p-ISSN 3093 - 3382  
e-ISSN 3093 - 3153

TẠP CHÍ

# Nông nghiệp & Môi trường

SCIENCE JOURNAL OF AGRICULTURE AND ENVIRONMENT  
TẠP CHÍ KHOA HỌC CỦA BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG

24  
2025

# HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

## Editorial Committee

### 1. CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG:

TS. PHÙNG ĐỨC TIẾN - *Thứ trưởng Bộ Nông nghiệp và Môi trường*

### 2. PHÓ CHỦ TỊCH KIỂM TÒNG THƯ KÝ HỘI ĐỒNG:

TS. ĐÀO XUÂN HUNG - *Tổng biên tập - Tạp chí Nông nghiệp và Môi trường*

### 3. CÁC ỦY VIÊN:

TS. NGUYỄN VĂN LONG - *Vụ Khoa học và Công nghệ*

GS.TS. NGUYỄN HỒNG SƠN - *Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*

GS.TS. TRẦN ĐÌNH HÒA - *Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam*

PGS.TS. PHÍ HỒNG HẢI - *Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam*

PGS.TS. PHẠM ANH TUẤN - *Viện Cơ điện nông nghiệp và Công nghệ sau thu hoạch*

PGS.TS. ĐẶNG THỊ LỰA - *Viện Nghiên cứu Nuôi trồng thủy sản I*

PGS.TS. PHẠM THỊ THANH NGÀ - *Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu*

PGS.TS. PHẠM DOÃN LÂN - *Viện Chăn nuôi*

PGS.TS. PHẠM VĂN LỢI - *Viện Khoa học Môi trường, Biển và Hải đảo*

TS. ĐẶNG VŨ HOÀNG - *Viện Thú y*

TS. TRẦN CÔNG THẮNG - *Viện Chiến lược, Chính sách nông nghiệp và môi trường*

TS. NGUYỄN ANH ĐỨC - *Viện Khoa học tài nguyên nước*

GS.TS. PHẠM VĂN ĐIỀN - *Trường Đại học Lâm nghiệp*

GS.TS. PHẠM VĂN CƯỜNG - *Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

GS.TS. TRẦN ĐĂNG HÒA - *Đại học Huế*

GS.TS. NGUYỄN THANH PHƯƠNG - *Đại học Cần Thơ*

GS.TS. PHẠM VĂN TOÀN - *Hội Khoa học Đất Việt Nam*

GS.TS. TRẦN VĂN CHỨ - *Hội Hữu nghị Việt Nam - Phần Lan*

GS.TS. NGÔ XUÂN BÌNH - *Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Thái Nguyên*

GS.TS. BÙI CHÍ BỬU - *Viện Nghiên cứu Nông nghiệp Công nghệ cao đồng bằng sông Cửu Long*

GS.TS. VÕ ĐẠI HẢI - *Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam*

GS.TS. PHẠM QUANG THU - *Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam*

GS.TS. NGUYỄN DUY HOAN - *Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Thái Nguyên*

GS.TS. LÊ ĐỨC NGOAN - *Hiệp hội Thức ăn chăn nuôi Việt Nam*

GS.TS. HUỖNH THỊ LAN HƯƠNG - *Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội*

GS.TS. VÕ CHÍ MỸ - *Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam*

PGS.TS. NGUYỄN CHU HÒI - *Hội Thủy sản Việt Nam*

PGS.TS. NGUYỄN VĂN ĐẢN - *Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam*

PGS.TS. BÙI BÁ BÔNG - *Hiệp hội Ngành hàng Lúa gạo Việt Nam*

GS.TS. LÊ MINH HOÀNG - *Viện Nuôi trồng thủy sản, Trường Đại học Nha Trang*

GS.TS. LÊ HUY HÀM - *Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội*

PGS.TS. ĐÀO SỸ ĐỨC - *Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội*

PGS.TS. NGUYỄN THỊ MINH TÚ - *Trường Hóa và Khoa học sự sống, Đại học Bách khoa Hà Nội*

TS. BÙI HUY HIỀN - *Hội Khoa học Đất Việt Nam*

TS. NGUYỄN THỊ THANH THỦY - *Hội Làm vườn Việt Nam*

TS. NGUYỄN ĐỨC TRỌNG - *Hiệp hội Trang trại và Doanh nghiệp nông nghiệp Việt Nam*

TẠP CHÍ

**NÔNG NGHIỆP  
& MÔI TRƯỜNG**

p-ISSN 3093-3382

e-ISSN 3093-3153

NĂM THỨ HAI MƯƠI LĂM

SỐ 519 NĂM 2025  
XUẤT BẢN 1 THÁNG 2 KỲ

TỔNG BIÊN TẬP  
TS. ĐÀO XUÂN HÙNG  
ĐT: 024.37711070

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP  
THS. KIỀU ĐĂNG TUYẾT

ĐT: 024.38345457

TOÀ SOẠN  
Số 10 Nguyễn Công Hoan  
Phường Giảng Võ - TP. Hà Nội  
ĐT: 024.37711072  
Fax: 024.37711073  
E-mail: tapchinmt@mae.gov.vn  
<http://tapchikhoahoc.nnmt.net.vn>

Giấy phép số:  
23/GP - BVHTTDL  
Bộ Văn hoá, Thể thao và Du lịch  
cấp ngày 25 tháng 4 năm 2025

Chế bản tại Tạp chí  
Nông nghiệp và Môi trường  
In tại Công ty TNHH Sản xuất  
Thương mại Hưng Hà

Đơn vị phát hành: Công ty  
Phát hành báo chí Trung ương  
ĐT: 0913023486

## MỤC LỤC

- NGUYỄN NGỌC BÌNH, NGUYỄN THỊ KIỀU NGỌC, NGUYỄN HOÀNG HÀ, PHẠM NGỌC KHÁNH, TRẦN XUÂN HOÀNG. Nghiên cứu đặc điểm hình thái cây chè Shan tuyết cổ thụ ở xã Đông Phúc, tỉnh Thái Nguyên 3-9
- NGUYỄN THỊ THÚY, TRẦN THỊ THANH TÂM. Khả năng gây bệnh của bốn loài nấm ký sinh côn trùng đối với trưởng thành một gạo *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) trong điều kiện phòng thí nghiệm 10-18
- NGUYỄN HUỲNH MINH ANH, PHAN CHẤN HIỆP, NGUYỄN THANH NGÂN, NGUYỄN ĐỨC TRỌNG, HÀ NGỌC THU, ĐỖ THỊ THÙY DƯƠNG, TRẦN BẢO PHÚ, HUỲNH THANH QUANG, TRẦN TRỌNG KHÔI NGUYỄN, LÊ THỊ MỸ THU, PHAN CHÍ NGUYỄN, NGUYỄN QUỐC KHƯƠNG. Nghiên cứu đặc điểm thổ nhưỡng của phẫu diện đất phù sa nhiễm mặn canh tác bưởi da xanh tại xã Lương Hòa, tỉnh Vĩnh Long 19-27
- HUỲNH THỊ MINH THƯ, HUỲNH NGUYỄN THÙY DƯƠNG, HUỲNH THỊ HỒNG PHẤN, NGUYỄN THỊ MỸ NGỌC, THẠCH BÁ THIÊN, LÊ ĐÌNH ĐÔN, BÙI CÁCH TUYẾN. Phân lập và định danh vi khuẩn vùng rễ một số loài lan có khả năng sinh tổng hợp IAA (Indole-3-Acetic Acid) 28-34
- PHAN THẾ DUY, TRẦN PHÚ QUÝ, NGUYỄN THỊ KIM CHI, LÊ NGUYỄN ĐOAN DUY. Nghiên cứu điều kiện sấy bột xoắn sản xuất bột tảo *Spirulina* 35-44
- LÊ NGUYỄN THIÊN PHÚC, NGUYỄN MINH THÀNH. Đánh giá hiệu quả diệt vi khuẩn *Vibrio parahaemolyticus* của các loại thảo dược chiết xuất bằng quy trình tối ưu 45-54
- NGUYỄN THANH HÒA, NGUYỄN THANH GIAO, LÊ TRẦN THANH LIÊM. Phân tích hiệu quả tài chính và ước tính nhu cầu tiêu thụ năng lượng của mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) theo tiêu chuẩn ASC 55-68
- TÔN THIÊN GIÁP, VÕ THỊ PHƯƠNG THẢO, NGUYỄN NGỌC HÂN, PHẠM NGỌC HÂN, LÊ MINH DUY, TRẦN KHÁNH VI, NGÔ THUY DIỄM TRANG. Ảnh hưởng nồng độ đạm và lân đến hiệu suất sử lý nước thải sau biogas của bèo tai chuột (*Salvinia molesta*) 69-81
- PHAN NHÚT KHANG, TRỊNH CÔNG ĐOÀN, ĐẶNG NHƯ Ý, VÕ QUỐC THÀNH, HUỲNH VƯƠNG THU MINH. Đánh giá tác động của chất lượng dịch vụ đến sự hài lòng của khách hàng tại Công ty Cổ phần Cấp nước Trà Nóc - Ô Môn, thành phố Cần Thơ 82-92
- ĐẶNG THỊ THÁI HÀ, HOÀNG VĂN HÙNG, NGUYỄN PHÚ HÙNG. Đánh giá nhận thức và hành vi sử dụng các loài cây rừng quý hiếm tại vùng đệm Khu Dự trữ Thiên nhiên Thần Sa - Phượng Hoàng, tỉnh Thái Nguyên 93-100

**VIETNAM JOURNAL OF  
AGRICULTURE AND  
ENVIRONMENT**

**p-ISSN 3093-3382  
e-ISSN 3093-3153**

**THE TWENTY FIFTH YEAR  
No. 519 - 2025**

**Editor-in-Chief  
Dr. DAO XUAN HUNG  
Tel: 024.37711070**

**Deputy Editor-in-Chief  
MS. KIEU DANG TUYET**

Tel: 024.38345457

**Head-office**

No 10 Nguyen Cong Hoan  
Giang Vo - Ha Noi - Vietnam  
Tel: 024.37711072  
Fax: 024.37711073  
E-mail: tapchinmt@mae.gov.vn  
<http://tapchikhoahoc.nnmt.net.vn>

License No.23/GP - BVHTTDL issued  
by the Ministry of Culture, Sports and  
Tourism on April 25, 2025

Printing in Hung Ha trading  
production company Limited

**CONTENTS**

- NGUYEN NGOC BINH, NGUYEN THI KIEU NGOC, NGUYEN HOANG HA, PHAM NGOC KHANH, TRAN XUAN HOANG. Study on the morphological characteristics of Shan Tuyet ancient tea trees in Dong Phuc commune, Thai Nguyen 3-9
- NGUYEN THI THUY, TRAN THI THANH TAM. Pathogenicity of four species of entomopathogenic fungi to *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) adult in the laboratory condition 10-18
- NGUYEN HUYNH MINH ANH, PHAN CHAN HIEP, NGUYEN THANH NGAN, NGUYEN DUC TRONG, HA NGOC THU, DO THI THUY DUONG, TRAN BAO PHU, HUYNH THANH QUANG, TRAN TRONG KHOI NGUYEN, LE THI MY THU, PHAN CHI NGUYEN, NGUYEN QUOC KHUONG. Characteristics of salinized alluvial soil for pomelo cultivation in Luong Hoa commune, Vinh Long province 19-27
- HUYNH THI MINH THU, HUYNH NGUYEN THUY DUONG, HUYNH THI HONG PHAN, NGUYEN THI MY NGOC, THACH BA THIEN, LE DINH DON, BUI CACH TUYEN. Isolation and identification of IAA (Indole-3-acetic acid) - producing *Rhizobacteria* from orchid native species 28-34
- PHAN THE DUY, TRAN PHU QUY, NGUYEN THI KIM CHI, LE NGUYEN DOAN DUY. Investigation of foam-mat drying conditions for *Spirulina* powder production 35-44
- LE NGUYEN THIEN PHUC, NGUYEN MINH THANH. Evaluation of the enhancement in antibacterial capability of herbs against *Vibrio parahaemolyticus* using optimized extraction process 45-54
- NGUYEN THANH HOA, NGUYEN THANH GIAO, LE TRAN THANH LIEM. Analysing financial efficiency and estimating energy consumption of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) farming model applying the ASC shrimp standard 55-68
- TON THIEN GIAP, VO THI PHUONG THAO, NGUYEN NGOC HAN, PHAM THI HAN, LE MINH DUY, TRAN KHANH VI, NGO THUY DIEM TRANG. Effect of nitrogen and phosphorus concentrations on the treatment efficiency of biogas effluent of giant salvinia (*Salvinia molesta*) 69-81
- PHAN NHUT KHANG, TRINH CONG DOAN, DANG NHU Y, VO QUOC THANH, HUYNH VUONG THU MINH. Assessing the impact of service quality on customer satisfaction at Tra Noc - O Mon Water Supply Joint Stock Company, Can Tho city 82-92
- DANG THI THAI HA, HOANG VAN HUNG, NGUYEN PHU HUNG. Assessment of perceptions and behaviors regarding the use of rare forest species in the night area of Than Sa - Phuong Hoang Nature Reserve, Thai Nguyen province 93-100

# **NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI CÂY CHÈ SHAN TUYẾT CỔ THỤ Ở XÃ ĐỒNG PHÚC, TỈNH THÁI NGUYÊN**

Nguyễn Ngọc Bình<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Kiều Ngọc<sup>1</sup>,

Nguyễn Hoàng Hà<sup>1</sup>, Phạm Ngọc Khánh<sup>1</sup>, Trần Xuân Hoàng<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Viện Khoa học Kỹ thuật Nông Lâm nghiệp miền núi phía Bắc

\* Email: hoangxuantrannomafsi@gmail.com

## **TÓM TẮT**

Chè Shan tuyết cổ thụ ở xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên có khả năng sinh trưởng tốt, thân gỗ lớn, tán rộng. Cây phân cành ở độ cao 116,3 - 143,3 cm, góc phân cành 36.8 - 74,2°, dạng tán đa dạng (ngang, xiên, đứng). Chu vi thân dao động 67 - 117 cm, mật độ cành trung bình. Lá có diện tích 39,43 - 109,73 cm<sup>2</sup>, hình thái phiến lá nhẵn nhiều, mép có răng cưa nông; màu lá xanh trung bình, xanh nhạt hoặc xanh đậm. Búp màu xanh nhạt, dài 8,6 - 13,4 cm, khối lượng 1,98 - 2,43 g, lông tuyết mức trung bình. Hoa có 5 - 7 cánh, màu trắng hoặc hồng, đường kính 2,60 - 3,33 cm; số chỉ nhị 67 - 108 bao. Quả nhỏ (1,82 - 2,49 cm), 2 - 4 hạt, hạt màu nâu đến nâu sẫm, vỏ dày mỏng khác nhau. Một số cá thể nổi bật có lá lớn (NB - 10, PP - 5, NB - 11) tiềm năng quang hợp cao. Kết quả cho thấy sự đa dạng hình thái giữa các cây, phản ánh tính di truyền và thích nghi sinh thái.

**Từ khóa:** Cây chè Shan tuyết, đặc điểm hình thái thân, lá, hoa, quả, hạt.

## **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Chè Shan tuyết cổ thụ là loài cây sinh trưởng, phát triển tốt trong điều kiện sinh thái vùng núi cao, có thân gỗ lớn, tán rộng và sinh khối lớn. Ngoài giá trị thu hoạch lá và búp, cây chè Shan tuyết còn có vai trò quan trọng trong che phủ đất, bảo vệ môi trường sinh thái và được xem như một dạng cây rừng đặc thù [1]. Do có giá trị kinh tế, sinh thái và văn hóa cao, chè Shan tuyết hiện được xếp vào nhóm cây trồng quý cần được bảo tồn [2].

Việc nghiên cứu, đánh giá đặc điểm hình thái của chè Shan tuyết tại các tiểu vùng sinh thái khác nhau có ý nghĩa quan trọng trong công tác bảo tồn, chọn lọc và phát triển giống chè có năng suất, chất lượng và khả năng chống chịu cao. Tại xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên, các nghiên cứu về đặc điểm hình thái của quần thể chè Shan tuyết cổ thụ còn hạn chế. Vì vậy, việc thực hiện đề tài “Nghiên cứu đặc điểm hình thái cây chè Shan tuyết cổ thụ tại xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên” là cần thiết và có ý nghĩa thực tiễn.

## **2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.1. Nội dung nghiên cứu**

Nghiên cứu đặc điểm hình thái cây chè Shan tuyết cổ thụ ở xã Bằng Phúc, huyện Chợ Đồn, tỉnh Bắc Kạn nay là xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên

### **2.2. Vật liệu nghiên cứu**

- Quần thể cây chè Shan cổ thụ ở độ cao 700 m so với mực nước biển tại xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên [3 - 5].

- Thiết bị đo đếm các chỉ tiêu hình thái chè Shan: Thước dây, thước palme, thước kẻ, kính hiển vi,...

### **2.3. Phương pháp nghiên cứu**

- Phương pháp chọn cây chè Shan tuyết trong quần thể để nghiên cứu: Sử dụng phương pháp thống kê số liệu, quan sát thực tế, đo đếm các chỉ tiêu hình thái, sinh trưởng, đánh giá năng suất, chất lượng để điều tra, đánh giá hiện trạng quần thể chè Shan. Trong quần thể chè Shan từ quan sát hình thái số đông, trước hết loại bỏ những cây

không đạt tiêu chuẩn về hình thái, sau đó đánh dấu cố định các cây đạt yêu cầu về hình thái, năng suất, chất lượng và sức chống chịu. Chăm sóc theo dõi và chọn lọc tiếp; sử dụng phương pháp chọn lọc cá thể để chọn ra cây có hình thái phản ánh khả năng cho năng suất cao, chất lượng tốt, sinh trưởng khỏe, chất lượng tốt trong quần thể chè Shan tại địa phương.

- Phương pháp nghiên cứu đặc điểm hình thái cây chè Shan núi cao dựa vào phương pháp hình thái theo QCVN 01-124:2013/BNNPTNT [6].

- Chỉ tiêu theo dõi: Hình thái thân cành, hình thái lá, búp, hoa, quả chè theo phương pháp của Trung Quốc về mô tả đặc điểm hình thái cây chè [7].

- Phương pháp lấy mẫu: Mẫu búp chè, lá, hoa và quả tiến hành lựa chọn 3 điểm theo đường chéo hình tam giác trên cây, mỗi loại lấy 30 mẫu và lấy giá trị trung bình, mẫu búp, lá, hoa và quả lấy vào

buổi sáng từ 8 - 10 giờ. Mẫu được mô tả tại chỗ, ghi vào biểu mẫu đã chuẩn bị sẵn, chụp ảnh và làm tiêu bản khô.

#### 2.4. Xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm Excel 2010.

#### 2.5. Thời gian nghiên cứu

Tháng 6/2024 - 12/2024.

### 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Kết quả nghiên cứu đặc điểm hình thái thân, cành của cây chè Shan tuyết cổ thụ ở xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên

Kết quả nghiên cứu đặc điểm về hình thái thân, cành của cây chè Shan tuyết cổ thụ tại xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên được trình bày ở bảng 1.

**Bảng 1. Đặc điểm hình thái thân, cành của cây chè Shan tuyết cổ thụ xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên**

TT	Ký hiệu	Vị trí phân cành		Góc phân cành (độ)	Dạng cây	Chu vi thân (cm)	Dạng tán	Mật độ cành
		Độ cao (cm)	Hệ số phân cành (V%)					
1	PP-1	127,5	9,4	45,9	Gỗ	117	Thẳng đứng	Trung bình
2	PP-2	134,2	8,9	56,3	Gỗ	93	Trải rộng	Trung bình
3	PP-3	120,5	6,6	68,5	Gỗ	90	Trải rộng	Trung bình
4	PP-4	118,9	3,4	48,9	Gỗ	88	Nửa đứng	Trung bình
5	PP-5	135,6	6,6	60,5	Gỗ	82	Trải rộng	Trung bình
6	PP-6	116,3	10,3	54,6	Gỗ	78	Trải rộng	Trung bình
7	PP-7	125,7	10,3	47,3	Gỗ	85	Nửa đứng	Trung bình
8	PP-8	134,2	6,7	36,8	Gỗ	67	Thẳng đứng	Trung bình
9	NB-9	124,6	10,4	40,7	Gỗ	108	Nửa đứng	Trung bình
10	NB-10	139	2,9	74,2	Gỗ	95	Trải rộng	Trung bình
11	NB-11	132,5	5,3	45,3	Gỗ	94	Nửa đứng	Trung bình
12	NB-12	124,5	5,6	60,4	Gỗ	81	Trải rộng	Trung bình
13	NB-13	127,5	4,7	55,2	Gỗ	75	Trải rộng	Trung bình
14	BC-14	143,3	8,4	43,3	Gỗ	100	Nửa đứng	Trung bình
15	BC-15	137,6	7,3	45	Gỗ	75	Nửa đứng	Trung bình

*Ghi chú: PP: Phiêng Phụng; NB: Nà Bay; BC: Bản Chang; số liệu theo dõi năm 2024.*

Vị trí phân cành dao động từ 116,3 - 143,3 cm, trong đó thấp nhất ở cây PP-6 (116,3 cm) và cao nhất ở cây BC-14 (143,3 cm). Hệ số phân cành (V%) biến động trong khoảng từ 2,9 - 10,4. Góc phân cành dao động từ 36,8 - 74,2° trong đó thấp nhất ở cây PP-8 (36,8°), cao nhất ở cây NB - 10

(74,2°). Cây chè Shan tuyết cổ thụ có thân gỗ, chu vi thân dao động từ 67 - 117 cm, trong đó thấp nhất ở cây PP-8 (67 cm) và cao nhất ở cây PP - 1 (117 cm). Dạng tán rất đa dạng với 3 loại hình: trải rộng, thẳng đứng, nửa đứng với mật độ cành trung bình.

**3.2. Kết quả nghiên cứu đặc điểm hình thái lá cây chè Shan tuyết cổ thụ ở xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên**

Lá là bộ phận quan trọng cho quang hợp của cây, đối với cây chè đặc điểm hình thái lá là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá sinh trưởng của cây và

chọn tạo giống chè, những giống chè cho năng suất cao thường có diện tích lá lớn. Lá chè Shan tuyết cổ thụ thường có diện tích lá lớn và tỷ lệ dài/rộng > 2. Kết quả nghiên cứu đặc điểm hình thái lá chè Shan tuyết cổ thụ Đồng Phúc, số liệu được trình bày ở bảng 2.

**Bảng 2. Đặc điểm hình thái lá chè Shan tuyết cổ thụ ở xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên**

TT	Ký hiệu	Dài lá (cm)	Rộng lá (cm)	Diện tích lá (cm <sup>2</sup> )	Bề mặt phiến lá	Răng cưa	Màu sắc lá	Chóp lá
1	PP- 1	16,30	6,30	71,88	Nhăn nhiều	Nông	Xanh trung bình	Nhọn
2	PP- 2	17,80	6,50	80,99	Nhăn nhiều	Nông, sâu	Xanh nhạt	Nhọn
3	PP- 3	15,50	7,00	75,95	Nhăn nhiều	Nông, sâu không đều	Xanh đậm	Nhọn
4	PP- 4	17,70	6,60	81,77	Nhăn nhiều	Nông	Xanh trung bình	Nhọn
5	PP- 5	18,30	6,80	87,11	Nhăn, mép lá lượn sóng ít	Nông	Xanh trung bình	Nhọn
6	PP- 6	15,10	5,80	61,31	Nhăn, mép lá lượn sóng trung bình	Nông	Xanh trung bình	Nhọn
7	PP- 7	13,10	4,30	39,43	Nhăn ít	Nông, sâu không đều	Xanh trung bình	Nhọn
8	PP- 8	15,00	5,00	52,50	Nhăn nhiều	Nông	Xanh trung bình	Nhọn
9	NB- 9	13,60	5,10	48,55	Nhăn nhiều	Nông	Xanh đậm	Nhọn
10	NB- 10	20,90	7,50	109,73	Nhăn nhiều	Nông	Xanh trung bình	Nhọn
11	NB- 11	19,50	6,30	86,00	Nhăn ít	Nông	Xanh trung bình	Nhọn
12	NB- 12	15,10	6,20	65,53	Nhăn nhiều, mép lá lượn sóng trung bình	Nông	Xanh trung bình	Nhọn
13	NB- 13	14,90	6,10	63,62	Nhăn ít	Nông	Xanh trung bình	Nhọn
14	BC- 14	13,00	6,20	56,42	Nhăn nhiều	Trung bình không đều	Xanh đậm	Tù
15	BC- 15	12,00	6,50	54,60	Nhăn nhiều	Nông, sâu không đều	Xanh nhạt	Nhọn mũi

*Ghi chú: PP: Phiêng Phụng; NB: Nà Báy; BC: Bản Chang; số liệu theo dõi năm 2024*

- Về chiều dài lá của chè Shan tuyết cổ thụ dao động từ 12,0 - 20,9 cm. Chiều rộng lá từ 4,3 - 7,5 cm. Chiều dài và chiều rộng lá giữa các cây có

khoảng dao động khá lớn nên diện tích lá dao động từ 39,43 - 109,73 cm<sup>2</sup>, trong đó cây NB-10 có diện tích lá lớn nhất (109,73 cm<sup>2</sup>).

- Về bề mặt phiến lá phổ biến là dạng gồ ghề, một số cây có bề mặt phiến lá nhẵn ít, một số ít cây có phiến lá nhẵn (PP-6), mép lá lượn sóng ít, trung bình (PP-5, NB-12). Răng cưa ở đa số các cây đều nông, ở một số cây (PP-3, PP-7, BC-15) có răng cưa nông sâu không đều và trung bình không đều (BC-14).

- Màu sắc lá phân hóa thành ba nhóm chính: xanh nhạt (PP-2, BC-15), xanh đậm (PP-3, NB-9, BC-14) và xanh trung bình. Hình thái chóp lá chủ yếu là nhọn, chỉ có một số trường hợp nhọn mũi (BC-15) hoặc Tù (BC-14).

- Về diện tích lá: Các cây chè Shan tuyết cổ thụ có diện tích lá lớn (NB-10, PP-5, NB-11) có tiềm năng quang hợp mạnh hơn, trong khi những cây có diện tích lá nhỏ (PP-7, BC-14, BC-15) có thể thích ứng tốt hơn trong điều kiện khí hậu khắc

nghiệt. Đây là một trong những tiêu chí đánh giá quan trọng trong công tác chọn tạo giống.

### 3.3. Kết quả nghiên cứu đặc điểm hình thái búp chè Shan tuyết cổ thụ xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên

Tại xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên cây chè Shan tuyết cổ thụ hiện hữu như một biểu tượng văn hóa của địa phương, tuy nhiên thu hoạch từ cây chè không phải là thu nhập chính của người dân, do đó đa số diện tích chè Shan tuyết cổ thụ được canh tác hoàn toàn tự nhiên, ít có sự đầu tư chăm sóc của người dân, vì vậy năng suất không cao so với các vùng chè Shan tuyết cổ thụ khác. Kết quả nghiên cứu đặc điểm hình thái búp chè Shan tuyết cổ thụ ở xã Đồng Phúc được trình bày ở bảng 3.

**Bảng 3. Đặc điểm hình thái búp chè Shan tuyết cổ thụ xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên**

TT	Ký hiệu	Màu sắc búp	Chiều dài búp 1 tôm 3 lá (cm)	Khối lượng búp 1 tôm 3 lá (g)	Mật độ lông tuyết
1	PP- 1	Xanh nhạt	10,5	2,05	Trung bình
2	PP- 2	Xanh nhạt	12,4	2,34	Trung bình
3	PP- 3	Xanh nhạt	9,6	2,2	Trung bình
4	PP- 4	Xanh nhạt	9	1,98	Trung bình
5	PP- 5	Xanh nhạt	8,7	2,43	Trung bình
6	PP- 6	Xanh nhạt	9,5	2,38	Trung bình
7	PP- 7	Xanh nhạt	13,4	2,24	Trung bình
8	PP- 8	Xanh nhạt	10,3	2,34	Trung bình
9	NB-9	Xanh nhạt	11	2,2	Trung bình
10	NB-10	Xanh nhạt	8,9	2,24	Trung bình
11	NB-11	Xanh nhạt	8,6	2,19	Trung bình
12	NB-12	Xanh nhạt	9,5	2,31	Trung bình
13	NB-13	Xanh nhạt	12,7	2,3	Trung bình
14	BC-14	Xanh nhạt	10,5	2,26	Trung bình
15	BC-15	Xanh nhạt	9,7	2,31	Trung bình

*Ghi chú: PP: Phiêng Phung; NB: Nà Bay; BC: Bản Chang; số liệu theo dõi năm 2024*

Về màu sắc búp chè Shan tuyết cổ thụ tại xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên tương đối đồng nhất, chủ yếu có màu xanh nhạt. Chiều dài búp 1 tôm 3 lá dao động từ 8,6 cm (NB-11) đến 13,4 cm (PP-7), khối lượng búp dao động từ 1,98 g (PP-4) đến 2,43 g (PP-5). Mức độ lông tuyết trên búp được đánh giá ở mức trung bình ở tất cả các cá thể.

### 3.4. Kết quả nghiên cứu đặc điểm hình thái hoa của cây chè Shan tuyết cổ thụ tại xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên

Đặc điểm hình thái hoa, quả được quyết định bởi di truyền của từng cá thể riêng biệt. Nghiên cứu về đặc điểm hình thái hoa ở các cá thể chè Shan tuyết cổ thụ tại xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên cho thấy:

- Về đường kính hoa dao động từ 2,60 - 3,33 cm trong đó cây NB-10 có đường kính hoa lớn nhất (3,33 cm). Chiều dài nhị dao động từ 0,60 - 0,92 cm, trong đó NB-12 có chiều dài nhị lớn nhất (0,92 cm). Số chỉ nhị dao động từ 67 - 108 bao, trong đó cây NB - 13 có số chỉ nhị nhiều nhất (108 bao). Độ sâu xẻ thùy dao động từ 2,6 mm (PP-6, NB-12) đến 6,2 mm (NB-10).

- Về chiều dài nhụy dao động trong khoảng 0,82 - 1,07 cm. Lòng bầu nhụy có ở các mức độ thưa (PP-1, NB-13), trung bình (PP-2, PP-3, PP-6, PP-7, NB-10, BC-15), dày (các cây còn lại).

- Số cánh hoa dao động từ 5 - 7 cánh, trong đó phổ biến nhất là 6 cánh (10/15 mẫu). Màu sắc cánh hoa chủ yếu là màu trắng, một số cây có cánh hoa màu hồng (PP-4, PP-5, PP-6, NB-9, BC-14, BC-15).

**Bảng 4. Đặc điểm hình thái hoa của cây chè Shan tuyết cổ thụ tại xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên**

TT	Ký hiệu	Đường kính hoa (cm)	Chiều dài nhị (cm)	Số chỉ nhị (bao)	Độ sâu xẻ thùy (mm)	Chiều dài nhụy (cm)	Mật độ lòng bầu nhụy	Số cánh hoa	Màu sắc cánh hoa trong
1	PP-1	2,93	0,89	91,00	4,40	0,99	Thưa	6	Trắng
2	PP-2	2,99	0,60	80,00	4,20	0,84	Trung bình	6	Trắng
3	PP-3	3,27	0,74	77,00	3,80	0,98	Trung bình	6	Trắng
4	PP-4	3,02	0,71	78,00	3,80	0,93	Dày	5	Hồng
5	PP-5	2,74	0,79	89,00	4,40	0,93	Dày	6	Hồng
6	PP-6	2,60	0,85	99,00	2,60	1,07	Trung bình	5	Hồng
7	PP-7	3,30	0,74	93,00	4,80	0,82	Trung bình	6	Trắng
8	PP-8	3,30	0,91	90,00	4,80	1,02	Dày	7	Trắng
9	NB-9	2,74	0,87	83,00	6,00	1,01	Dày	6	Hồng
10	NB-10	3,33	0,69	104,00	6,20	0,89	Trung bình	6	Trắng
11	NB-11	2,97	0,74	90,00	5,00	0,89	Dày	6	Trắng
12	NB-12	3,06	0,92	67,00	2,60	1,00	Dày	7	Trắng
13	NB-13	2,79	0,84	108,00	5,20	0,96	Thưa	6	Trắng
14	BC-14	3,21	0,81	104,00	2,80	0,92	Dày	5	Hồng
15	BC-15	2,93	0,82	83,00	4,20	0,93	Trung bình	6	Hồng

*Ghi chú: PP: Phiêng Phung; NB: Nà Bay; BC: Bản Chang; số liệu theo dõi năm 2024.*

Như vậy, đặc điểm hình thái hoa chè Shan tuyết cổ thụ ở xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên thể hiện sự đa dạng về kích thước, cấu trúc và hình thái bao hoa. Sự khác biệt này có thể liên quan đến yếu tố di truyền và điều kiện sinh thái tại khu vực phân bố.

**3.5. Kết quả nghiên cứu đặc điểm hình thái quả của cây chè Shan tuyết cổ thụ tại xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên**

Đặc điểm hình thái quả là một trong những tiêu chí trong đánh giá, chọn tạo và phân loại giống chè. Đối với các quần thể chè Shan tuyết cổ thụ tại xã Đồng Phúc, cây chè sinh trưởng tự nhiên trên núi cao không có sự chăm sóc bổ sung dinh dưỡng, bởi vậy mật độ quả chè trên cây tương đối thấp, đường kính quả nhỏ, hạt nhỏ, độ dày vỏ quả trung bình, kết quả được thể hiện ở bảng 5.

**Bảng 5. Đặc điểm hình thái quả của cây chè Shan tuyết cổ thụ tại xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên**

TT	Ký hiệu	Đường kính quả (cm)		Đường kính hạt (cm)		Dày vỏ quả (mm)	Số hạt/quả	Màu sắc hạt
		Rộng	Hẹp	Rộng	Hẹp			
1	PP- 1	2,31	1,62	0,70	0,47	2,17	3	Nâu
2	PP- 2	2,03	1,56	0,74	0,56	2,16	3	Nâu sẫm
3	PP- 3	2,38	1,68	0,76	0,56	1,93	4	Nâu
4	PP- 4	1,82	1,56	0,67	0,55	1,21	3	Nâu sẫm

TT	Ký hiệu	Đường kính quả (cm)		Đường kính hạt (cm)		Dày vỏ quả (mm)	Số hạt/quả	Màu sắc hạt
		Rộng	Hẹp	Rộng	Hẹp			
5	PP-5	1,96	1,33	0,84	0,57	2,19	3	Nâu đen
6	PP-6	1,84	1,35	0,82	0,52	1,59	3	Nâu
7	PP-7	2,04	1,53	0,85	0,46	2,06	2	Nâu sẫm
8	PP-8	2,33	1,26	0,68	0,43	1,58	3	Nâu
9	NB-9	2,05	1,61	0,78	0,56	2,27	3	Nâu
10	NB-10	2,27	1,65	0,8	0,38	1,99	3	Nâu
11	NB-11	1,86	1,56	0,72	0,45	1,09	4	Nâu sẫm
12	NB-12	2,49	1,41	0,72	0,41	1,1	4	Nâu sẫm
13	NB-13	1,91	1,2	0,84	0,5	2,24	3	Nâu
14	BC-14	1,94	1,28	0,78	0,57	1,42	3	Nâu
15	BC-15	2,2	1,27	0,87	0,43	1,45	2	Nâu

*Ghi chú: PP: Phiêng Phung; NB: Nà Bay; BC: Bản Chang; số liệu theo dõi năm 2024.*

Về đường kính quả biến động trong khoảng 1,82 - 2,49 cm, trong đó quả nhỏ nhất ở mẫu PP-4 (1,82 cm) và lớn nhất ở NB-12 (2,49 cm). Đường kính hạt dao động từ 0,67 - 0,87 cm (theo chiều rộng) và 0,38 - 0,57 cm (theo chiều hẹp), phản ánh sự khác biệt nhất định về kích thước hạt giữa các cá thể theo dõi.

Độ dày vỏ quả cũng có sự khác biệt, mỏng nhất ở NB-11 (1,09 mm) và dày nhất ở NB-9 (2,27 mm). Màu sắc hạt chủ yếu là nâu và nâu sẫm, duy nhất cây PP-5 có hạt màu nâu đen, cho thấy sự đa dạng nhất định nhưng vẫn duy trì tính ổn định về đặc điểm màu hạt trong quần thể theo dõi.

#### **4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ**

##### **4.1. Kết luận**

- Cây chè Shan tuyết cổ thụ ở xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên có góc phân cành dao động từ 36,8 - 74,2°, thân có dạng thân gỗ, dạng tán từ thẳng đứng, nửa đứng đến trải rộng, mật độ cành ở mức trung bình.

- Lá có màu xanh trung bình, xanh nhạt, xanh đậm; chóp lá nhọn, tù, nhọn mũi; bề mặt phiến lá nhẵn nhiều hoặc nhẵn ít, mép lá có lượn sóng, răng cưa nông, sâu. Kích thước lá có sự khác biệt lớn, dao động từ 39,43 - 109,73 cm<sup>2</sup>.

- Búp có màu xanh nhạt, chiều dài búp 1 tôm 3 lá dao động từ 8,6 - 13,4 cm, khối lượng búp dao động từ 1,98 - 2,43 g. Mật độ lông tuyết trên búp được đánh giá ở mức trung bình.

- Hoa có 5 - 7 cánh, có màu trắng hoặc hồng, đường kính hoa dao động từ 2,60 - 3,33 cm, số chỉ nhị dao động từ 67 - 108 bao. Độ sâu xẻ thùy từ 2,6 - 6,2 mm.

- Quả có 2 - 4 hạt, kích thước quả dao động từ 1,82 - 2,49 cm. Đường kính hạt dao động từ 0,67 - 0,87 cm (theo chiều rộng) và 0,38 - 0,57 cm (theo chiều hẹp). Hạt có màu nâu hoặc nâu sẫm.

##### **4.2. Đề nghị**

- Tiếp tục tiến hành nghiên cứu đặc điểm sinh trưởng, phát triển, năng suất của từng quần thể để đánh giá phân loại quần thể, từ đó có định hướng bảo tồn và khai thác phù hợp đối với từng quần thể chè Shan tuyết cổ thụ tại xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên.

- Nghiên cứu về kỹ thuật nhân giống, thâm canh và chế biến chè Shan tuyết cổ thụ tại xã Đồng Phúc, tỉnh Thái Nguyên, nhằm phát triển mạnh các vùng chè Shan tuyết đặc sản, góp phần xóa đói giảm nghèo cho vùng đồng bào dân tộc thiểu số ở vùng miền núi phía Bắc.

##### **LỜI CẢM ƠN**

*Đây là nội dung thực hiện của Đề tài: “Nghiên cứu bảo tồn và phát triển quần thể chè Shan tuyết cổ thụ (Camellia sinensis var. Shan) gắn với du lịch sinh thái tại xã Bằng Phúc, huyện Chợ Đồn, tỉnh Bắc Kạn”.*

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Hoàng Văn Chung (2012). *Nghiên cứu tuyển chọn cây đầu dòng và một số biện pháp kỹ thuật nhân giống, trồng mới chè Shan vùng núi cao tỉnh Bắc Kạn*. Luận án Tiến sĩ Nông nghiệp. Đại học Thái Nguyên.
2. Ngọc Tú (2023). Bảo tồn khẩn cấp chè Shan tuyết cổ thụ. <https://nongnghiepmoitruong.vn/bao-ton-khan-cap-che-shan-tuyet-co-thud364021.html>. Ngày truy cập 10/8/2025.
3. Lưu Ngọc Quyến (2019). Báo cáo tổng kết dự án: “*Ứng dụng khoa học công nghệ tổ chức sản xuất, chế biến và tiêu thụ chè Shan Tuyết tại Bằng Phúc, huyện Chợ Đồn, tỉnh Bắc Kạn*”. Viện Khoa học Kỹ thuật Nông Lâm nghiệp miền núi phía Bắc.
4. Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Bắc Kạn (2020). *Thực trạng sản xuất chè bền vững trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn*. Tài liệu hội nghị thúc đẩy phát triển sản xuất chè bền vững (12/6/2020), tr 108 - 114.
5. Tuấn Sơn (2024). Chè Shan tuyết cổ thụ nơi cội nguồn sông Cầu ([https://nhandan.vn/che-shan-tuyet-co-noi-thuong-nguon-song-caupost811172.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://nhandan.vn/che-shan-tuyet-co-noi-thuong-nguon-song-caupost811172.html?utm_source=chatgpt.com)), ngày truy cập 15/8/2025.
6. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 01 - 124:2013/BNNPTNT về *khảo nghiệm tính khác biệt, tính đồng nhất và tính ổn định của giống chè*.
7. Chen Liang, Yang YaJun & Yu Fulian (2005a). *Descriptors and data standard for tea (Camellia spp.)*. China Agricultural Press: Beijing, pp. 1 - 73

**STUDY ON THE MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SHAN TUYET ANCIENT TEA TREES IN DONG PHUC COMMUNE, THAI NGUYEN PROVINCE**

Nguyen Ngoc Binh<sup>1</sup>, Nguyen Thi Kieu Ngoc<sup>1</sup>,

Nguyen Hoang Ha<sup>1</sup>, Pham Ngoc Khanh<sup>1</sup>, Tran Xuan Hoang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Northern Mountainous Agriculture and Forestry Science Institute

**Abstract**

Shan Tuyet ancient tea trees in Dong Phuc commune exhibit vigorous growth, large woody stems, and broad canopies. Branching occurs at heights ranging from 116.3 to 143.3 cm, with branch angles between 36.8° and 74.2° and canopy forms varying from spreading to semi upright or upright. Stem circumference ranges from 67 to 117 cm, with medium branch density. Leaves measure 39.43 - 109.73 cm<sup>2</sup> in area, with rough lamina, shallow serrated margins, and green to light, medium or dark green coloration. Buds are light green, 8.6 - 13.4 cm in length, weighing 1.98 - 2.43 g and covered with a moderate density of trichomes. Flowers bear 5 - 7 petals, white to pink in color, with diameters of 2.60 - 3.33 cm, and 67 - 108 stamens. Fruits are relatively small (1.82 - 2.49 cm), containing 2 - 4 seeds, with seed coats ranging from brown to dark brown and variable thickness. Several individuals (NB-10, PP-5, NB-11) possess relatively larger leaves, suggesting higher photosynthetic potential. The observed morphological diversity among trees reflects underlying genetic variation and ecological adaptation, providing a valuable basis for conservation and sustainable utilization of Shan tuyet genetic resources.

**Keywords:** *Shan tuyet tea plants; morphological characteristics, stems, leaves, buds, flowers, fruits, seeds.*

**Ngày nhận bài:** 25/6/2025

**Ngày chuyển phản biện:** 16/7/2025

**Ngày thông qua phản biện:** 15/9/2025

**Ngày duyệt đăng:** 30/10/2025

# KHẢ NĂNG GÂY BỆNH CỦA BỐN LOÀI NẤM KÝ SINH CÔN TRÙNG ĐỐI VỚI TRƯỞNG THÀNH MỘT GẠO *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) TRONG ĐIỀU KIỆN PHÒNG THÍ NGHIỆM

Nguyễn Thị Thúy<sup>1,\*</sup>, Trần Thị Thanh Tâm<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Vinh

\*Email: thuyntvinhuni@gmail.com

## TÓM TẮT

Nghiên cứu khả năng gây bệnh của 4 loài nấm ký sinh côn trùng *Cordyceps javanica*, *Beauveria bassiana*, *Beauveria amorpha* và *Metarhizium anisopliae* đối với trưởng thành một gạo *Sitophilus oryzae* được thực hiện trong điều kiện phòng thí nghiệm. Các thử nghiệm sinh học được tiến hành bằng cách đưa 10 trưởng thành một gạo vào trong hộp nhựa (13 x 10 x 10 cm) có chứa 50 g gạo và 2 g nấm ký sinh côn trùng, ở nhiệt độ  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  và độ ẩm  $70 \pm 2\%$  RH. Theo dõi tỷ lệ chết và mọc nấm trong khoảng thời gian 5 - 35 ngày sau xử lý. Đánh giá khả năng gây bệnh của 4 loài nấm ký sinh côn trùng đối với trưởng thành một gạo dựa vào 5 chỉ tiêu: Tỷ lệ chết, thời gian gây chết trung bình, tỷ lệ mọc nấm, chu kỳ phát triển và hình thành bào tử nấm. Kết quả nghiên cứu đã đánh giá và tuyển chọn được loài nấm *Cordyceps javanica* có tiềm năng để ứng dụng phòng, chống một gạo: Tỷ lệ chết của một gạo  $86,67 \pm 2,46\%$ ; thời gian gây chết trung bình ( $LT_{50}$ )  $12,15 \pm 0,54$  ngày; tỷ lệ mọc nấm  $69,23 \pm 1,63\%$ ; thời gian chu kỳ phát triển  $17,43 \pm 0,87$  ngày và nồng độ bào tử hình thành  $2,3 \times 10^7$  (bào tử/mọt).

**Từ khóa:** *Beauveria amorpha*, *Beauveria bassiana*, *Cordyceps javanica*, *Metarhizium anisopliae*, một gạo.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự phá hại của côn trùng trong kho là một trong những nguyên nhân chủ yếu gây ra sự tổn thất trong bảo quản nông sản. Nghiên cứu của Alavi và cs (2012) [1] đã tổng hợp dữ liệu từ các nghiên cứu khác nhau do FAO thực hiện, cho thấy tổn thất sau thu hoạch trong chuỗi giá trị lúa gạo ở các nước Đông Nam Á từ 10 - 37%, Trung Quốc từ 8 - 26%, Việt Nam từ 10 - 25% và một trong các giai đoạn gây hao hụt nhiều nhất là bảo quản trong kho. Trong các loài côn trùng hại kho thì một gạo *Sitophilus oryzae* là đối tượng gây hại phổ biến. Sâu mọt trực tiếp gây thiệt hại về khối lượng nông sản, làm giảm chất lượng, giảm giá trị thương phẩm, gây mùi khó chịu, màu sắc không bình thường và ảnh hưởng đến sức khỏe của con người và động vật khi sử dụng nông sản đó [2, 3].

Để có nông sản bảo quản an toàn, hướng nghiên cứu về khả năng gây bệnh và ứng dụng

nấm ký sinh côn trùng trong phòng, chống một gạo được xem như một giải pháp hữu ích và ngày càng được quan tâm. Cho đến nay, trên thế giới đã có các nghiên cứu cơ bản về sự gây bệnh của nấm ký sinh côn trùng như: Nghiên cứu về các giai đoạn, chu kỳ phát triển của nấm trên vật chủ côn trùng [4 - 7]; nghiên cứu về sự xâm nhập, phát triển bên trong và gây chết vật chủ côn trùng của nấm [4, 8, 9]; nghiên cứu về khả năng hình thành và phát tán bào tử ở pha hoại sinh [6, 7]. Thử nghiệm các loài nấm *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* và *Isaria fumosorosea* cho thấy, có hiệu lực cao đối với một gạo *Sitophilus oryzae*, một thóc *Sitophilus granarius* [10 - 12]. Mặt khác, khi kết hợp 2 loài nấm *B. bassiana* với *I. fumosorosea*, hoặc *B. bassiana* với *M. anisopliae* giúp tăng khả năng gây chết cho mọt cao hơn so khi sử dụng riêng từng loài, với tỷ lệ chết đạt 80 - 100% trên một ngô *S. zeamais*, một gạo *S. oryzae*,

một đục hạt lớn *Prostephanus truncatus* và một thóc *S. granarius* [13 - 15]. Bên cạnh đó, sử dụng nấm *B. bassiana* và kết hợp với thuốc fipronil giúp tăng hiệu lực đối với 4 loài một là *T. castaneum*, *Rhizophthera dominica*, *S. granarius* và *Trogoderma granarium* trong điều kiện bảo quản dài ngày [16]. Ở Việt Nam, kết quả thử nghiệm cho thấy, nấm *B. bassiana* có khả năng ký sinh, gây chết cho 3 loài là một ngô *S. zeamais*, một hại quả khô *Carpophilus hemipterus* và một khuẩn đen *Alphitobius diaperinus*, đạt hiệu lực cao trong điều kiện phòng thí nghiệm [17]; có một số dẫn liệu nghiên cứu bước đầu về chu kỳ phát triển của nấm *Isaria javanica* trên sâu khoang [18]. Nhìn chung, cho đến nay, chủ yếu các thử nghiệm để đánh giá hiệu lực của nấm ký sinh côn trùng đối với một; còn về khả năng gây bệnh của nấm trên một ít được nghiên cứu.

Mặt khác, trong thành phần một hại nông sản thì một gạo *S. oryzae* là một trong những loài gây hại nghiêm trọng và phổ biến nhất. Sử dụng thuốc hóa học trừ một thường để lại tồn dư trong nông sản. Vì vậy, nghiên cứu nhằm đánh giá khả năng gây bệnh của 4 loài nấm *C. javanica*, *B. amorpha*, *B. bassiana* và *M. anisopliae* làm cơ sở để tuyển chọn được loài nấm tiềm năng ứng dụng trong kiểm soát một hại kho là rất cần thiết.

## **2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.1. Đối tượng và vật liệu nghiên cứu**

#### *2.1.1. Đối tượng nghiên cứu*

Bốn loài nấm ký sinh côn trùng thu thập ở tỉnh Nghệ An gồm: *Cordyceps javanica* (Friederichs & Bally) Kepler, B. Shrestha & Spatafora (*Isaria javanica* (Bally Friederichs & Bally) Samson & Hywel-Jones); *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill; *Beauveria amorpha* (Höhnelt) Minnis, S. A. Rehner & Humber; *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin.

#### *2.1.2. Vật liệu nghiên cứu*

Một gạo *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae) được thu thập trong kho bảo quản nông sản tại thành phố Vinh, tỉnh Nghệ An (địa danh trước 01/7/2025).

Nguyên liệu: Đường, khoai tây, agar, gạo lứt, cám, trấu, cồn, nước.

#### *2.1.3. Thiết bị, dụng cụ*

Thiết bị: Tủ hấp tiệt trùng, buồng nuôi cấy, kính hiển vi, tủ định ôn, tủ sấy.

Dụng cụ: Đĩa petri, hộp nhựa, túi bóng, bộ dụng cụ nuôi cấy nấm.

## **2.2. Phương pháp nghiên cứu**

### *2.2.1. Chuẩn bị nguồn nấm ký sinh côn trùng và một gạo*

Nhân giống nấm trên môi trường PDA (Potato Dextrose Agar) khoảng 10 - 12 ngày; nhân sinh khối trên môi trường rắn gồm 150 g gạo lứt + cám + trấu + nước (tỷ lệ 5: 4: 1: 2) đựng trong túi nilon dung tích 1 kg và được hấp tiệt trùng. Sau khi cấy, nấm được nuôi ở nhiệt độ  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , độ ẩm  $70 \pm 2\%$ , thu sinh khối nấm sau 16 - 18 ngày và được sử dụng cho các thí nghiệm.

Một gạo thể hệ bố mẹ được thu thập trong kho bảo quản tại thành phố Vinh (nay là phường Thành Vinh và Vinh Hưng), tỉnh Nghệ An, sau đó đưa về nuôi trên gạo trong các hộp nhựa có phủ bằng vải màn thông khí để lấy thế hệ con. Một con tiếp tục nuôi đến trưởng thành để sử dụng cho các thí nghiệm.

#### *2.2.2. Bố trí thí nghiệm*

Các nghiên cứu được áp dụng theo phương pháp của Posada và Vega (2005) [6], Hendrwan và Yusof (2006) [13], Yacoub (2018) [15], Spiridon và cs (2019) [12]. Các thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại, mỗi lần 3 hộp. Điều kiện thực hiện ở nhiệt độ  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , độ ẩm  $70 \pm 2\%$  RH, hộp nhựa kích thước 13 x 10 x 10 cm tại phòng thí nghiệm Viện Nông nghiệp và Tài nguyên, Trường Đại học Vinh.

Thí nghiệm gồm 4 công thức tương ứng với 4 loài nấm: *C. javanica*, *B. bassiana*, *B. amorpha* và *M. Anisopliae*, nồng độ  $3,5 \times 10^8$  bào tử/g, liều lượng sinh khối nấm 2 g/hộp; công thức đối chứng không lây nhiễm nấm; trong mỗi hộp có 10 trường thành một gạo và 50 g gạo. Theo dõi tỷ lệ chết của một gạo sau 5, 10, 15, 20, 25, 30 ngày xử lý nấm.

Một gạo bị chết sau khi lây nhiễm nấm được để trong đĩa petri có lót giấy thấm nước cát vô trùng giữ ẩm. Theo dõi khả năng mọc nấm và thời gian phát triển của các loài nấm trên xác chết một gạo sau 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 ngày xử lý.

### 2.2.3. Chỉ tiêu theo dõi và xử lý số liệu

Khả năng gây bệnh của 4 loài nấm trên trường thành một gạo được đánh giá qua 5 chỉ tiêu như: Tỷ lệ một chết, thời gian gây chết trung bình, tỷ lệ mọc nấm, thời gian phát triển của nấm trên một gạo và nồng độ bào tử hình thành.

- Tỷ lệ chết của một gạo sau xử lý nấm (%):

Trong phòng thí nghiệm tính theo công thức của Abbott (1925) [19].

$$K (\%) = [(C_a - T_a) / C_a] \times 100$$

Trong đó: K là tỷ lệ chết;  $C_a$  là số cá thể sống ở công thức đối chứng;  $T_a$  là số cá thể sống ở công thức thí nghiệm sau khi xử lý nấm.

- Thời gian gây chết trung bình  $LT_{50}$  (ngày) là thời gian làm 50% số cá thể một gạo trong thí nghiệm bị chết.

- Tỷ lệ mọc nấm trên xác chết một gạo (%) = (số lượng một gạo chết có mọc nấm/số lượng một gạo được xử lý nấm) x 100.

- Chu kỳ phát triển (CKPT) của nấm được tính từ khi bào tử nấm nảy mầm, xâm nhập và gây chết một (pha gây bệnh); đến khi sợi nấm mọc ra, hình thành và phát tán bào tử mới trên xác chết một (pha hoại sinh).

- Tỷ lệ một gạo có nấm hoàn thành chu kỳ phát triển (%) = (số lượng một gạo chết có nấm hoàn thành CKPT/số lượng một gạo được xử lý nấm) x 100.

- Xác định thời gian các giai đoạn và CKPT của các loài nấm trên một gạo.

- Số liệu thu thập được xử lý bằng phần mềm IRRISTAT version 5.0

## 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Khả năng gây chết đối với trường thành một gạo *S. oryzae* của 4 loài nấm ký sinh côn trùng ở điều kiện phòng thí nghiệm

#### 3.1.1. Tỷ lệ chết của trường thành một gạo sau xử lý nấm

Quá trình điều tra trong kho bảo quản nông sản tại thành phố Vinh (nay là phường Thành Vinh và Vinh Hưng), tỉnh Nghệ An cho thấy, một gạo *S. oryzae* là một trong những loài gây hại mạnh và

phổ biến. Đánh giá khả năng gây bệnh của 4 loài nấm: *C. javanica*, *B. bassiana*, *B. amorpha* và *M. anisopliae* đối với trường thành một gạo *S. oryzae* với nồng độ  $3,5 \times 10^8$  bào tử/g, liều lượng sinh khối nấm 2 g/hộp.

Kết quả thí nghiệm được thể hiện ở bảng 1 cho thấy, cả 4 loài nấm ký sinh côn trùng đều có khả năng gây chết cho trường thành một gạo, với tỷ lệ chết đạt khá cao và tăng dần theo thời gian lây nhiễm nấm sau 5, 10, 15, 20, 25, 30 ngày. Trong đó, tỷ lệ một chết đạt cao nhất ở 2 công thức sử dụng nấm *C. javanica* là 86,67% và *B. bassiana* là 82,76%; tiếp đến là nấm *B. amorpha* với 75,86% và thấp nhất đối với nấm *M. anisopliae* chỉ đạt 65,52% sau 30 ngày xử lý (sai khác nhau có ý nghĩa thống kê ở mức  $P < 0,05$ ).

Các dẫn liệu trên thế giới cũng cho thấy, nấm ký sinh côn trùng có khả năng ký sinh và gây chết cho nhiều một hại nông sản như một gạo, một ngô, một thóc... Nấm *B. bassiana* gây chết một gạo *S. oryzae* đạt tỷ lệ khá cao là 75,80% sau 25 ngày [10]. Sử dụng 2 loài *B. bassiana* và *Clonostachys rosea* lây nhiễm cho trường thành một đục quả cà phê *Hypothenemus hampei* cho tỷ lệ chết rất cao, tương ứng là 100% và 82,5% sau 21 ngày lây nhiễm [7]. Thử nghiệm 2 loài nấm *M. anisopliae* và *I. fumosorosea* trên một gạo *S. oryzae* cũng cho tỷ lệ chết lần lượt là 90,48 và 84,21%; trên một thóc *S. granarius* tương ứng là 90,35% và 92,69% sau 7 ngày lây nhiễm [11]. Theo kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thị Thúy và cs (2016) [17], khi sử dụng chủng nấm *B. bassiana* VN00620 thu thập ở tỉnh Nghệ An trên một ngô *S. zeamais*, một hại quả khô *C. hemiterus* và một khuẩn đen *A. diaperinus* cho tỉ lệ một chết đạt cao 88,20 - 100% sau 25 ngày xử lý.

#### 3.1.2. Thời gian gây chết trung bình ( $LT_{50}$ )

Sau khi xử lý nấm khoảng 1 - 2 ngày, những cá thể một gạo nhiễm nấm bắt đầu thể hiện các triệu chứng như sức ăn giảm và ít di chuyển hơn. Một gạo bị chết sau khoảng 4 - 5 ngày, tập trung nhiều vào ngày thứ 10 đến ngày thứ 12 sau xử lý nấm. Thời gian gây chết trung bình ( $LT_{50}$ ) của 4 loài nấm đối với một gạo cũng có sự sai khác nhau ( $P < 0,05$ ). Trong đó, loài *C. javanica* có thời gian gây

chết trung bình ngắn nhất là  $12,15 \pm 0,54$  ngày; tiếp đến là loài *B. bassiana*  $13,77 \pm 0,59$  ngày; loài *B. amorpha* là  $15,85 \pm 0,66$  ngày và dài nhất là loài *M. anisopliae*  $18,12 \pm 0,64$  ngày. Thời gian gây chết trung bình của nấm càng ngắn thì càng có lợi vì giúp kiểm soát một gây hại nhanh hơn.

**Bảng 1. Tỷ lệ chết và thời gian gây chết trung bình của trưởng thành một gạo sau xử lý nấm ở điều kiện phòng thí nghiệm**

Loài nấm	Tỷ lệ chết của một gạo sau thời gian xử lý nấm (%) (TB)						Thời gian gây chết trung bình $LT_{50}$ (ngày)
	5 ngày	10 ngày	15 ngày	20 ngày	25 ngày	30 ngày	
<i>C. javanica</i>	26,67 <sup>a</sup>	46,67 <sup>a</sup>	60,00 <sup>a</sup>	73,33 <sup>a</sup>	83,33 <sup>a</sup>	86,67 <sup>a</sup>	$12,15 \pm 0,54^a$
<i>B. bassiana</i>	20,00 <sup>b</sup>	41,38 <sup>b</sup>	58,62 <sup>a</sup>	68,97 <sup>a</sup>	79,31 <sup>a</sup>	82,76 <sup>a</sup>	$13,77 \pm 0,59^b$
<i>B. amorpha</i>	16,67 <sup>c</sup>	36,67 <sup>c</sup>	48,28 <sup>b</sup>	62,07 <sup>b</sup>	72,41 <sup>b</sup>	75,86 <sup>b</sup>	$15,85 \pm 0,66^c$
<i>M. anisopliae</i>	16,67 <sup>c</sup>	33,33 <sup>c</sup>	43,33 <sup>b</sup>	56,67 <sup>c</sup>	65,52 <sup>c</sup>	65,52 <sup>c</sup>	$18,12 \pm 0,64^d$
LSD <sub>0,05</sub>	3,26	4,16	4,81	5,14	6,02	6,11	1,27
CV (%)	3,20	5,70	4,20	6,20	6,30	5,40	7,90

Ghi chú: Nhiệt độ  $25 \pm 1^\circ C$ , độ ẩm  $70 \pm 2\% RH$ ; TB: Trung bình; các chữ cái là số mũ khác nhau trong cột sai khác có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,05$ ).

### 3.2. Khả năng phát triển của 4 loài nấm ký sinh côn trùng trên xác chết một gạo ở điều kiện phòng thí nghiệm

#### 3.2.1. Tỷ lệ mọc nấm trên xác chết một gạo

Bào tử của các loài nấm sau khi tiếp xúc, xâm nhập được vào bên trong cơ thể một gạo sẽ sử dụng nguồn dinh dưỡng của vật chủ để sinh trưởng và làm cho một chết, sau đó sợi nấm tiếp tục phát triển mọc ra bên ngoài xác chết của một gạo. Tỷ lệ mọc nấm được xác định dựa vào số

lượng xác chết một gạo mọc nấm so với số lượng một gạo được xử lý nấm.

Kết quả cho thấy, tỷ lệ mọc nấm trên xác chết một gạo có sự sai khác nhau giữa các loài nấm thí nghiệm ( $P < 0,05$ ). Trong đó, tỷ lệ mọc nấm trên xác chết một gạo đều đạt cao nhất khi lây nhiễm 2 loài *C. javanica* và *B. bassiana* tương ứng là 69,23% và 66,67%; tiếp theo là loài *B. amorpha* là 54,55% và thấp nhất là loài *M. anisopliae* chỉ đạt 47,37% sau 35 ngày xử lý (Bảng 2).

**Bảng 2. Tỷ lệ mọc nấm trên xác chết một gạo *S. oryzae* sau xử lý nấm ở điều kiện phòng thí nghiệm**

Loài nấm	Tỷ lệ mọc nấm trên xác chết một gạo sau thời gian xử lý (TB) (%)							Nồng độ bào tử hình thành (bào tử/một)
	5 ngày	10 ngày	15 ngày	20 ngày	25 ngày	30 ngày	35 ngày	
<i>C. javanica</i>	12,50 <sup>a</sup>	36,36 <sup>a</sup>	43,75 <sup>a</sup>	55,56 <sup>a</sup>	63,64 <sup>a</sup>	66,67 <sup>a</sup>	69,23 <sup>a</sup>	$2,3 \times 10^7$
<i>B. bassiana</i>	0,00 <sup>b</sup>	30,00 <sup>b</sup>	39,50 <sup>a</sup>	52,06 <sup>a</sup>	59,00 <sup>a</sup>	63,64 <sup>a</sup>	66,67 <sup>a</sup>	$8,9 \times 10^6$
<i>B. amorpha</i>	0,00 <sup>b</sup>	22,22 <sup>c</sup>	30,77 <sup>b</sup>	41,18 <sup>b</sup>	50,00 <sup>b</sup>	54,55 <sup>b</sup>	54,55 <sup>b</sup>	$8,4 \times 10^5$
<i>M. anisopliae</i>	0,00 <sup>b</sup>	22,22 <sup>c</sup>	27,27 <sup>b</sup>	38,46 <sup>b</sup>	43,75 <sup>c</sup>	47,37 <sup>c</sup>	47,37 <sup>c</sup>	$5,9 \times 10^5$
LSD <sub>0,05</sub>	4,15	3,88	5,47	4,91	6,02	5,36	5,38	3,31
CV%	3,70	5,50	4,90	6,80	5,40	4,10	6,50	8,10

Ghi chú: Nhiệt độ  $25 \pm 1^\circ C$ , độ ẩm  $70 \pm 2\% RH$ ; TB: Trung bình; các chữ cái là số mũ khác nhau trong cột sai khác có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,05$ ).

#### 3.2.2. Triệu chứng nấm phát triển trên xác chết một gạo

Loài *C. javanica* sinh trưởng nhanh trong cơ thể một và xuất hiện sợi nấm mọc ra trên xác chết một gạo sớm nhất chỉ 5 - 6 ngày sau xử lý nấm; các

loài còn lại sợi nấm mọc ra chậm hơn, loài *B. bassiana* là 7 - 8 ngày, còn *B. amorpha* và *M. anisopliae* là 9 - 10 ngày sau xử lý nấm. Số lượng xác chết một gạo mọc nấm tập trung nhiều vào 15 - 20 ngày sau xử lý (Hình 1 và 2).

Bào tử nấm bắt đầu xuất hiện sau khi sợi nấm mọc ra ngoài cơ thể một khoảng 2,5 - 4,5 ngày. Lượng bào tử nấm *C. javanica* hình thành trên xác chết một gạo nhiều nhất trong các loài nấm thí nghiệm. Loài *C. javanica* tạo ra lượng bào tử khá lớn với nồng độ là  $2,3 \times 10^7$  bào tử/một, tương đương với lượng bào tử nấm *M. anisopliae* hình thành trên mối [8], hay lượng bào tử nấm *B. bassiana* hình thành trên một đực quạ và phê 1,2 x  $10^7$  bào tử/một [6].

Quan sát thấy ở cả 4 loài nấm thí nghiệm đều bắt gặp hiện tượng bào tử hình thành ngay cả khi nấm chưa phát triển bao phủ trên xác chết một gạo, tức là bào tử hình thành sớm hơn trước khi nấm phát triển bao phủ xác chết một gạo. Loài nấm ký sinh côn trùng có tốc độ phát triển nhanh, khả năng hình thành bào tử lớn là yếu tố thuận lợi trong nhân nuôi và phòng chống một hại. Nồng độ bào tử hình thành trên một càng cao thì càng dễ phát tán, lây nhiễm sang các con khỏe; đồng thời giúp nấm lưu tồn và duy trì sự tồn tại ngoài tự nhiên. Việc tái lây nhiễm nấm qua vật chủ là phương pháp cần thiết để phục hồi và duy trì tính độc của nấm sau thời gian phân lập, nhân nuôi trên môi trường nhân tạo.

Như vậy, cả 4 loài nấm thí nghiệm sau khi làm chết một gạo, đều thể hiện triệu chứng ra bên ngoài vật chủ như mọc sợi nấm, hình thành bào tử. Sợi nấm thường bắt đầu mọc ra bên ngoài xác chết một gạo từ các vị trí như miệng, khớp chân, ngón cơ thể... (Hình 1). Mặt khác, nếu chỉ quan sát triệu chứng pha gây bệnh trên cùng loài côn trùng thì khó phân biệt giữa các loài nấm với nhau, mà thường ở pha hoại sinh mới thể hiện triệu chứng đặc trưng của mỗi loài nấm. Các loài nấm phát triển trên một gạo cũng có màu sắc đặc trưng riêng của loài: Nấm *C. javanica* có màu xám đến tím nhạt, nấm *B. bassiana* và *B. amorpha* màu trắng sữa, nấm *M. anisopliae* màu xanh đậm (Hình 2). Tuy nhiên, trong các cá thể một bị nấm ký sinh không phải tất cả đều xuất hiện nấm mọc ra bên ngoài. Khả năng mọc nấm phụ thuộc vào nhiều yếu tố như loài nấm, nồng độ bào tử, vật chủ... Tỷ lệ mọc nấm cao, lượng bào tử hình thành nhiều chứng tỏ loài nấm đó có khả năng gây bệnh và phát triển mạnh trên vật chủ. Đây là một trong những tiêu chí quan trọng nhất để đánh giá khả năng gây bệnh của nấm và tuyển chọn được loài nấm, chủng nấm ký sinh côn trùng tiềm năng [6, 7].



Nấm *C. javanica*

Nấm *B. bassiana*

Hình 1. Sợi nấm mọc ra bên ngoài xác chết trưởng thành một gạo



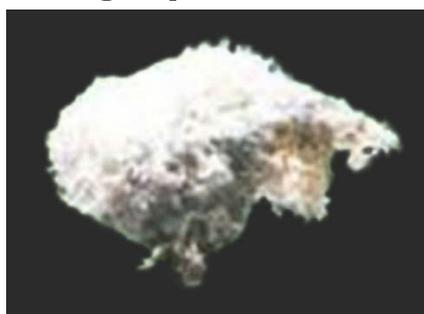
Một chết lấy ra để trong đĩa petri



Nấm *C. javanica*



Nấm *B. amorpha*



Nấm *B. bassiana*



Nấm *M. anisopliae*

**Hình 2. Các loài nấm ký sinh côn trùng phát triển trên trưởng thành một gạo**

### 3.3. Thời gian phát triển của 4 loài nấm ký sinh côn trùng trên trưởng thành một gạo *S. oryzae* ở điều kiện phòng thí nghiệm

Một vấn đề cần thiết trong nghiên cứu về sự gây bệnh của nấm ký sinh côn trùng trên một gạo là xác định được thời gian các giai đoạn và chu kỳ phát triển của nấm. Thời gian phát triển của nấm trên một gạo phản ánh tốc độ và khả năng gây bệnh của chúng. Quá trình tiếp xúc, xâm nhiễm và gây bệnh của nấm càng nhanh thì một càng dễ chết. Thời gian phát triển ngắn là một lợi thế trong nhân nuôi và ứng dụng nấm ký sinh côn trùng phòng, chống một gạo.

Cho đến nay, các công trình nghiên cứu trên thế giới chưa đưa ra được mẫu hình thống nhất về chu kỳ phát triển của nấm trên côn trùng vật chủ. Chu kỳ phát triển của nấm ký sinh côn trùng đang phân chia thành các pha, các giai đoạn chưa thống nhất, như chu kỳ có 3 pha chính [4]; có 6 giai đoạn, tập trung pha gây bệnh [5]; có 5 giai đoạn, tập trung vào pha hoại sinh [6, 7]; có 5 giai đoạn, tập trung pha gây bệnh [9].

Trong phạm vi nghiên cứu này, đã xác định chu kỳ phát triển của nấm trên một gạo gồm pha gây bệnh và pha hoại sinh, được phân chia thành 6 giai đoạn. Tuy nhiên, chu kỳ phát triển của nấm

trên một gạo đang tập trung nghiên cứu chủ yếu ở pha hoại sinh. Trong đó:

- Pha gây bệnh gồm 2 giai đoạn: (1) Bào tử nấm nảy mầm trên cơ thể một gạo; (2) Nấm xâm nhập bên trong, tăng sinh làm một chết. Đây là giai đoạn bào tử nấm nảy mầm, xâm nhập, gây bệnh và sinh trưởng bên trong cơ thể một cho đến khi một gạo chết; là giai đoạn sống ký sinh của nấm và gây chết một gạo. Trong 4 loài nấm thí nghiệm, loài *C. javanica* có thời gian gây bệnh và làm một gạo chết ngắn nhất là 4,62 ngày, tiếp đến loài *B. bassiana* là 5,22 ngày.

- Pha hoại sinh gồm 4 giai đoạn: (3) Sợi nấm mọc ra bên ngoài xác chết một gạo; (4) Bào tử nấm hình thành trên xác chết một gạo; (5) Nấm phát triển bao phủ xác chết một gạo; (6) Bào tử nấm phát tán từ trên xác chết một gạo ra xung quanh (để bắt đầu chu kỳ xâm nhiễm mới). Trong 4 loài nấm thí nghiệm, loài *C. javanica* có thời gian phát triển hoại sinh trên xác chết một gạo ngắn nhất là 12,81 ngày; tiếp đến loài *B. bassiana* là 15,47 ngày.

Thời gian các giai đoạn và chu kỳ phát triển của 4 loài nấm trên trưởng thành một gạo có sự sai khác nhau ( $P < 0,05$ ). Trong đó, loài *C. javanica* có chu kỳ phát triển nhanh nhất là  $17,43 \pm 0,87$  ngày;

tiếp đến loài *B. bassiana* là  $20,69 \pm 1,36$  ngày; loài *B. amorpha* là  $22,67 \pm 1,59$  ngày và dài nhất là loài *M. anisopliae* với  $25,48 \pm 1,64$  ngày. Cả 4 loài nấm sau khi gây chết một gạo đều phát triển ra bên ngoài, bao phủ xác chết một và hoàn thành chu kỳ phát triển. Tỷ lệ một gạo có nấm hoàn thành chu kỳ phát triển đạt 42,11 - 69,23%, cao nhất là *C. javanica* và *B. bassiana* (Bảng 3).

So sánh với một số kết quả nghiên cứu khác trên thế giới thì thời gian chu kỳ phát triển của nấm trên một gạo dài hơn. Thời gian phát triển của chủng nấm *I. javanica* VN1487 trên sâu khoang ngắn hơn trung bình là  $12,79 \pm 0,36$  ngày [18]. Trên một đực quả cà phê *Hypothenemus hampei*, nấm

*B. bassiana* có thời gian chu kỳ phát triển khá ngắn, từ 8,40 - 12,40 ngày [6]; còn loài nấm *Clonostachy rosea* có chu kỳ phát triển dài hơn là  $16,4 \pm 1,1$  ngày [7].

Như vậy, đánh giá về khả năng gây bệnh của 4 loài nấm ký sinh côn trùng đối với trưởng thành một gạo *S. oryzae*, thì loài *C. javanica* có triển vọng nhất để ứng dụng phòng, chống một gạo, tiếp theo là loài *B. bassiana*. Những nghiên cứu trên giúp cung cấp đầy đủ hơn các thông tin để đánh giá và tuyển chọn được các loài, chủng nấm gây bệnh tiềm năng ứng dụng trong kiểm soát một gạo hại nông sản bảo quản.

**Bảng 3. Thời gian phát triển của 4 loài nấm ký sinh côn trùng trên trưởng thành một gạo ở điều kiện phòng thí nghiệm**

Pha phát triển	Giai đoạn phát triển	Thời gian phát triển của nấm trên một gạo (TB $\pm$ SD) (ngày)				LSD <sub>0,05</sub>	CV (%)
		<i>C. javanica</i>	<i>B. bassiana</i>	<i>B. amorpha</i>	<i>M. anisopliae</i>		
Gây bệnh	Bào tử nấm nảy mầm	$1,52 \pm 0,10^a$	$1,63 \pm 0,12^a$	$1,93 \pm 0,17^b$	$2,10 \pm 0,19^b$	0,28	2,80
	Nấm xâm nhập và làm một chết	$3,10 \pm 0,22^a$	$3,59 \pm 0,24^b$	$3,79 \pm 0,24^b$	$4,24 \pm 0,24^c$	0,32	3,10
Hoại sinh	Sợi nấm mọc ra bên ngoài	$3,32 \pm 0,29^a$	$3,83 \pm 0,25^b$	$4,35 \pm 0,35^c$	$4,76 \pm 0,37^c$	0,47	3,70
	Bào tử nấm hình thành	$2,87 \pm 0,19^a$	$3,51 \pm 0,27^b$	$3,72 \pm 0,29^b$	$4,31 \pm 0,34^c$	0,56	3,90
	Nấm bao phủ xác chết một	$3,48 \pm 0,26^a$	$4,15 \pm 0,35^b$	$4,75 \pm 0,41^c$	$5,12 \pm 0,44^c$	0,48	4,50
	Bào tử nấm phát tán	$3,14 \pm 0,24^a$	$3,98 \pm 0,29^b$	$4,13 \pm 0,34^b$	$4,95 \pm 0,32^c$	0,75	4,80
Chu kỳ phát triển (ngày)		$17,43 \pm 0,87^a$	$20,69 \pm 1,36^b$	$22,67 \pm 1,59^c$	$25,48 \pm 1,64^d$	1,82	5,20
Tỷ lệ một gạo có nấm hoàn thành CKPT (%)		$69,23 \pm 1,63^a$	$66,67 \pm 1,44^a$	$50,00 \pm 1,27^b$	$42,11 \pm 1,06^c$	5,44	5,80

*Ghi chú: Nhiệt độ  $25 \pm 1^\circ C$ , độ ẩm  $70 \pm 2\% RH$ ; TB: Trung bình; SD: Độ lệch chuẩn, các chữ cái là số mũ khác nhau trong cột sai khác có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,05$ ).*

#### 4. KẾT LUẬN

Trong điều kiện phòng thí nghiệm, cả 4 loài nấm ký sinh côn trùng là *C. javanica*, *B. bassiana*, *B. amorpha* và *M. anisopliae* thu thập ở tỉnh Nghệ An đều có khả năng gây bệnh và làm chết trưởng thành một gạo *S. oryzae*.

Trong phạm vi nghiên cứu, loài nấm *C. javanica* được đánh giá có khả năng gây bệnh và

phát triển tốt nhất trên trưởng thành một gạo *S. oryzae*. Tỷ lệ chết của trưởng thành một gạo sau xử lý nấm là  $86,67 \pm 2,46\%$ ; thời gian gây chết trung bình ( $LT_{50}$ ) là  $12,15 \pm 0,54$  ngày; tỷ lệ mọc nấm trên xác chết một gạo là  $69,23 \pm 1,63\%$ ; tỷ lệ nấm hoàn thành chu kỳ phát triển trên một gạo là  $69,23 \pm 1,63\%$ ; thời gian chu kỳ phát triển là  $17,43 \pm 0,87$  ngày và nồng độ bào tử hình thành trên xác chết một gạo là  $2,3 \times 10^7$  (bào tử/một).

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Alavi H. R., Htenas A., Kopicki R., Shepherd A. W., Clarete R (2012). *Trusting trade and the private sector for food security in Southeast Asia*. World Bank Publications; Washington, DC, USA, 100 - 104.
2. Trần Văn Hai, Trần Văn Mi, Trần Văn Trưa (2008). Điều tra thành phần côn trùng hại kho bảo quản nông sản sau thu hoạch tại thành phố Cần Thơ và An Giang. *Tạp chí Khoa học, trường Đại học Cần Thơ*, 9, 92 - 100.
3. Nguyễn Thị Oanh, Phạm Văn Hiệp, Hà Danh Đức, Trần Ngọc Lâm (2016). Dẫn liệu ban đầu về thành phần sâu mọt hại nông sản và thiên địch của chúng trong kho tại tỉnh Đồng Tháp. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 2, 65 - 71.
4. Charnley A. K. (2003). Fungal pathogens of Insects: Cuticle degrading enzymes and toxins. *Advances in Botanical Research*, 40, 241 - 321.
5. Cheah C., M. E. Montgomery, S. Salom, B. L. Parker, S. Costa and M. Skinner (2004). *Biological control of hemlock woolly adelgid*. Forest health technology enterprise team, Morgantown, West Virginia, 28 pp.
6. Posada F. J. and Vega F. E. (2005). A new method to evaluate the biocontrol potential of single spore isolates of fungal entomopathogens. *Journal of Insect Science*, 5(37): 1 - 10.
7. Vega F. E., F. Posada, M. A. Catherine, M. Pava-Ripoll, I. Francisco, A. Stephen and D. Rehner (2008). Entomopathogenic fungal endophytes. *Biological Control*, 46, 72 - 82.
8. Alcides Moino Jr., Sérgio Batista Alves, Rogério Biaggioni Lopes, Pedro Manuel Oliveira Janeiro Neves, Roberto Manoel Pereira, Solange Aparecida Vieira (2002). External development of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in the subterranean termite *Heterotermes tenuis*, *Sci. agric.* (Piracicaba, Braz.), 59(2): 267 - 273.
9. Gao Q., K. Jin, S. H. Ying, Y. Zhang, G. Xiao, Y. Shang, Z. Duan, X. Hu, X. Q. Xie, G. Zhou, G. Peng, Z. Luo, W. Huang, B. Wang, W. Fang, S. Wang, Y. Zhong, L. J. Ma, R. J. St Leger, G. P. Zhao, Y. Pei, M. G. Feng, Y. Xia, C. Wang (2011). Genome sequencing and comparative transcriptomics of the model entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *M. acridum*. *PLoS Genet*, 7(1): 251 - 264.
10. Govindan Sheeba, Sundaram Seshadri, Nagappan Raja, Sundaram Janarthanan, Savarimuthu Ignacimuthu (2001). Efficacy of *Beauveria bassiana* for control of the rice weevil *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Applied Entomology and Zoology*, 36(1): 117 - 120.
11. Kibar Ak (2019). Efficacy of entomopathogenic fungi against the stored-grain pests, *Sitophilus granarius* L. and *S. oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(1): 1 - 7.
12. Spiridon Mantzoukas, Athanasia Zikou, Vasw Triantafillou, Ioannis Lagogiannis and Panagiotis A. Eliopoulos (2019). Interactions between *Beauveria bassiana* and *Isaria fumosorosea* and their hosts *Sitophilus granarius* (L.) and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal Insects*, 10, 1 - 11.
13. Hendrwan Samodra and Yusof Ibrahim (2006). Effects of dust formulations of three entomopathogenic fungal isolates against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) in rice grain. *Jurnal Biosain*, 17(1): 1 - 7.
14. Kassa A., Zimmermann G., Stephan D., Vidal S. (2002). Susceptibility of *Sitophilus zeamais* (Motsch.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) to Entomopathogenic fungi from Ethiopia. *Biocontrol Science and Technology*, 12(6): 727 - 736.
15. Yacoub Batta (2018). Efficacy of two species of entomopathogenic fungi against the stored-grain pest, *Sitophilus granarius* L. (Curculionidae: Coleoptera), via oral ingestion. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28(1): 1 - 8.
16. Waqas Wakil, Nickolas G. Kavallieratos, Muhammad Usman, Ghazanfar, Muhammad Usman (2022). Laboratory and field studies on the

combined application of *Beauveria bassiana* and fipronil against four major stored-product coleopteran insect pests. *Journal Environ Sci Pollut Res In.*, 29(23): 34912 - 34929.

17. Nguyễn Thị Thúy, Hoàng Thị Mai Anh, Trần Ngọc Lâm (2017). *Hiệu lực của chủng nấm Beauveria bassiana VN00620 phòng trừ ba loài mọt Sitophilus zeamais Motsch, Carpophilus hemipterus Linnaeus và Alphitobius diaperinus Panzer trong phòng thí nghiệm.* Hội nghị côn

trùng học Quốc gia lần thứ 9. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội, 669 - 673.

18. Nguyễn Thị Thúy, Nguyễn Việt Tùng, Trần Ngọc Lâm, Nguyễn Thị Thanh (2016). Chu kỳ phát triển của chủng nấm *Isaria javanica* VN1487 gây bệnh trên sâu khoang *Spodoptera litura* (Fab.). *Tạp chí Bảo vệ Thực vật*, 1(264): 34 - 39.

19. Abbott W. S. (1925). A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2): 265 - 267.

**PATHOGENICITY OF FOUR SPECIES OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI TO *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) ADULT IN THE LABORATORY CONDITION**

Nguyen Thi Thuy<sup>1</sup>, Tran Thi Thanh Tam<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Vinh University

**Abstract**

Study on pathogenicity of four species of entomopathogenic fungi, *Cordyceps javanica*, *Beauveria bassiana*, *Beauveria amorpha* and *Metarhizium anisopliae*, against *Sitophilus oryzae* adult of the stored-grain insect pests was evaluated under laboratory conditions. Bioassays were conducted by introducing 10 *Sitophilus oryzae* adult in plastic box (13 x 10 x 10cm) containing 50 g of rice and 2 g of entomopathogenic fungi at temperature of  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  and humidity of  $70 \pm 2\%$  RH. Mortality and mycelial extrusion was monitored at 5 day intervals until 35 days following treatments. Evaluate the pathogenicity of four species of entomopathogenic fungi on *Sitophilus oryzae* adult based on five parameters: *Percent insect mortality*, median lethal time, *percent mycelial extrusion*, fungal developmental cycle and *spore production*. Research results have been evaluated and selected *Cordyceps javanica* for potential application of biocontrol of *Sitophilus oryzae*: Percent insect mortality  $86.67 \pm 2.46\%$ ; median lethal time ( $LT_{50}$ )  $12.15 \pm 0.54$  days; percent mycelial extrusion  $69.23 \pm 1.63\%$ ; developmental cycle duration  $17.43 \pm 0.87$  days and spore production concentration  $2.3 \times 10^7$  (spores/insect).

**Keyword:** *Beauveria amorpha*, *Beauveria bassiana*, *Isaria javanica*, *Metarhizium anisopliae*, *Sitophilus oryzae*.

**Ngày nhận bài:** 17/3/2025

**Ngày chuyển phản biện:** 22/4/2025

**Ngày thông qua phản biện:** 25/6/2025

**Ngày duyệt đăng:** 30/10/2025

# NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM THỔ NHƯỠNG CỦA PHẤU ĐIỆN ĐẤT PHÙ SA NHIỄM MẶN CANH TÁC BƯỞI DA XANH TẠI XÃ LƯƠNG HÒA, TỈNH VĨNH LONG

Nguyễn Huỳnh Minh Anh<sup>1</sup>, Phan Chấn Hiệp<sup>1</sup>, Nguyễn Thanh Ngân<sup>1</sup>,  
Nguyễn Đức Trọng<sup>1</sup>, Hà Ngọc Thu<sup>2</sup>, Đỗ Thị Thùy Dương<sup>3</sup>, Trần Bảo Phú<sup>4</sup>, Huỳnh Thanh Quang<sup>5</sup>,  
Trần Trọng Khôi Nguyễn<sup>5</sup>, Lê Thị Mỹ Thu<sup>5</sup>, Phan Chí Nguyễn<sup>6</sup>, Nguyễn Quốc Khương<sup>5,\*</sup>

<sup>1</sup>Học viên cao học ngành Khoa học cây trồng, khóa 30,

Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup>Học viên cao học ngành Công nghệ sinh học, khóa 30,

Viện Công nghệ sinh học và Thực phẩm, Đại học Cần Thơ

<sup>3</sup>Sinh viên ngành Khoa học cây trồng, khóa 47, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ

<sup>4</sup>Sinh viên ngành Khoa học cây trồng, khóa 48, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ

<sup>5</sup>Khoa Khoa học cây trồng, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ

<sup>6</sup>Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Đại học Cần Thơ

\*Email: nqkhuong@ctu.edu.vn

## TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu nhằm xác định đặc điểm hình thái và đặc tính hóa lý học của phấu điện đất trồng bưởi da xanh tại xã Lương Hòa, tỉnh Vĩnh Long. Mô tả đặc tính hình thái dựa trên bảng so màu Munsell và phân tích hóa học được thực hiện tại Đại học Cần Thơ. Kết quả nghiên cứu hình thái cho thấy, đất canh tác bưởi da xanh thuộc đất phù sa bồi, có tầng gley, nhiễm mặn nhẹ, với tên gọi Hyposali Gleyic Fluvisols. Phân tích đặc tính hóa học cho thấy, giá trị  $pH_{H_2O}$  và  $pH_{KCl}$  các tầng mặt của 3 phấu điện khoảng 4,47 - 5,68 và 3,64 - 4,82. Đồng thời, hàm lượng độc chất  $Al^{3+}$  ở ngưỡng trung bình với giá trị 2,41 - 7,96 meq/100 g. Hàm lượng đạm dễ tiêu và lân dễ tiêu trong đất đạt giá trị lần lượt là 13,0 - 63,0 mg/kg và 39,2 - 547,8 mg/kg. Tuy nhiên, hàm lượng Al-P, Fe-P và Ca-P cao ở tầng đất mặt, với giá trị tương ứng 273,6 - 655,0; 63,4 - 541,5; 122,5 - 229,1 mg/kg. Hàm lượng chất hữu cơ và khả năng trao đổi cation trong đất được ghi nhận ở ngưỡng rất thấp đến trung bình. Cần cải thiện pH, EC và chất hữu cơ trên các vườn bưởi da xanh.

**Từ khóa:** Bưởi da xanh, đặc tính hóa học đất, Giồng Trôm, phấu điện đất.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khu vực đồng bằng sông Cửu Long, bưởi da xanh là một trong những loại cây trồng có diện tích và sản lượng trái tiêu thụ cao nhất cả nước do đặc trưng bởi mùi thơm và hương vị thơm ngon [1]. Bưởi chứa nhiều ascorbic axit và chất chống oxy hóa flavonoid gồm: Naringin và naringenin, vitamin C, para-insulin, kali (K), pectin, folic axit và chromium tự nhiên. Một số giống bưởi được xem là có khả năng giảm nguy cơ mắc bệnh tim mạch vành, chống lại tác nhân gây ung thư và

chống viêm nhờ tác dụng chống peroxide hóa lipid [2]. Theo Cục Thống kê tỉnh Bến Tre (2022) [3], năm 2022 toàn tỉnh Bến Tre có diện tích canh tác cây ăn trái là 25.478 ha với sản lượng thu hoạch là 310.580 tấn. Trong đó, diện tích canh tác bưởi da xanh chiếm 9.246 ha với sản lượng đạt 96.620 tấn. Diện tích trồng bưởi tập trung tại các huyện (trước đây) như: Châu Thành (3.683 ha), Giồng Trôm (1.704 ha) và Mỏ Cày Bắc (1.489 ha). Tuy nhiên, giai đoạn từ năm 2021 đến năm 2022 diện tích trồng bưởi có xu hướng giảm, cụ thể là huyện

Giồng Trôm, năm 2021 với diện tích là 1.728 ha đến năm 2022 giảm còn 1.704 ha. Nguyên nhân diện tích trồng bưởi giảm ở huyện Giồng Trôm hay một số khu vực trong tỉnh là do ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn [4]. Điều này ảnh hưởng đến chất lượng đất và sinh trưởng, năng suất cây trồng [5]. Chính vì vậy, việc duy trì chất lượng đất, cải thiện đặc tính đất nhằm đảm bảo tính bền vững hệ thống cây trồng đối với môi trường và duy trì năng suất qua các mùa vụ [6]. Tuy nhiên, để cải thiện đặc tính đất hoặc duy trì chất lượng đất cần nắm rõ đặc điểm thổ nhưỡng nhằm xác định được phương pháp canh tác và hệ thống cây trồng phù hợp. Do đó, nghiên cứu được thực hiện nhằm mục tiêu xác định đặc tính hình thái và hóa học đất trồng bưởi da xanh tại xã Lương Hòa, tỉnh Vĩnh Long (huyện Giồng Trôm, tỉnh Bến Tre trước đây).

**2. VẬT LIỆU, THỜI GIAN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

**2.1. Vật liệu và thời gian nghiên cứu**

*Loại đất nghiên cứu:* Đất liếp thâm canh bưởi da xanh.

*Địa điểm nghiên cứu:* Thu mẫu đất tại các hộ canh tác bưởi da xanh thuộc xã Lương Hòa, tỉnh Vĩnh Long (huyện Giồng Trôm, tỉnh Bến Tre trước đây). Các mẫu đất được phân tích tại Khoa Khoa

học cây trồng, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ.

Hiện trạng đất vào thời điểm thu mẫu của phẫu diện tại xã Lương Hòa, tỉnh Vĩnh Long là cây bưởi da xanh 10 năm tuổi.

*Thời gian nghiên cứu:* Từ tháng 7 năm 2023 đến tháng 7 năm 2024.

**2.2. Phương pháp nghiên cứu**

- *Phương pháp lấy mẫu đất:* Khoan đất độ sâu 2 m, bảng so màu Munsell, giấy đo pH và dung dịch hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).

- *Mô tả phẫu diện:* Các mẫu phẫu diện được khoan đến độ sâu 2 m và đánh dấu lần lượt là PN01, PN02 và PN03. Phân loại đất và đặc điểm hình thái được xác định dựa theo mô tả phẫu diện của FAO (2006) [7], màu sắc đất được mô tả dựa trên bảng so màu Munsell.

- *Phương pháp phân tích:* Thu mẫu đất phân tích các đặc tính hóa học theo tầng phát sinh. Mỗi tầng thu khoảng 500 g, mang về phòng thí nghiệm. Đất được phơi khô tự nhiên trước khi nghiền qua rây có kích thước 0,5 mm và 2,0 mm. Các chỉ tiêu và phương pháp phân tích được tổng hợp bởi Sparks và cs (1996) [8] và được thể hiện ở bảng 1.

**Bảng 1. Các đặc tính hóa học đất và phương pháp phân tích**

Chỉ tiêu	Phương pháp
pH <sub>H2O</sub>	Tỉ lệ 1: 2,5 (đất: nước cất), đo bằng pH kế
pH <sub>KCl</sub>	Tỉ lệ 1: 2,5 (đất: dung dịch KCl 1,0 N), đo bằng pH kế
EC (mS/cm)	Tỉ lệ 1: 2,5 (đất: nước cất), đo bằng EC kế
Chất hữu cơ (%C)	Phương pháp Walkley - Black
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/kg)	Chiết bằng KCl 2,0 M, hiện màu bằng sodium nitroprusside, sodium salicylate, sodium citrate, sodium tartrate, sodium hydroxide và sodium hypochlorite. So màu ở bước sóng 650 nm
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/kg)	Chiết bằng KCl 2,0 M, hiện màu bằng HCl 0,5 M, vanadi (III) chloride, sulfanilamide, N-(1-naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride. So màu trên máy quang phổ ở bước sóng 540 nm
Lân dễ tiêu (mg/kg)	Phương pháp Bray II (0,1 N HCl + 0,03N NH <sub>4</sub> F), tỉ lệ đất: nước, 1: 7, đo trên máy quang phổ ở bước sóng 880 nm
Al-P (mg/kg)	Chiết bằng NH <sub>4</sub> F 0,5 M (pH = 8,2) và so màu bằng ascorbic axit và molybdate ammonium trên máy quang phổ ở bước sóng 880 nm
Fe-P (mg/kg)	Chiết bằng NaOH 0,1 M và so màu bằng ascorbic axit và molybdate ammonium trên máy quang phổ ở bước sóng 880 nm

Ca-P (mg/kg)	Chiết bằng H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 2,5 M và so màu bằng ascorbic axit và molybdate ammonium trên máy quang phổ ở bước sóng 880 nm
Al <sup>3+</sup> (meq/100 g)	Trích bằng KCl 1,0 N, chuẩn độ với NaOH 0,01 N
Fe tổng số (%)	Công phá bằng H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> đậm đặc và HClO <sub>4</sub> để đo trên máy hấp thụ nguyên tử ở bước sóng 248,3 nm
Fe hòa tan (mg/kg)	Chiết bằng KCl 1,0 N, chuẩn độ với NaOH 0,01N, tạo phức với NaF, chuẩn độ với H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,01 N
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Tỉ lệ 1: 20 (đất: dung dịch oxalate oxalic axit ở pH = 3), đo trên máy hấp thụ nguyên tử ở bước sóng 248,3 nm
Fe <sup>2+</sup> (mg/kg)	Tạo phức với 1 10 – phenantrolin và đo độ hấp thụ của phức chất màu da cam - đỏ ở bước sóng 520 nm
Cation: K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Ca <sup>2+</sup> (meq/100 g)	Trích bằng BaCl <sub>2</sub> 0,1 M, đo trên máy hấp thụ nguyên tử lần lượt ở bước sóng 766,5, 589,0, 422,7 và 285,2 nm
CEC (meq/100 g)	Trích bằng MgSO <sub>4</sub> 0,02 M, chuẩn độ với EDTA 0,01 M

**3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN**

**3.1. Đặc tính hình thái của phẫu diện đất phù sa canh tác bưởi da xanh tại xã Lương Hòa, tỉnh Vĩnh Long**

*3.1.1. Đặc tính hình thái của phẫu diện đất PN01*

Phẫu diện đất canh tác bưởi da xanh PN01 có 5 tầng phát sinh gồm: Tầng Ap, Ah, Bg<sub>1</sub>, Bg<sub>2</sub> và

Cr (Bảng 2). Phẫu diện đất được người dân lên liếp để canh tác có độ cao khoảng 20 cm so với tầng đất nguyên thủy (Ah). Phẫu diện đất PN01 thuộc biểu loại đất phù sa được bồi, có tầng gley, sét trực di và nhiễm mặn nhẹ. Tên đất được phân loại theo hệ thống phân loại đất của FAO (2006) [7] là Hyposali Gleyic Fluvisols (Dytric), ký hiệu szwglFL(dy).

**Bảng 2. Đặc điểm hình thái của phẫu diện đất canh tác bưởi da xanh (PN01) tại xã Lương Hòa, tỉnh Vĩnh Long**

Tầng đất	Độ sâu (cm)	Mô tả
Ap	-20 - 0	Tầng đất có nền màu nâu đỏ (5YR 5/3); sa cấu sét, tình trạng đất ẩm; bán thuần phục (r); có ít chất hữu cơ ở dạng phân hủy, chuyển tầng rõ do sự thay đổi màu nền tầng đất
Ah	0 - 25	Tầng đất có nền màu nâu đỏ sẫm (5YR 5/1); sa cấu sét, tình trạng đất ẩm; bán thuần thực (r); tầng đất có ít rễ thực vật, tươi; chất hữu cơ ở mức trung bình (5 - 10%), ở dạng bán phân hủy, chuyển tầng rõ do sự xuất hiện của đóm rỉ
Bg <sub>1</sub>	25 - 55	Tầng đất có nền màu nâu đỏ (2.5YR 5/3); sa cấu sét, tình trạng đất ẩm; bán thuần thực (r); tầng đất có khoảng 1% đóm rỉ kết von có màu nâu đỏ sẫm (2.5YR 2.5/4), chuyển tầng rõ bởi sự thay đổi màu nền tầng đất
Bg <sub>2</sub>	55 - 80	Tầng đất có nền màu xám (7.5YR 5/1); sa cấu sét, tình trạng đất ẩm; bán thuần thực (r); tầng đất có chứa ít chất hữu cơ, ở dạng phân hủy và bán phân hủy; chuyển tầng rõ do sự thay đổi màu nền tầng đất
Cr	> 80	Tầng đất có nền màu xám đen (7.5YR 4/2); sa cấu sét, tình trạng đất ẩm; bán thuần thực (r); chất hữu cơ ở mức trung bình, ở dạng không phân hủy (xác bả thực vật)

**3.1.2. Đặc tính hình thái của phẫu diện đất PN02** phù sa bồi, có tầng gley và nhiễm mặn nhẹ. Theo  
 Phẫu diện đất canh tác bưởi da xanh PN02 hệ thống phân loại đất của FAO (2006) [7], tên đất  
 được xác định với 3 tầng phát sinh gồm: Ah, Bg và được xác định là Hyposali Gleyic Fluvisols  
 Cr (Bảng 3). Phẫu diện đất PN02 thuộc nhóm đất (Eutric), với ký hiệu szwglFL(eu).

**Bảng 3. Đặc điểm hình thái của các phẫu diện đất canh tác bưởi da xanh (PN02) tại xã Lương Hòa, tỉnh Vĩnh Long**

Tầng đất	Độ sâu (cm)	Mô tả
Ah	0 - 70	Tầng đất có nền màu nâu đỏ (2.5YR 5/4); sa cấu sét pha thịt, tình trạng đất ẩm; bán thuần thực (r) đến không thuần phục (ru); tầng đất có chứa ít rễ thực vật, tươi; có ít chất hữu cơ ở dạng bán phân hủy và được khuếch tán trong nền tầng đất; chuyển tầng rõ do sự xuất hiện đốm rỉ và màu nền tầng đất
Bg	70 - 100	Tầng đất có nền màu xám đỏ nhạt (2.5YR 6/3); sa cấu sét, tình trạng đất ẩm; bán thuần thực (r). Tầng đất có sự xuất hiện của đốm rỉ, mật độ đốm xuất hiện khoảng 3 - 5% và đốm rỉ có màu nâu đỏ sẫm (2.5YR 2.5/4), chuyển tầng rõ bởi sự kết thúc đốm và thay đổi màu nền tầng đất
Cr	> 100	Tầng đất có nền màu xám đỏ sẫm (2.5YR 4/1); sa cấu sét, tình trạng đất ẩm; bán thuần thực (r); tầng đất có chất hữu cơ ở mức trung bình. Chất hữu cơ ở dạng không phân hủy (xác bã thực vật)

**3.1.3. Đặc tính hình thái của phẫu diện đất PN03** thuộc biểu loại đất phù sa bồi, có tầng gley, nhiễm  
 mặn nhẹ. Tên theo hệ thống phân loại đất của FAO (2006) [7] là Hyposali Gleyic Fluvisols  
 Phẫu diện đất canh tác bưởi da xanh PN03 có (Eutric), với ký hiệu szwglFL(eu).  
 4 tầng phát sinh gồm: Ah, Bg<sub>1</sub>, Bg<sub>2</sub> và Cr (Bảng 4),

**Bảng 4. Đặc điểm hình thái của phẫu diện đất canh tác bưởi da xanh (PN03) tại xã Lương Hòa, tỉnh Vĩnh Long**

Tầng đất	Độ sâu (cm)	Mô tả
Ah	0 - 15	Màu nền tầng đất là xám đỏ sẫm (5YR 4/2); sa cấu thịt, tình trạng đất ẩm; không thuần thực (ru); tầng đất có chứa nhiều rễ thực vật, tươi; tầng đất có chất hữu cơ ở mức trung bình ở dạng bán phân hủy; chuyển tầng rõ do thay đổi màu nền tầng đất
Bg <sub>1</sub>	15 - 50	Màu nền tầng đất là nâu đỏ (5YR 5/4); sa cấu thịt, tình trạng đất ẩm; bán thuần thực (r) đến không thuần thực (ru); tầng đất có ít chất hữu cơ, ở dạng bán phân hủy; chuyển tầng rõ bởi sự xuất hiện của đốm rỉ
Bg <sub>2</sub>	50 - 90	Màu nền tầng đất là xám đỏ (5YR 5/2); sa cấu sét, tình trạng đất ẩm; bán thuần thực (r); tầng đất chứa ít chất hữu cơ ở dạng bán phân hủy và tầng đất có sự xuất hiện của đốm rỉ, mật độ đốm rỉ chiếm khoảng 3%, đốm rỉ có màu đỏ đen (10R 3/6); chuyển tầng rõ do sự kết thúc đốm và sự thay đổi màu nền tầng đất
Cr	> 90	Màu nền tầng đất là nâu đen (7.5YR 3/2); sa cấu sét, tình trạng đất ẩm; bán thuần thực (r); tầng đất có chứa chất hữu cơ ở mức trung bình, chất hữu cơ ở dạng bán phân hủy đến không phân hủy

**3.2. Tính chất hóa học của các phẫu diện đất phù sa canh tác bưởi da xanh tại xã Lương Hòa, tỉnh Vĩnh Long**

**3.2.1. Tính chất hóa học của phẫu diện đất PN01**

Bảng 5 cho thấy, phẫu diện PN01 có  $pH_{H_2O}$  và  $pH_{KCl}$  (5,25 và 4,62), được xem là đất chua vừa đến cao theo thang đánh giá của Horneck và cs (2011)

**Bảng 5. Tính chất hóa học của phẫu diện đất (PN01) canh tác bưởi da xanh tại xã Lương Hòa, tỉnh Vĩnh Long**

Chi tiêu	Tầng đất (cm)				
	-20 - 0	0 - 25	25 - 55	55 - 80	> 80
$pH_{H_2O}$	5,68	5,41	5,30	4,82	5,02
$pH_{KCl}$	4,82	4,46	5,24	4,26	4,32
EC (mS/cm)	1,24	0,85	0,91	1,74	4,14
OC (%C)	1,96	0,76	1,80	1,44	2,44
$NH_4^+$ (mg/kg)	60,0	63,0	14,3	24,6	40,1
$NO_3^-$ (mg/kg)	10,1	9,65	18,9	8,28	3,41
$P_{dễ\ tiêu}$ (mg/kg)	547,8	220,5	52,7	61,1	51,6
Al-P (mg/kg)	379,8	281,5	273,6	292,1	305,4
Fe-P (mg/kg)	68,2	65,8	64,2	68,9	63,4
Ca-P (mg/kg)	146,4	206,2	229,1	173,3	164,4
CEC (meq/100 g)	16,26	15,86	15,84	15,29	15,07
$K^+$ (meq/100 g)	1,91	2,26	2,97	2,50	3,50
$Ca^{2+}$ (meq/100 g)	1,00	0,909	0,550	0,614	0,461
$Mg^{2+}$ (meq/100 g)	6,93	9,75	10,7	5,70	6,93
$Na^+$ (meq/100 g)	0,239	0,235	0,325	0,570	0,278
Fe hòa tan (mg/kg)	0,430	8,17	5,35	2,00	1,80
$Fe^{2+}$ (mg/kg)	1,31	10,5	62,8	6,20	59,0
$Fe_2O_3$ (%)	0,816	0,927	0,704	0,704	0,983
$Al^{3+}$ (meq/100 g)	2,72	5,77	3,94	3,66	5,96
Axit tổng số (meq $H^+$ /100 g)	5,63	5,25	5,63	6,00	8,25

Hàm lượng  $NO_3^-$  ở các tầng 0 - 80 cm đều ở mức tối ưu cho cây phát triển (8,28 - 18,9 mg/kg) ngoại trừ tầng > 80 cm được đánh giá ở mức thấp (3,41 mg/kg) [12]. Hàm lượng P dễ tiêu trung bình là 186,7 mg/kg. Trong đó, ở 2 tầng -20 - 0 và 0 - 25 cm hàm lượng P dễ tiêu được xếp ở mức thừa lãn (547,8 và 220,5 mg/kg). Hàm lượng  $K^+$  được xác định ở ngưỡng cao và rất cao dao động từ 1,91 - 3,50 meq/100 g theo thang đánh giá của Horneck

[9]. Theo Alam và cs (1999) [10], pH thấp là một trong các yếu tố gây chậm sự phát triển của cây trồng vì ion  $H^+$  ức chế sự kéo dài của rễ cây trồng. Chỉ số EC trung bình 1,78 mS/cm, được đánh giá ở mức không ảnh hưởng đến cây trồng theo thang đánh giá Horneck và cs (2011) [9]. Hàm lượng chất hữu cơ ở các tầng đất 0 - 80 cm (0,76 - 1,96%) đều được đánh giá ở mức rất thấp [11].

và cs (2011) [9]. Hàm lượng  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  và  $Na^+$  đạt các giá trị trung bình 0,709; 8,01; 0,329 meq/100 g, theo thứ tự. Hàm lượng Al-P, Fe-P và Ca-P đạt trung bình lần lượt là 306,5; 66,1; 183,9 mg/kg (Bảng 5).

Chỉ số CEC dao động từ 15,07 - 16,26 meq/100 g, được đánh giá ở mức trung bình theo thang đánh giá của Landon (1984) [13]. Nồng độ  $Al^{3+}$  gây độc trung bình đạt ngưỡng 4,40 meq/100 g, có thể

gây độc cho cây trồng. Hàm lượng  $Fe_2O_3$  đạt ngưỡng đánh giá trung bình, dao động 0,704 - 0,983% (Bảng 5).

3.2.2. Tính chất hóa học của phẫu diện đất

PN02

**Bảng 6. Tính chất hóa học của phẫu diện đất (PN02) canh tác bưởi da xanh tại xã Lương Hòa, tỉnh Vĩnh Long**

Chỉ tiêu	Tầng đất (cm)		
	0 - 70	70 - 100	> 100
$pH_{H_2O}$	5,15	4,56	4,55
$pH_{KCl}$	1,64	2,10	5,60
EC (mS/cm)	3,89	3,60	3,92
OC (%C)	1,24	1,84	2,00
$NH_4^+$ (mg/kg)	13,0	13,8	30,2
$NO_3^-$ (mg/kg)	12,8	13,3	20,8
$P_{\text{dễ tiêu}}$ (mg/kg)	42,0	67,6	100,8
Al-P (mg/kg)	289,5	278,9	278,9
Fe-P (mg/kg)	383,7	247,5	168,6
Ca-P (mg/kg)	215,2	214,2	145,4
CEC (meq/100 g)	15,00	16,26	15,54
$K^+$ (meq/100 g)	3,28	2,89	2,10
$Ca^{2+}$ (meq/100 g)	0,466	0,366	0,440
$Mg^{2+}$ (meq/100 g)	6,21	7,05	8,44
$Na^+$ (meq/100 g)	0,504	0,469	0,282
Fe hòa tan (mg/kg)	43,7	20,9	7,68
$Fe^{2+}$ (mg/kg)	55,63	23,8	6,64
$Fe_2O_3$ (%)	0,626	0,704	0,816
$Al^{3+}$ (meq/100 g)	4,51	4,23	3,21
Axit tổng số (meq $H^+$ /100 g)	9,38	12,8	16,9

Độ chua hiện tại và độ chua tiềm tàng được xác định ở mức thấp và chua, với trung bình lần lượt là 4,56 và 4,11 [12]. Ngoài ra, EC ở các tầng đất lần lượt là 3,89, 3,60 và 3,92 mS/cm, với trung bình là 3,60 mS/cm, có thể gây ảnh hưởng xấu đến một số loại cây trồng theo thang đánh giá của Horneck và cs (2011) [9]. Chất hữu cơ trong đất đạt mức thấp và tăng dần qua các tầng đất [11], với giá trị lần lượt là 1,24% (0 - 70 cm) < 1,84% (70 - 100 cm) < 2,00% (> 100 cm) (Bảng 6).

Hai dạng đạm trong đất là  $NH_4^+$  và  $NO_3^-$  đạt trung bình 13,8 mg  $NH_4^+$ /kg và 15,6 mg  $NO_3^-$ /kg, hàm lượng  $NO_3^-$  được đánh giá ở mức tối hảo [12]. Hàm lượng P dễ tiêu thuộc mức cao theo thang đánh giá của Horneck và cs (2011) [9] và tăng dần từ tầng mặt đến các tầng sâu hơn, với 42,0 > 67,6 > 100,8 mg/kg. Hàm lượng Al-P, Fe-P và Ca-P đạt 282,4; 266,6; 191,6 mg/kg, theo thứ tự (Bảng 6).

Giá trị CEC của phẫu diện được đánh giá ở mức trung bình, lần lượt ở tầng mặt 0 - 70 cm (15,00 meq/100 g), tầng 70 - 100 cm (16,26 meq/100 g) và tầng > 100 cm (15,54 meq/100 g) [14]. Hàm lượng  $K^+$  ở tất cả các tầng đều được đánh giá ở mức thừa, với giá trị lần lượt là 3,28, 2,89 và 2,10 meq/100 g [9]. Đối với  $Mg^{2+}$ , hàm lượng trung bình là 7,23 meq/100 g và được xếp loại đất cao [9]. Tiếp đến là hàm lượng  $Ca^{2+}$  và  $Na^+$  đạt trung bình lần lượt là 0,424 và 0,418 meq/100 g. Hàm lượng Fe hòa tan và  $Fe^{2+}$  đều cao ở tầng mặt và giảm dần qua các tầng sâu hơn, với dao động lần lượt là 43,7 (0 - 70 cm) > 20,9 (70 - 100 cm) > 7,68 mg/kg (> 100 cm) và 55,63 (0 - 70 cm) > 23,8 (70 - 100 cm) > 6,64 mg/kg (> 100 cm). Hàm lượng  $Fe_2O_3$  (0,715%) được xếp ở mức trung bình. Độ chua  $Al^{3+}$  ở mức gây độc, với trung bình 3,98 meq/100 g. Hàm lượng axit tổng số tăng dần qua

các tầng đất, với 9,38 (0 - 70 cm) > 12,8 (70 - 100 cm) > 16,9 meq/100 g (> 100 cm) (Bảng 6).

3.2.3. Tính chất hóa học của phẫu diện đất PN03

**Bảng 7. Tính chất hóa học của phẫu diện đất (PN03) canh tác bưởi da xanh PN03 tại xã Lương Hòa, tỉnh Vĩnh Long**

Chỉ tiêu	Tầng đất (cm)			
	0 - 15	15 - 50	50 - 90	> 90
pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	4,47	3,95	5,35	4,61
pH <sub>KCl</sub>	4,23	3,23	4,44	4,13
EC (mS/cm)	1,26	6,09	2,20	6,17
OC (%C)	2,96	1,08	1,40	3,04
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/kg)	16,0	23,3	34,7	25,9
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/kg)	14,6	11,5	5,39	6,15
P <sub>đề tiêu</sub> (mg/kg)	44,3	42,0	39,2	61,4
Al-P (mg/kg)	655,0	629,5	316,1	289,5
Fe-P (mg/kg)	541,5	512,8	224,3	189,3
Ca-P (mg/kg)	134,5	122,5	138,9	182,3
CEC (meq/100 g)	17,40	17,86	18,32	17,40
K <sup>+</sup> (meq/100 g)	3,17	3,90	2,26	1,79
Ca <sup>2+</sup> (meq/100 g)	1,22	0,519	0,519	0,872
Mg <sup>2+</sup> (meq/100 g)	8,11	7,01	7,52	7,54
Na <sup>+</sup> (meq/100 g)	0,301	0,391	0,364	0,352
Fe hòa tan (mg/kg)	1,15	55,5	7,38	11,3
Fe <sup>2+</sup> (mg/kg)	1,44	57,8	36,9	37,3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	0,916	0,782	0,816	0,827
Al <sup>3+</sup> (meq/100 g)	2,41	6,31	2,55	7,96
Axit tổng số (meq/100 g)	6,38	12,8	6,00	17,3

Bảng 7 cho thấy, độ chua hiện tại xếp ở ngưỡng thấp với trung bình là 4,60, trong khi đó, độ chua tiềm tàng được xếp ở ngưỡng chua nhiều với trung bình là 4,01 [12]. Bên cạnh đó, chỉ số EC không ảnh hưởng đến cây trồng ở tầng mặt 0 - 15 cm (1,26 mS/cm), các tầng dưới có chỉ số EC có thể gây ảnh hưởng đến cây trồng (2,20 - 6,17 mS/cm) [9]. Hàm lượng %C đạt trung bình là 2,12, xếp loại thấp theo thang đánh giá của Metson (1961) [11].

Phẫu diện có hàm lượng NH<sub>4</sub><sup>+</sup> đạt trung bình 25,0 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/kg. Ngoài ra, hàm lượng đạm dạng NO<sub>3</sub><sup>-</sup> thuộc mức tối hảo cho cây trồng dao động 5,49 - 14,6 mgNO<sub>3</sub><sup>-</sup>/kg. Ngoài ra, hàm lượng P dễ tiêu dao động 39,2 - 61,4 mg/kg giữa các tầng và được đánh giá ở mức trung bình [9]. Thành phần các dạng lân khó tan Al-P, Fe-P và

Ca-P đạt trung bình lần lượt là 427,5; 367,0; 144,6 mg/kg (Bảng 7).

Giá trị CEC của phẫu diện PN03 đạt trung bình 17,74 meq/100 g và được đánh giá ở mức trung bình [13]. Đối với hàm lượng K<sup>+</sup>, ở các tầng 0 - 15, 15 - 50 và 50 - 90 cm có hàm lượng K<sup>+</sup> ở mức thừa, với giá trị lần lượt là 3,17; 3,90; 2,26 meq/100 g. Bên cạnh đó, tầng đất > 90 cm được đánh giá ở mức cao (1,70 meq/100 g) [9]. Ngoài ra, hàm lượng Mg<sup>2+</sup> ở các tầng đất cũng được đánh giá ở mức cao, dao động 7,01 - 8,11 meq/100 g [9]. Hàm lượng Ca<sup>2+</sup> và Na<sup>+</sup> đạt trung bình lần lượt là 0,782 và 0,352 meq/100 g. Mặt khác, hàm lượng F<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dao động 0,782 - 0,916%, thuộc mức trung bình. Hai dạng Fe hòa tan và Fe<sup>2+</sup> có hàm lượng trung bình lần lượt là 18,8 và 33,3 mg/kg. Hàm lượng Al<sup>3+</sup> dao động 2,41 - 7,96 meq/100 g. Hàm lượng

axit tổng số của phẫu diện là 10,6 meq/100 g (Bảng 7).

Giá trị pH ở ngưỡng thấp đến trung bình, độ mặn ở ngưỡng trung bình đến cao và chất hữu cơ ở ngưỡng thấp. Chính vì vậy, cần có biện pháp cải thiện pH và bổ sung chất hữu cơ cho cây bưởi da xanh. Đặc biệt, cần dùng các biện pháp canh tác để tránh tác động của mặn đến sinh trưởng cây bưởi da xanh.

#### **4. KẾT LUẬN**

Giá trị pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> và pH<sub>KCl</sub> dao động 3,95 - 5,68 và 1,64 - 5,24 ở tầng mặt. Bên cạnh đó, chỉ số EC dao động 0,85 - 6,17 mS/cm. Hàm lượng độc chất nhôm 2,41 - 7,96 meq/100 g. Hai dạng đạm trong đất là NH<sub>4</sub><sup>+</sup> và NO<sub>3</sub><sup>-</sup> đạt giá trị 13,0 - 63,0 mg/kg, 3,41 - 20,8 mg/kg ở mức tối ưu. Ngoài ra, hàm lượng các dạng lân khó tan gồm: Al-P, Fe-P và Ca-P cao ở tầng đất mặt, với giá trị tương ứng 273,6 - 655,0; 63,4 - 541,5; 122,5 - 229,1 mg/kg. Hàm lượng F<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tự do thuộc mức trung bình. Hàm lượng chất hữu cơ và khả năng trao đổi cation được đánh giá ở mức rất thấp cho đến trung bình.

#### **LỜI CẢM ƠN**

*Nhóm tác giả xin trân trọng cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bến Tre đã tài trợ kinh phí để thực hiện nghiên cứu theo Hợp đồng số 752/HĐ-SKH-CN.*

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Nguyễn Thị Kim Tươi, Nguyễn Hồng Khôi Nguyên, Trần Thanh Trúc và Hà Thanh Toàn (2021). Tính chất hóa lý của bưởi da xanh và bưởi Năm Roi được trồng ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 57, 118 - 126.
2. Trần Bạch Long, Nguyễn Văn Mười, Nguyễn Thị Kim Tươi, Hà Thanh Toàn (2023). Xác định đặc tính hóa lý của bưởi da xanh (*Citrus maxima*) và bưởi năm roi (*Citrus grandis* L.) theo khối lượng. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 59(4), 98 - 106.
3. Cục Thống kê tỉnh Bến Tre (2022). *Niên giám thống kê tỉnh Bến Tre năm 2022*. Nxb Tổng hợp thành phố Hồ Chí Minh, <https://www.thongkebentre.gov.vn/Nien-Giam-Thong-ke-nam-2022-post84>, truy cập ngày 20/6/2024.
4. Lê Minh thiện, Nguyễn Thái Bảo, Trương Minh Quân, Phan Thu Trâm, Lê Quốc Tuấn, Nguyễn Vũ Đức Thịnh (2023). Ảnh hưởng của xâm nhập mặn đến sản xuất nông nghiệp huyện Châu Thành, tỉnh Bến Tre giai đoạn 2021 - 2022. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 1 + 2, 123 - 131.
5. Syed, A., Sarwar, G., Shah, S. H., Muhammad, S. (2021). Soil salinity research in 21st century in Pakistan: Its impact on availability of plant nutrients, growth and yield of crops. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 52(3), 183 - 200.
6. Yang, T., Siddique, K. H., Liu, K. (2020). Cropping systems in agriculture and their impact on soil health - A review. *Global Ecology and Conservation*, 23, e01118.
7. FAO (2006). World reference base for soil resources 2006 - A framework for international classification, correlation and communication, [https://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/images/resources/pdf\\_documents/wrb2007\\_red.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/images/resources/pdf_documents/wrb2007_red.pdf), truy cập ngày 20/6/2024.
8. Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H., Soltanpour, P. N., Tabatabai, M. A., Johnston, C. T., Sumner, M. E. (1996). Methods of soil analysis, Part 3 - Chemical methods. SSSA Book Ser. 5.3. SSSA, ASA, Madison, WI.
9. Horneck, D. A., Sullivan, D. M., Owen, J. S., Hart, J. M. (2011). Soil test interpretation guide, [https://ir.library.oregonstate.edu/concern/administrative\\_report\\_or\\_publications/2b88qc45x](https://ir.library.oregonstate.edu/concern/administrative_report_or_publications/2b88qc45x), truy cập ngày 20/5/2024.
10. Alam, S. M., Naqvi, S. S. M., Ansari, R. (1999). Impact of soil pH on nutrient uptake by crop plants. *Handbook of plant and crop stress*, 2, 51 - 60.
11. Metson, A. J. (1961). Methods of chemical analysis for soil survey samples. New Zealand DSIR Soil Bur Bull 12. Govt Printer, Wellington, New Zealand.
12. Washington State University - Tree Fruit Research, Extension Center. (2004). A guide in

interpretation of soil test results. <http://soils.tfrec.wsu.edu/webnutritiongood/soilprops/soilnutrientvalues.htm>.

13. Landon, J. R. (1984). Tropical soil manual. London: Booker Agriculture International Limited, 223 - 238.

14. Hazelton, P., Murphy, B. (2016). *Interpreting soil test results: What do all the numbers mean?*. CSIRO Publishing, <https://ebooks.publish.csiro.au/content/interpreting-soil-test-results>, truy cập ngày 15/5/2024.

**CHARACTERISTICS OF SALINIZED ALLUVIAL SOIL FOR POMELO CULTIVATION  
IN LUONG HOA COMMUNE, VINH LONG PROVINCE**

Nguyen Huynh Minh Anh<sup>1</sup>, Phan Chan Hiep<sup>1</sup>, Nguyen Thanh Ngan<sup>1</sup>, Nguyen Duc Trong<sup>1</sup>,  
Ha Ngoc Thu<sup>2</sup>, Do Thi Thuy Duong<sup>3</sup>, Tran Bao Phu<sup>4</sup>, Huynh Thanh Quang<sup>5</sup>,  
Tran Trong Khoi Nguyen<sup>5</sup>, Le Thi My Thu<sup>5</sup>, Phan Chi Nguyen<sup>6</sup>, Nguyen Quoc Khuong<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduate student in Crop Science, Batch 30, College of Agriculture, Can Tho University

<sup>2</sup>Graduate student in Biotechnology, Batch 30,

Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University

<sup>3</sup>Undergraduate student in Crop Science, Batch 47, College of Agriculture, Can Tho University

<sup>4</sup>Undergraduate student in Crop Science, Batch 48, College of Agriculture, Can Tho University

<sup>5</sup>Faculty of Crop Science, College of Agriculture, Can Tho University

<sup>6</sup>College of Environment and Natural Resources, Can Tho University

**Abstract**

The aims of the study was to determine the morphological and physiochemical characteristics of soil profiles for pomelo farming in Luong Hoa commune, Vinh Long province. The morphological description was done according to the Munsell color chart and the chemical analysis was conducted Can Tho University. The morphology of the pomelo soils belonged to deposited alluvial soil, with gley horizon and slight salinization and was classified as Hyposali Gleyic Fluvisols. The chemical features showed the  $pH_{H_2O}$  and  $pH_{KCl}$  of 4.47 - 5.68 and 3.64 - 4.82 in the surface horizon, respectively. Simultaneously, the  $Al^{3+}$  toxicity was moderate with a mean of 2.41 - 7.96 meq/100 g. The available nitrogen and soluble P contents in the soil were 13.0 - 63.0 mg/kg and 39.2 - 547.8 mg/kg, respectively. However, the contents of Al-P, Fe-P and Ca-P were high in the surface horizon with corresponding values of 273.6 - 655.0, 63.4 - 541.5, 122.5 - 229.1 mg/kg. The organic matter content and cation exchange capacity in the soil ranged from extremely low to moderate. Ultimately, improvements should be made in pH, EC and organic matter in pomelo orchards.

**Keywords:** Luong Hoa, pomelo, soil chemistry, soil profile.

**Ngày nhận bài:** 23/4/2025

**Ngày chuyển phản biện:** 9/6/2025

**Ngày thông qua phản biện:** 30/6/2025

**Ngày duyệt đăng:** 10/12/2025

# PHÂN LẬP VÀ ĐỊNH DANH VI KHUẨN VÙNG RỄ MỘT SỐ LOÀI LAN CÓ KHẢ NĂNG SINH TỔNG HỢP IAA (Indole-3-Acetic Acid)

Huỳnh Thị Minh Thu<sup>1,2</sup>, Huỳnh Nguyễn Thuỳ Dương<sup>1,2</sup>, Huỳnh Thị Hồng Phấn<sup>1,2</sup>,  
Nguyễn Thị Mỹ Ngọc<sup>1,2</sup>, Thạch Bá Thiên<sup>1,2</sup>, Lê Đình Đôn<sup>1,2</sup>, Bùi Cách Tuyến<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Khoa Khoa học Sinh học, Trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh

<sup>2</sup> Viện Nghiên cứu Công nghệ Sinh học và Môi trường,

Trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh

\* Email: buicachtuyen@gmail.com

## TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, 44 dòng vi khuẩn đã được phân lập từ rễ của 7 loài lan bản địa trồng tại thành phố Hồ Chí Minh và tỉnh Lâm Đồng. Trong đó, 10 dòng vi khuẩn được xác định có khả năng tổng hợp IAA bằng phương pháp so màu với thuốc thử Salkowski. Hàm lượng IAA cao nhất được ghi nhận là  $86,21 \pm 1,72$  mg/L do dòng vi khuẩn 1306.5 tổng hợp được. Bên cạnh đó, thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của vi khuẩn sinh IAA đối với cây lan *Dendrobium* sp. nuôi cấy mô cho thấy, cả 10 dòng vi khuẩn đều có khả năng thúc đẩy sự phát triển hệ rễ trong 30 ngày theo dõi tốt hơn so với đối chứng. Trong đó, 1306.5 là dòng vi khuẩn mang đến hiệu quả nổi trội và được xác định thuộc chi *Pseudomonas* và có quan hệ gần gũi nhất với *Pseudomonas putida* thông qua kết quả định danh bằng phân tử và sinh hoá. Kết quả này mở ra hướng nghiên cứu ứng dụng các dòng vi khuẩn vùng rễ sinh IAA như một tác nhân hỗ trợ sinh trưởng và phát triển cây lan theo hướng bền vững, góp phần nâng cao hiệu quả canh tác và bảo tồn nguồn gen thực vật quý.

**Từ khoá:** IAA, lan bản địa Việt Nam, *Pseudomonas putida*, vi khuẩn vùng rễ.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lan (*Orchidaceae*) là một trong những họ thực vật đa dạng nhất trên thế giới với khoảng 28.000 loài [1]. Bên cạnh vẻ đẹp, sự phong phú về màu sắc và hình thái hoa, lan còn có nhiều giá trị dược liệu như: Khả năng kháng khuẩn, kháng nấm, chống oxy hóa, chống viêm, chống ung thư và bảo vệ thần kinh [2].

Trên thị trường quốc tế, dù chịu ảnh hưởng từ đại dịch Covid-19, nhu cầu buôn bán hoa lan vẫn chiếm tỷ trọng đáng kể. Năm 2019, kim ngạch nhập khẩu hoa lan toàn cầu đạt khoảng 214 triệu USD, trong đó Nhật Bản và Hoa Kỳ là những thị trường tiêu thụ lớn nhất, còn Thái Lan, Hà Lan, Đài Loan (Trung Quốc) và Việt Nam là các quốc gia xuất khẩu chủ lực [3]. Riêng tại Việt Nam, giá trị xuất khẩu lan cắt cành đạt từ 10 - 15 triệu USD mỗi năm [3]. Sự gia tăng sản xuất loài hoa này

theo quy mô công nghiệp đặt ra nhu cầu cấp thiết về nâng cao năng suất và chất lượng hoa lan theo hướng bền vững, đồng thời giảm dần sự phụ thuộc vào phân bón hóa học. Một trong những hướng tiếp cận đầy tiềm năng là ứng dụng các vi khuẩn vùng rễ có khả năng thúc đẩy sinh trưởng thực vật (PGPR) vào quá trình canh tác, giúp cây phát triển. Các vi khuẩn này giúp thúc đẩy sinh trưởng thực vật thông qua khả năng cố định đạm, phân giải lân, sản xuất siderophore, sản xuất các phytohormone giúp kích thích sinh trưởng thực vật [4]. Trong đó, IAA là một phytohormone quan trọng, giúp kích thích sự phát triển hệ rễ, tăng cường khả năng hấp thu dinh dưỡng và nước, từ đó cải thiện sức sống và năng suất cây trồng. Mặc dù vi khuẩn vùng rễ sinh IAA đã được tìm hiểu trên nhiều loài cây khác nhau nhưng các nghiên cứu về nhóm vi sinh vật này ở cây lan, đặc biệt là các loài

lan bản địa tại Việt Nam vẫn còn hạn chế. Vì vậy, nghiên cứu này được tiến hành nhằm phân lập, tuyển chọn và định danh các dòng vi khuẩn vùng rễ của một số loài lan có khả năng sinh tổng hợp IAA. Kết quả nghiên cứu không chỉ góp phần làm sáng tỏ đặc điểm hệ vi sinh vật vùng rễ lan mà còn tạo cơ sở khoa học cho việc ứng dụng các chủng vi khuẩn bản địa vào sản xuất hoa lan theo hướng bền vững, thân thiện môi trường và giảm phụ thuộc vào phân bón hóa học.

## **2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.1. Vật liệu nghiên cứu**

Các loài lan thu thập được gồm có: Giáng hương tam bảo sắc (*Aerides falcata*), *Vanda tessellate semi alba x Vanda denisoniana* được thu ở xã Đông Thạnh, thành phố Hồ Chí Minh và các loài lan Giáng thu (*Aerides rubescens*), Hoàng nhạn (*Aerides odorata x houlettiana*), Vũ nữ (*Oncidium* sp.), Cát lan (*Cattleya* sp.) được thu thập tại tỉnh Lâm Đồng.

### **2.2. Phương pháp nghiên cứu**

#### **2.2.1. Phân lập vi khuẩn vùng rễ lan bản địa Việt Nam**

Rễ lan sau thu thập được làm sạch bằng nước vô trùng. Nghiền mẫu rễ trong nước vô trùng và cấy trang trên môi trường TSA để hình thành các khuẩn lạc đơn lẻ. Sau 48 giờ ủ, tiến hành phân lập vi khuẩn dựa vào sự khác biệt về đặc điểm hình thái khuẩn lạc như kích thước, màu sắc, hình dạng rìa, độ nhô và bề mặt khuẩn lạc.

#### **2.2.2. Đánh giá khả năng sinh tổng hợp IAA của các dòng vi khuẩn**

Khả năng sinh IAA của vi khuẩn được đánh giá bằng phương pháp so màu với thuốc thử Salkowski [5]. Vi khuẩn được nuôi trong môi trường TSB bổ sung 0,1% L-Tryptophan và ủ tối trong 7 ngày. Trộn 1 mL dịch nuôi cấy không chứa tế bào vi khuẩn với 4 mL thuốc thử. Sự chuyển màu từ vàng sang đỏ cho thấy có mặt IAA. Hỗn hợp được đo độ hấp thụ quang (OD) ở bước sóng 530 nm. Hàm lượng IAA được xác định dựa theo đường chuẩn được dựng từ các nồng độ IAA chuẩn (0, 20, 40, 60, 80, 100 µg/mL).

#### **2.2.3. Kiểm tra tác động của vi khuẩn lên cây lan *Dendrobium* nuôi cấy mô**

Cây lan *Dendrobium* nuôi cấy mô 1 tháng tuổi chưa có rễ được nhúng phần gốc vào dịch huyền phù vi khuẩn có mật độ  $10^6$  CFU/mL trong 30 phút. Sau khi tiếp xúc với vi khuẩn, cây được cấy trên môi trường MS [6] có bổ sung 2 mg/L L-Tryptophan và bố trí các điều kiện thí nghiệm dựa theo Shah và cs (2021) [7]. Thí nghiệm lặp lại 5 lần ở mỗi dòng vi khuẩn, mỗi lần lặp lại gồm 5 cây trong một bình. Bố trí nghiệm thức đối chứng bao gồm các cây được nhúng vào nước vô trùng. Sau 30 ngày nuôi cấy, các chỉ tiêu sinh trưởng được thu thập bao gồm: Chiều dài rễ (cm), số lượng rễ hình thành trên mỗi cây và tỷ lệ cây tạo rễ (%).

#### **2.2.4. Định danh vi khuẩn bằng phân tích vùng gene 16S-rRNA**

Tiến hành ly trích ADN của vi khuẩn theo phương pháp của Nakayashiki và cs (1999) [8]. Phản ứng PCR được thực hiện nhằm khuếch đại vùng gene 16S rRNA của vi khuẩn bằng cặp mồi 27F 5'AGAGTTTGATCMTGGCTCAG3' và 1492R 5'TACGGYTACCTTGTTACGACTT3' [9]. Sản phẩm của phản ứng PCR được giải trình tự 2 chiều tại Công ty 1st BASE có địa chỉ website là: <https://base-asia.com/> và được so sánh với dữ liệu trên NCBI thông qua công cụ BLAST.

Về mặt hình thái và đặc điểm sinh hoá, vi khuẩn được thực hiện các thử nghiệm bao gồm: Nhuộm Gram, thử nghiệm catalase, oxidase, khả năng phát quang, VP, citrate và khả năng phân giải tinh bột theo phương pháp của Somasegaran và Hoben (2012) [10]. Kết quả được so sánh với các mô tả về khuẩn vùng rễ (*Rhizobia*) của Bergey (1994) [11].

### **2.3. Xử lý số liệu**

Số liệu được xử lý thống kê ANOVA một nhân tố bằng phần mềm Minitab 17.

## **3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN**

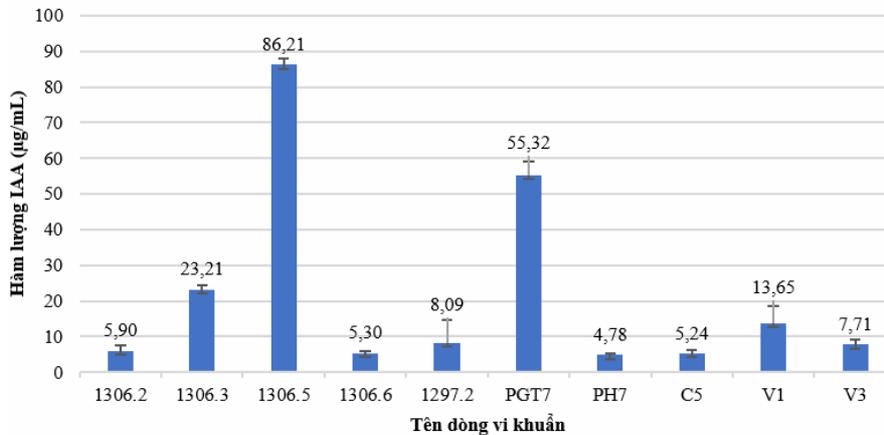
### **3.1. Kết quả phân lập vi khuẩn sinh tổng hợp IAA**

Tổng cộng có 44 dòng vi khuẩn đã được phân lập từ các mẫu rễ lan. Trong số này ghi nhận được 10 dòng vi khuẩn có khả năng sinh IAA khi làm đổi màu thuốc thử Salkowski.

Hàm lượng IAA tổng hợp được ở các dòng vi khuẩn được tính toán dựa trên phương trình đường

chuẩn  $y = 0,108x + 0,0662$ . Các dòng vi khuẩn sinh tổng hợp được lượng IAA có nhiều khác biệt. Đa số các dòng vi khuẩn (5/10) có hàm lượng IAA được sinh ra dưới 10  $\mu\text{g/mL}$  và thấp nhất là dòng

PH7 với  $4,8 \pm 0,44 \mu\text{g/mL}$  và hàm lượng IAA cao nhất được ghi nhận ở dòng vi khuẩn 1306.5 với  $86,21 \pm 1,72 \mu\text{g/mL}$ .



**Hình 1. Hàm lượng IAA các dòng vi khuẩn vùng rễ lan sinh tổng hợp**

Mức  $86,21 \pm 1,72 \mu\text{g/mL}$  được ghi nhận ở dòng vi khuẩn 1306.5 trong nghiên cứu này là một hàm lượng IAA cao đáng kể so với các nghiên cứu tương tự trên cây lan ở Việt Nam cũng như trên thế giới. Hàm lượng này cao gần gấp đôi mức IAA cao nhất được ghi nhận trong nghiên cứu của Nguyễn Xuân Trường và cs (2022) [12] trên các loài lan Việt Nam là  $48,01 \mu\text{g/mL}$  và cao hơn 11 lần so với mức IAA cao nhất là  $7,43 \mu\text{g/mL}$  mà Herrera và cs (2020) [13] đã ghi nhận được khi nghiên cứu cây lan ở Chi Lê.

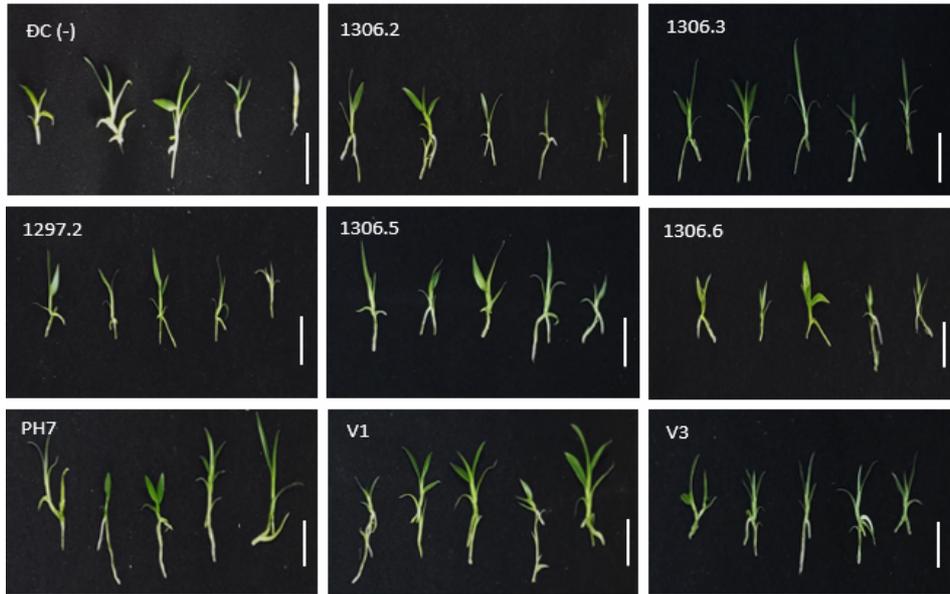
**3.2. Kiểm tra tác động của vi khuẩn lên cây lan *Dendrobium* nuôi cấy mô**

Thông qua kết quả thí nghiệm ở bảng 1 có thể thấy, cả 10 dòng vi khuẩn sinh tổng hợp IAA đều có khả năng thúc đẩy sự phát triển rễ ở cây lan nuôi cấy mô một cách rõ rệt so với đối chứng (không tiếp xúc vi khuẩn). Tỷ lệ cây ra rễ ở các nghiệm thức xử lý vi khuẩn trung bình đạt 76%, cao hơn đáng kể so với đối chứng chỉ đạt 68%. Ngoài ra, chiều dài rễ của cây cũng tăng đáng kể ở các nghiệm thức có sự hiện diện của vi khuẩn sinh IAA. Cụ thể, chiều dài rễ khi xử lý vi khuẩn dao động từ  $4,40 \pm 3,58 \text{ mm}$  (C5) đến  $7,84 \pm 4,50 \text{ mm}$  (PGT7), gấp từ 1,3 đến hơn 2,2 lần so với chiều dài rễ trung bình ở nghiệm thức đối chứng chỉ đạt  $3,52 \text{ mm}$  và sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).

**Bảng 1. Kết quả kiểm tra tác động của vi khuẩn sinh IAA lên cây lan *Dendrobium* nuôi cấy mô**

Tên nghiệm thức	Số rễ	Chiều dài rễ (mm)	Tỷ lệ tạo rễ (%)
Đối chứng (-)	$1,1 \pm 0,9$	$3,5^b \pm 3,1$	68
1306.2	$1,6 \pm 0,7$	$6,0^{ab} \pm 3,4$	96
1306.3	$1,8 \pm 0,7$	$6,8^{ab} \pm 3,4$	96
1306.5	$1,8 \pm 0,9$	$6,7^{ab} \pm 3,2$	92
1306.6	$1,4 \pm 1,1$	$5,2^{ab} \pm 4,5$	72
1297.2	$1,6 \pm 0,9$	$5,7^{ab} \pm 4,1$	84
PGT7	$1,5 \pm 0,7$	$7,8^a \pm 4,7$	92
PH7	$1,2 \pm 0,7$	$6,5^{ab} \pm 4,0$	88
V1	$1,7 \pm 0,9$	$6,9^{ab} \pm 4,5$	84
V3	$1,2 \pm 0,9$	$4,4^{ab} \pm 3,6$	76
C5	$1,1 \pm 0,8$	$4,4^{ab} \pm 4,0$	76

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị có chữ cái khác nhau thì sự khác biệt có ý nghĩa thống kê.



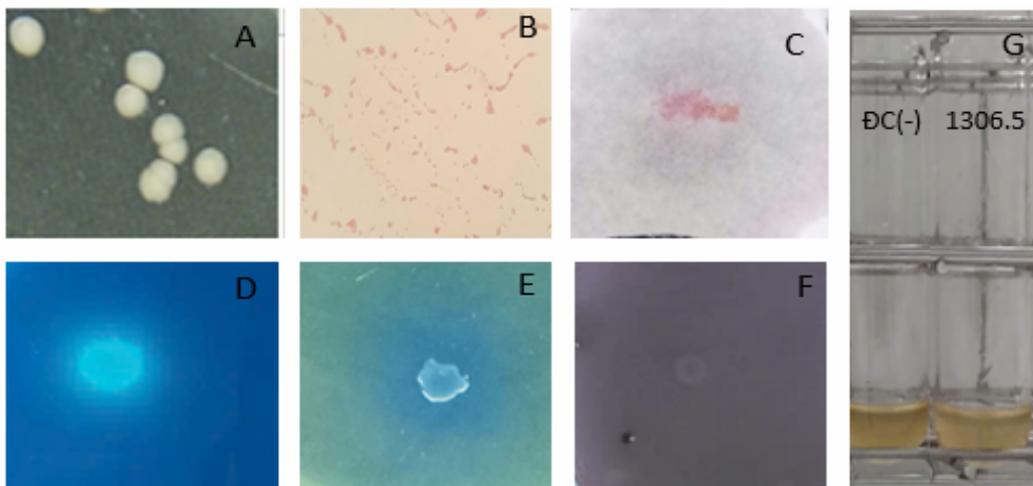
Hình 2. Kết quả kiểm tra tác động của các dòng vi khuẩn sinh IAA lên cây lan *Dendrobium* nuôi cấy mô  
Ghi chú: Thanh tỷ lệ = 10 mm.

3.3. Kết quả định danh vi khuẩn

Bảng 3. Kết quả sinh hoá của dòng vi khuẩn 1306.5

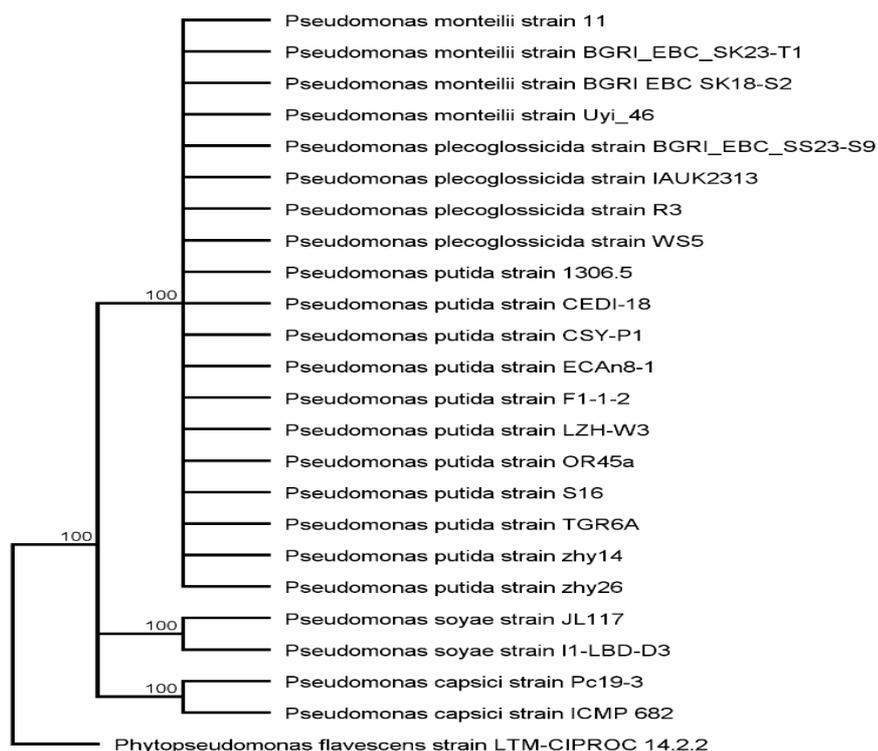
Mô tả khuẩn lạc	Hình dạng tế bào	Gram	Thử nghiệm catalase	Thử nghiệm oxidase	VP	Khả năng phát quang	Phân giải tinh bột	Thử nghiệm citrate
Hình tròn, màu trắng sữa, có rìa nhẵn màu trắng trong	Que	-	+	+	-	+	-	+

Ghi chú: “-” thể hiện âm tính; “+” thể hiện dương tính.



Hình 3. Kết quả một số phản ứng sinh hoá của dòng vi khuẩn 1306.5

A - Hình thái khuẩn lạc; B - Hình nhuộm Gram, C - Phản ứng oxidase, D - Thử nghiệm khả năng phát quang; E - Thử nghiệm citrate, F - Thử nghiệm phân giải tinh bột, G - Thử nghiệm VP.



Hình 4. Cây phân nhóm tương đồng trình tự vùng gene 16S rRNA của dòng vi khuẩn 1306.5. Số tại các nút thể hiện giá trị Bootstrap (%) với 1.000 lần lặp

Dựa vào kết quả phân tích vùng gene 16S - rRNA sau khi so sánh với cơ sở dữ liệu NCBI cho thấy, dòng vi khuẩn 1306.5 có độ tương đồng cao lên đến 99,5% với loài *Pseudomonas putida* (AY741156). Kết quả này cũng được củng cố thêm bởi các đặc điểm về hình thái và sinh hoá của vi khuẩn cũng rất phù hợp với loài vi khuẩn này như: Hình que, Gram âm, phát quang trên môi trường King'B, dương tính phản ứng citrate, oxidase, catalase, âm tính phản ứng VP hay không phân giải tinh bột. Tuy nhiên, cây phát sinh chủng loại được xây dựng từ trình tự 16S rRNA cho thấy, dòng vi khuẩn 1306.5 nằm trong một nhánh có độ tin cậy cao (bootstrap value 100%) bao gồm: Các loài có quan hệ gần gũi trong chi *Pseudomonas*, cụ thể là *P. putida*, *P. monteilii* và *P. plecoglossicida*. Sự sắp xếp của các loài trong nhánh này cho thấy gene 16S - rRNA không đủ khả năng phân giải để phân biệt rõ ràng giữa các loài này. Vì vậy, cần có sự phân tích và so sánh các vùng trình tự khác như *rpoB* hoặc *gyrB* để có thêm bằng chứng khẳng định về loài.

Các nghiên cứu trước đây đã từng ghi nhận hiệu quả kích thích sinh trưởng của *P. putida* ở các loài cây khác nhau bao gồm: Cà chua (*Solanum*

*lycopersicum*) [14], cải dầu (*Brassica juncea*) [15] và dưa chuột (*Cucumis sativus* L.) [16]. Đối với các nghiên cứu trên lan, chi *Pseudomonas* cũng đã từng được phát hiện với khả năng sản sinh IAA và thúc đẩy sinh trưởng cho cây trong kết quả nghiên cứu Tsavkelova và cs (2007) [9]. Trong khi đó, kết quả nghiên cứu của Wilkinson và cs (1994) [17] khẳng định, IAA do *P. putida* sinh ra giúp thúc đẩy sự nảy mầm ở lan *Pterostylis vittata*. Những dẫn chứng này gợi mở về tiềm năng nghiên cứu, khai thác *P. putida* trong thực tiễn trồng và chăm sóc lan. Bên cạnh đó, việc ứng dụng vi khuẩn này ở giai đoạn nhân giống lan như một tác nhân kích thích ra rễ và hỗ trợ cây con sớm thích ứng với hệ vi sinh vật bản địa cũng là một hướng đi mới mẻ đầy triển vọng cần được đánh giá và nghiên cứu nhiều hơn.

#### 4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy, hệ vi khuẩn có khả năng sinh IAA và kích thích sinh trưởng rễ ở lan khá đa dạng, đồng thời thể hiện tiềm năng ứng dụng cao như những tác nhân sinh học hỗ trợ phát triển cây lan theo hướng bền vững. Trong số các dòng vi khuẩn được khảo sát, dòng 1306.5 tạo ra lượng IAA cao nhất và cho hiệu quả kích thích rễ

vượt trội trên cây lan *Dendrobium* nuôi cấy mô và đã được xác định thuộc chi *Pseudomonas* và có quan hệ gần gũi nhất với *P. putida*. Những phát hiện này gợi mở tiềm năng lớn của *P. putida* trong việc phát triển các chế phẩm sinh học kích thích sinh trưởng cho lan nói riêng và cây trồng nói chung.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Givnish T. J., Spalink D., Ames M., Lyon S. P., Hunter S. J., Zuluaga A., Doucette A., Caro G. G., McDaniel J., Clements M. A. (2016). Orchid historical biogeography, diversification, Antarctica and the paradox of orchid dispersal. *Journal of Biogeography*, 43(10): 1905 - 1916.
2. Choudhary D., Mashkey V. K., Goutam E., Shrivastava M., Rawat M., Kumari A., Tripathi V. (2023). Medicinal orchids: Traditional uses and recent advances. *Ann. Phytomed*, 12(1): 1 - 9.
3. Yuan S. -C., Lekawatana S., Amore T. D., Chen F. -C., Chin S. -W., Vega D. M., Wang Y. -T. (2021). The global orchid market, *Springer*, 1 - 28.
4. Mehmood U., Inam-ul-Haq M., Saeed M., Altaf A., Azam F., Hayat S. (2018). A brief review on plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): A key role in plant growth promotion. *Plant Prot*, 2(2): 77 - 82.
5. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 10784:2015. Vi sinh vật - Xác định khả năng sinh tổng hợp axit 3-indol-acetic (IAA).
6. Murashige T., Skoog F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia plantarum*, 15(3).
7. Shah S., Chand K., Rekadwad B., Shouche Y. S., Sharma J., Pant B. (2021). A prospectus of plant growth promoting endophytic bacterium from orchid (*Vanda cristata*). *BMC biotechnology*, 21(1): 16.
8. Nakayashiki H., Kiyotomi K., Tosa Y., Mayama S. (1999). Transposition of the retrotransposon MAGGY in heterologous species of filamentous fungi. *Genetics*, 153(2): 693 - 703.
9. Tsavkelova E. A., Cherdyntseva T. A., Botina S. G., Netrusov A. I. (2007). Bacteria associated with orchid roots and microbial production of auxin. *Microbiological research*, 162(1): 69 - 76.
10. Somasegaran P., Hoben H. J. (2012). Handbook for rhizobia: Methods in legume-Rhizobium technology, *Springer Science & Business Media*.
11. Bergey, D. H. (1994). Bergey's manual of determinative bacteriology. *Lippincott Williams & Wilkins*.
12. Nguyễn Xuân Trường, Đinh Trường Sơn, Nguyễn Thị Thuỷ, Nguyễn Thị Sơn, Phạm Thị Hải (2022). Phân lập và tuyển chọn các chủng vi khuẩn nội sinh có khả năng cố định đạm, phân giải lân, tổng hợp IAA từ các loài lan tại Việt Nam. *Hội nghị Công nghệ sinh học toàn quốc năm 2022*.
13. Herrera H., Sanhueza T., Novotná A., Charles T. C., Arriagada C. (2020). Isolation and identification of endophytic bacteria from mycorrhizal tissues of terrestrial orchids from Southern Chile. *Diversity*, 12(2): 55.
14. Hernández-Montiel L. G., Chiquito Contreras C. J., Murillo Amador B., Vidal Hernández L., Quiñones Aguilar E. E., Chiquito Contreras R. G. (2017). Efficiency of two inoculation methods of *Pseudomonas putida* on growth and yield of tomato plants. *Journal of Soil Science and Plant nutrition*, 17(4): 1003 - 1012.
15. Mishra I., Fatima T., Egamberdieva D., Arora N. K. (2020). Novel bioformulations developed from *Pseudomonas putida* BSP9 and its biosurfactant for growth promotion of *Brassica juncea* (L.). *Plants*, 9(10): 1349.
16. Kakbra R. F. (2024). Effect of seaweed, moringa leaf extract and biofertilizer on growth, yield and fruit quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.) under greenhouse condition. *arXiv preprint arXiv. 2403.17984*.
17. Wilkinson K., Dixon K., Sivasithamparam K., Ghisalberti E. (1994). Effect of IAA on symbiotic germination of an Australian orchid and its production by orchid-associated bacteria. *Plant and soil*, 159(2): 291 - 295.

**ISOLATION AND IDENTIFICATION OF IAA (Indole-3-Acetic Acid) - PRODUCING *Rhizobacteria* FROM ORCHID NATIVE SPECIES**

Huynh Thi Minh Thu<sup>1,2</sup>, Huynh Nguyen Thuy Duong<sup>1,2</sup>, Huynh Thi Hong Phan<sup>1,2</sup>,  
Nguyen Thi My Ngoc<sup>1,2</sup>, Thach Ba Thien<sup>1,2</sup>, Le Dinh Don<sup>1,2</sup>, Bui Cach Tuyen<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>*Faculty of Biological Sciences, Nong Lam University, Ho Chi Minh city*

<sup>2</sup>*Institute of Biotechnology and Environment, Nong Lam University, Ho Chi Minh city*

**Abstract**

In this study, 44 bacterial strains were isolated from the roots of seven native orchid species cultivated in Ho Chi Minh city and Lam Dong province. Among them, 10 strains were identified as indole-3-acetic acid (IAA)-producing bacteria using the colorimetric method with Salkowski reagent. The highest IAA concentration was recorded at  $86.21 \pm 1.72$  mg/L, produced by strain 1306.5. In addition, the experiment evaluating the effect of IAA-producing bacteria on tissue-cultured *Dendrobium* sp. plantlets showed that all 10 strains significantly promoted root development within 30 days of observation compared to the untreated control. Among them, strain 1306.5 exhibited the most remarkable effectiveness and was identified as belonging to the genus *Pseudomonas*, showing the closest relationship to *Pseudomonas putida* based on molecular identification and biochemical characterization. This opens up a promising direction for applying these bacterial strains as bioagents to support sustainable orchid growth and development, contributing to improved cultivation efficiency and the conservation of valuable plant genetic resources.

**Keywords:** *IAA, native orchids, Pseudomonas putida, symbiotic bacteria.*

**Ngày nhận bài:** 24/8/2025

**Ngày chuyển phản biện:** 13/11/2025

**Ngày thông qua phản biện:** 01/12/2025

**Ngày duyệt đăng:** 12/12/2025

# NGHIÊN CỨU ĐIỀU KIỆN SẤY BỘT XỐP SẢN XUẤT BỘT TẢO *Spirulina*

Phan Thế Duy<sup>1,\*</sup>, Trần Phú Quý<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Kim Chi<sup>1</sup>, Lê Nguyễn Đoàn Duy<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Khoa Công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Công Thương thành phố Hồ Chí Minh

\*Email: duypt@huit.edu.vn

## TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm xây dựng quy trình sấy bột xốp thu nhận bột tảo *Spirulina* có chất lượng cao, đồng thời đánh giá ảnh hưởng của một số thông số công nghệ quan trọng đến sản phẩm cuối cùng. Quy trình gồm hai giai đoạn: (i) tạo bột từ dịch tảo và (ii) sấy lớp bột xốp. Các yếu tố khảo sát bao gồm: Thời gian xử lý siêu âm dịch tảo (10, 20, 30, 40, 50 phút), tỷ lệ tảo: dung môi (1: 10; 1: 15; 1: 20; 1: 25; 1: 30 w/v), nồng độ chất tạo cấu trúc carboxymethyl cellulose (CMC) 0,25; 0,5; 0,75; 1%, thời gian đánh bột 1, 3, 5, 7, 9 phút, độ dày lớp bột 2, 3, 4, 5, 6 mm và nhiệt độ sấy 50, 60, 70, 80°C. Kết quả cho thấy, điều kiện thích hợp cho quá trình tạo bột là thời gian siêu âm 30 phút, tỷ lệ tảo: dung môi 1: 25 (w/v), nồng độ CMC 0,75% (so với khối lượng tảo) và thời gian đánh bột 3 phút. Trong giai đoạn sấy, lớp bột dày 3 - 4 mm ở 70°C cho thời gian sấy khoảng 200 - 220 phút, với hiệu suất thu hồi cao (~ 91%), độ hòa tan tốt và hàm lượng protein khoảng 66,6 g/100 g chất khô cùng hàm lượng phycocyanin xấp xỉ 93,6 mg/g chất khô. So sánh với sấy chân không ở cùng nhiệt độ cho thấy, sấy bột xốp giúp rút ngắn thời gian sấy, đồng thời bảo toàn phycocyanin tốt hơn đáng kể trong khi hiệu suất thu hồi tương đương, qua đó khẳng định tiềm năng ứng dụng của công nghệ này trong sản xuất bột tảo *Spirulina* giàu hoạt chất sinh học. Quy trình sấy bột xốp sản xuất được xây dựng đã đáp ứng tốt mục tiêu nghiên cứu. Việc tối ưu điều kiện đánh bột, tỷ lệ chất ổn định đã nâng cao hiệu quả sấy và bảo toàn hàm lượng protein, độ ẩm bột dưới 5%. Kết quả cho thấy, phương pháp sấy bột xốp phù hợp để xử lý tảo *Spirulina*, giúp cải thiện tốc độ sấy, chất lượng bột thu được và là cơ sở để phát triển quy mô lớn hơn.

**Từ khóa:** Tảo *Spirulina*, sấy bột xốp, phycocyanin, sấy chân không, bột tảo chức năng.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tảo *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) là một loài vi khuẩn lam (*Cyanobacteria*) dạng sợi, thường được xếp vào nhóm vi tảo sử dụng cho mục đích dinh dưỡng, có hàm lượng protein rất cao (50 - 70% khối lượng chất khô), giàu vitamin, khoáng chất và các hợp chất có hoạt tính sinh học, trong đó đáng chú ý là sắc tố protein phycocyanin [1], [2]. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra tiềm năng ứng dụng của tảo *Spirulina* trong lĩnh vực thực phẩm, dược phẩm và mỹ phẩm nhờ các đặc tính chống oxy hóa, kháng viêm và hỗ trợ sức khỏe [1], [3]. Đã có những nghiên cứu trước đây cho thấy, ứng dụng của tảo *Spirulina* trong bao bì thực phẩm. Việc kết hợp sinh khối tảo *Spirulina* và các sản phẩm sinh học có giá trị cao như C-PC vào công thức đóng gói thực phẩm đã cho thấy những

ứng dụng khác biệt và đầy hứa hẹn [4]. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu của Yu và cs (2017) [5] đã phân lập các peptid chống oxy hóa từ tảo xoắn *Spirulina platensis* bằng siêu lọc, lọc gel sắc ký và sắc ký lỏng hiệu năng cao pha đảo có trình tự được xác định là Pro-Asn-Asn (343,15 Da) bằng electrospray sử dụng 1,1-diphenyl - picrylhydrazyl (DPPH) để đo hoạt tính chống oxy hóa của peptid này. Peptid này đã được tổng hợp để xác nhận tính chất chống oxy hóa của nó và nó thể hiện hoạt động rõ ở  $81,44 \pm 0,43\%$  DPPH ở nồng độ 100  $\mu\text{g/ml}$  [5]. Các hoạt động chống gốc tự do và hoạt tính SOD của peptid là  $47,84 \pm 0,49\%$ ,  $54,01 \pm 0,82\%$  và  $12,55 \pm 0,75\%$ , tương ứng, ở mức 10 mg/ml. Những kết quả này chỉ ra rằng, tảo *Spirulina platensis* là một nguồn protein chống oxy hóa tốt có thể ứng dụng trong ngành dược phẩm và thực

phẩm. Tuy nhiên, nguyên liệu tảo tươi có hàm lượng nước lớn, dễ hư hỏng và khó bảo quản, do đó việc chuyển hóa thành dạng bột khô là cần thiết nhằm kéo dài thời gian sử dụng, thuận tiện cho vận chuyển, bảo quản và nâng cao giá trị kinh tế [1].

Trong số các phương pháp sấy, sấy bột xốp (foaming-mat drying) được xem là một giải pháp tiềm năng cho các nguyên liệu giàu hợp chất nhạy cảm, nhờ khả năng tạo lớp sản phẩm mỏng, xốp, có diện tích bề mặt lớn, giúp rút ngắn thời gian sấy và góp phần hạn chế tổn thất chất lượng. Nhiều công bố cho thấy, kỹ thuật này có thể giúp bảo toàn tốt hơn màu sắc, hương vị và khả năng hòa tan của các loại nước quả và dịch chiết từ thực vật so với một số phương pháp sấy truyền thống [3]. Ở Việt Nam, các nghiên cứu về sấy bột xốp chủ yếu tập trung vào nguyên liệu quả và lá như: Đu đủ, xoài, lá mận đỏ..., trong khi ứng dụng kỹ thuật này cho tảo *Spirulina* hầu như chưa được khai thác, đặc biệt là dưới góc độ bảo toàn phycocyanin - hoạt chất có giá trị sinh học và kinh tế nổi bật [6].

Công nghệ sấy bột xốp được xem là phương pháp tiềm năng để bảo toàn các hợp chất mang hoạt tính sinh học trong tảo *Spirulina*. Tuy nhiên, quá trình chế biến và điều kiện bảo quản đặt ra nhiều thách thức cần được kiểm soát chặt chẽ. Việc hình thành bột phụ thuộc vào loại và nồng độ chất tạo cấu trúc, thời gian và tốc độ đánh bột, cũng như độ nhớt của dịch tảo, các yếu tố này quyết định sự ổn định của bột trong suốt quá trình sấy. Nếu điều kiện tạo bột không tối ưu, lớp bột dễ xẹp, dẫn đến sự phân bố nhiệt không đồng đều và làm giảm hiệu suất thu hồi. Bên cạnh đó, độ dày lớp bột và nhiệt độ sấy là các thông số quan trọng vì lớp bột quá dày làm kéo dài thời gian sấy và gia tăng nguy cơ phân hủy các hợp chất nhạy nhiệt như phycocyanin, trong khi lớp bột quá mỏng có thể gây cháy hoặc biến tính protein. Sản phẩm thu được có cấu trúc xốp và diện tích bề mặt lớn khiến cho dễ bị hút ẩm trở lại, do đó việc bảo quản bột cần được thực hiện trong bao bì tối, chống ẩm, hạn chế oxy để duy trì màu sắc, hoạt tính sinh học, chất lượng cảm quan và độ ẩm dưới 5%.

Trên thế giới, tảo *Spirulina* đã được nghiên cứu với nhiều công nghệ sấy khác nhau nhằm thu

nhận bột, song các nghiên cứu về sấy bột xốp cho đối tượng này còn hạn chế và ít khi xem xét đồng thời các yếu tố công nghệ quan trọng như điều kiện tạo bột, độ dày lớp bột và nhiệt độ sấy trong mối liên hệ với sự bảo toàn phycocyanin. Bên cạnh đó, dữ liệu so sánh trực tiếp giữa sấy bột xốp và một phương pháp sấy nhiệt độ thấp phổ biến như sấy chân không ở cùng điều kiện nhiệt độ vẫn còn thiếu.

Xuất phát từ những khoảng trống nêu trên, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đề xuất quy trình sấy bột xốp thu nhận bột tảo *Spirulina* từ nguyên liệu tảo tươi. Cụ thể, nghiên cứu tập trung khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tạo bột và quá trình sấy (đặc biệt là độ dày lớp bột và nhiệt độ sấy) đối với các chỉ tiêu quan trọng như: Hàm lượng phycocyanin, hàm lượng protein, hiệu suất thu hồi và độ hòa tan, đồng thời so sánh chất lượng sản phẩm thu được bằng sấy bột xốp với sấy chân không ở cùng nhiệt độ. Kết quả nghiên cứu kỳ vọng cung cấp cơ sở khoa học cho việc ứng dụng công nghệ sấy bột xốp trong sản xuất bột tảo *Spirulina* tại Việt Nam, hướng tới những sản phẩm có giá trị gia tăng cao.

## **2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP**

### **2.1. Nguyên liệu**

Nguyên liệu chính là tảo *Spirulina* tươi do Công ty Cổ phần Tảo *Spirulina* Vinh Hào (tỉnh Lâm Đồng) cung cấp. Tảo tươi *Spirulina* được cấp đông theo 1 kg/túi và được vận chuyển đến Phòng thí nghiệm của Trường Đại học Công thương thành phố Hồ Chí Minh. Carboxymethyl cellulose (CMC) được chọn làm chất ổn định bột trong quá trình sấy.

### **2.2. Quy trình nghiên cứu**

Trong nghiên cứu, mỗi thí nghiệm sử dụng 20 g tảo *Spirulina* tươi (với độ ẩm là 85%), nguyên liệu được bổ sung nước cất, xử lý siêu âm, thêm CMC ủ trong 10 phút và đánh bông bằng máy đánh trứng. Hỗn hợp bột sau đó được rót vào khay, sấy ở các mức nhiệt độ và thời gian khảo sát, sau sấy tiến hành nghiền mịn để thu nhận bột tảo *Spirulina* bằng phương pháp sấy bột xốp. Các thí nghiệm được tiến hành theo phương pháp đơn yếu tố, bao gồm: Thời gian siêu âm (10 - 50 phút)

nhằm đánh giá hiệu quả phá vỡ tế bào và giải phóng hoạt chất; tỷ lệ bổ sung dung môi (1: 10 - 1: 30, w/v chất khô) và tỷ lệ CMC (0,25 - 1,00% khối lượng tảo nguyên liệu) nhằm tối ưu hóa khả năng tạo bột và độ ổn định; thời gian đánh bột (1 - 9 phút) để xác định điều kiện tối ưu cho kết cấu bột; độ dày lớp bột (2 - 6 mm) thông qua việc sử dụng cố định diện tích khay sấy và khảo sát nhiệt độ sấy (50 - 80°C) nhằm đánh giá ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm, bao gồm hiệu suất thu hồi, hàm lượng phycocyanin và protein.

### 2.3. Phương pháp phân tích

Hàm lượng protein tổng được xác định theo phương pháp Kjeldahl, dựa trên mô tả của Saéz-Plaza và cs (2013) [7]. Nitơ tổng được xác định sau khi vô cơ hoá mẫu, chưng cất và chuẩn độ, sau đó quy đổi sang protein bằng hệ số chuyển đổi 6,25; kết quả được biểu diễn dưới dạng g protein/100 g chất khô. Độ ẩm của mẫu được xác định bằng phương pháp sấy tủ ở 105°C đến khối lượng không đổi và dùng làm cơ sở quy đổi về chất khô cho các chỉ tiêu liên quan.

Hàm lượng phycocyanin được phân tích theo Patel và cs (2005) [6]. Dịch chiết sau khi ly tâm được đo phổ hấp thụ UV-Vis (Thermo Scientific, Mỹ) bằng cuvet có bề dày quang trình 1 cm, trong vùng bước sóng 190 – 1.100 nm; giá trị hấp thụ tại 280, 620, 652 nm được sử dụng để tính hàm lượng phycocyanin, sau đó quy đổi và biểu diễn dưới dạng mg phycocyanin/g chất khô tảo. Hiệu suất thu hồi bột sau sấy được xác định dưới dạng phần trăm khối lượng chất khô thu được trong sản phẩm so với tổng lượng chất khô có trong dịch tảo ban đầu trước khi sấy.

Các chỉ tiêu đặc trưng cho hệ bột được xác định theo Nguyen Minh Thuy và cs (2022) [8]. Mật độ bột được xác định bằng cách cân khối lượng một thể tích bột xác định (100 mL) trong ống đong đã biết trước khối lượng và biểu diễn dưới dạng g/mL. Độ giãn nở bột được tính dưới dạng phần trăm tăng thể tích của hệ sau khi đánh bột so với thể tích dịch tảo ban đầu, dựa trên các giá trị thể tích đo bằng ống chia độ. Độ ổn định bột được đánh giá thông qua thể tích bột còn lại sau khi để yên 100 mL bột trong 3 giờ ở nhiệt độ

phòng; kết quả được biểu diễn dưới dạng phần trăm so với thể tích bột ban đầu.

Tất cả các phép đo được thực hiện ít nhất 3 lần độc lập; kết quả trình bày dưới dạng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. Phương pháp xử lý thống kê được mô tả ở mục 2.4.

### 2.4. Phương pháp xử lý số liệu

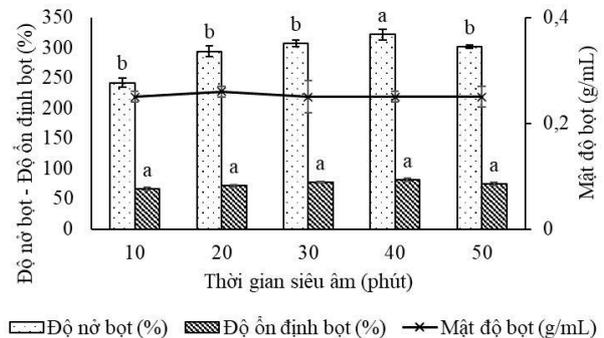
Các thí nghiệm được thực hiện lặp lại 3 lần độc lập; kết quả được trình bày dưới dạng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. Phân tích thống kê được thực hiện bằng phần mềm Minitab 19 với phân tích phương sai một yếu tố (one-way ANOVA) và phép thử so sánh trung bình Tukey ở mức ý nghĩa  $p < 0,05$ . Biểu đồ và hình minh họa số liệu được xây dựng bằng phần mềm OriginPro 2018.

## 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tạo bột

#### 3.1.1. Ảnh hưởng của thời gian siêu âm đến khả năng tạo bột

Mật độ bột, độ giãn nở bột và độ ổn định của bột là cơ sở để lựa chọn thời gian siêu âm cho quá trình tạo bột. Nước cất 1 lần được sử dụng để làm dung môi pha loãng cho quá trình siêu âm và CMC được dùng làm chất ổn định hệ bột với tỷ lệ bổ sung 0,75% (trên tổng khối lượng chất khô). Các mốc thời gian siêu âm được khảo sát lần lượt là 10, 20, 30, 40, 50 phút. Đánh bột các mẫu thử nghiệm sau khi đã xử lý siêu âm bằng máy đánh trứng trong vòng 3 phút và ghi nhận được các kết quả ở hình 1.



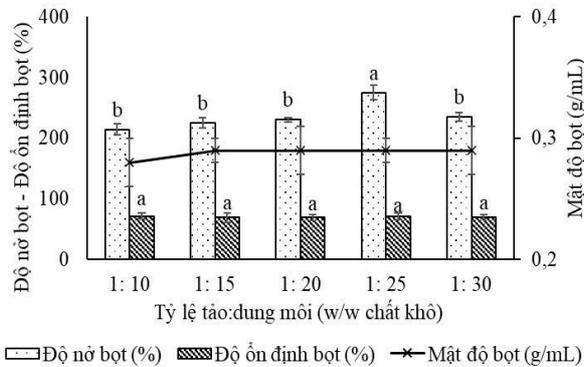
**Hình 1. Ảnh hưởng của thời gian siêu âm**

*Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).*

Kết quả ở hình 1 cho thấy, thời gian siêu âm trong khoảng 10 - 50 phút hầu như không làm thay đổi có ý nghĩa thống kê độ nở bọt, độ ổn định bọt và mật độ bọt của huyền phù tảo *Spirulina* ( $p > 0,05$ ). Độ nở bọt dao động quanh 250 - 300%, có xu hướng tăng nhẹ và đạt giá trị cao nhất ở 30 - 40 phút, trong khi độ ổn định bọt chỉ cải thiện không đáng kể theo thời gian xử lý. Mật độ bọt duy trì gần như không đổi ( $\approx 0,22 - 0,25$  g/mL), chứng tỏ cấu trúc bọt thu được tương đối đồng nhất giữa các nghiệm thức. Điều này gợi ý tác dụng của siêu âm lên khả năng tạo và ổn định bọt chủ yếu xảy ra ở giai đoạn đầu; kéo dài thời gian siêu âm trên 30 phút không mang lại lợi ích rõ rệt nhưng làm tăng chi phí năng lượng. Vì vậy, thời gian siêu âm 30 phút được xem là tối ưu cho quá trình tạo bọt xốp cho dịch chiết tảo *Spirulina*.

Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Hu và cs (2013) [9], khi xử lý siêu âm protein đậu nành, cho thấy thời gian siêu âm tối ưu giúp tăng hoạt tính tạo bọt nhưng kéo dài quá mức làm suy giảm đáng kể.

### 3.1.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng đến khả năng tạo bọt



Hình 2. Ảnh hưởng của tỷ lệ tảo: dung môi

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).

Với mục đích tăng khả năng lan truyền sóng âm, tăng hiệu suất phá vỡ tế bào giúp hiệu suất thu hồi dịch chiết cao hơn. Mật độ bọt, độ nở bọt và độ ổn định của bọt là cơ sở để lựa chọn tỷ lệ bổ sung dung môi cho quá trình tạo bọt. Tỷ lệ tảo: nước bổ sung được khảo sát lần lượt ở các tỷ lệ 1: 10; 1: 15; 1: 20; 1: 25; 1: 30 (dựa trên hàm lượng chất khô của tảo). Sử dụng thời gian siêu âm ở kết quả của thực

thực nghiệm trên là 30 phút và cố định lượng CMC là 0,75% (trên khối lượng nguyên liệu). Quá trình đánh bọt cũng được thực hiện tương tự.

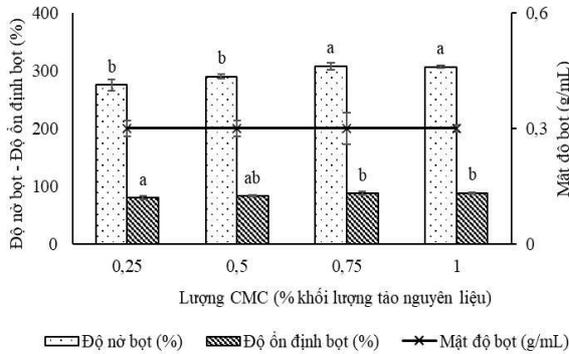
Kết quả ở hình 2 cho thấy, thay đổi tỷ lệ tảo: dung môi từ 1: 10 - 1: 30 không làm biến đổi có ý nghĩa thống kê độ nở bọt, độ ổn định bọt và mật độ bọt của hệ huyền phù tảo *Spirulina* ( $p > 0,05$ ). Độ nở bọt dao động quanh 220 - 250% và có xu hướng tăng nhẹ khi pha loãng hơn, trong khi độ ổn định bọt chỉ cải thiện không đáng kể giữa các tỷ lệ khảo sát. Mật độ bọt duy trì gần như không đổi ( $\approx 0,28 - 0,30$  g/mL), cho thấy cấu trúc bọt hình thành tương đối đồng nhất bất kể mức pha loãng. Điều này chứng tỏ trong khoảng khảo sát, tỷ lệ pha loãng không phải là yếu tố quyết định đến khả năng tạo và ổn định bọt, do đó có thể lựa chọn tỷ lệ tảo: dung môi khoảng 1: 20 - 1: 25 như một mức pha loãng hợp lý, vừa bảo đảm đặc tính bọt, vừa hạn chế lượng dung môi sử dụng trong quá trình tạo bọt xốp tảo *Spirulina*.

Dựa trên kết quả thực nghiệm và các công bố đã tham khảo, việc chọn tỷ lệ tảo: dung môi 1: 25 là phù hợp. Tỷ lệ này tạo ra sự cân bằng hoàn hảo: Dung dịch đủ loãng để giảm độ nhớt và tăng cường khả năng bắt khí, nhưng vẫn đủ đậm đặc để protein tạo thành một lớp màng bền vững quanh các bọt khí. Khi pha loãng hơn (1: 30), nồng độ protein không đủ, dẫn đến lớp màng yếu, khiến bọt khí dễ hợp nhất và cấu trúc bọt nhanh chóng bị phá vỡ do hiện tượng thoát nước. Hiện tượng tồn tại một điểm tạo bọt tối ưu này cũng phù hợp với các quan sát trong các hệ thống protein khác, như trong kết quả nghiên cứu của Amezuía-Arranz và cs (2024) [10]. Đồng thời, các yếu tố cố định như sóng siêu âm và chất ổn định CMC đóng vai trò quan trọng trong việc hỗ trợ giải phóng protein và tăng cường độ bền cho cấu trúc bọt cuối cùng, cơ chế đã được Belal và cs (2023) [11] mô tả chi tiết.

### 3.1.3. Ảnh hưởng của nồng độ CMC

CMC được lựa chọn làm chất ổn định cho quá trình tạo bọt. Giá trị của các hàm mục tiêu độ nở bọt, độ ổn định bọt, mật độ bọt là cơ sở để xác định lượng chất ổn định cần bổ sung. Hàm lượng CMC được bổ sung lần lượt theo tỷ lệ 0,25; 0,5;

0,75; 1% (tính theo khối lượng tảo nguyên liệu) với mục đích làm đặc và giữ nước cho hệ bột. Sử dụng kết quả của 2 thực nghiệm trước đó để cố định thời gian siêu âm tối đa là 30 phút, tỷ lệ tảo: dung môi là 1: 25. Quá trình đánh bông sau xử lý xử lý siêu âm được thực hiện tương tự như trên.



**Hình 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ bổ sung CMC**

*Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).*

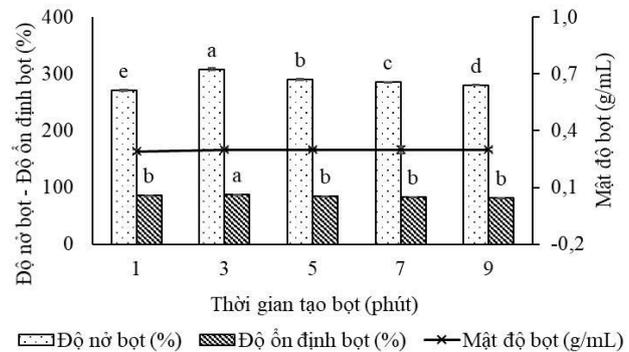
Kết quả ở hình cho thấy, lượng CMC bổ sung từ 0,25 - 1,0% không làm thay đổi có ý nghĩa thống kê độ nở bột và mật độ bột ( $p > 0,05$ ): độ nở bột duy trì quanh 280 - 300%, mật độ bột khoảng 0,27 - 0,29 g/mL, chứng tỏ khả năng cuốn khí và cấu trúc xốp cơ bản của hệ bột hầu như không bị ảnh hưởng. Ngược lại, độ ổn định bột tăng rõ rệt theo hàm lượng CMC ( $p < 0,05$ ): Mẫu 0,25% cho giá trị thấp nhất, 0,5% ở mức trung gian, trong khi 0,75 - 1,0% tạo bột ổn định hơn. Điều này gợi ý vai trò chính của CMC là gia tăng độ nhớt pha liên tục và hình thành màng polymer - protein bền hơn quanh bề mặt bột khí, giúp hạn chế thoát nước và đồng tụ bột mà không làm “nặng” bột. Việc mật độ bột gần như không đổi cho thấy hàm lượng CMC tới 1,0% vẫn chưa gây hiện tượng quá đặc làm sụp bột, do đó có thể khai thác lợi ích ổn định mà không hy sinh độ xốp. Xét giữa hai mức 0,75 và 1,0%, do không có khác biệt đáng kể về các chỉ tiêu bột, nồng độ 0,75% được xem là tối ưu hơn về mặt công nghệ và kinh tế cho quá trình tạo bột xốp tảo *Spirulina*.

Kết quả thực nghiệm hoàn toàn phù hợp với các nghiên cứu khoa học đã được công bố, cho thấy ảnh hưởng kép của Carboxymethyl cellulose (CMC) lên hệ bột. Một mặt, việc tăng nồng độ CMC giúp cải thiện đáng kể độ ổn định của bột.

Cơ chế chính đằng sau hiệu ứng này là sự gia tăng độ nhớt của pha lỏng, tạo ra một rào cản vật lý làm chậm quá trình thoát nước và giữ cho cấu trúc bột bền vững hơn. Quan sát này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Belal và cs (2021) [11], ghi nhận độ ổn định bột cà chua tăng rõ rệt khi tăng nồng độ CMC. Mặt khác, chính sự gia tăng độ nhớt này lại tạo ra một sự “đánh đổi”: Nó cản trở quá trình tích hợp không khí vào dung dịch trong khi đánh trộn, dẫn đến độ nở của bột giảm và khối lượng riêng tăng lên. Mối quan hệ tỷ lệ nghịch này cũng được xác nhận trong kết quả nghiên cứu của Gao và cs (2024) [12]; Pirsá và Hafezi (2023) [13], theo đó bột có xu hướng co lại khi nồng độ CMC tăng lên và các hydrocolloid khác như xanthan gum cũng thể hiện xu hướng tương tự. Do đó, việc ứng dụng CMC trong thực tế không phải là tối đa hóa nồng độ, mà là tìm kiếm một điểm tối ưu, cân bằng giữa yêu cầu về độ ổn định cho quá trình chế biến và các đặc tính cảm quan mong muốn của sản phẩm cuối cùng như độ nhẹ và độ xốp [12, 13].

**3.1.4. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của thời gian tạo bột**

Trong quy trình sấy bột xốp, bước đầu tiên và quan trọng nhất là tạo ra một lớp bột đạt yêu cầu. Lớp bột này phải đủ xốp để quá trình sấy diễn ra nhanh chóng, đồng thời phải đủ bền để giữ nguyên cấu trúc trong suốt quá trình gia nhiệt. Thời gian đánh bột là yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến cả hai đặc tính này. Nếu thời gian quá ngắn, bột sẽ không đủ nở; nếu quá dài, cấu trúc bột sẽ bị phá hủy và mất đi độ ổn định. Vì vậy, tiến hành khảo sát thời gian tạo bột ở các mốc 1, 3, 5, 7, 9 phút.



**Hình 4. Ảnh hưởng của thời gian đánh bột**

*Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).*

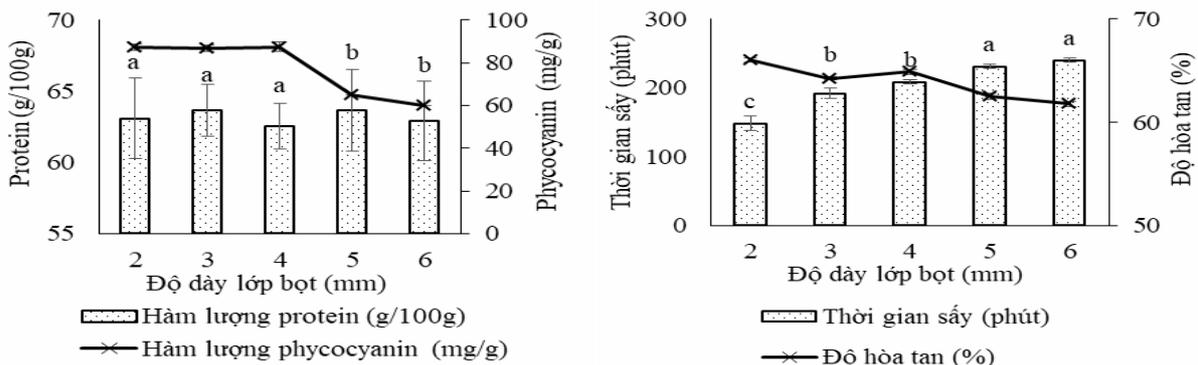
Dựa trên kết quả phân tích thống kê, có thể kết luận rằng, thời gian đánh bột tối ưu cho quá trình tạo bột là 3 phút. Tại thời điểm này, bột đạt chất lượng vượt trội khi độ nở bột đạt giá trị cực đại là  $307,90 \pm 2,55\%$ , một con số khác biệt có ý nghĩa thống kê so với tất cả các thời điểm khác. Song song đó, độ ổn định bột cũng đạt mức cao nhất là  $86,97 \pm 0,15\%$ , cao hơn đáng kể so với việc kéo dài thời gian đánh bột. Đáng chú ý, phân tích cho thấy, thời gian đánh bột không gây ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê ( $p > 0,05$ ) đến mật độ bột, vốn duy trì ổn định quanh mức  $0,29 \text{ g/mL}$ . Vì vậy, việc kéo dài thời gian đánh bột sau 3 phút sẽ làm suy giảm đáng kể các đặc tính cấu trúc quan trọng của bột mà không mang lại lợi ích nào, khẳng định 3 phút chính là thời gian lý tưởng nhất cho quá trình này. Có thể giải thích nguyên nhân là cấu trúc bột đã đạt tới trạng thái bão hoà nên bột không thể tăng thêm nữa. Kết quả này có sự tương đồng với

kết quả nghiên cứu của de Faria Cardoso và cs (2023) [14].

### 3.2. Các điều kiện ảnh hưởng trong quy trình sấy bột xốp

#### 3.2.1. Ảnh hưởng độ dày bề mặt lớp bột đến thời gian sấy, hiệu suất thu hồi, hàm lượng phycocyanin, hàm lượng protein

Độ dày của lớp bột là một yếu tố then chốt, có ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả của quá trình sấy và chất lượng của sản phẩm cuối cùng. Lớp bột quá dày có thể làm tăng thời gian sấy, dẫn đến nguy cơ suy giảm các hợp chất nhạy nhiệt và làm biến tính các hợp chất. Ngược lại, một lớp bột quá mỏng sẽ làm thời gian sấy rút lại nhưng làm giảm năng suất của thiết bị. Do đó, ảnh hưởng của độ dày lớp bột đến các chỉ tiêu quan trọng được khảo sát ở các mức độ dày 2, 3, 4, 5, 6 mm



**Hình 5. Ảnh hưởng của độ dày lớp bột**

*Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).*

Kết quả ở hình 5 cho thấy, độ dày lớp bột ảnh hưởng rõ rệt đến hàm lượng phycocyanin và các chỉ tiêu công nghệ, trong khi hàm lượng protein hầu như không thay đổi. Hàm lượng protein dao động quanh 65 - 67 g/100 g chất khô và không khác biệt có ý nghĩa giữa các độ dày khảo sát ( $p > 0,05$ ), cho thấy phần lớn protein tổng tương đối bền trước sự thay đổi độ dày lớp bột. Ngược lại, phycocyanin đạt giá trị cao và tương đương nhau khi độ dày nằm trong khoảng 2 - 4 mm ( $\approx 80 \text{ mg/g}$  chất khô), nhưng giảm có ý nghĩa thống kê khi lớp bột dày từ 5 mm trở lên ( $\approx 65 \text{ mg/g}$  chất khô,  $p < 0,05$ ). Sự suy giảm này có thể liên quan đến việc lớp bột dày tạo nên vi môi trường dẫn nhiệt kém và vùng quá nhiệt cục bộ, thúc đẩy quá trình oxy hoá

và biến tính phức hợp protein - sắc tố phycocyanin, phù hợp với các kết quả về tính nhạy nhiệt và sự phân huỷ oxy hoá của phycocyanin đã được Patel và cs (2005) [6]; Moraes và cs (2011) [15] ghi nhận.

Xét dưới góc độ công nghệ, các nghiệm thức ở hai đầu khoảng khảo sát bộc lộ nhiều hạn chế. Ở độ dày 2 mm, thời gian sấy ngắn nhất và độ hoà tan đạt giá trị cao nhất (khoảng 66%), song lớp bột quá mỏng, giòn và dễ bám dính khay nên hiệu suất thu hồi thấp hơn ( $90,50 \pm 0,30\%$ ) do tổn thất cơ học. Ngược lại, ở độ dày 5 - 6 mm, thời gian sấy kéo dài (tối khoảng 240 phút), độ hoà tan giảm đáng kể và sản phẩm có xu hướng dày, khó phân tán lại sau sấy. Nhóm độ dày 3 - 4 mm thể hiện sự

cân bằng tốt nhất giữa các chỉ tiêu: Hiệu suất thu hồi cao nhất và không khác biệt thống kê ( $91,53 \pm 0,35\%$  và  $91,80 \pm 0,30\%$ ,  $p > 0,05$ ), thời gian sấy trung bình  $191,67 \pm 7,64$  và  $208,33 \pm 2,89$  phút thuộc cùng một nhóm thống kê, đồng thời vẫn duy trì hàm lượng phycocyanin ở mức cao và độ hoà tan chấp nhận được. Điều này cho thấy, lớp bột dày 3 - 4 mm vừa đủ mỏng để bảo vệ phycocyanin và rút ngắn thời gian sấy, vừa đủ dày để tạo tấm bột ổn định, dễ thu hồi. Kết quả này nhất quán với kết quả các nghiên cứu foam-mat khác, trong đó nghiên cứu của Rajkumar và cs (2007) [16] cũng nhấn mạnh sự tồn tại của một “độ dày tối ưu” giúp cân bằng giữa thời gian sấy và chất lượng sản phẩm.

3.2.2. Ảnh hưởng nhiệt độ sấy đến thời gian sấy, hiệu suất thu hồi, hàm lượng phycocyanin, hàm lượng protein

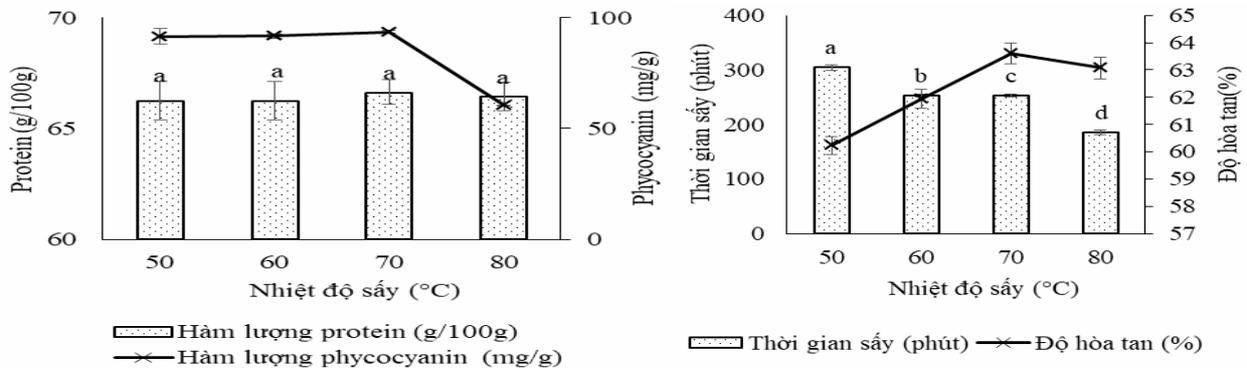
Dịch tảo sau khi được tạo bột ở điều kiện tối ưu được sấy ở 50, 60, 70, 80°C đến khi độ ẩm thấm xốp còn < 5%. Kết quả cho thấy, hàm lượng protein của bột tảo dao động quanh 66 - 67 g/100 g và không khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các mức nhiệt độ khảo sát ( $p > 0,05$ ). Điều này gợi ý rằng, các liên kết peptide trong protein của tảo *Spirulina* tương đối bền nhiệt trong khoảng 50 - 80°C, phù hợp với nhận định của Desmorieux và Decaen (2005) [17] khi nghiên cứu sấy vi tảo.

Ngược lại, phycocyanin thể hiện rõ vai trò là chỉ tiêu nhạy cảm nhất với tác động nhiệt. Ở 50°C, hàm lượng phycocyanin đạt  $91,53 \pm 3,52$  mg/g và được duy trì ở mức cao khi tăng nhiệt độ lên 60 và 70°C (sự suy giảm chỉ ở mức nhẹ). Tuy nhiên, tại 80°C hàm lượng phycocyanin giảm mạnh còn

khoảng  $60,32 \pm 0,07$  mg/g, khác biệt có ý nghĩa so với 3 mức nhiệt độ còn lại. Sự suy giảm đột ngột này có thể được giải thích bởi hiện tượng biến tính nhiệt và phá vỡ phức hợp sắc tố - protein làm mất màu và giảm hoạt tính sinh học của phycocyanin, tương tự quan sát của Sarada và cs (1999) [18], cũng như các nghiên cứu về tính ổn định nhiệt của phycocyanin [19].

Về khía cạnh công nghệ, khi nhiệt độ sấy tăng từ 50 lên 80°C, thời gian sấy giảm đáng kể; ở 80°C, thời gian sấy chỉ còn  $185,67 \pm 4,04$  phút, phù hợp với nguyên lý rút ngắn thời gian nhờ tăng chênh lệch nhiệt ẩm trong kỹ thuật sấy bột xốp [19]. Hiệu suất thu hồi bột ở tất cả các mức nhiệt đều cao (khoảng 90 - 91%), với đạt giá trị 91,34% tại 80°C, nhưng không có khác biệt thống kê ( $p > 0,05$ ), cho thấy tổn thất vật chất trong quá trình sấy là không đáng kể. Độ hòa tan của bột tăng từ 60,23% ở 50°C lên cực đại 63,59% tại 70°C rồi giảm nhẹ khi sấy ở 80°C, cho thấy nhiệt độ quá cao có thể gây biến tính và kết tụ một phần protein, làm suy giảm khả năng tái phân tán của bột.

Như vậy, mặc dù nhiệt độ 80°C cho thời gian sấy ngắn nhất, sự suy giảm mạnh hàm lượng phycocyanin và xu hướng giảm độ hòa tan cho thấy điều kiện này không phù hợp về mặt chất lượng. Nhiệt độ 70°C cung cấp sự cân bằng tốt hơn giữa hiệu quả sấy (thời gian sấy rút ngắn, hiệu suất thu hồi cao) và bảo toàn các đặc tính chức năng quan trọng của bột tảo (hàm lượng phycocyanin còn cao và độ hòa tan lớn nhất), do đó được đề xuất là nhiệt độ sấy thích hợp cho sản phẩm bột xốp tảo *Spirulina*.



Hình 6. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).

**3.3. So sánh hiệu suất sấy của phương pháp sấy bột xốp và sấy chân không**

Sau khi thực hiện khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình sấy, có thể thấy mỗi phương pháp đều ưu điểm riêng. Số liệu tối ưu nhất sau khi khảo sát 2 phương pháp ở cùng nhiệt độ sấy 70°C được thể hiện ở bảng 1.

Ở cùng điều kiện nhiệt độ 70°C, hai phương pháp sấy bột xốp và sấy chân không cho hiệu suất thu hồi sản phẩm tương đương nhau, lần lượt 86,40

± 0,30% và 85,05 ± 0,60%, sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p > 0,05$ ) (Bảng 1). Điều này cho thấy, việc thay đổi công nghệ sấy chủ yếu ảnh hưởng đến chất lượng hơn là lượng sản phẩm thu hồi. Tuy nhiên, thời gian sấy của phương pháp bột xốp chỉ khoảng 180 phút, ngắn hơn gần 30% so với sấy chân không (250 phút), phù hợp với nguyên lý tăng diện tích bay hơi và hệ số truyền khối của cấu trúc bột xốp [20].

**Bảng 1. So sánh sản phẩm sấy của phương pháp sấy bột xốp và sấy chân không**

Phương pháp sấy	Sấy bột xốp	Sấy chân không
Thời gian sấy (phút)	180	250
Hiệu suất thu hồi (%)	86,40 ± 0,30	85,05 ± 0,60
Hàm lượng protein (g/100 g chất khô)	66,64 ± 0,85	60,10 ± 0,32
Hàm lượng phycocyanin (mg/g chất khô)	93,63 ± 0,71	60,01 ± 0,38

Về chất lượng dinh dưỡng - chức năng, sấy bột xốp cho hàm lượng protein cao hơn có ý nghĩa thống kê so với sấy chân không (66,64 ± 0,85 so với 60,10 ± 0,32 g/100 g chất khô,  $p < 0,05$ ). Sự khác biệt càng rõ rệt hơn đối với phycocyanin: Mẫu sấy bột xốp đạt 93,63 ± 0,71 mg/g chất khô, trong khi mẫu sấy chân không chỉ đạt 60,01 ± 0,38 mg/g, tương ứng cao hơn khoảng 56% ( $p < 0,05$ ). Điều này cho thấy, phycocyanin - sắc tố - protein nhạy cảm với nhiệt - được bảo toàn tốt hơn đáng kể khi áp dụng sấy bột xốp. Cơ chế này có thể liên quan đến việc giảm thời gian tiếp xúc với nhiệt và sự phân bố ẩm đồng đều hơn trong lớp bột, qua đó hạn chế biến tính và phân hủy phycocyanin so với quá trình sấy kéo dài trong điều kiện chân không [20].

Như vậy, trong cùng điều kiện nhiệt độ 70°C, mặc dù hiệu suất thu hồi của hai phương pháp tương đương nhau, sấy bột xốp tỏ ra ưu việt hơn về thời gian sấy và khả năng duy trì hàm lượng protein cũng như phycocyanin. Do đó, phương pháp sấy bột xốp được xem là lựa chọn phù hợp hơn để sản xuất bột tảo *Spirulina* giàu hoạt chất sinh học.

**4. KẾT LUẬN**

Đã xác định được các điều kiện công nghệ thích hợp cho quá trình sấy bột xốp tảo *Spirulina*, với giai đoạn tạo bột cho kết quả tốt nhất trong phạm vi khảo sát khi sử dụng thời gian siêu âm

dịch tảo 30 phút, tỷ lệ tảo: dung môi 1: 25 (w/v), nồng độ CMC 0,75% (so với khối lượng tảo) và thời gian đánh bột 3 phút. Trong giai đoạn sấy, nhiệt độ 70°C kết hợp với độ dày lớp bột 3 - 4 mm cho thấy sự thỏa hiệp hợp lý giữa thời gian sấy, hiệu suất thu hồi, độ hòa tan và khả năng bảo toàn protein, phycocyanin; trong đó độ dày 4 mm được đề xuất là điều kiện vận hành ưu tiên, với thời gian sấy trung bình 219,60 phút, hiệu suất thu hồi 91,35 ± 0,35%, hàm lượng phycocyanin 93,62 ± 0,70 mg/g chất khô và hàm lượng protein 66,64 ± 0,56 g/100 g chất khô. Lớp bột quá mỏng (2 mm) tuy cho một số chỉ tiêu hóa lý cao hơn nhưng kém thuận lợi trong thao tác do dễ vỡ và khó thu hồi, trong khi lớp bột dày ( $\geq 5$  mm) làm kéo dài thời gian sấy và suy giảm rõ rệt phycocyanin và độ hòa tan. So sánh với sấy chân không ở cùng nhiệt độ cho thấy, sấy bột xốp cho hiệu suất thu hồi tương đương nhưng rút ngắn thời gian sấy và bảo toàn phycocyanin tốt hơn, qua đó khẳng định đây là lựa chọn công nghệ phù hợp để sản xuất bột tảo *Spirulina* giàu hoạt chất sinh học cho các ứng dụng thực phẩm và thực phẩm chức năng.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Becker, E. W. (2013). *Microalgae for human and animal nutrition*. London, UK: Springer.
2. Raja, R., Hemaiswarya, S., Kumar, N. A., Sridhar, S. & Rengasamy, R. (2008). A perspective on the biotechnological potential of microalgae.

*Critical Reviews in Microbiology*, 34(2), 77 - 88. DOI: 10.1080/10408410802086783.

3. Paiva, Y. F., Figueirêdo, R. M. F. D., Queiroz, A. J. D. M., Amadeu, L. T. S., Reis, C. G. D., Santos, F. S. D., ... & Lima, T. L. B. D. (2023). Tropical red fruit blend foam mat drying: Effect of combination of additives and drying temperatures. *Foods*, 12(13), 2508. DOI: 10.3390/foods12132508.

4. Nakamoto, M. M. M. A., Dun, Y. (2023). *Spirulina* application in food packaging: Gaps of knowledge and future trends. *Trends in Food Science & Technology*, 133, 138 - 147. DOI: 10.1016/j.tifs.2023.02.001.

5. Yu, J., Hu, Y., Xue, M., Dun, Y., Li, S., Peng, N., Liang, Y. and Zhao, S. (2016). Purification and identification of antioxidant peptides from enzymatic hydrolysate of *Spirulina platensis*. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 26(7), 1216 - 1223. DOI: 10.4014/jmb.1601.01033.

6. Patel, A., Mishra, S., Pawar, R. & Ghosh, P. K. (2005). Purification and characterization of C-phycocyanin from cyanobacterial species of marine and freshwater habitat. *Protein Expression and Purification*, 40(2), 248 - 255. DOI:10.1016/j.pep.2004.10.028.

7. Saéz-Plaza, P., Michałowski, T. & García-Asuero, Á. G. (2013). An overview of the Kjeldahl method of nitrogen determination. Part I. Early history, chemistry of the procedure and titrimetric finish. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 43(3), 178 - 223. DOI: 10.1080/10408347.2012.751786.

8. Nguyen Minh Thuy, Vo Quoc Tien, Ngo Van Tai, Vo Quang Minh (2022). Effect of foaming conditions on foam properties and drying behavior of powder from Magenta (*Peristropheoxburghiana*) leaves extracts. *Horticulturae*, 8(6), 546 - 562. DOI: 10.3390/horticulturae8060546.

9. Hu, H., Wu, J., Li-Chan, E. C., Zhu, L., Zhang, F., Xu, X., ... & Pan, S. (2013). Effects of ultrasound on structural and physical properties of soy protein isolate (SPI) dispersions. *Food Hydrocoll*, 30(2), 647 - 655. DOI:10.1016/j.foodhyd.2012.08.001.

10. Amezúa-Arranz, C., Salmazo, L. O., López-Gil, A. & Rodríguez-Pérez, M. Á. (2024). Effect of egg white protein and water content on the stabilization mechanisms of natural rubber latex foams obtained from microwave radiation. *Advanced Engineering Materials*, 26(15), 2301922, DOI: 10.1002/adem.202301922.

11. Belal, M., Hossain, M. A., Mitra, S. & Zzaman, W. (2023). Effect of foaming agent concentration and foam stabilizer on the foaming capacity and physical properties of tomato powder at dried at different temperature: foam mat dried tomato powder. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 12(4), e4741 - e4741. DOI:10.55251/jmbfs.4741.

12. Gao, Y., Liu, R. & Liang, H. (2024). Food hydrocolloids: Structure, properties and applications. *Foods*, 13(7), 1077. DOI: 10.3390/foods13071077.

13. Pirsá, S., Hafezi, K. (2023). Hydrocolloids: Structure, preparation method and application in food industry. *Food Chemistry*, 399, 133967. DOI: 10.1016/j.foodchem.2022.133967.

14. de Faria Cardoso, C. E., Trindade, M. E. F., Santana, M. G., Lobo, F. A. T. F. & Teodoro, A. J. (2023). Improvement of the phenolic composition and the antioxidant capacity of red guava (*Psidium guajava*) and watermelon (*Citrullus lanatus*) powders by means of foam blanket drying. *Food Chemistry Advances*, 3, 100368. DOI:10.1016/j.focha.2023.100368.

15. Moraes, C. C., Sala, L., Cerveira, G. P. & Kalil, S. J. (2011). C-phycocyanin extraction from *Spirulina platensis* wet biomass. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 28, 45 - 49. DOI: 10.1590/S0104-66322011000100006.

16. Rajkumar, P., Kailappan, R., Viswanathan, R., Raghavan, G. S. V. & Ratti, C. (2007). Foam mat drying of alphonso mango pulp. *Drying Technology*, 25(2), 357 - 365. DOI: 10.1080/07373930601120126.

17. Desmorieux, H. & Decaen, N. (2005). Convective drying of *Spirulina* in thin layer. *Journal of Food Engineering*, 66(4), 497 - 503. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2004.04.021.

18. Sarada, R. M. G. P., Pillai, M. G. & Ravishankar, G. A. (1999). Phycocyanin from *Spirulina* sp: Influence of processing of biomass on phycocyanin yield, analysis of efficacy of extraction methods and stability studies on phycocyanin. *Process biochemistry*, 34(8), 795 - 801. DOI: 10.1016/S0032-9592(98)00153-8.
19. Hardy, Z. & Jideani, V. A. (2017). Foam-mat drying technology: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(12), 2560 - 2572. DOI: 10.1080/10408398.2015.1020359.
20. Chaiklahan, R., Chirasuwan, N. & Bunnag, B. (2012). Stability of phycocyanin extracted from *Spirulina* sp.: Influence of temperature, pH and preservatives. *Process Biochemistry*, 47(4), 659 - 664. DOI:10.1016/j.procbio.2012.01.010.

## INVESTIGATION OF FOAM-MAT DRYING CONDITIONS FOR *Spirulina* POWDER PRODUCTION

Phan The Duy<sup>1</sup>, Tran Phu Quy<sup>1</sup>, Nguyen Thi Kim Chi<sup>1</sup>, Le Nguyen Doan Duy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Food Science and Technology, Ho Chi Minh University of Industry and Trade

### Abstract

This study aimed to develop a foam-mat drying process for producing high-quality *Spirulina* powder and to evaluate the effects of key processing parameters on the final product. The process consisted of two main stages: Foam formation from a fresh *Spirulina* slurry and foam-mat drying. The investigated factors included ultrasonic treatment time of the algae slurry (10, 20, 30, 40, 50 minutes), algae-to-solvent ratios (1: 10, 1: 15, 1: 20, 1: 25, 1: 30 w/v), concentrations of the foaming stabilizer carboxymethyl cellulose (CMC) at 0.25, 0.5, 0.75, 1%, whipping times of 1, 3, 5, 7, 9 minutes, foam layer thicknesses of 2, 3, 4, 5, 6 mm, and drying temperatures of 50, 60, 70, 80°C. Optimal foaming conditions were achieved at 30 minutes of ultrasonication, a *Spirulina*-to-water ratio of 1: 25 (w/v), 0.75% CMC (based on the biomass) and 3 minutes of whipping. In the drying stage, foam layers 3 - 4 mm thick dried at 70 °C required approximately 200 - 220 min and yielded powders with high solids recovery (~ 91%), good solubility, a protein content of about 66.6 g/100 g dry weight and a phycocyanin content of approximately 93.6 mg/g dry weight. Compared with vacuum drying at the same temperature, foam-mat drying markedly shortened the drying time and preserved phycocyanin to a significantly greater extent, while maintaining similar recovery yields. This highlights its potential as a suitable technology for producing *Spirulina* powders enriched in bioactive compounds. The foam-mat drying process developed in this study satisfactorily met the research objectives. Optimization of whipping conditions and stabilizer ratios improved drying efficiency while preserving protein content and maintaining the final powder moisture below 5%. The results demonstrate that foam-mat drying is a suitable method for processing *Spirulina*, enhancing drying rate, improving powder quality, and providing a foundation for future scale-up.

**Keywords:** *Spirulina*, foam-mat drying, phycocyanin, vacuum drying, functional *Spirulina* powder.

**Ngày nhận bài:** 01/10/2025

**Ngày chuyển phản biện:** 9/10/2025

**Ngày thông qua phản biện:** 11/11/2025

**Ngày duyệt đăng:** 5/12/2025

# ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ DIỆT VI KHUẨN *Vibrio parahaemolyticus* CỦA CÁC LOẠI THẢO DƯỢC CHIẾT XUẤT BẰNG QUI TRÌNH TỐI ƯU

Lê Nguyễn Thiên Phúc<sup>1</sup>, Nguyễn Minh Thành<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Quốc tế, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

\*Email: nmthanh@hcmiu.edu.vn

## TÓM TẮT

Nghiên cứu đánh giá hiệu quả diệt vi khuẩn *Vibrio parahaemolyticus* của ba loại thảo dược là trầu không (*Piper betle*), húng quế (*Ocimum basilicum*) và rau má (*Centella asiatica*) được chiết xuất bằng qui trình tối ưu. Ba điều kiện chiết xuất được thử nghiệm nhằm lựa chọn thông số tối ưu bao gồm: i) nồng độ dung môi ethanol (30, 50, 70, 95%); ii) thời gian ngâm mẫu (3, 5, 7, 9 ngày); iii) tỷ lệ giữa khối lượng mẫu thảo dược (g) và dung tích dung môi (mL) (1 : 10, 1 : 20, 1 : 30, 1 : 40). Kết quả nghiên cứu đã xác định được quy trình chiết xuất tối ưu bao gồm các thông số: (i) dung môi ở nồng độ 70%; (ii) thời gian ngâm trong 7 ngày; (iii) tỷ lệ 1 : 30 cho trầu không và húng quế, tỷ lệ 1 : 40 cho rau má. Sau đó, dịch chiết từ quy trình tối ưu được so sánh với dịch chiết từ qui trình chưa tối ưu để xác định đường kính vòng vô khuẩn (ZDI), nồng độ ức chế tối thiểu (MIC), nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC) và khả năng diệt vi khuẩn *V. parahaemolyticus* đang trong giai đoạn tăng sinh. Quá trình tối ưu đã giúp gia tăng ZDI của dịch chiết trên vi khuẩn lên đến 1,5 lần ( $P < 0,05$ ), cũng như giảm đến 2 lần các thông số MIC và MBC. Ngoài ra, dịch chiết từ qui trình tối ưu cũng giúp giảm đến 10 lần lượng vi khuẩn đang trong giai đoạn tăng sinh ( $P < 0,05$ ) so với dịch chiết từ qui trình chưa được tối ưu. Kết quả nghiên cứu cho thấy, hiệu quả diệt vi khuẩn của thảo dược từ qui trình chiết xuất tối ưu được gia tăng và tiềm năng sử dụng chúng trong xử lý *V. parahaemolyticus* ở ao nuôi tôm.

**Từ khóa:** *Vibrio parahaemolyticus*, thảo dược, chiết xuất, tối ưu hoá.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngành nuôi tôm ở Việt Nam đóng vai trò quan trọng trong ngành thủy sản, trong đó tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) là đối tượng nuôi chủ lực. Tuy nhiên, nghề nuôi tôm đang đối mặt với nhiều thách thức và mối đe dọa, trong đó có bệnh hoại tử gan tụy cấp do vi khuẩn *Vibrio parahaemolyticus* gây ra. *V. parahaemolyticus* tấn công gan tụy của tôm bằng độc tố PirAB, làm suy giảm chức năng tiêu hóa và miễn dịch, dẫn đến tỷ lệ tử vong cao. Bệnh hoại tử gan tụy cấp (AHPND) đã xuất hiện ở Việt Nam từ năm 2010, có thể gây chết tôm hàng loạt trong vòng 30 ngày đầu sau khi thả nuôi và đến nay vẫn còn là một thách thức lớn do bệnh lây lan nhanh và khó kiểm soát. Trong khi đó, việc sử dụng kháng sinh trong nuôi trồng thủy sản đang là vấn đề đáng lo ngại do tình trạng kháng thuốc. Nghiên cứu đã chỉ ra rằng, *V.*

*parahaemolyticus* ngày càng kháng lại các loại kháng sinh phổ biến như tetracycline, ampicillin và fluoroquinolones do việc lạm dụng sử dụng kháng sinh trong nuôi trồng, từ đó dẫn đến bùng phát dịch bệnh [1].

Trên thế giới, chiết xuất thảo dược đang được quan tâm như một giải pháp thay thế kháng sinh trong kiểm soát *V. parahaemolyticus* nhờ đặc tính kháng khuẩn tự nhiên. Các hợp chất phenolic, flavonoid và tinh dầu trong trầu không (*Piper betle*) có khả năng ức chế sự phát triển của vi khuẩn gram âm như *V. parahaemolyticus* [2]. Nghiên cứu trên các loại cây thuốc tại Ai Cập và Bangladesh, điển hình như ngải cứu trắng (*Artemisia herba-alba*) và kim ngân (*Lonicera japonica*), đã cho thấy khả năng ức chế *Vibrio* spp. cũng như tăng cường hệ miễn dịch trên tôm [3]. Các nghiên cứu trong nước cũng đã cho thấy giá

trị của chiết xuất một số cây thuốc dân gian trong tiêu diệt *V. parahaemolyticus*, đa phần là trong điều kiện phòng thí nghiệm, điển hình như thầu dầu (*Ricinus communis*) và chùm ngây (*Moringa oleifera*) [4]. Đa số cao chiết thô của các thảo dược được sử dụng tự phát, chưa được thử nghiệm bài bản, ngoại trừ tỏi (*Allium sativum*) là loại thảo dược được chứng minh có hiệu quả cao trong diệt khuẩn [5].

Việc tiếp tục nghiên cứu sử dụng các dịch chiết thảo dược không chỉ giảm sự phụ thuộc vào kháng sinh mà còn hạn chế nguy cơ kháng thuốc trên vi khuẩn. Do đó, việc phát triển phương pháp chiết xuất hiệu quả là cần thiết nhằm gia tăng lượng hợp chất sinh học có hoạt tính cao và có khả năng diệt khuẩn [2].

Nghiên cứu tối ưu hóa qui trình chiết xuất thảo dược ngày càng trở nên cấp thiết nhằm nâng cao hiệu quả kháng vi khuẩn *V. parahaemolyticus*. Các nghiên cứu gần đây cho thấy, các yếu tố như: Loại dung môi, nồng độ, nhiệt độ, thời gian chiết xuất và kỹ thuật hỗ trợ (siêu âm, vi sóng, enzyme) có ảnh hưởng lớn đến hiệu suất thu hồi các hợp chất polyphenol, flavonoid và alkaloid. Việc tối ưu hóa các thông số của qui trình chiết xuất có thể tạo ra các loại dịch chiết chứa nhiều hợp chất có hoạt tính sinh học cao, từ đó giúp cải thiện khả năng phá hủy màng tế bào và ức chế sự phát triển của vi khuẩn một cách hiệu quả hơn [6]. Tuy nhiên, các công bố gần đây tập trung vào việc tìm ra dịch chiết thảo dược và đánh giá hiệu quả của chúng trong kiểm soát *V. parahaemolyticus* mà chưa chú trọng vào việc tối ưu hóa qui trình chiết xuất phù hợp cho từng loại thảo dược. Trầu không (*P. betle*), húng quế (*Ocimum basilicum*) và rau má (*Centella asiatica*) là ba loại thảo dược rẻ tiền có sẵn tại địa phương đã được nghiên cứu và thử nghiệm trong những năm gần đây như giải pháp trong tiêu diệt *V. parahaemolyticus* cũng như gia tăng sự chống chịu của tôm với điều kiện môi trường bất thuận [7]. Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá hiệu quả diệt vi khuẩn *V. parahaemolyticus* của ba loại thảo dược được chiết xuất bằng qui trình tối ưu hóa.

## **2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.1. Địa điểm nghiên cứu**

Nghiên cứu được tiến hành tại Khu thực nghiệm thuộc Khoa Công nghệ sinh học, Trường Đại học Quốc tế - Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.

### **2.2. Vật liệu nghiên cứu**

#### *2.2.1. Hoá chất và môi trường nuôi cấy*

Môi trường nuôi cấy và hoá chất sử dụng trong nghiên cứu là loại thương mại được cung cấp bởi Sigma-Aldrich (Dorset, Anh). Môi trường và hóa chất được chuẩn bị bằng nước khử ion và được khử trùng bằng phương pháp hấp (121°C, 15 phút) hoặc phương pháp lọc qua màng polypolyethersulphone cỡ 0,22 µm (Millipore, Anh).

#### *2.2.2. Vibrio parahaemolyticus và phương pháp chuẩn bị dịch vi khuẩn*

*V. parahaemolyticus* sử dụng trong nghiên cứu là chủng gây bệnh AHPND (đã kiểm tra bằng phương pháp PCR và được ký hiệu số 2187) có nguồn gốc được thu thập và phân lập từ các ao nuôi tôm ở miền Bắc Việt Nam và được cung cấp bởi Khoa Khoa học và Công nghệ, Đại học Suan Sunandha Rajabhat (Thái Lan). Vi khuẩn thuần chủng được duy trì định kỳ trên môi trường thạch tryptic soy agar (TSA) có bổ sung 1% NaCl. Các thí nghiệm trong nghiên cứu sử dụng dịch nuôi vi khuẩn được chuẩn bị theo phương pháp nuôi tăng sinh [8] với ba khuẩn lạc được chọn ngẫu nhiên, cấy và nuôi (nhiệt độ 30°C, 150 vòng/phút) trong môi trường lỏng tryptic soy broth (TSB) có bổ sung 1% NaCl cho đến khi đạt giai đoạn hậu pha cấp số. Nồng độ dịch vi khuẩn (CFU.mL<sup>-1</sup>) được xác định bằng phương pháp đo mật độ quang (OD) ở 600 nm và so sánh với đường chuẩn sinh trưởng. Đường chuẩn được xây dựng bằng cách pha loãng theo dãy nồng độ và tính toán đơn vị hình thành khuẩn lạc (CFU) sau khi nuôi cấy trên môi trường thạch Mueller Hinton (MH) ở nhiệt độ 30°C trong 24 giờ. Tế bào vi khuẩn được thu bằng phương pháp ly tâm (2.000 G, 10 phút, nhiệt độ 4°C) và rửa sạch 2 lần bằng dung dịch đệm phosphate-buffered saline (PBS), sau đó được pha đến nồng độ CFU.mL<sup>-1</sup> cần sử dụng.

### 2.2.3. Quy trình chuẩn bị dịch chiết các loại thảo dược

Dịch chiết của ba loại thảo dược: i) trấu không (*P. betle*); ii) húng quế (*O. basilicum*) và iii) rau má (*C. asiatica*) được chuẩn bị theo quy trình thông thường [9]. Cụ thể, thảo dược tươi được loại bỏ cành thừa, rửa sạch, cắt nhỏ, sấy khô (nhiệt độ 50°C, 24 giờ), nghiền và sàng nhằm thu bột mịn. Bột thảo dược tiếp tục được ngâm với ethanol 95% (tỷ lệ mẫu : dung môi là 1 g : 40 mL) trong 7 ngày. Dịch ngâm được làm sạch bằng phương pháp ly tâm (5.000 vòng/phút, 15 phút) và lọc với giấy Whatman kích cỡ 42 µm (3 lần). Máy cô quay chân không Hei-VAP Precision (Heildolph, Đức) được sử dụng để loại bỏ dung môi (75°C, 4 giờ). Dịch chiết được bảo quản ở 4°C cho đến khi sử dụng.

Từ quy trình gốc bên trên, các thí nghiệm tối ưu hóa được tiến hành theo phương pháp của Nguyễn Đỗ Xuân An và cs (2024) [10] bằng cách thay đổi lần lượt các điều kiện chiết xuất (như mô tả ở mục 2.3.1). Quy trình chiết xuất tối ưu có thể chiết xuất nhiều hợp chất có hoạt tính sinh học cao nhằm nâng cao khả năng diệt khuẩn của dịch chiết.

## 2.3. Thiết kế và bố trí thí nghiệm

### 2.3.1. Xác định các điều kiện chiết xuất tối ưu cho thảo dược

#### Thí nghiệm 1: Xác định nồng độ dung môi tối ưu

Bốn nồng độ ethanol (30, 50, 70, 95%) được sử dụng để xác định nồng độ dung môi tối ưu của quy trình chiết xuất cho ba loại thảo dược. Ngoại trừ việc thay đổi nồng độ dung môi, các thông số khác của quy trình được tiến hành như mô tả ở mục 2.2.3. Các thí nghiệm được tiến hành với ba lần lặp lại. Dịch chiết được đánh giá hiệu quả tiêu diệt *V. parahaemolyticus* thông qua chỉ tiêu đường kính vòng vô khuẩn (zone diameter of inhibition - ZDI). Đây là cơ sở để lựa chọn nồng độ dung môi tối ưu và sử dụng cho các thí nghiệm tối ưu hóa tiếp theo [10].

#### Thí nghiệm 2: Xác định thời gian ngâm tối ưu

Bốn thời gian ngâm thảo dược trong dung môi (3, 5, 7, 9 ngày) được thử nghiệm để xác định thời gian tối ưu cho quy trình chiết xuất. Ngoại trừ việc thay đổi thời gian ngâm và sử dụng nồng độ dung

môi tối ưu đã được xác định ở thí nghiệm 1 (như mô tả ở mục 2.2.3). Các thí nghiệm được tiến hành với ba lần lặp lại. Thời gian ngâm của nghiệm thức có dịch chiết thảo dược nâng cao hiệu quả tiêu diệt vi khuẩn *V. parahaemolyticus* thông qua chỉ tiêu ZDI được lựa chọn cho các thí nghiệm tối ưu hóa tiếp theo [10].

#### Thí nghiệm 3: Xác định tỷ lệ tối ưu giữa khối lượng mẫu : dung tích dung môi

Bốn tỷ lệ giữa khối lượng mẫu thảo dược : dung tích dung môi (1 g : 10 mL, 1 g : 20 mL, 1 g : 30 mL, 1 g : 40 mL) được bố trí thí nghiệm để xác định tỷ lệ tối ưu cho quy trình chiết xuất. Ngoại trừ việc thay đổi tỷ lệ mẫu : dung môi, thí nghiệm 3 sử dụng nồng độ dung môi và thời gian ngâm tối ưu đã được xác định ở các thí nghiệm 1 và 2. Các thông số còn lại của quy trình ở thí nghiệm 3 được tiến hành như mô tả ở mục 2.2.3. Các thí nghiệm được tiến hành với ba lần lặp lại. Tỷ lệ mẫu : dung môi của nghiệm thức có dịch chiết thảo dược giúp nâng cao hiệu quả tiêu diệt *V. parahaemolyticus* thông qua chỉ tiêu đánh giá là ZDI được lựa chọn cho quy trình chiết xuất tối ưu [10].

### 2.3.2. Đánh giá hiệu quả diệt vi khuẩn *V. parahaemolyticus* của các loại thảo dược sử dụng quy trình chiết xuất tối ưu

Thí nghiệm đánh giá hiệu quả diệt vi khuẩn *V. parahaemolyticus* của các loại thảo dược sử dụng quy trình chiết xuất kết hợp 3 thông số tối ưu ở mục 2.3.1: Nồng độ dung môi, thời gian ngâm và tỷ lệ mẫu : dung môi. Ba loại thảo dược (trấu không, húng quế, rau má) chiết xuất bằng quy trình đã được tối ưu và được so sánh với dịch chiết sử dụng quy trình chưa được tối ưu mô tả ở mục 2.2.3 (đối chứng). Hiệu quả diệt *V. parahaemolyticus* của các dịch chiết được đánh giá dựa vào 4 chỉ tiêu: i) ZDI; ii) nồng độ ức chế tối thiểu (MIC); iii) nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC) và iv) khả năng diệt vi khuẩn đang trong giai đoạn tăng sinh.

## 2.4. Các chỉ tiêu khảo sát

### 2.4.1. Đường kính vòng vô khuẩn (ZDI)

Dịch chiết thảo dược thu được từ các thí nghiệm được đánh giá khả năng diệt *V. parahaemolyticus* thông qua phương pháp khuếch

tán thảo dược qua đĩa giấy của Bauer và cs (1966) [11]. Dịch chiết được chuẩn bị ở nồng độ 100 ppm và được pha loãng đến nồng độ cần thiết cho thí nghiệm. Sau đó, các đĩa giấy Whatman vô trùng (cỡ số 3) được thấm đều với dịch chiết tương ứng nhằm tải lượng dịch tương đương 10 µg/đĩa giấy và để khô tự nhiên. Đĩa giấy đã thấm dịch chiết được đặt trên đĩa thạch MH đã trải sẵn vi khuẩn *V. parahaemolyticus* ( $10^7$  CFU.mL<sup>-1</sup>) và được ủ ở nhiệt độ 30°C trong 24 giờ. Sau khi ủ, ZDI trên đĩa thạch tạo ra do hiện tượng vi khuẩn bị ức chế hay tiêu diệt bởi hoạt tính của thảo dược được đo theo đơn vị milimét bằng thước đo kỹ thuật Mitutoyo 527-121.

#### 2.4.2. Xác định nồng độ ức chế tối thiểu (MIC)

Giá trị MIC được xác định bằng phương pháp vi pha loãng theo qui trình chuẩn của CLSI nhằm xác định mức độ ức chế của thảo dược trên *V. parahaemolyticus* tương ứng với từng nồng độ cụ thể, do đó không phân tích so sánh sai khác thống kê giữa các nồng độ thí nghiệm [12]. Mỗi dịch chiết thảo dược được pha nồng độ khác nhau trong đĩa ELISA 96 giếng đáy phẳng để có được dãy nồng độ cuối cùng là 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8; 16; 32 ppm với thể tích là 100 µL/giếng bằng kỹ thuật pha loãng nối tiếp để đảm bảo dung dịch sau có nồng độ gấp đôi dung dịch trước. Sau đó, 5 µL dịch gốc vi khuẩn ban đầu ( $10^7$  CFU.mL<sup>-1</sup>) được cho vào tất cả các giếng khảo sát. Đĩa được phủ kín bằng parafilm và ủ (nhiệt độ 30°C, 24 giờ). Sau thời gian ủ, nồng độ dịch chiết thấp nhất ức chế được sự tăng trưởng của vi khuẩn trong mỗi dãy nồng độ khảo sát được xác định là giá trị MIC. Đối chứng dương được bố trí chứa môi trường MH lỏng và cho cùng lượng vi khuẩn ban đầu để ủ. Đối chứng âm bao gồm các giếng chứa lượng ethanol tương đương nhằm thay thế cho môi trường dinh dưỡng và cũng được cho vào cùng lượng vi khuẩn ban đầu. Các giếng có chứa môi trường MH lỏng nhưng không cho dịch vi khuẩn cũng được chuẩn bị để kiểm soát tình trạng nhiễm khuẩn.

#### 2.4.3. Xác định nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC)

Giá trị MBC được xác định bằng phương pháp trải đĩa theo qui trình chuẩn của CLSI nhằm xác

định mức độ diệt khuẩn *V. parahaemolyticus* của thảo dược tương ứng với từng nồng độ cụ thể, do đó không phân tích so sánh sai khác thống kê giữa các nồng độ thí nghiệm [13]. Dãy nồng độ khảo sát được miêu tả ở mục khảo sát MIC, 20 µL dịch từ tất cả các giếng không có dấu hiệu tăng trưởng vi khuẩn sau 24 giờ ủ được trải và tiếp tục nuôi trên môi trường thạch MH (nhiệt độ 30°C, 24 giờ). Nồng độ dịch chiết thấp nhất diệt được 99,9% vi khuẩn gốc ban đầu được xác định là MBC.

#### 2.4.4. Khả năng diệt *V. parahaemolyticus* đang trong giai đoạn tăng sinh

Dịch chiết thảo dược từ qui trình chiết xuất tối ưu cũng được đánh giá khả năng diệt vi khuẩn đang trong giai đoạn tăng sinh. Cụ thể, lượng  $5 \times 10^7$  CFU.mL<sup>-1</sup> của dịch khuẩn gốc được bố trí trong bình tam giác 100 mL có chứa môi trường TSA và được ủ ở nhiệt độ 30°C và lắc ở tốc độ 150 vòng/phút để vi khuẩn phát triển trong 24 giờ. Tiếp đến, 2 ppm dịch chiết thảo dược (mức MIC cao nhất của các dịch chiết thảo dược được xác định từ kết quả của mục 2.4.2) được bổ sung vào bình tam giác nhằm đánh giá khả năng diệt khuẩn đang ở giai đoạn tăng sinh. Lượng vi khuẩn đang tăng sinh có trong từng bình được xác định định kỳ sau mỗi 24 giờ và kéo dài trong 48 giờ bằng phương pháp đếm khuẩn lạc sau khi nuôi cấy trên môi trường thạch MH (nhiệt độ 30°C, 24 giờ) [8]. Đối chứng là vi khuẩn đang tăng sinh và không được xử lý với dịch chiết.

### 2.5. Phân tích thống kê

Giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các chỉ tiêu thu thập được tính toán bằng phần mềm Excel (Microsoft 365 for macOS). Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,05$ ) của các nghiệm thức được phân tích bằng phương pháp ANOVA một yếu tố và thử nghiệm Duncan sử dụng phần mềm SPSS 25 cho hệ điều hành macOS.

### 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Điều kiện chiết xuất tối ưu cho thảo dược

##### 3.1.1. Nồng độ dung môi tối ưu

Kết quả nghiên cứu cho thấy, nồng độ ethanol 70% có thể chiết xuất dịch thảo dược cho kích thước ZDI (trầu không:  $34,0 \pm 0,38$  mm; húng quế:

33,9 ± 0,96 mm; rau má: 29,6 ± 0,62 mm) lớn hơn có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,05$ ) so với nồng độ 95% được sử dụng phổ biến trong chiết xuất dược liệu (trầu không: 25,5 ± 1,55 mm; húng quế: 24,6 ± 0,65

mm; rau má: 22,8 ± 0,31 mm). Tuy nhiên, các nồng độ ethanol thấp hơn (30 và 50%) không giúp nâng cao ZDI ( $P > 0,05$ ), trừ trường hợp nồng độ 50% ở trầu không (Bảng 1).

**Bảng 1. Đường kính vòng vô khuẩn (ZDI) của các nghiệm thức sử dụng nồng độ dung môi khác nhau (30, 50, 70, 95%) trong quá trình tối ưu hoá qui trình chiết xuất ba loại thảo dược (trầu không, húng quế và rau má)**

Dịch chiết	Nồng độ dung môi (%)			
	30	50	70	95
Trầu không	20,2 ± 0,97 <sup>d</sup>	31,3 ± 0,81 <sup>b</sup>	34,0 ± 0,38 <sup>a</sup>	25,5 ± 1,55 <sup>c</sup>
Húng quế	25,0 ± 1,00 <sup>b</sup>	25,9 ± 1,27 <sup>b</sup>	33,9 ± 0,96 <sup>a</sup>	24,6 ± 0,65 <sup>b</sup>
Rau má	22,1 ± 0,35 <sup>b</sup>	22,3 ± 1,88 <sup>b</sup>	29,6 ± 0,62 <sup>a</sup>	22,8 ± 0,31 <sup>b</sup>

*Ghi chú: Giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn (n = 3). Các chữ cái khác nhau trong cùng một hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,05$ ) giữa các nghiệm thức.*

**3.1.2. Thời gian ngâm tối ưu**

Thời gian ngâm 7 ngày có thể chiết xuất dịch thảo dược cho kích thước ZDI khi thử với *V. parahaemolyticus* (trầu không: 35,9 ± 1,50 mm; húng quế: 33,8 ± 2,44 mm; rau má: 33,5 ± 1,51

mm) lớn hơn ( $P < 0,05$ ) so với các nghiệm thức ngâm có thời gian ngắn hơn (3 và 5 ngày). Tuy nhiên, thời gian ngâm 7 và 9 ngày không có kết quả ZDI sai khác có ý nghĩa thống kê ( $P > 0,05$ ) (Bảng 2).

**Bảng 2. Đường kính vòng vô khuẩn (ZDI) của các nghiệm thức áp dụng thời gian ngâm khác nhau (3, 5, 7, 9 ngày) trong quá trình tối ưu hoá qui trình chiết xuất ba loại thảo dược (trầu không, húng quế và rau má)**

Dịch chiết	Thời gian ngâm (ngày)			
	3	5	7	9
Trầu không	28,3 ± 1,25 <sup>c</sup>	32,8 ± 0,75 <sup>b</sup>	35,9 ± 1,50 <sup>a</sup>	35,8 ± 1,71 <sup>a</sup>
Húng quế	26,7 ± 1,70 <sup>c</sup>	31,9 ± 1,25 <sup>b</sup>	33,8 ± 2,44 <sup>a</sup>	34,6 ± 1,91 <sup>a</sup>
Rau má	23,8 ± 0,38 <sup>c</sup>	29,5 ± 1,96 <sup>b</sup>	33,5 ± 1,51 <sup>a</sup>	34,2 ± 0,35 <sup>a</sup>

*Ghi chú: Giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn (n = 3). Các chữ cái khác nhau trong cùng một hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,05$ ) giữa các nghiệm thức.*

**3.1.3. Tỷ lệ tối ưu giữa khối lượng mẫu: dung tích dung môi**

Tỷ lệ tối ưu giữa khối lượng mẫu và dung tích dung môi là khác nhau khi chiết xuất các loại thảo dược. Đối với trầu không, tỷ lệ 1 : 30 tạo ra dịch chiết cho kích thước ZDI khi thử với *V. parahaemolyticus* (38,8 ± 1,29 mm) là cao nhất và sai khác có ý nghĩa thống kê so với các tỷ lệ còn lại

( $P < 0,05$ ). Trong khi qui trình chiết xuất rau má, tỷ lệ 1 : 40 tạo ra dịch chiết cho kích thước ZDI (34,4 ± 1,16 mm) là lớn nhất và sai khác có ý nghĩa thống kê so với các tỷ lệ còn lại ( $P < 0,05$ ). Đối với húng quế, tỷ lệ 1 : 30 và 1 : 40 đều cho kết quả ZDI tương đương nhau (37,4 ± 0,15 mm và 37,1 ± 1,03 mm) ( $P > 0,05$ ) và sai khác có ý nghĩa thống kê so với tỷ lệ 1 : 10 và 1 : 20 ( $P < 0,05$ ) (Bảng 3).

**Bảng 3. Đường kính vòng vô khuẩn (ZDI) của các nghiệm thức áp dụng các tỷ lệ giữa khối lượng mẫu : dung tích dung môi khác nhau (1 : 10, 1 : 20, 1 : 30, 1 : 40) trong quá trình tối ưu hoá qui trình chiết xuất ba loại thảo dược (trầu không, húng quế và rau má)**

Dịch chiết	Tỷ lệ khối lượng mẫu (g) : dung tích dung môi (mL)			
	1 : 10	1 : 20	1 : 30	1 : 40
Trầu không	29,8 ± 1,36 <sup>d</sup>	32,2 ± 1,49 <sup>c</sup>	38,8 ± 1,29 <sup>a</sup>	35,8 ± 0,25 <sup>b</sup>
Húng quế	29,2 ± 0,92 <sup>c</sup>	30,8 ± 1,79 <sup>b</sup>	37,4 ± 0,15 <sup>a</sup>	37,1 ± 1,03 <sup>a</sup>
Rau má	25,6 ± 1,65 <sup>d</sup>	27,1 ± 0,60 <sup>c</sup>	33,6 ± 0,81 <sup>b</sup>	34,4 ± 1,16 <sup>a</sup>

*Ghi chú: Giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn (n = 3). Các chữ cái khác nhau trong cùng một hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (P < 0,05) giữa các nghiệm thức.*

### 3.2. Đánh giá hiệu quả diệt vi khuẩn *V. parahaemolyticus* của các loại thảo dược sử dụng qui trình chiết xuất tối ưu

#### 3.2.1. ZDI, MIC và MBC

Thông số chiết xuất tối ưu được xác định từ thí nghiệm 1 - 3 được sử dụng để hình thành qui trình chiết xuất tối ưu, bao gồm: i) nồng độ ethanol: 70%; ii) thời gian ngâm: 7 giờ và iii) tỷ lệ mẫu (g) : dung môi (mL): 1 g : 30 mL áp dụng cho trầu không và húng quế; 1 g : 40 mL áp dụng cho rau má. Kết quả đánh giá cho thấy, dịch chiết của các loại thảo dược thu được khi áp dụng qui trình chiết xuất tối ưu đều có ZDI khi thử với *V. parahaemolyticus* (trầu không: 38,9 ± 1,88 mm; húng quế: 36,5 ± 1,10 mm; rau má: 34,2 ± 0,42 mm) lớn hơn có ý nghĩa thống kê (P < 0,05) so với dịch chiết áp dụng qui trình chưa tối ưu (trầu không: 25,7 ± 1,66 mm; húng quế: 23,4 ± 0,49 mm; rau má: 21,8 ± 0,55 mm). Ngoài ra, hiệu quả diệt vi khuẩn *V.*

*parahaemolyticus* của dịch chiết trầu không là cao nhất, tiếp đến là húng quế và rau má. Các khác biệt này đều có ý nghĩa thống kê (P < 0,05).

Kết quả cho thấy, việc tối ưu hóa qui trình chiết đã mang lại hiệu quả diệt vi khuẩn *V. parahaemolyticus* cao hơn rõ rệt, với chỉ số ZDI trung bình gấp 1,5 lần so với qui trình chưa tối ưu. Ngoài ra, dịch chiết từ qui trình chiết xuất tối ưu có kết quả nồng độ ức chế và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu của cả ba loại thảo dược đều giảm so với nồng độ của dịch chiết từ qui trình chiết xuất chưa tối ưu. Kết quả này cho thấy tiềm năng tiết kiệm được lượng thảo dược cần sử dụng khi diệt vi khuẩn *V. parahaemolyticus* (Bảng 4). Khi so sánh với các loại thảo dược khác, hiệu quả diệt khuẩn của dịch chiết từ qui trình tối ưu cũng cao hơn hẳn, như so với chiết xuất thảo dầu (ZDI: 17 - 18 mm; MIC: 1,25 mg.mL<sup>-1</sup>, MBC: 2,5 mg.mL<sup>-1</sup>) [4].

**Bảng 4. Đường kính vòng vô khuẩn (ZDI), nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC) của 3 dịch chiết thảo dược áp dụng qui trình chiết xuất chưa tối ưu và đã tối ưu: i) trầu không, ii) húng quế và iii) rau má**

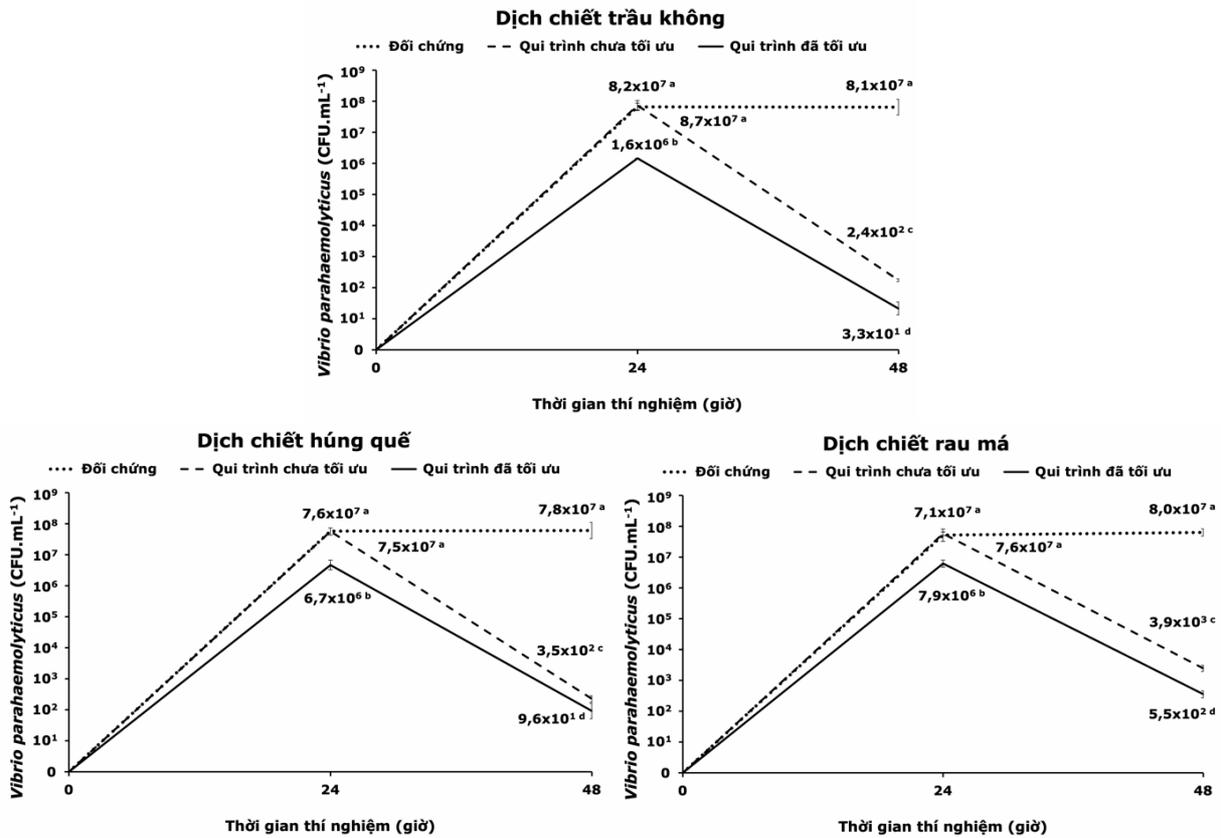
		Dịch chiết		
		Trầu không	Húng quế	Rau má
ZDI (mm)	Qui trình chưa tối ưu	25,7 ± 1,66 <sup>d</sup>	23,4 ± 0,49 <sup>c</sup>	21,8 ± 0,55 <sup>c</sup>
	Qui trình đã tối ưu	38,9 ± 1,88 <sup>a</sup>	36,5 ± 1,10 <sup>b</sup>	34,2 ± 0,42 <sup>c</sup>
MIC	Qui trình chưa tối ưu	1,0 ± 0,00	2,0 ± 0,00	2,0 ± 0,00
	Qui trình đã tối ưu	0,5 ± 0,00	1,0 ± 0,00	1,0 ± 0,00
MBC	Qui trình chưa tối ưu	2,0 ± 0,00	4,0 ± 0,00	4,0 ± 0,00
	Qui trình đã tối ưu	1,0 ± 0,00	2,0 ± 0,00	2,0 ± 0,00

*Ghi chú: Giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn (n = 3). Các chữ cái khác nhau trong cùng cột và giữa các cột của chỉ tiêu ZDI thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (P < 0,05) giữa nghiệm thức.*

3.2.2. Khả năng diệt *V. parahaemolyticus* đang trong giai đoạn tăng sinh

Dịch chiết của ba loại thảo dược từ qui trình chiết xuất tối ưu đều giúp nâng cao khả năng diệt khuẩn *V. parahaemolyticus* đang trong giai đoạn tăng sinh. Lượng vi khuẩn trong các nghiệm thức có sử dụng dịch chiết thảo dược đều thấp hơn đáng kể và sai khác có ý nghĩa thống kê khi so sánh với đối chứng ( $P < 0,05$ ) ở thời điểm 24 giờ và 48 giờ. Cụ thể, nồng độ của vi khuẩn ở thời điểm 24 giờ khi sử dụng dịch chiết từ qui trình chiết xuất tối ưu lần lượt như sau: Tràu không:  $1,6 \times 10^6$  CFU.mL<sup>-1</sup>; húng quế:  $6,7 \times 10^6$  CFU.mL<sup>-1</sup>; rau

má:  $7,9 \times 10^6$  CFU.mL<sup>-1</sup>. Các kết quả này thấp hơn đáng kể so với kết quả của nghiệm thức sử dụng qui trình chưa tối ưu (trầu không:  $8,7 \times 10^7$  CFU.mL<sup>-1</sup>; húng quế:  $7,5 \times 10^7$  CFU.mL<sup>-1</sup>; rau má:  $7,6 \times 10^7$  CFU.mL<sup>-1</sup>). Tương tự, kết quả ở thời điểm 48 giờ đối với dịch chiết từ qui trình chiết xuất tối ưu như sau: Tràu không:  $3,3 \times 10^1$  CFU.mL<sup>-1</sup>; húng quế:  $9,6 \times 10^1$  CFU.mL<sup>-1</sup>; rau má:  $5,5 \times 10^2$  CFU.mL<sup>-1</sup>. Kết quả này giảm đi khoảng 10 lần so với nghiệm thức sử dụng dịch chiết từ qui trình chưa tối ưu (trầu không:  $2,4 \times 10^2$  CFU.mL<sup>-1</sup>; húng quế:  $3,5 \times 10^2$  CFU.mL<sup>-1</sup>; rau má:  $3,9 \times 10^3$  CFU.mL<sup>-1</sup>) (Hình 1).



Hình 1. Khả năng diệt vi khuẩn *Vibrio parahaemolyticus* (chủng 2187 gây bệnh AHPND) đang trong giai đoạn tăng sinh của 3 dịch chiết thảo dược: i) trầu không (*Piper betle*), ii) húng quế (*Ocimum basilicum*) và iii) rau má (*Centella asiatica*) khi so sánh giữa qui trình chiết xuất chưa tối ưu và đã tối ưu theo chỉ tiêu biến động về lượng khuẩn (CFU x mL<sup>-1</sup>) trong 48 giờ khảo sát

Ghi chú: Giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn (n = 3). Các chữ cái khác nhau trong cùng một hình thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,05$ ) giữa các nghiệm thức.

4. THẢO LUẬN

Nghiên cứu gần đây trên loài thực vật bản địa Địa Trung Hải *Anthyllis henoniana* đã chỉ ra sự tương đồng giữa chỉ tiêu ZDI và hàm lượng các hợp chất có tính kháng khuẩn và chống oxy hóa [14]. Do đó, nghiên cứu này sử dụng ZDI làm chỉ

tiêu đánh giá hiệu quả diệt khuẩn của dịch chiết thảo dược. Kết quả từ qui trình chiết xuất tối ưu của nghiên cứu cho thấy sự tương đồng với các báo cáo gần đây trong nâng cao hàm lượng chất có hoạt tính sinh học, điển hình như: i) sử dụng ethanol với nồng độ 70% trong chiết xuất các hợp

chất alkaloids, flavonoid và tannins từ cây húng quế Mỹ (*Ocimum americanum*) và mỏng toi củ (*Anredera cordifolia*); ii) sử dụng thời gian ngâm là 7 ngày trong sản xuất dịch chiết cây muồng đen (*Cassia siamea*); iii) sử dụng tỷ lệ mẫu : dung môi là 1 : 30 và 1 : 40 trong chiết xuất cây Đẳng sâm (*Codonopsis pilosula*) [10].

Mặc dù nước là loại dung môi truyền thống thường được dùng trong nhiều nghiên cứu trước đây, dung môi hữu cơ như ethanol đã được chứng minh có hiệu quả trong việc loại thải các hợp chất gây nhiễu có bản chất là chất béo đồng thời thu hút các cấu phần không phân cực có khả năng ức chế hoặc diệt vi khuẩn, từ đó giúp nâng cao đáng kể hiệu suất chiết xuất các hợp chất quý có khả năng tan trong ethanol. Tuy nhiên, nồng độ ethanol sử dụng quá cao hay quá thấp đều gây ảnh hưởng tiêu cực lên quá trình chiết xuất. Việc sử dụng ethanol nồng độ cao đến 95% làm giảm mạnh khả năng phân cực của dung môi và dẫn đến giảm khả năng thu hút các hợp chất phân cực cao, trong đó có phần lớn các chất có khả năng kháng khuẩn. Ngược lại, ở nồng độ quá thấp, quá trình chiết xuất lại tạo ra hiện tượng đóng màng gồm dày chứa nhiều tạp chất, từ đó giới hạn hiệu quả chiết [15]. Đây cũng là hiện tượng quan sát được trong nghiên cứu này khi sử dụng cồn nồng độ 30%. Tiếp đến, thời gian ngâm mẫu trong dung môi dài hơn cho phép tăng khả năng và cơ hội tiếp xúc và hòa tan giữa các chất có hoạt tính sinh học cao và dung môi, từ đó tăng cường hiệu quả thu hồi chất quý. Nghiên cứu khảo sát thời gian ngâm tối ưu nhằm thu dịch chiết từ một số loại thảo dược như cây cốt khí muồng (*Cassia occidentalis*), chà là sa mạc (*Balanites aegyptiaca*) và rau sam (*Portulaca oleracea*) đã kết luận, thời gian ngâm càng dài (trên 6 giờ) càng mang lại hiệu quả tiêu diệt nhân tố gây bệnh (*Colletotrichum graminicola* và *Phoma sorghina*) trên lúa miến (*Sorghum bicolor*) [16].

Tỷ lệ giữa khối lượng thảo dược trên thể tích dung môi cũng có ảnh hưởng lớn đến quá trình thu hồi các hợp chất có hoạt tính sinh học. Tỷ lệ này càng nhỏ (1 : 30 và 1 : 40), đồng nghĩa với thể tích dung môi càng nhiều, thì hiệu suất thu chất quý từ thảo dược càng gia tăng khi so sánh với

những tỷ lệ cao hơn (1 : 10 và 1 : 20) [17]. Tuy nhiên, việc sử dụng quá nhiều dung môi cũng mang lại nguy cơ làm loãng đi lượng chất quý thu được của từng loại thảo dược. Một số nghiên cứu về chiết xuất các hợp chất có tính kháng khuẩn và chống oxy hóa như polyphenol và flavonoid, do đó việc dùng tỷ lệ giữa mẫu và dung môi cao giúp thu được hiệu suất chiết tối ưu là 1 : 10 cho trường hợp của cây hắc mai biển (*Hippophae rhamnoides*), hay 1 : 20 cho trường hợp của cây diệp hạ châu đắng (*Phyllanthus niruri*). Nhưng các nghiên cứu khác với mục đích và bố trí tương tự tiến hành trên cây ô liu (*Olea europaea*) lại cho tỷ lệ tối ưu thấp hơn là 1 : 30, hay tỷ lệ 1 : 40 trên cây đậu châu Phi (*Parkia biglobosa*) [18].

## 5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xác định được 3 điều kiện chiết xuất tối ưu cho ba loại thảo dược là trâu không (*P. betle*), húng quế (*O. basilicum*) và rau má (*C. asiatica*) lần lượt là: 1) nồng độ ethanol: 70%; 2) thời gian ngâm: 7 giờ và 3) tỷ lệ mẫu (g) : dung môi (mL): 1 g : 30 mL áp dụng cho trâu không và húng quế; 1 g : 40 mL áp dụng cho rau má. Dịch chiết thảo dược từ qui trình chiết xuất tối ưu có khả năng nâng cao hiệu quả tiêu diệt vi khuẩn *V. parahaemolyticus* so với dịch chiết từ qui trình chưa tối ưu.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ngô Thị Huyền, Vũ Xuân Nghị, Lê Đặng Lâm Oanh, Đặng Lệ Quỳnh, Lê Thị Tuyết Mai, Phạm Thị Tâm, Đồng Văn Quyền, Vũ Thị Bích Huyền (2022). Tính kháng kháng sinh của *Vibrio* spp. phân lập từ nước nuôi thủy sản ở một số khu vực miền Bắc Việt Nam. *Tạp chí Khoa học, Đại học Huế*: 131(1C): 83 - 93. <https://doi.org/10.26459/hueunijns.v131i1c.6898>.
2. Othman, A. B., Saad, Z., Haiha, N., Yusof, N., Zahrah, S., Othman, A (2018). *In vitro* antimicrobial activity of betel, *Piper betle* leaf extract against *Vibrio alginolyticus* isolated from Asian sea bass, *Lates calcarifer*. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 46 - 48. <https://doi.org/10.7324/jabb.2018.60409>.
3. Fadel, A., Khafage, A., Abdelsalam, M., Abdel-Rahim, M. M (2025). Comparative

evaluation of three herbal extracts on growth performance, immune response, and resistance against *Vibrio parahaemolyticus* in *Litopenaeus vannamei*. *BMC Vet Res.*, 21(1): 166. DOI: 10.1186/s12917-025-04588-0. PMID: 40082886; PMCID: PMC11905464.

4. Hồng Mộng Huyền, Võ Tấn Huy, Trần Thị Tuyết Hoa (2018). Hoạt tính kháng khuẩn của một số cao chiết thảo dược kháng vi khuẩn gây bệnh ở tôm nuôi. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 54 (Chuyên đề Thủy sản): 143 - 150. <https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2018.047>.

5. Ta P. V (2022). Nghiên cứu khả năng sử dụng thảo dược để phòng trị bệnh gan tụy cấp trên tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931). *AGU International Journal of Sciences*, 30(1): 62 - 70.

6. Võ Thị Tú Anh, Trần Chí Linh, Đỗ Minh Kha, Đái Thị Xuân Trang (2022). Tối ưu hóa qui trình chiết xuất cao chiết giàu polyphenol và flavonoid có hoạt kháng vi khuẩn *Vibrio* spp. từ lá cây núc nác (*Oroxylum indicum* L.). *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 58 (Số chuyên đề: Khoa học tự nhiên), 102 - 113. <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2022.126>.

7. Lê Nguyễn Thiên Phúc, Nguyễn Minh Thành (2022). Đánh giá hiệu quả của các loại dịch chiết thảo dược trong việc nâng cao khả năng chống chịu của tôm chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) với vi khuẩn *Vibrio parahaemolyticus*. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 14(2): 54 - 60.

8. Le, P. N. T., Desbois, A. P (2017). Antibacterial effect of eicosapentaenoic acid against *Bacillus cereus* and *Staphylococcus aureus*: Killing kinetics, selection for resistance, and potential cellular target. *Marine Drugs*, 15(11): 334. <https://doi.org/10.3390/md15110334>.

9. Lê Nguyễn Thiên Phúc, Nguyễn Minh Thành (2022b). Đánh giá ảnh hưởng của các loại thảo dược lên tăng trưởng, tỷ lệ sống và chất lượng thịt của tôm chân trắng (*Litopenaeus vannamei*). *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 8(2): 73 - 80.

10. Nguyễn Đỗ Xuân An; Lê Phương Uyên; Nguyễn Bình Phương Nghi; Lê Nguyễn Thiên Phúc; Lê Hồng Phú (2024). Determination of optimal conditions for the enhancement in saponins extraction from Dang Sam (*Codonopsis pilosula* Nannf.). *Kỷ yếu Hội nghị Khoa học toàn quốc về Công nghệ Sinh học 2024*. Nxb Đại học Huế.

11. Bauer, A. W., Kirby, W. M., Sherris, J. C., Turck, M (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *American Journal of Clinical Pathology*, 45(4): 493 - 496. PMID: 5325707.

12. Clinical and Laboratory Standards Institute (2009). Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically, Approved Standard M07-A8. *CLSI: Wayne, PA, USA*.

13. Clinical and Laboratory Standards Institute (1999). Methods for determining bactericidal activity of antimicrobial agents, Approved Guideline M26-A. Vol. 19 No. 18. *CLSI: Wayne, PA, USA*.

14. Ayachi, A., Younes, A. B., Ammar A. B., Bouzayani, B., Samet, S., Siala, M., Trigui, M., Treilhou, M., Tene, N. & Mezghani-Jarraya, R. (2023). Effect of the harvest season of *Anthyllis henoniana* stems on antioxidant and antimicrobial activities: Phytochemical profiling of their ethyl acetate extracts. *Molecules*, 28: 3947. 10.3390/molecules28093947.

15. Love, J., Simons, C. R (2020). Acid hydrolysis of saponins extracted in tincture. *PLoS One*, 15(12): e0244654.

16. Schémaeza, B., Irénée, S., Elisabeth, Z., Paco, S (2012). Efficacy of plant extracts and effect of seed soaking duration on treatment of sorghum seed naturally infected by *Colletotrichum graminicola* and *Phoma sorghina*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 45(12): 1405 - 1410.

17. Amirullah, N. A., Abdullah, E., Abidin, N. Z., Abdullah, N., Manickam, S (2023). Influence of extraction technologies on the therapeutic properties of *Pleurotus* spp. (oyster mushrooms) -

A critical review. *Food Bioscience*, 56: 103352, <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103352>.

18. Hartanti, D., Insani, A. A., Wahono, S. K., Hamad, A (2024). Extraction method and crude

drug-to-solvent ratio effects on the antioxidant properties and physicochemical profile during storage of a polyherbal formulation extract. *BIO Web of Conferences*, 135: 06002.

**EVALUATION OF THE ENHANCEMENT IN ANTIBACTERIAL CAPABILITY OF HERBS AGAINST *vibrio parahaemolyticus* USING OPTIMIZED EXTRACTION PROCESS**

Le Nguyen Thien Phuc<sup>1</sup>, Nguyen Minh Thanh<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *International University, Vietnam National University of Ho Chi Minh city*

**Abstract**

This study evaluated the antibacterial capability of three optimized herbal extracts against *Vibrio parahaemolyticus*, including *Piper betle*, *Ocimum basilicum* and *Centella asiatica*. The optimization was carried out on three extracting conditions: i) ethanol concentration (30, 50, 70, 95%); ii) soaking duration (3, 5, 7, 9 days); and iii) ratio of sample (g) & solvent (mL) (1:10, 1:20, 1:30, 1:40). Results identified the optimal procedure as follows: (i) ethanol concentration of 70%, soaking duration of 7 days, 1:30 ratio for *Piper betle* and *Ocimum basilicum*, 1:40 ratio for *Centella asiatica*. The optimized extracts were then compared with the unoptimized ones for zone diameter of inhibition (ZDI), minimum inhibitory concentration (MIC), minimum bactericidal concentration (MBC), and the bacteriacidal capability on enumeration culture. Optimized extracts improved ZDI against *V. parahaemolyticus* by 1.5 times ( $P < 0,05$ ), together with MIC and MBC by 2 times. Moreover, optimized extracts also reduced the bacterial number in enumeration culture by 10 times ( $P < 0,05$ ) in comparison with the unoptimized ones. Therefore, this study indicated the enhancement in antibacterial capability of the optimized herbal extracts and also highlighted their potential use in *V. parahaemolyticus* treatment.

**Keywords:** *Vibrio parahaemolyticus*, herbs, extraction, optimization.

Ngày nhận bài: 21/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 20/8/2025

Ngày thông qua phản biện: 6/12/2025

Ngày duyệt đăng: 15/12/2025

# PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ TÀI CHÍNH VÀ ƯỚC TÍNH NHU CẦU TIÊU THỤ NĂNG LƯỢNG CỦA MÔ HÌNH NUÔI TÔM THẺ CHÂN TRẮNG (*Litopenaeus vanamei*) THEO TIÊU CHUẨN ASC

Nguyễn Thanh Hoà<sup>1</sup>, Nguyễn Thanh Giao<sup>2</sup>, Lê Trần Thanh Liêm<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Học viên cao học ngành Quản lý Tài nguyên và môi trường;

Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup>Bộ môn Quản lý Môi trường, Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Đại học Cần Thơ

\*Email: lttliem@ctu.edu.vn

## TÓM TẮT

Nghiên cứu thực hiện trên 39 hộ nuôi tôm thẻ chân trắng với 75 ao nuôi theo 2 mô hình (ao đất – MHAĐ, ao lót bạc – MHALB) tại một Hợp tác xã trên địa bàn huyện Đông Hải, tỉnh Bạc Liêu. Nghiên cứu tiến hành so sánh hiệu quả tài chính và năng lượng (NL) giữa MHAĐ và MHALB theo tiêu chuẩn Aquaculture Stewardship Council trong năm 2023. Dữ liệu thu thập trên 75 ao nuôi đang hoạt động bao gồm chi phí, doanh thu, lợi nhuận và tiêu thụ NL. Kết quả cho thấy MHALB tiêu thụ NL  $29.396 \pm 10.763$  MJ/1.000 m<sup>2</sup>, tương ứng với  $6.904 \pm 3.433$  MJ/tấn tôm tại cổng trang trại cao hơn MHAĐ 4,42 và 1,48 lần. Trong tổng chi phí, chi phí thức ở MHALB chiếm tỷ lệ cao nhất với 80,4%, tương đương  $301.026.396 \pm 118.027.958$  đồng/1.000 m<sup>2</sup>/đợt, trong khi AĐ có chi phí thức ăn là  $173.025.132 \pm 58.520.839$  đồng/1.000 m<sup>2</sup>/đợt, chiếm 82,6%. Phân tích hiệu quả tài chính cho thấy mặc dù MHALB có doanh thu cao hơn 1,74 lần MHAĐ, nhưng mỗi đồng đầu tư vào MHAĐ mang lại lợi nhuận cao hơn so với MHALB. Sự chênh lệch trong tiêu thụ NL và hiệu quả chi phí giữa hai MH khác biệt có ý nghĩa thống kê. Nghiên cứu cung cấp thông tin cần thiết cho việc ra quyết định đầu tư MH nuôi dựa trên tổng hợp tiêu chí kinh tế (hiệu quả tài chính) và tác động môi trường (giá trị NL tiêu thụ).

**Từ khóa:** ASC, Tôm thẻ chân trắng, tiêu thụ năng lượng, hiệu quả tài chính.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, ngành nuôi trồng thủy sản, đặc biệt là nuôi tôm, đã trở thành một trong những ngành kinh tế quan trọng của Việt Nam. Theo thống kê của Tổ chức Hợp tác và Phát triển Kinh tế, Tổ chức Nông Lương Liên hiệp quốc (The Organisation for Economic Co-operation and Development – Food and Agriculture Organization of the United Nations – OECD-FAO) (OECD-FAO, 2021) [1], Việt Nam ở vị thứ ba trên thế giới về xuất khẩu tôm, chỉ sau Ấn Độ và Ecuador và chiếm khoảng 5% tổng sản lượng tôm nuôi toàn cầu. Các thị trường xuất khẩu truyền thống quan trọng của ngành tôm Việt Nam bao gồm: Hoa Kỳ, Liên minh châu Âu, Trung Quốc, Hàn Quốc và Nhật Bản. Bên cạnh đó, các thị trường khác như

Nga, Anh, Úc và Canada đã đạt được sự tăng trưởng [2].

Biến đổi khí hậu đang trở nên ngày càng nghiêm trọng [3, 4], cùng với sự không ổn định trên thị trường và việc tăng giá vật liệu đầu vào, đã khiến cho việc thay đổi mô hình sản xuất trở thành một vấn đề không thể tránh khỏi đối với các nước đang phát triển, bao gồm cả Việt Nam. Mô hình nuôi tôm công nghệ cao không chỉ giúp kiểm soát toàn bộ chu trình nuôi tôm, tăng hiệu quả kinh tế mà còn giảm thiểu ô nhiễm môi trường, đặc biệt là phát thải khí nhà kính [5]. Việc nuôi theo các tiêu chuẩn chứng nhận giúp cải thiện chất lượng tôm nuôi bằng việc kiểm soát được dịch bệnh và các loại hóa chất, kháng sinh sử dụng. Nhờ đó đã đáp ứng được yêu cầu từ các thị trường nhập khẩu khó

tính [6, 7]. Thực hiện nuôi tôm theo tiêu chuẩn Aquaculture Stewardship Council (ASC) không chỉ giúp đảm bảo chất lượng sản phẩm mà còn quan tâm đến môi trường và xã hội.

Hiệu quả tài chính và tiêu thụ năng lượng trong nuôi tôm, đặc biệt là tôm thẻ chân trắng, đã được nghiên cứu nhiều tại Việt Nam. Các công trình trong nước tập trung vào đánh giá chi phí sản xuất, lợi nhuận và mô hình canh tác [8 - 12]. Những nghiên cứu này đã sử dụng công cụ phân tích tài chính cho các mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng ở các tỉnh vùng đồng bằng sông Cửu Long. Gần đây, nghiên cứu của Võ Nam Sơn và cs [13], Tiên và cs (2019) [14] đã mở rộng phạm vi sang tiêu thụ năng lượng điện, đề xuất hướng tiết kiệm và mô hình năng lượng bền vững tại đồng bằng sông Cửu Long. Tuy nhiên, các nghiên cứu trên chỉ dừng lại ở một dạng năng lượng từ điện năng mà chưa tính toán đầy đủ các yếu tố năng lượng khác (các đầu vào phục vụ sản xuất) và cũng chưa tích hợp với phân tích chi phí – lợi nhuận trong mối quan hệ với tổng tiêu thụ năng lượng.

Trên thế giới, nghiên cứu của Boyd và cs (2021) [15] cung cấp khía cạnh so sánh việc sử dụng tài nguyên (đất, nước, năng lượng) giữa năm quốc gia nuôi tôm, trong đó Việt Nam có mức tiêu thụ tài nguyên trên đơn vị sản lượng cao hơn so với Ecuador. Vì vậy, Boyd và cs (2021) [15] đã đề xuất ngành nuôi tôm Việt Nam cần cải thiện hiệu quả đầu vào. Tuy nhiên, nghiên cứu này đã không bao gồm phân tích hiệu quả tài chính của quá trình nuôi. Các nghiên cứu khác của các nhóm tác giả Huang và cs (2024) [16], Rong và cs (2025) [17], Sangsayan và cs (2025) [18] và Le và cs (2025) [19] cũng đã khai thác khía cạnh phát thải khí nhà kính, trong đó tiêu dùng năng lượng là một hợp phần, cũng như bước đầu đưa công nghệ số vào nghiên cứu. Mặc dù vậy, những nghiên cứu này đã chưa tích hợp công cụ tài chính cho một đánh giá ngoài phạm vi tác động môi trường. Từ những tổng quan trên, có thể thấy rằng khoảng trống về nghiên cứu tích hợp tài chính – năng lượng cho các mô hình nuôi tôm tại Việt Nam là tồn tại quan trọng và cần được nghiên cứu chi tiết.

Nghiên cứu 2 khía cạnh hiệu quả tài chính, tiêu thụ năng lượng (bao gồm điện năng, dầu

diesel, bạt nhựa lót ao) và mối quan hệ giữa chúng trong nuôi tôm thẻ chân trắng theo tiêu chuẩn ASC đã được thực hiện tại một Hợp tác xã (HTX) trên địa bàn huyện Đông Hải, tỉnh Bạc Liêu (HTX) với quy mô 35 hộ nuôi và 75 ao nuôi đang hoạt động. Kết quả nghiên cứu không chỉ dừng lại ở việc cung cấp các số liệu về tiêu thụ năng lượng và chi phí mà phân tích hiệu quả tài chính giúp xác định tính khả thi và lợi ích kinh tế của việc áp dụng các tiêu chuẩn bền vững trong thực tế sản xuất ngành tôm ở đồng bằng sông Cửu Long.

## **2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.1. Phương pháp thu thập dữ liệu**

Nghiên cứu được thực hiện tại HTX nuôi tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) theo tiêu chuẩn ASC, dữ liệu được thu thập trong thời gian từ tháng 01 năm 2023 đến tháng 12 năm 2023 thông qua việc sử dụng phiếu phỏng vấn đã được chuẩn bị trước. Tổng số ao nuôi quan sát là 75 ao, bao gồm 45 ao đất và 30 ao lót bạt nhựa High-density polyethylene (HDPE). Người tham gia nghiên cứu được cam kết bảo vệ thông tin cá nhân và được quyền yêu cầu cung cấp thông tin cuối cùng của nghiên cứu.

Các thông tin thu thập bao gồm các chỉ số về kỹ thuật và tài chính của mô hình. Các thông số kỹ thuật bao gồm: Mật độ nuôi, tỷ lệ sống, thời gian nuôi, năng suất, kích thước tôm thu hoạch, tỷ lệ chuyển hóa thức ăn (Feed conversion ratio, FCR), các đầu vào phục vụ sản xuất. Các chỉ số tài chính trong nghiên cứu được kiểm toán như sau: Chi phí (thức ăn, con giống, công lao động gia đình, công lao động thuê mướn, hóa chất, dầu diesel, điện, vật tư thiết bị, sản phẩm thức ăn bổ sung, bạt lót ao) và giá thành.

Dữ liệu thứ cấp được thu thập từ các báo cáo khoa học đã công bố, báo cáo từ HTX, cơ quan quản lý nông nghiệp và môi trường tại địa phương.

Nghiên cứu phân tích quy trình nuôi tôm tại trang trại theo các giai đoạn bao gồm: Chuẩn bị ao, thả giống, cho ăn, chăm sóc và thu hoạch.

### **2.2. Phương pháp phân tích**

Sau khi thu thập, dữ liệu đã được kiểm tra, mã hóa và nhập vào Microsoft Excel version Microsoft 365 và phần mềm IBM SPSS statistics for

Windows, Version 26. Sau đó, dữ liệu đã được tính trung bình, độ lệch chuẩn và trình bày bao gồm: trung bình ± độ lệch chuẩn, giá trị nhỏ nhất, giá trị lớn nhất hoặc tỷ lệ phần trăm. Thống kê so sánh hiệu quả sử dụng năng lượng và tài chính giữa 2 mô hình ao bạt và ao đất bằng kiểm định T - mẫu độc lập (Independent samples T-test). Sai khác được xác định ở mức ý nghĩa 5% ( $p < 0,05$ ).

Phân tích mức tiêu thụ năng lượng được kiểm toán thông qua các thành phần chính như sau: Điện năng tiêu thụ, lượng dầu diesel sử dụng và lượng bạt nhựa HDPE lót ao khấu hao.

Phân tích hiệu quả tài chính: Chi phí đầu tư cho mô hình bao gồm tổng chi phí (đồng/1.000 m<sup>2</sup>/đợt; đồng/tấn) cho các hoạt động chính nuôi tôm như thức ăn, con giống, hóa chất, vi sinh bổ sung, điện năng tiêu thụ, dầu diesel, công lao động, vật tư thiết bị chính (máy bơm nước, máy sục khí, máy cho ăn tự động, quạt nước, máy dầu và máy phát điện), bạt nhựa HDPE lót ao. Ở mô hình này, chi phí tư vấn, cấp chứng nhận và thu hoạch không bao gồm trong nghiên cứu vì hộ nuôi đã được hỗ trợ hoàn toàn bởi đơn vị liên kết chuỗi tiêu thụ.

Doanh thu nuôi tôm là tổng số tiền mà người nuôi tôm thu được từ việc bán tôm thu hoạch tại ao cho các đối tác thương mại. Lợi nhuận nuôi tôm là

số tiền mà người nuôi tôm thu được sau khi trừ đi tổng chi phí. Lợi nhuận nuôi tôm phụ thuộc vào nhiều yếu tố, như:

- Sản lượng: Là số lượng tôm được thu hoạch từ ao nuôi, thường được tính theo đơn vị khối lượng (tấn);

- Giá bán: Là số tiền mà người nuôi tôm bán được cho mỗi đơn vị sản phẩm, thường được tính theo đơn vị tiền tệ (đồng) trên mỗi đơn vị khối lượng (đồng/kg).

$$\text{Lợi nhuận (đồng/kg)} = \text{Doanh thu} - \text{Chi phí}$$

$$\text{Tỷ suất lợi nhuận} = \text{Lợi nhuận} / \text{Tổng chi phí}$$

Lợi nhuận của mô hình, tỷ suất lợi nhuận được tính toán cả khi chi phí bao gồm và không bao gồm chi phí lao động.

Năng lượng chuyển đổi trong mô hình được tính theo công thức sau:

$$\text{Năng lượng}_i = A_i \times CF_i$$

Trong đó: Năng lượng<sub>i</sub> là năng lượng tương đương từ hoạt động *i*; *A<sub>i</sub>* là dữ liệu của hoạt động *i*; *CF<sub>i</sub>* là hệ số chuyển đổi năng lượng (Conversion factor) của hoạt động *i*;

$$\text{Năng lượng}_{\text{Mô hình}} = \sum \text{Năng lượng}_i$$

Trong đó: Năng lượng<sub>Mô hình</sub> là tổng năng lượng tiêu thụ của mô hình nuôi tôm.

**Bảng 1. Hệ số chuyển đổi năng lượng**

Loại năng lượng	Đơn vị	Hệ số chuyển đổi	Nguồn
Điện năng	MJ/kWh	3,6	[20]
Diesel	MJ/L	36,24	[21]
Nhựa HDPE	MJ/kg	80	[22]

Phân tích hiệu quả đầu tư về năng lượng: Trong nghiên cứu này, để biểu thị mối quan hệ giữa hiệu quả tài chính (đồng) và tiêu thụ năng lượng (MJ) tính trên đơn vị diện tích mặt nước ao nuôi (1.000 m<sup>2</sup>) và trên đơn vị trọng lượng tôm thu hoạch tại cổng trang trại (tấn) một số chỉ tiêu tài chính được sử dụng để chia cho tổng mức tiêu thụ năng lượng (đồng/MJ\*1.000 m<sup>2</sup>; đồng/MJ\*tấn). Các chỉ tiêu được tính toán dựa trên chi phí và lợi nhuận (bao gồm chi phí công lao động).

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Thông tin chung

##### 3.1.1. Thông tin chung của nông hộ

Trong năm 2023, các hộ nuôi tôm thẻ chân trắng thuộc HTX tham gia nghiên cứu đã thể hiện sự thích ứng và hiệu quả sau hai năm chuyển đổi sang tiêu chuẩn ASC từ năm 2021. Trình độ học vấn của các hộ rất đa dạng, từ Tiểu học đến Cao Đẳng, cho thấy khả năng tiếp cận các phương

pháp nuôi tôm tiên tiến không bị hạn chế bởi yếu tố trình độ học vấn. Số năm kinh nghiệm nuôi tôm từ 3 - 23 năm, với trung bình là  $13,09 \pm 6,32$  năm, chỉ ra sự chênh lệch lớn về mức độ kinh nghiệm giữa các hộ. Theo Lê Thị Phương Mai và cs (2021) [23] các thành viên tích lũy được kinh nghiệm trong hoạt động nuôi tôm lâu năm sẽ ưu thế hơn trong việc phát hiện và xử lý rủi ro.

Diện tích trung bình mỗi ao nuôi lót bạt là  $1.096,67 \pm 396,09 \text{ m}^2$  và ao đất là  $1.983,33 \pm 309,93 \text{ m}^2$ ; tổng số đợt thu hoạch quan sát trong năm 2023 là 146 đợt (trong đó 65 đợt thu hoạch từ ao bạt và 81 đợt thu hoạch từ ao đất), với số đợt thu hoạch trung bình là  $12,17 \pm 3,66$  đợt/hộ/năm, cho thấy mức độ hoạt động sản xuất ổn định của các thành viên HTX. Diện tích trang trại và số lượng ao nuôi cho thấy sự đa dạng về quy mô sản xuất, với diện tích trung bình mỗi hộ là  $21.676,75 \pm 13.183,51 \text{ m}^2$ . Kết quả phân tích cho thấy, có sự khác biệt rõ rệt về diện tích trung bình giữa ao bạt và ao đất, với ao đất có diện tích trung bình lớn hơn gần gấp đôi ao bạt. Điều này có thể ảnh hưởng đến các yếu tố như năng suất nuôi trồng và chi phí quản lý. Về số đợt thu hoạch, mặc dù số lượng ao đất nhiều hơn ao

bạt, nhưng tỷ lệ đợt thu hoạch giữa hai loại ao lại khá cân bằng, với số đợt thu hoạch trung bình mỗi năm của mỗi hộ là tương đối đồng đều. Điều này có thể chỉ ra rằng dù diện tích ao khác nhau, các hộ nuôi vẫn duy trì được một lịch trình thu hoạch tương đối ổn định.

Quy mô gia đình và lao động trong trang trại có sự biến động nhất định, với số thành viên trung bình từ 3 – 4 người/hộ, cùng số người tham gia lao động trực tiếp trung bình là  $2,08 \pm 0,51$  người/hộ, nhận thấy sự phụ thuộc vào lao động gia đình và sự tham gia tích cực của các thành viên trong quá trình sản xuất. Dữ liệu khảo sát chỉ ra rằng 100% nam giới chịu trách nhiệm chính trong hoạt động nuôi tôm. Điều này cho thấy rằng nuôi tôm là một công việc đòi hỏi sức khỏe tốt để thực hiện các công việc nặng nhọc ngoài trời, thường xuyên tiếp xúc với môi trường nước. Kết quả này tương tự như nghiên cứu của Lê Thị Phương Mai và cs (2021) [23] chỉ ra rằng tỷ lệ nam giới chiếm 86,7% trong hoạt động nuôi trồng thủy sản và tại Cà Mau có 100% nam giới phụ trách các hoạt động nuôi tôm thẻ chân trắng [24].

**Bảng 2. Một số thông tin chung của các hộ tham gia nghiên cứu**

Nội dung	Đơn vị	Cao nhất	Thấp nhất	Trung bình	Độ lệch chuẩn
Số năm kinh nghiệm nuôi tôm	năm	23	3	13,09	6,32
Số thành viên trong hộ gia đình	người	5	1	3,33	0,98
Số người trong gia đình tham gia lao động trong trang trại	người	3	1	2,08	0,51
Diện tích trang trại	m <sup>2</sup>	50.000	2.800	21.676	13.183

**3.1.2. Các chỉ tiêu kỹ thuật chính của mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng theo tiêu chuẩn ASC**

Mật độ nuôi tôm thẻ chân trắng trung bình đạt  $281,02 \pm 118,34$  con/m<sup>2</sup>, phản ánh sự cân nhắc giữa việc tối đa hóa sản lượng và đảm bảo sức khỏe cũng như tỷ lệ sống của tôm. Trong năm 2023, mật độ thả nuôi trung bình của 140 đợt thu hoạch ở nghiên cứu này cao hơn so với các nghiên cứu trước đó như 75 con/m<sup>2</sup> [24], 90 con/m<sup>2</sup> [25], 152 con/m<sup>2</sup> [8] và 253 con/m<sup>2</sup> [23]. Mật độ tôm thả nuôi phụ thuộc vào nhiều yếu tố như trình độ kỹ thuật của người nuôi trong việc chăm sóc và quản lý sức khỏe tôm, khả năng đầu tư vào trang thiết bị, thức ăn, hóa chất, mức độ hoàn thiện của

hệ thống ao nuôi, mùa vụ thả nuôi và kích cỡ tôm [26]. Việc duy trì một mật độ nuôi hợp lý là quan trọng để đạt được hiệu quả kinh tế cao mà vẫn giữ được chất lượng và sức khỏe của đàn tôm, đồng thời giảm thiểu nguy cơ bệnh tật do mật độ nuôi quá dày đặc. Ngoài ra, mật độ thả nuôi còn liên quan đến kích cỡ thu hoạch và giá bán. Theo khuyến cáo của Hoàng Tùng và cs (2016) [27] mật độ thả nuôi của tôm thẻ chân trắng siêu thâm canh nên được giới hạn trong khoảng 200 - 500 con/m<sup>2</sup> hoặc 300 - 600 con/m<sup>2</sup> tôm [26] nếu có sự đầu tư vào trang thiết bị hiện đại, ứng dụng công nghệ trong mô hình nuôi, trình độ kỹ thuật của người nuôi cao, khả năng quản lý ao tốt và các yếu tố môi

trường được kiểm soát chặt chẽ. Nghiên cứu trước đó đã chỉ ra rằng khi mật độ nuôi cao, rủi ro cũng tỷ lệ thuận, đòi hỏi đầu tư cao nhưng hiệu suất lợi nhuận thấp [26].

Tỷ lệ sống của tôm, với giá trị trung bình là  $0,82 \pm 0,06$ , cùng với số ngày nuôi trung bình là  $79,21 \pm 9,9$  ngày, phản ánh sự quản lý hiệu quả và khả năng duy trì sức khỏe của tôm trong suốt chu kỳ nuôi. Năng suất trung bình đạt  $4.304 \pm 1.980$  kg/1.000 m<sup>2</sup>/đợt và kích thước tôm thu hoạch trung bình là  $54,93 \pm 13,05$  con/kg, cho thấy sự chênh lệch trong

kết quả sản xuất, có thể do sự khác biệt trong điều kiện ao nuôi và phương pháp quản lý. Tỷ lệ chuyển hóa thức ăn (FCR) trung bình là  $1,09 \pm 0,1$ , tương đồng với nghiên cứu của Nguyễn Thanh Long và Huỳnh Văn Hiền (2015) [24] là 1,07 và tỷ lệ sống là 0,71. FCR một chỉ số quan trọng phản ánh hiệu quả sử dụng thức ăn và quản lý dinh dưỡng, FCR thấp hơn cho thấy sự tối ưu hóa trong việc sử dụng nguồn lực và giảm thiểu chi phí, trong khi FCR cao hơn có thể là dấu hiệu của sự cần thiết phải cải thiện trong quản lý thức ăn.

**Bảng 3. Một số thông tin kỹ thuật chính của mô hình**

Nội dung	Đơn vị	Cao nhất	Thấp nhất	Trung bình	Độ lệch chuẩn
Mật độ nuôi	con/m <sup>2</sup>	688	19	281,02	118,34
Tỷ lệ sống	-	0,91	0,68	0,82	0,06
Thời gian nuôi	ngày	110	58	79,21	9,90
Năng suất	kg/1.000 m <sup>2</sup> /đợt	10.286	459,09	4.304	1.980
Kích thước tôm thu hoạch	con/kg	73	22	54,93	13,05
FCR	-	1,50	0,92	1,09	0,10

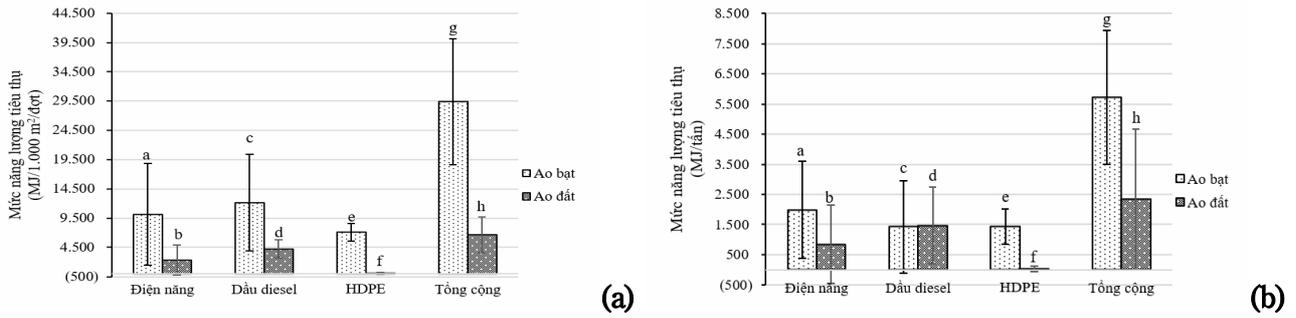
**3.2. Đánh giá mức tiêu thụ năng lượng của mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng theo tiêu chuẩn ASC tại HTX**

Nghiên cứu cho thấy sự khác biệt trong việc tiêu thụ năng lượng giữa hai mô hình nuôi tôm.

Trong đó, mô hình ao bạt tiêu thụ nhiều năng lượng hơn so với mô hình ao đất ở nhiều khía cạnh, bao gồm: Điện năng, dầu diesel sử dụng và năng lượng từ bạt nhựa HDPE (khác biệt ở mức ý nghĩa 5%).

**Bảng 4. So sánh mức năng lượng tiêu thụ giữa ao bạt và ao đất**

Nội dung	Ao bạt				Ao đất			
	Cao nhất	Thấp nhất	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Cao nhất	Thấp nhất	Trung bình	Độ lệch chuẩn
<i>Tính trên đơn vị diện tích mặt nước ao nuôi (MJ/1.000 m<sup>2</sup>/đợt)</i>								
Điện năng tiêu thụ	47.175	360,77	10.133	8.719	10.425	143,58	2.345	2.598
Dầu diesel sử dụng	35.481	3.429	12.161	8.282	8.382	1.898	4.257	1.578
Bạt nhựa HDPE lót ao	10.415	2.148	7.102	1.492	625	0	48,50	144,43
<b>Tổng cộng</b>	<b>72.062</b>	<b>10.753</b>	<b>29.396</b>	<b>10.763</b>	<b>15.606</b>	<b>2.213</b>	<b>6.650</b>	<b>3.062</b>
<i>Tính trên đơn vị sản lượng thu hoạch (MJ/tấn)</i>								
Điện năng tiêu thụ	8.198	52,27	1.990	1.598	8.760,99	44,74	849,22	1.292
Dầu diesel sử dụng	7.209	496,71	1.422	1.530	11.599	623,65	1.473	1.274
Bạt nhựa HDPE lót ao	3.182	619,85	1.422	581,97	824,08	0	23,66	97,15
<b>Tổng cộng</b>	<b>12.523</b>	<b>1.558</b>	<b>5.711</b>	<b>2.225</b>	<b>20.360</b>	<b>669,86</b>	<b>2.346</b>	<b>2.323</b>



Hình 1. Mức năng lượng tiêu thụ giữa ao bọt và ao đất theo diện tích mặt nước ao nuôi (a) và theo sản lượng thu hoạch (b)

Những kết quả nghiên cứu trên đã cho thấy điểm đáng chú ý nhất là mức tiêu thụ điện năng của mô hình ao bọt cao hơn đáng kể so với mô hình ao đất, do các yếu tố như việc duy trì môi trường sống tốt cho tôm bằng cách sục khí và bơm nước (bổ sung và thay nước). Điều này có thể được thể hiện thông qua sự chênh lệch về giá trị trung bình của hai mô hình:  $10.133 \pm 8.719$  MJ/1.000 m<sup>2</sup>/đợt thu hoạch cho ao bọt và  $2.345 \pm 2.597$  MJ/1.000 m<sup>2</sup>/đợt thu hoạch cho ao đất.

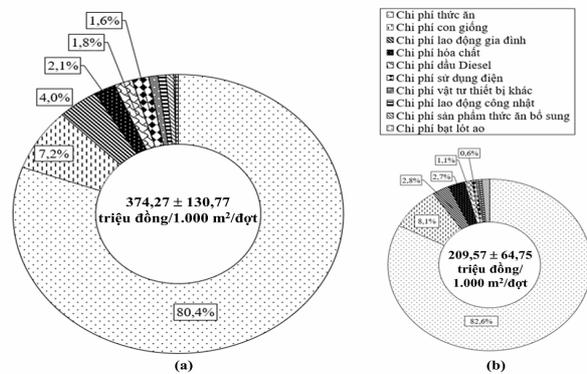
Ngoài ra, mô hình ao bọt cũng tiêu thụ một lượng dầu diesel lớn hơn so với mô hình ao đất. Trong khi mô hình ao đất chỉ tiêu thụ trung bình  $4.257 \pm 1.578$  MJ/1.000 m<sup>2</sup>/đợt thu hoạch ( $1.422 \pm 1.530$  MJ/tấn), mô hình ao bọt đã sử dụng trung bình  $12.161 \pm 8.282$  MJ/1.000 m<sup>2</sup>/đợt thu hoạch ( $1.473 \pm 1.742$  MJ/tấn). Với mô hình ao bọt tiêu thụ nhiều dầu diesel hơn do hoạt động liên quan đến các thiết bị như máy bơm nước và máy phát điện. Điều này không chỉ làm tăng chi phí sản xuất mà còn ảnh hưởng đến môi trường do việc tiêu thụ năng lượng không tái tạo [28].

Một khía cạnh đáng chú ý khác là sự sử dụng năng lượng từ bọt nhựa HDPE. Mô hình ao bọt đã tiêu thụ năng lượng từ bọt nhựa HDPE ở mức cao hơn nhiều so với mô hình ao đất. Điều này có thể được thấy rõ qua sự chênh lệch về giá trị trung bình:  $7.102 \pm 1.492$  MJ/1.000 m<sup>2</sup>/đợt thu hoạch ( $1.422 \pm 581,97$  MJ/tấn) cho ao bọt và  $48,50 \pm 144,43$  MJ/1.000 m<sup>2</sup>/đợt thu hoạch ( $23,66 \pm 97,15$  MJ/tấn) cho ao đất. Điều này không chỉ phản ánh chi phí vật liệu mà còn liên quan đến khấu hao năng lượng trong quá trình sản xuất và thay thế bọt lót. Sản xuất HDPE chủ yếu dựa vào việc chuyển đổi nhiên liệu hóa thạch thành nhựa, và

quá trình này đóng góp vào khoảng 90% lượng khí thải từ sản xuất nhựa [29]. Đây là một dạng tiêu thụ năng lượng gián tiếp nhưng cũng cần được tính toán trong tổng mức tiêu thụ năng lượng của mô hình; với mỗi 01 kg nhựa HDPE được sản xuất ra sẽ phát thải 3,11 kg-CO<sub>2</sub>e [30].

Tổng năng lượng tiêu thụ của mô hình ao bọt cao hơn 4,42 lần so với mô hình ao đất xem xét trên đơn vị diện tích. Cụ thể, mô hình ao bọt có mức tiêu thụ trung bình là  $29.396 \pm 10.763$  MJ/1.000 m<sup>2</sup>/đợt thu hoạch, với giá trị lớn nhất là 72.062 MJ và nhỏ nhất là 10.753 MJ/1.000 m<sup>2</sup>/đợt. Trong khi đó, mô hình ao đất tiêu thụ trung bình  $6.650 \pm 3.062$  MJ/1.000 m<sup>2</sup>/đợt, giá trị lớn nhất là 15.606 MJ/1.000 m<sup>2</sup>/đợt và nhỏ nhất là 2.213 MJ/1.000 m<sup>2</sup>/đợt. Khi xem xét trên đơn vị sản lượng, ao lót bọt tiêu thụ năng lượng  $6.904 \pm 10.7633.433$  MJ/tấn, cao hơn mô hình ao đất 1,48 lần. Sự khác biệt lớn trong tiêu thụ năng lượng này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc tối ưu hóa các yếu tố kỹ thuật và tài chính để cải thiện hiệu quả nuôi.

### 3.3. Phân tích hiệu quả tài chính của mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng theo tiêu chuẩn ASC



Hình 2. Cơ cấu chi phí nuôi tôm thẻ theo tiêu chuẩn ASC bằng ao lót nhựa HDPE (a) và ao đất (b)

Cơ cấu chi phí nuôi tôm thẻ chân trắng năm 2023 giữa hai loại ao trong nghiên cứu không có sự khác biệt đáng kể (Hình 2). Ở cả ao đất và ao bạt, chi phí thức ăn chiếm tỷ lệ cao nhất, với trung bình ở ao lót bạt là  $301.026.396 \pm 118.027.958$  đồng/1.000 m<sup>2</sup>/đợt, tương đương khoảng 80,4% của tổng chi phí, ao đất có chi phí thức ăn trung bình thấp hơn với  $173.025.132 \pm 58.520.839$  đồng/1.000 m<sup>2</sup>/đợt nhưng chiếm tỷ lệ cao hơn là 82,6% của tổng chi phí; tương tự với các nghiên cứu trước đó của Đỗ Minh Vạnh và cs (2016) [31] và Lê Thị Phương Mai và cs (2021) [23], chi phí thức ăn chiếm tỷ lệ cao nhất trong hoạt động nuôi tôm lần lượt chiếm tỷ lệ là 45,9 - 58,5% và 48,2%. Điều này cho thấy rằng ao lót bạt có thể đòi hỏi một lượng thức ăn lớn hơn để duy trì mật độ nuôi cao hoặc để đạt được năng suất mong muốn.

Tương tự, chi phí con giống trung bình cho ao lót bạt cũng cao hơn,  $26.858.598 \pm 12.462.427$  đồng/1.000 m<sup>2</sup>/đợt so với  $16.892.678 \pm 6.584.083$  đồng/1.000 m<sup>2</sup>/đợt ở các hộ ao đất và lần lượt chiếm tỷ lệ 7,2% và 8,1% trong cơ cấu chi phí. Ao bạt cũng chiếm nhiều hơn về chi phí lao động gia đình,  $15.029.999 \pm 8.139.072$  đồng/1.000 m<sup>2</sup>/đợt ở ao bạt so với  $5.775.996 \pm 2.744.238$  đồng/1.000 m<sup>2</sup>/đợt ở ao đất. Các chi phí khác như hóa chất, dầu diesel, sử dụng điện, vật tư thiết bị và bạt lót ao đều cao hơn ở ao bạt. Ở nghiên cứu trước đó, Nguyễn Thanh Long và Huỳnh Văn Hiền (2015) [24] cũng nhận định chi phí thức ăn, con giống và thuốc hóa chất là 3 loại chi phí chiếm tỷ lệ cao nhất trong mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng (Bảng 5).

**Bảng 5. So sánh chi tiết chi phí giữa ao lót bạt nhựa HDPE và ao đất trong mô hình**

Nội dung	Ao bạt		Ao đất	
	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Trung bình	Độ lệch chuẩn
<i>Tính trên đơn vị diện tích mặt nước ao nuôi (đồng/1.000 m<sup>2</sup>/đợt)</i>				
Chi phí thức ăn	301.026.396	118.027.958	173.025.132	58.520.839
Chi phí con giống	26.858.598	12.462.427	16.892.678	6.584.083
Chi phí lao động gia đình	15.029.999	8.139.072	5.775.996	2.744.238
Chi phí hóa chất	7.868.171	6.150.862	5.585.033	4.269.290
Chi phí dầu Diesel	6.692.244	4.471.327	2.306.745	838.341
Chi phí sử dụng điện	6.063.345	4.695.085	1.318.693	1.416.153
Chi phí vật tư thiết bị khác	3.400.538	679.435	932.923	758.099
Chi phí lao động công nhật	2.863.743	1.648.850	1.192.746	461.691
Chi phí sản phẩm thức ăn bổ sung	2.846.740	1.974.559	2.527.233	2.290.505
Chi phí bạt lót ao	1.624.298	342.449	11.316	33.701
Tổng cộng	383.576.655	141.917.641	209.568.494	64.751.676
<i>Tính trên sản lượng thu hoạch (đồng/tấn)</i>				
Chi phí thức ăn	53.274.490	4.250.806	52.570.105	5.863.476
Chi phí con giống	5.153.237	3.533.006	5.099.678	1.073.160
Chi phí lao động gia đình	2.901.237	1.606.056	1.944.965	1.166.890
Chi phí hóa chất	1.567.882	1.222.127	1.839.211	1.469.814
Chi phí dầu Diesel	1.247.602	778.071	798.981	705.054
Chi phí sử dụng điện	1.183.404	863.774	479.805	725.503
Chi phí vật tư thiết bị khác	685.146	302.684	321.939	300.975
Chi phí lao động công nhật	549.249	326.704	421.626	402.042
Chi phí sản phẩm thức ăn bổ sung	585.376	572.123	321.939	300.975
Chi phí bạt lót ao	324.027	127.901	3.214	8.880
Tổng cộng	67.471.650	6.114.431	64.306.754	7.613.516

Nông hộ được sự hỗ trợ của các bên liên quan trong quá trình thực hiện nuôi tôm theo tiêu chuẩn ASC bao gồm cán bộ kỹ thuật, công ty chế biến, kết nối với chính quyền địa phương, đơn vị tư vấn và chứng nhận. Trong năm 2023 ghi nhận có 100% hộ nuôi có lợi nhuận, tỷ lệ này cao hơn so với nghiên cứu của Lê Thị Phương Mai và cs (2021) [23] là 76,7% hộ có lợi nhuận. Khi xét đến doanh thu, ao lót bạt có doanh thu trung bình từ hoạt động thu hoạch tôm năm 2023 là  $646.707.078 \pm 278.508.516$  đồng/1.000 m<sup>2</sup>/đợt, gấp 1,74 lần so với ao đất, chỉ có  $372.506.091 \pm 157.795.539$  đồng/1.000 m<sup>2</sup>/đợt, khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0.05$ ). Tương tự, mô hình nuôi tôm ao bạt có lợi nhuận trung bình cao

hơn so với mô hình nuôi tôm ao đất kể cả khi đã trừ chi phí bao gồm công lao động ( $272.433.004 \pm 172.147.208$  đồng/1.000 m<sup>2</sup>/đợt so với  $162.937.597 \pm 99.981.806$  đồng/1.000 m<sup>2</sup>/đợt) hoặc không bao gồm công lao động gia đình ( $287.463.004 \pm 172.891.457$  đồng/1.000 m<sup>2</sup>/đợt so với  $168.713.594 \pm 100.427.153$  đồng/1.000 m<sup>2</sup>/đợt); tuy nhiên độ lệch chuẩn của lợi nhuận ở mô hình ao bạt cũng lớn hơn so với mô hình ao đất, cho thấy sự biến động lớn trong lợi nhuận của mô hình này. Theo Lê Thị Phương Mai và cs (2021) [23] lợi nhuận nuôi tôm thẻ chân trắng cũng có sự thay đổi lớn từ lỗ 165 triệu đồng/1.000 m<sup>2</sup>/vụ đến lợi nhuận 418 triệu đồng/1.000 m<sup>2</sup>/vụ.

**Bảng 6. Thông tin tài chính tổng của các hộ nuôi tôm thẻ chân trắng ASC ao bạt và ao đất của mô hình**

Nội dung	Ao bạt		Ao đất	
	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Trung bình	Độ lệch chuẩn
<i>Tính trên đơn vị diện tích mặt nước ao nuôi (đồng/1.000 m<sup>2</sup>/đợt)</i>				
Doanh thu từ hoạt động thu hoạch tôm	646.707.078	278.508.516	372.506.091	157.795.539
Tổng chi phí bao gồm lao động gia đình	374.274.074	130.774.954	209.568.494	64.751.676
Lợi nhuận (đã trừ chi phí bao gồm công lao động gia đình)	272.433.004	172.147.208	162.937.597	99.981.806
Tổng chi phí bao không gồm lao động gia đình	359.244.075	127.279.973	203.792.497	64.325.399
Lợi nhuận (đã trừ chi phí chưa bao gồm công lao động gia đình)	287.463.004	172.891.457	168.713.594	100.427.153
<i>Tính trên sản lượng thu hoạch (đồng/tấn)</i>				
Doanh thu từ hoạt động thu hoạch tôm	113.791.835	17.462.217	110.259.008	13.984.143
Tổng chi phí bao gồm lao động gia đình	67.471.650	6.114.431	64.306.754	7.613.516
Lợi nhuận (đã trừ chi phí bao gồm công lao động gia đình)	46.320.186	18.957.208	45.952.254	14.840.599
Tổng chi phí bao không gồm lao động gia đình	64.570.413	5.563.943	62.361.789	7.049.961
Lợi nhuận (đã trừ chi phí chưa bao gồm công lao động gia đình)	49.221.423	18.611.481	47.897.219	14.656.193

Mặc dù vậy, ở chỉ số tỷ suất lợi nhuận không cho thấy sự chênh lệch đáng kể giữa hai loại ao, với ao lót bạt là  $0,4185 \pm 0,1059$  và ao đất là  $0,4263 \pm 0,0914$  khi không tính công lao động gia đình; cả khi không tính công lao động gia đình chúng ta đều thấy rằng không có sự chênh lệch đáng kể giữa hai loại ao ( $p < 0,05$ ) (Bảng 7). Điều này cho

thấy rằng mặc dù ao lót bạt có doanh thu cao hơn, nhưng chi phí đầu vào cũng tăng tương ứng, làm giảm lợi nhuận ròng. Trong khi đó, nghiên cứu của Nguyễn Thanh Long và Huỳnh Văn Hiền (2015) [24], tỷ suất lợi nhuận trung bình của các mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng ở Cà Mau đạt mức 1,66. Trong nghiên cứu của Đỗ Minh Vịnh

và cs (2016) [31] về hiệu quả nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh theo các hình thức tổ chức ở DBSCL ghi nhận tỷ suất lợi nhuận dao động từ 0,85 - 1,04.

**Bảng 7. Tỷ suất lợi nhuận của các hộ ao bạt và ao đất trong mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng theo tiêu chuẩn ASC tại HTX**

(Đơn vị tính: %)

Nội dung	Ao bạt		Ao đất	
	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Trung bình	Độ lệch chuẩn
Tỷ suất lợi nhuận không bao gồm công lao động gia đình	41,85	10,59	42,63	9,14
Tỷ suất lợi nhuận bao gồm công lao động gia đình	39,21	11,34	40,84	9,62

Phân tích tỷ lệ lợi nhuận trên mỗi 01 đồng chi phí đầu tư vào ao lót bạt mang lại khoảng 0,70 ± 0,32 đồng lợi nhuận khi tính công lao động gia đình và 0,78 ± 0,33 đồng khi không tính. Trong khi đó, mỗi đồng chi phí đầu tư vào ao đất mang lại

khoảng 0,74 ± 0,29 đồng lợi nhuận khi tính công lao động gia đình và 0,79 ± 0,29 đồng khi không tính. Điều này cho thấy rằng ao đất có thể có hiệu quả kinh tế cao hơn so với ao lót bạt, đặc biệt khi xem xét chi phí và lợi nhuận ròng.

**Bảng 8. Tỷ suất lợi nhuận của ao bạt và ao đất nuôi theo tiêu chuẩn ASC**

Nội dung	Ao bạt	Ao đất
Chi phí trung bình quy đổi	1	1
Doanh thu trung bình quy đổi (đã gồm chi phí bao gồm công lao động gia đình)	1,70 ± 0,32	1,74 ± 0,29
Doanh thu trung bình quy đổi (chưa bao gồm công lao động gia đình)	1,78 ± 0,33	1,79 ± 0,29
Lợi nhuận trung bình quy đổi (đã gồm chi phí bao gồm công lao động gia đình)	0,70 ± 0,32	0,74 ± 0,29
Lợi nhuận trung bình quy đổi (chưa bao gồm công lao động gia đình)	0,78 ± 0,33	0,79 ± 0,29

Phân tích hiệu quả chi phí giữa hai mô hình ao nuôi - ao lót bạt và ao đất - cho thấy rằng mặc dù ao lót bạt có doanh thu cao hơn, nhưng chi phí liên quan cũng tăng đáng kể, đặc biệt là chi phí thức ăn và con giống. Điều này làm giảm tỷ suất lợi nhuận tổng thể và đòi hỏi sự cân nhắc kỹ lưỡng trong quản lý sản xuất tôm để đảm bảo lợi nhuận tối ưu. Việc áp dụng các biện pháp tiết kiệm chi phí và tối ưu hóa quy trình sản xuất không chỉ giúp cải thiện tỷ suất lợi nhuận cho cả hai mô hình ao nuôi mà còn đảm bảo sự phát triển bền vững của ngành trong điều kiện biến đổi khí hậu (BĐKH). Đánh giá tỷ suất lợi nhuận

dựa trên số liệu cụ thể và chi tiết cung cấp cái nhìn chính xác hơn về hiệu quả kinh tế của mỗi mô hình, từ đó hỗ trợ các nhà quản lý trong việc đưa ra quyết định đầu tư hợp lý. Điều này không chỉ giúp tăng cường khả năng cạnh tranh của các hộ nuôi trong nước và trên thị trường quốc tế mà còn góp phần vào việc thích ứng với BĐKH, đồng thời đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của người tiêu dùng về sản phẩm thủy sản bền vững. Nhìn chung, việc áp dụng tiêu chuẩn ASC trong nuôi tôm không chỉ là một lựa chọn đạo đức mà còn là một quyết định kinh doanh sáng suốt, giúp các hộ nuôi tôm tối ưu hóa lợi nhuận trong khi đóng

góp vào việc bảo vệ môi trường và thích ứng với BĐKH. Đây là một bước đi cần thiết để đảm bảo sự phát triển lâu dài và bền vững của ngành nuôi tôm, đặc biệt trong bối cảnh thách thức của BĐKH ngày càng gia tăng.

**3.4. Hiệu quả đầu tư về năng lượng**

Trong bối cảnh chi phí năng lượng ngày càng đóng vai trò quyết định trong cơ cấu giá thành sản

xuất thủy sản, việc lượng hóa hiệu quả đầu tư trên mỗi đơn vị năng lượng tiêu thụ không chỉ là một chỉ số kỹ thuật, mà còn là một thước đo chiến lược cho tính bền vững tài chính của mô hình nuôi. Nghiên cứu này tiếp cận dựa trên quan điểm đánh giá hiệu quả đầu tư năng lượng của hai mô hình nuôi tôm theo chuẩn ASC (mô hình nuôi ao đất và mô hình nuôi ao lót bạt).

**Bảng 9. Hiệu quả đầu tư về năng lượng của ao bạt và ao đất nuôi theo tiêu chuẩn ASC**

*Đơn vị tính: đồng*

Nội dung	Ao bạt		Ao đất	
	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Trung bình	Độ lệch chuẩn
Chi phí để tạo ra 1 MJ năng lượng từ vật tư thủy sản đầu vào phục vụ sản xuất <i>(bao gồm chi phí lao động gia đình)</i>	13.848	5.441	37.588	17.537
Chi phí để tạo ra 1 MJ năng lượng từ vật tư thủy sản đầu vào phục vụ sản xuất <i>(không bao gồm chi phí lao động gia đình)</i>	13.353	5.453	36.554	17.114
Lợi nhuận sinh ra từ 1 MJ thông qua vật tư thủy sản đầu vào đầu tư cho quá trình sản xuất <i>(đã bao gồm chi phí công lao động gia đình)</i>	5.375	3.520	3.004	1.843
Lợi nhuận sinh ra từ 1 MJ thông qua vật tư thủy sản đầu vào đầu tư cho quá trình sản xuất <i>(chưa bao gồm chi phí công lao động gia đình)</i>	5.647	3.531	3.111	1.852

Kết quả cho thấy sự khác biệt về chi phí đầu tư để tạo ra 1 MJ năng lượng phục vụ hoạt động nuôi: Hộ nuôi theo mô hình nuôi ao lót bạt chỉ cần đầu tư trung bình  $13.848 \pm 5.441$  đồng/MJ, trong khi hộ nuôi theo mô hình nuôi ao đất phải đầu tư đến  $37.588 \pm 17.537$  đồng/MJ - cao hơn gần 2,7 lần. Khoảng chênh lệch này phản ánh sự tối ưu trong thiết kế và vận hành hệ thống của mô hình nuôi ao lót bạt, đặc biệt là hệ thống sục khí và tiêu hao điện năng. Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng hệ thống sục khí và quạt nước là những cấu phần tiêu thụ nhiều năng lượng nhất trong nuôi tôm thâm canh [17, 32]. Mô hình ao lót bạt thường được trang bị các thiết bị sục khí hiệu suất cao và hệ thống cho ăn tự động, giúp tối ưu hóa việc sử dụng điện, giảm chi phí vận hành trên mỗi đơn vị năng lượng đầu vào.

Tuy nhiên, ý nghĩa quan trọng nhất không chỉ nằm ở mức chi phí đầu tư, mà còn ở khả năng tạo ra giá trị từ đầu tư. Với mỗi 1 MJ năng lượng, mô

hình nuôi ao lót bạt mang lại doanh thu trung bình  $24.405 \pm 11.719$  đồng và lợi nhuận ròng  $5.375 \pm 3.520$  đồng - trong khi mô hình nuôi ao đất tạo ra doanh thu cao hơn ( $64.758 \pm 28.922$  đồng) nhưng lợi nhuận thấp hơn ( $3.005 \pm 1.844$  đồng), do chi phí vận hành cao hơn đã bào mòn biên lợi nhuận.

Kết quả nghiên cứu cho thấy mức doanh thu không phản ánh toàn diện hiệu quả tài chính nếu không đặt trong mối tương quan với chi phí năng lượng đầu vào. Mô hình nuôi ao lót bạt, mặc dù có doanh thu thấp hơn, lại mang lại giá trị ròng trên mỗi đơn vị năng lượng cao hơn, cho thấy hiệu quả kinh tế bền vững hơn khi xét trong dài hạn. Nghiên cứu này cũng đã cho thấy một nghịch lý kinh tế quan trọng: Mô hình ao đất, dù tạo ra doanh thu trung bình trên mỗi MJ cao hơn, lại chỉ thu về lợi nhuận ròng thấp hơn đáng kể so với mô hình ao lót bạt. Điều này có thể được lý giải bởi chi phí vận hành cao, chủ yếu là chi phí năng lượng, đã tiêu hao biên lợi nhuận của mô hình ao

đất. Kết quả này cũng tương đồng với các phân tích ứng dụng LCA trong nuôi trồng thủy sản, vốn chỉ ra rằng giai đoạn vận hành trang trại là giai đoạn tiêu tốn nhiều năng lượng nhất và có tác động lớn nhất đến cả tính bền vững môi trường và kinh tế [33-38].

Có thể thấy rằng chỉ số lợi nhuận trên mỗi đơn vị năng lượng đầu tư (đồng/MJ) có thể trở thành một chỉ số quan trọng để đánh giá, lựa chọn và cải tiến mô hình nuôi tôm công nghệ cao trong bối cảnh chuyển đổi sang nông nghiệp tuần hoàn, hiệu quả và có trách nhiệm với môi trường.

#### **4. KẾT LUẬN**

Kết quả nghiên cứu cho thấy mô hình ao lót bạt đạt sản lượng và doanh thu cao hơn so với mô hình ao đất, song đi kèm với chi phí đầu vào cao hơn, đặc biệt là chi phí thức ăn và điện năng. Mức tiêu thụ năng lượng trên mỗi đơn vị diện tích và sản lượng của ao lót bạt cao hơn so với ao đất, cho thấy áp lực cao về nhu cầu tiêu thụ năng lượng trong mô hình này. Trong khi đó, mô hình ao đất tuy có doanh thu thấp hơn nhưng lại đạt tỷ lệ lợi nhuận trên chi phí đầu tư cao hơn, phản ánh hiệu quả tài chính ổn định khi xét đến yếu tố tiết kiệm chi phí. Đặc biệt, khi phân tích hiệu quả đầu tư theo đơn vị năng lượng, mô hình ao lót bạt tạo ra lợi nhuận ròng trên mỗi MJ năng lượng cao hơn so với ao đất, cho thấy sự tối ưu hóa trong khai thác năng lượng đầu vào để tạo ra giá trị gia tăng. Đây là chỉ số quan trọng trong bối cảnh chi phí năng lượng ngày càng tăng và yêu cầu giảm phát thải trong nuôi trồng thủy sản. Do đó, nghiên cứu kết luận rằng hiệu quả đầu tư năng lượng cần được xem là tiêu chí quan trọng, bổ sung cho các chỉ số kinh tế truyền thống, nhằm phục vụ việc ra quyết định sản xuất theo hướng hiệu quả, bền vững và thân thiện môi trường.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. OECD-FAO (2021). OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030. In *OECD agricultural outlook . . ./OECD-FAO agricultural outlook*. <https://doi.org/10.1787/19428846-en>
2. Đỗ Doãn Dung, Lê Hùng Anh, Vũ Văn Vân, Lê Nguyễn Anh Đông (2023). Phát triển bền vững ngành tôm Việt Nam: Thách thức và giải pháp. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Sư phạm thành phố Hồ Chí Minh*, 20(12), 2263 - 2278, 2023, doi: <https://doi.org/10.54607/hcmue.js.20.12.4057>.

chí Khoa học, Trường Đại học Sư phạm thành phố Hồ Chí Minh, 20(12), 2263 - 2278, 2023, doi: <https://doi.org/10.54607/hcmue.js.20.12.4057>.

3. Carew-Reid, J. (2008). Rapid Assessment of the Extent and Impact of Sea Level Rise in Vietnam - ICEM. In *ICEM - International Centre of Environmental Management*. <https://icem.com.au/portfolio-items/rapid-assessment-of-the-extent-and-impact-of-sea-level-rise-in-vietnam-2/>

4. Wassmann, R., Hien, N. X., Hoanh, C. T., & Tuong, T. P. (2004). Sea level rise affecting the Vietnamese Mekong Delta: Water elevation in the flood season and implications for rice production. *Climatic Change*, 66(1 - 2), 89 - 107. <https://doi.org/10.1023/B:CLIM.0000043144.69736.B7/METRICS>

5. Chaikaew, P., Rugkarn, N., Pongpipatwattana, V., & Kanokkantapong, V. (2019). Enhancing ecological-economic efficiency of intensive shrimp farm through in-out nutrient budget and feed conversion ratio. *Sustainable Environment Research*, 29(28), 1 - 11. <https://doi.org/10.1186/s42834-019-0029-0>.

6. Nguyen Thi Kim Quyen, Tran Thi Bach Yen, & Anna Karia Riple Lerøy. (2022). Adoption of Vietnamese Good Agricultural Practices (VietGAP) in Aquaculture: Evidence From Small-Scale Shrimp Farming. *Asian Fisheries Science*, 34, 393 - 403. <https://doi.org/10.33997/j.afs.2021.34.4.012>

7. Suzuki, A., & Nam, H. V. (2018). Better management practices and their outcomes in shrimp farming: evidence from small-scale shrimp farmers in Southern Vietnam. *Aquaculture International*, 26(2), 469 - 486. <https://doi.org/10.1007/S10499-017-0228-9>

8. Phùng Thị Hồng Gấm, Võ Nam Sơn, Nguyễn Thanh Phương (2014). Phân tích hiệu quả sản xuất các mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng và tôm sú thâm canh ở tỉnh Ninh Thuận. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 37 - 43.

9. Nguyễn Thị Kim Quyên, Huỳnh Văn Hiền, Đặng Thị Phương, Trương Thị Ánh Tuyết (2024). Vai trò của các tổ chức kinh tế tập thể đối với hiệu

quả tài chính của hộ nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh ở tỉnh Sóc Trăng. *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản, Trường Đại học Nha Trang*, 04, 012 - 022. <https://doi.org/10.53818/jfst.04.2024.253>

10. Bùi Văn Mướp, Đặng Ngô Yến Loan, Phạm Văn Hữu Tâm (2021). So sánh hiệu quả kinh tế - kỹ thuật giữa mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) trong ao bạt và ao đất truyền thống ở tỉnh Tiền Giang. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Tiền Giang*. Số 10/2021, 70 - 82.

11. Phạm Tiến Sĩ, Lê Quốc Việt, Võ Nam Sơn, Trần Ngọc Hải (2024). Phân tích khía cạnh kỹ thuật và tài chính của mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) siêu thâm canh trên bể nổi ở Cà Mau. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 60(SDMD), 264 - 273. <https://doi.org/10.22144/ctujos.2024.457>.

12. Huỳnh Văn Hiền, Đặng Thị Phương, Nguyễn Thị Kim Quyên (2021). Hiệu quả kỹ thuật và tài chính của mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) thâm canh trong ao lót bạt ở đồng bằng Sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, số 5 (126)/2021, 109 - 114.

13. Võ Nam Sơn, Đào Minh Hải, Vũ Văn Thùy, Nguyễn Đỗ Quỳnh, Nguyễn Thanh Phương, Đinh Xuân Lập, Nguyễn Thế Diễn. (2019). Phân tích hiệu quả sản xuất và sử dụng năng lượng điện trong nuôi tôm sú (*Penaeus monodon*) và tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) thâm canh và quảng canh cải tiến ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 55(1), 69 - 79. <https://doi.org/10.22144/CTU.JVN.2019.024>

14. Tien, N. N., Matsubashi, R., & Chau, V. T. T. B. (2019). A sustainable energy model for shrimp farms in the Mekong Delta. *Energy Procedia*, 157, 926 - 938. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.11.259>.

15. Boyd, C. E., Davis, R. P., & McNevin, A. A. (2021). Comparison of resource use for farmed shrimp in Ecuador, India, Indonesia, Thailand, and Vietnam. *Aquaculture Fish and Fisheries*, 1(1), 3 - 15. <https://doi.org/10.1002/aff2.23>.

16. Huang, M., Zhou, Y., Tian, H., Pan, S.,

Yang, X., Gao, Q., & Dong, S. (2024). Rapidly increased greenhouse gas emissions by Pacific white shrimp aquacultural intensification and potential solutions for mitigation in China. *Aquaculture*, 587, 740825. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2024.740825>.

17. Rong, F., Liu, H., Zhu, J., & Qin, G. (2025). Carbon footprint of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) cultured in recirculating aquaculture systems (RAS) in China. *Journal of Cleaner Production*, 510, 145606. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145606>.

18. Sangsayan, R., Kamble, M. T., & Salin, K. R. (2025). Drivers of carbon footprint variability in shrimp aquaculture: insights from aquamimicry shrimp farming. *Aquaculture International*, 33(5). <https://doi.org/10.1007/s10499-025-02040-6>.

19. Le, T. D., Nguyen, H. P. T., Tu, N. M., Minh, L. B. N., Khoi, D. K., Ha, Q. P., Tuyen, N. T. V., & Quan, N. H. (2025). Exploring new frontiers: Current status and future research directions for AIoT application in shrimp farming in the Vietnamese Mekong delta. *Aquacultural Engineering*, 111, 102559. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2025.102559>.

20. The International Bureau of Weights and Measures - BIPM (2024). "The International System of Units (SI) 9th edition 2019, V3.01 August 2024," 2024. [Online]. Available: <https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure>.

21. Bacha, J., Freel, J., Gibbs, A., Gibbs, L., Hemighaus, G., Hoekman, K., Horn, J., Ingham, M., Jossens, L., Kohler, D., Lesnini, D., Mcgeehan, J., Nikanjam, M., Olsen, E., Organ, R., Scott, B., Sztenderowicz, M., Tiedemann, A., Walker, C., ... Mills, J. (2007). Diesel Fuels Technical Review. Chevron Corporation

22. Gandhi, N., Farfaras, N., Wang, N. H. L., & Chen, W. T. (2021). Life Cycle Assessment of Recycling High-Density Polyethylene Plastic Waste. *Journal of Renewable Materials*, 9(8), 1463 -1483. <https://doi.org/10.32604/JRM.2021.015529>

23. Lê Thị Phương Mai, Nguyễn Văn Nay, Lưu Tiến Thuận (2021). Hiện trạng nuôi tôm thẻ chân

- trắng (*Litopenaeus vannamei*) tại hợp tác xã nuôi tôm năng suất cao Tân Hưng, huyện Cái Nước, tỉnh Cà Mau. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 57(2), 151 - 160. <https://doi.org/10.22144/CTU.JVN.2021.049>
24. Nguyễn Thanh Long, Huỳnh Văn Hiến. (2015). Phân tích hiệu quả kỹ thuật và tài chính của mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng ở tỉnh Cà Mau. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 37, 105 - 111.
25. Võ Nam Sơn, Nguyễn Thanh Phương, Trương Tấn Nguyên (2014). So sánh đặc điểm kỹ thuật và chất lượng môi trường giữa ao nuôi tôm sú và tôm thẻ chân trắng thâm canh tại tỉnh Sóc Trăng. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, Số chuyên đề: Thủy sản (2014)(2), 70 - 78. <https://ctujsvn.ctu.edu.vn/index.php/ctujsvn/article/view/1848>.
26. Trần Ngọc Hải, Châu Tài Tảo, Nguyễn Thanh Phương (2017). *Giáo trình Kỹ thuật sản xuất giống và nuôi giáp xác*. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ.
27. Hoàng Tùng, Leger Michael, Trần Quang Đại, Trần Anh Hoàng Sử, Nguyễn Thị Thùy Vân (2016). *Thực hành nuôi tôm thẻ chân trắng hiệu quả bền vững Nông nghiệp*.
28. Ritchie, H. (2023). How much of global greenhouse gas emissions come from plastics?. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-plastics>.
29. Karali, N., Khanna, N., & Shah, N. (2024). Climate Impact of Primary Plastic Production. In *Lawrence Berkeley National Laboratory*. <https://escholarship.org/uc/item/12s624vf>.
30. Leppäkoski, L., & Ram Bhusal, S. (2021). *Carbon footprint of polyethylene produced from CO2 and renewable H2 via MTO route* [Lappeenranta-Lahti University of Technology Lut]. <https://lutpub.lut.fi/handle/10024/163642>.
31. Đỗ Minh Vạnh, Trần Ngọc Hải, Trương Hoàng Minh, Trường Hoàng Tuấn (2016). Đánh giá hiệu quả nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh theo các hình thức tổ chức ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 42(42), 50 - 57. <https://doi.org/10.22144/CTU.JVN.2016.008>.
32. Marappan, J., Anathaikamatchi, B. A., Sakkarai, S., Thiagarajan, R., Muthusamy, D., Kuppusamy, M., Moturi, M., Bera, A., Ramasamy, P., & Shanmugam, S. (2020). Assessment of the new generation aeration systems efficiency and water current flow rate, its relation to the cost economics at varying salinities for *Penaeus vannamei* culture. *Aquaculture Research*, 51(5), 2112 - 2124. <https://doi.org/10.1111/are.14562>.
33. Zoli, M., & Bacenetti, J. (2025). Energy analysis in fish aquaculture: Cumulative energy demand of different farming systems. *Aquacultural Engineering*, 110, 102525. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2025.102525>.
34. Cao, L., Diana, J. S., & Keoleian, G. A. (2013). Role of life cycle assessment in sustainable aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 5(2), 61 - 71. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2012.01080.x>.
35. Laktuka, K., Kalnbalkite, A., Sniega, L., Logins, K., & Lauka, D. (2023). Towards the Sustainable Intensification of Aquaculture: Exploring possible Ways forward. *Sustainability*, 15(24), 16952. <https://doi.org/10.3390/su152416952>.
36. Isaac, E. A. (2025). *Integrating renewable energy sources in aquaculture operations: Opportunities and challenges*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Integrating-Renewable-Energy-Sources-in-Aquaculture-Isaac/c5de0cd513d39748c4c7cce77c5636110feb2e5c>.
37. Guan, Y., Liu, L., Chen, Y., & Liu, L. (2025). Life cycle assessment of an industrial aquaponics system in Chongqing, China: environmental performance and optimization strategies. *Sustainability*, 17(18), 8254. <https://doi.org/10.3390/su17188254>.
38. Xu, Q., Dai, L., Gao, P., & Dou, Z. (2022). The environmental, nutritional, and economic benefits of rice-aquaculture animal coculture in China. *Energy*, 249, 123723. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123723>.

**ANALYSING FINANCIAL EFFICIENCY AND ESTIMATING ENERGY CONSUMPTION OF  
WHITELEG SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*) FARMING MODEL APPLYING  
THE ASC SHRIMP STANDARD**

**Nguyen Thanh Hoa<sup>1</sup>, Nguyen Thanh Giao<sup>2</sup>, Le Tran Thanh Liem<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Master student in Environmental and Natural Resources Management, M2922006, Faculty of  
Environment and Natural Resources, Can Tho University*

*<sup>2</sup>Department of Environmental Management, Faculty of  
Environment and Natural Resources, Can Tho University*

**Abstract**

This study was conducted on 39 whiteleg shrimp farming households, encompassing 75 ponds operating under two farming models: Earthen ponds (EPFM) and plastic-lined ponds (PPFM), within a cooperative in Dong Hai district, Bac Lieu province. The research compared financial and energy efficiency between EPFM and PPFM models based on the Aquaculture Stewardship Council standards in 2023. Data collected included production costs, revenues, profits, and energy consumption. Results indicated that PPFM consumed  $29,396 \pm 10,763$  MJ per 1,000 m<sup>2</sup>, equivalent to  $6,904 \pm 3,433$  MJ per ton of shrimp at the farm gate, which was 4.42 and 1.48 times higher, respectively, than EPFM. Feed costs represented the highest proportion of total production costs in both models, accounting for 80.4% in PPFM ( $301,026,396 \pm 118,027,958$  VND/1,000 m<sup>2</sup>/crop) and 82.6% in EPFM ( $173,025,132 \pm 58,520,839$  VND/1,000 m<sup>2</sup>/crop). Although PPFM achieved 1.74 times higher revenue compared to EPFM, financial analysis revealed that EPFM generated higher profit per unit of investment. The differences in energy consumption and cost-efficiency between the two models were statistically significant. These findings offer essential insights for aquaculture investors and policymakers, highlighting the need to balance economic benefits with environmental impacts-particularly energy use-when selecting shrimp farming systems.

**Keywords:** *ASC, energy consumption, financial efficiency, whiteleg shrimp.*

**Ngày nhận bài:** 4/11/2024

**Ngày chuyển phản biện:** 3/12/2024

**Ngày thông qua phản biện:** 25/12/2024

**Ngày duyệt đăng:** 10/12/2025

# ẢNH HƯỞNG NỒNG ĐỘ ĐẠM VÀ LÂN ĐẾN HIỆU SUẤT XỬ LÝ NƯỚC THẢI SAU BIOGAS CỦA BÈO TAI CHUỘT (*Salvinia molesta*)

Tôn Thiên Giáp<sup>1</sup>, Võ Thị Phương Thảo<sup>1</sup>, Nguyễn Ngọc Hân<sup>1</sup>,  
Phạm Ngọc Hân<sup>1</sup>, Lê Minh Duy<sup>1</sup>, Trần Khánh Vi<sup>1</sup>, Ngô Thụy Diễm Trang<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Đại học Cần Thơ

\*Email: ntdtrang@ctu.edu.vn

## TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định tiềm năng xử lý nước thải sau biogas của bèo tai chuột (*Salvinia molesta*). Thí nghiệm được bố trí trong điều kiện nhà lưới với 6 nghiệm thức là tỷ lệ pha loãng nước thải sau biogas (NT) từ hộ chăn nuôi heo với nước sông (NS) bao gồm: 5% NT + 95% NS (NT1), 10% NT + 90% NS (NT2), 20% NT + 80% NS (NT3), 30% NT + 70% NS (NT4), 40% NT + 60% NS (NT5) và 50% NT + 50% NS (NT6). Các nghiệm thức được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại. Mật độ bèo 158 g/thùng (tương đương với 158 g cho 0,15 m<sup>2</sup> diện tích xử lý) được áp dụng để xử lý nước thải với thể tích mỗi thùng là 35 L (25 cm). Thời gian lưu nước trong hệ thống được thiết lập 15 ngày và mẫu nước được thu định kỳ 5 ngày/lần. Sau 15 ngày vận hành, các chỉ tiêu chất lượng nước đầu ra gồm: pH, COD, TP đều đạt trong giới hạn cho phép theo QCVN 62:2025/BTNMT (cột B). Hiệu suất xử lý COD của các nghiệm thức NT1, NT2, NT3, NT4, NT5, NT6 lần lượt đạt 77,2; 72,1; 79,4; 75,6; 82,8; 72,5%. Tương tự, hiệu suất loại bỏ tổng đạm vô cơ (TIN) đạt 98,1; 98,4; 98,8; 99,0; 99,1; 98,6% và TP được loại bỏ với hiệu suất tương ứng là 96,5; 86,6; 98,3; 96,3; 98,1; 90,3%. Trong đó, NT3, NT4, NT5 cho hiệu quả xử lý đồng thời COD, TIN và TP tốt nhất. Điều này cho thấy, nồng độ đầu vào khoảng 216,0 - 248,0 mg COD/L, 13,9 - 29,7 mg TIN/L và 5,2 - 8,3 mg TP/L của NT3, NT4, NT5 là tối ưu cho hoạt động hấp thu của bèo tai chuột cũng như các quá trình vi sinh vật cộng sinh, giúp hệ thống vận hành ổn định và đạt hiệu quả xử lý vượt trội. Khối lượng tươi bèo tăng gấp 2,08 - 2,18 lần sau 15 ngày và các tỷ lệ pha loãng không ảnh hưởng đến sinh trưởng của cây. Xử lý bằng bèo tai chuột là giải pháp sinh học hiệu quả, chi phí thấp, dễ áp dụng cho hộ gia đình đồng bằng sông Cửu Long trong mô hình VACB.

**Từ khóa:** Bèo tai chuột, đạm, hiệu suất xử lý, nước thải biogas, lân.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mô hình vườn - ao - chuồng - biogas (VACB) được khuyến khích tại Việt Nam để thúc đẩy nông nghiệp tuần hoàn bền vững, tận dụng chất thải chăn nuôi sản xuất khí sinh học (biogas) và giảm ô nhiễm môi trường. Theo Nguyễn Trọng Tuyển (2024) [1], có khoảng 35% hộ chăn nuôi xử lý chất thải bằng biogas, tuy nhiên, nước thải sau biogas vẫn chứa nhiều chất ô nhiễm hữu cơ và dinh dưỡng. Nghiên cứu của Nguyễn Trí Thức và cs (2020) [2] ghi nhận, hàm lượng TKN và TP trong nước sau túi biogas lần lượt là 213,97 và 135,41

mg/L, cao hơn so với QCVN 62:2016/BTNMT [3], là nguyên nhân làm suy giảm chất lượng nguồn nước tiếp nhận nếu không xử lý triệt để [4].

Giải pháp dùng thực vật thủy sinh nổi như: Lục bình, bèo tai tượng, bèo tấm được ưa chuộng do chi phí thấp, dễ áp dụng và thân thiện môi trường, với hiệu quả hấp thu chất ô nhiễm cao [2]. Bèo tai chuột (*Salvinia molesta*) là một loài dương xỉ nước nổi có nguồn gốc Nam Mỹ, được xem là thực vật thủy sinh tiềm năng trong xử lý nước thải nhờ tốc độ sinh trưởng nhanh, khả năng tái sinh mạnh và hệ rễ chùm phát triển, có khả năng hấp

thu hiệu quả các chất ô nhiễm mà vẫn đảm bảo ánh sáng xuyên qua cột nước, hạn chế nguy cơ che phủ bề mặt [5]. Kết quả nghiên cứu của Ahmad và cs (2017) [6] ghi nhận, bèo tai chuột đạt mức giảm 49,7% độ màu và 100% COD trong nước thải nhà máy giấy, khẳng định hiệu suất phân giải chất hữu cơ rất cao. Kết quả nghiên cứu của Mishra và cs (2018) [7] ghi nhận, loài này loại bỏ 78% COD, 67% TDS và 68% SS trong nước thải dệt nhuộm, cho thấy khả năng xử lý đồng thời chất hữu cơ (COD), chất rắn hòa tan (TDS) và lơ lửng (SS). Nghiên cứu của Kumar và Deswal (2020) [8] tiếp tục chứng minh tiềm năng của loài này khi ghi nhận mức giảm 75% COD và 80% phospho ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) trong nước thải nhà máy xay xát gạo sau 15 ngày xử lý. Bổ sung thêm bằng chứng, kết quả nghiên cứu của Hauwa và Gasim (2020) [9] cho thấy, độ đục,  $\text{PO}_4\text{-P}$  và  $\text{NH}_4\text{-N}$  giảm lần lượt 94%, 90,47% và 92,1% chỉ trong 24 giờ trong hệ thống thủy canh sử dụng bèo tai chuột. Tổng hợp các kết quả cho thấy, bèo tai chuột có khả năng loại bỏ hiệu quả nhiều chỉ tiêu ô nhiễm hữu cơ và dinh dưỡng, với hiệu suất phụ thuộc đáng kể vào điều kiện môi trường như nồng độ đầu vào và mức độ pha loãng của nước thải.

Tại Việt Nam, các nghiên cứu đánh giá hiệu quả xử lý nước thải sau biogas bằng bèo tai chuột còn rất hạn chế, chủ yếu tập trung vào những loài thủy sinh phổ biến như lục bình và bèo tai tượng, trong khi bèo tai chuột được ghi nhận có nhiều đặc điểm sinh thái và khả năng hấp thu dinh dưỡng vượt trội vẫn chưa được quan tâm trong bối cảnh ứng dụng cho xử lý nước thải. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm bổ sung dữ liệu khoa học và đề xuất giải pháp xử lý nước thải hiệu quả, phù hợp cho nông hộ. Việc ứng dụng bèo tai chuột không chỉ giúp giảm chi phí xử lý mà còn tạo sinh khối có thể ủ compost và tận dụng nước đã xử lý cho tưới tiêu, qua đó đóng góp vào mô hình nông nghiệp tuần hoàn và bền vững ở đồng bằng sông Cửu Long.

## **2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.1. Chuẩn bị thí nghiệm**

Chuẩn bị mẫu nước thải biogas: Nước thải sau túi biogas được thu thập tại hộ chăn nuôi xã Nhơn

Ái, thành phố Cần Thơ ( $9^\circ 58' 38.6''\text{N}$   $105^\circ 40' 51.5''\text{E}$ ). Hộ gia đình nuôi 7 con heo và sử dụng hệ thống hầm biogas để xử lý chất thải chăn nuôi, lượng nước thải sau túi ủ mỗi ngày khoảng 200 - 250 lít. Chất lượng nước thải sau biogas được tham khảo từ các nghiên cứu trước đây, cho thấy nồng độ các chất ô nhiễm thường cao [2] và vượt giới hạn cho phép của QCVN 62:2016/BTNMT [3], khẳng định sự cần thiết phải xử lý thêm. Dựa trên đặc điểm nước thải sau biogas trong thực tế và nhằm xây dựng dải nồng độ phù hợp để đánh giá hiệu quả xử lý của bèo tai chuột. Nước thải sau khi thu về pha loãng với nước sông để đạt các tỷ lệ là 5, 10, 20, 30, 40, 50%; nước thải được đánh giá chất lượng nước thông qua các thông số: Nhiệt độ, pH, DO, TDS, EC, COD,  $\text{N-NO}_2^-$ ,  $\text{N-NO}_3^-$ ,  $\text{N-NH}_4^+$ , TIN,  $\text{P-PO}_4^{3-}$  và TP (Bảng 1).

Chuẩn bị mẫu cây: Bèo tai chuột được thu thập ở xã Vĩnh Viễn, thành phố Cần Thơ ( $9^\circ 41' 28.28''\text{N}$   $105^\circ 25' 52.73''\text{E}$ ). Chọn những cây bèo khỏe, không úa vàng và rửa sạch bằng nước máy để loại bỏ tạp chất bám trên rễ và lá. Trước khi bố trí thí nghiệm, xác định khối lượng tươi, chiều dài rễ, đếm số lá và chụp ảnh đặc tính ban đầu.

### **2.2. Bố trí thí nghiệm**

Thí nghiệm gồm 6 nghiệm thức tỷ lệ pha loãng nước thải sau biogas và nước sông (Bảng 1): 5% NT + 95% NS (NT1); 10% NT + 90% NS (NT2); 20% NT + 80% NS (NT3); 30% NT + 70% NS (NT4); 40% NT + 60% NS (NT5); 50% NT + 50% NS (NT6). Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại trong điều kiện nhà lưới của Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Đại học Cần Thơ. Theo kết quả nghiên cứu của Nguyễn Trí Thức và cs (2020) [2], khi sử dụng bèo tai tượng trong xử lý nước thải biogas, bèo biểu hiện rõ hiện tượng suy giảm sinh trưởng, thậm chí chết ở các tỷ lệ 50, 75, 100% nước thải, trong khi các mức pha loãng thấp hơn (5, 10, 20% nước thải) duy trì được khả năng sinh trưởng và xử lý tương đối tốt. Việc tăng nồng độ lên tới 50% cũng nhằm đánh giá giới hạn chịu đựng sinh lý của bèo tai chuột trong điều kiện thực tế, đồng thời xác định ngưỡng pha loãng phù hợp nhất để cân bằng giữa hiệu suất xử lý và sinh trưởng thực vật trong các hệ thống xử lý sinh học ở quy mô nông hộ.

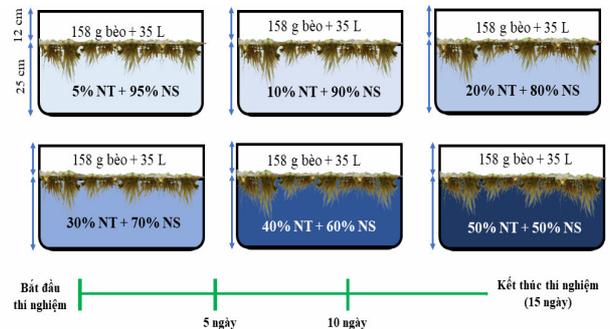
**Bảng 1. Chất lượng nước thải đầu vào của các nghiệm thức**

Chỉ tiêu	Đơn vị	NT1	NT2	NT3	NT4	NT5	NT6	Nước sông	QCVN 62:2025/BTNMT [10]
Nhiệt độ	°C	27,9	28,3	28,3	28,4	28,4	28,3	28,4 ± 0,01	-
pH	-	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,2	7,0 ± 0,01	6 - 9
EC	µS/cm	850	870	830	830	1480	1620	890 ± 0,02	-
DO	mg/L	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	2,9 ± 0,01	-
TDS	mg/L	420	430	460	450	680	790	440 ± 0,02	-
COD	mg/L	176,0	206,4	216,0	228,8	248,0	268,0	50,40 ± 5,47	≤ 150
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/L	0,005	0,048	0,069	0,111	0,160	0,229	0,015 ± 0,00	-
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	0,038	0,043	0,049	0,073	0,140	0,198	0,032 ± 0,00	-
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/L	6,641	8,282	13,767	20,186	29,448	44,679	0,217 ± 0,03	-
TIN	mg/L	6,685	8,372	13,886	20,370	29,748	45,106	0,104 ± 0,03	-
P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L	1,053	1,446	2,077	3,565	4,056	6,613	0,057 ± 0,00	-
TP	mg/L	2,406	3,210	5,277	5,904	8,267	11,486	0,370 ± 0,04	≤ 14

Nước thải sau pha loãng của 6 nghiệm thức vẫn còn ô nhiễm đáng kể (Bảng 1), cụ thể: Hàm lượng COD (176,0 - 268,0 mg/L) vượt QCVN 62:2025/BTNMT [10]; hàm lượng N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> và TP vẫn ở mức rất cao so với nghiên cứu về nước thải sau biogas [2]. Điều này phản ánh tải lượng ô nhiễm đầu vào lớn dù nước thải đã được pha loãng ở tỷ lệ 5 - 50%. Ngoài các chỉ tiêu quy định trong QCVN 62:2025/BTNMT [10], nghiên cứu bổ sung các dạng đạm vô cơ như: PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, TIN, EC và TDS để đánh giá toàn diện đặc tính nước thải và khả năng hấp thu dinh dưỡng của bèo tai chuột theo hướng tiếp cận và kế thừa các nghiên cứu trước đó. Tóm lại, chất lượng nước ở tất cả 6 nghiệm thức chưa đạt yêu cầu để thải ra môi trường hoặc tái sử dụng cho tưới tiêu, đặc biệt trong bối cảnh nguồn nước sau biogas hiện đang được xả trực tiếp vào kênh tưới của nông hộ. Vì vậy, việc tiếp tục xử lý nước sau biogas sau khi pha loãng là cần thiết.

Tiến hành đong 35 L nước theo từng tỷ lệ tương ứng với từng nghiệm thức cho vào mỗi thùng nhựa kích thước 50 x 30 x 37 cm (diện tích bề mặt là 0,15 m<sup>2</sup>). Bèo tai chuột được trồng với mật độ 158 g/thùng (bèo chiếm khoảng 25% diện tích bề mặt thùng), giá trị này được lựa chọn dựa trên kết quả nghiên cứu của Munfarida và cs (2020) [5], Ahmad và cs (2017) [6]. Thí nghiệm được thực hiện trong 15 ngày ở điều kiện nhà lưới đảm bảo ánh sáng cho cây sinh trưởng và phát triển (Hình 1). Khoảng thời gian này được lựa

chọn dựa trên đặc điểm sinh trưởng của bèo tai chuột, khi loài này thường đạt tốc độ hấp thu dinh dưỡng cao nhất trong 10 - 15 ngày đầu trước khi khối lượng cây bắt đầu bão hòa. Mốc thời gian này cũng phù hợp với các nghiên cứu trước, bèo tai chuột cho hiệu suất xử lý tối ưu trong khoảng 12 - 15 ngày [7, 8].



**Hình 1. Mô phỏng thí nghiệm**

### 2.3. Phương pháp thu và phân tích mẫu nước và mẫu cây

Mẫu nước được thu với tần suất 5 ngày/lần, tần suất này phản ánh đầy đủ các giai đoạn sinh trưởng chính của bèo tai chuột bao gồm: Giai đoạn thích nghi, tăng trưởng mạnh và ổn định, đồng thời đảm bảo tính kế thừa phương pháp theo kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thị Hồng Nho và cs (2021) [11], giúp đánh giá chính xác hiệu suất xử lý qua thời gian. Việc thu mẫu được thực hiện vào buổi sáng trong khoảng thời gian từ 7 - 8 giờ. Lượng nước được theo dõi và bổ sung bằng nước sông để bù cho lượng nước đã bay hơi, ghi nhận

thể thích nước được bổ sung. Nước sông sử dụng để bổ sung được phân tích đầy đủ các chỉ tiêu và trình bày trong bảng 1, cho thấy biên độ dao động của các thông số hẹp và ổn định giữa các lần bổ sung; đồng thời lượng nước bổ sung nhỏ so với tổng thể tích thí nghiệm. Vì vậy, chất lượng nước sông không ảnh hưởng đáng kể đến kết quả thí nghiệm và không làm sai lệch đánh giá hiệu suất xử lý của bèo tai chuột [2, 9]. Các chỉ tiêu trong

nước gồm: Nhiệt độ, pH, DO, TDS, EC được đo trực tiếp tại hiện trường bằng máy chuyên dụng (Bảng 2). Các chỉ tiêu hóa tính nước còn lại được phân tích tại các phòng thí nghiệm tại tòa nhà RLC thuộc Bộ môn Khoa học Môi trường, Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Đại học Cần Thơ theo quy trình tiêu chuẩn đánh giá nước và nước thải [12].

**Bảng 2. Phương pháp phân tích mẫu nước theo chuẩn**

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Phương pháp phân tích
1	Nhiệt độ	°C	Đo trực tiếp bằng máy DO (Hanna 9146)
2	pH	-	Đo trực tiếp tại hiện trường bằng máy pH (Hanna 8424)
3	EC	mS/cm	Đo trực tiếp bằng máy EC cầm tay (Hanna 99300)
4	DO	mg/L	Đo trực tiếp bằng máy đo DO cầm tay (Hanna 9146)
5	TDS	mg/L	Đo trực tiếp bằng máy đo EC cầm tay (Hanna 99300)
6	COD	mg/L	Phương pháp chuẩn độ bằng FAS
7	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/L	Phương pháp colorimetric [12]
8	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	Phương pháp Salycylate, 4500-B [12]
9	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/L	Phương pháp indophenol blue [12]
10	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L	Phương pháp axit ascorbic [12]
11	TP	mg/L	Phương pháp axit ascorbic [12]

Khối lượng bèo tai chuột được xác định tại 5, 10, 15 ngày bằng cách cân toàn bộ sinh khối bèo trong mỗi bể để ghi nhận khối lượng tươi tổng. Việc theo dõi khối lượng tươi giúp đánh giá trực tiếp sự biến động sinh trưởng của bèo tai chuột qua các giai đoạn sinh trưởng và xử lý nước thải.

#### 2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được tổng hợp, tính toán bằng phần mềm Microsoft Excel 2013. Sử dụng phần mềm thống kê Statgraphic Centurion XV (StatPoint, Inc., Hoa Kỳ) để phân tích phương sai một nhân tố (One-way ANOVA). So sánh trung bình các nghiệm thức dựa vào kiểm định Tukey ở mức ý nghĩa 5% để so sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức và thời gian xử lý. Sử dụng phần mềm Sigmaplot 14.0 (San Jose, California, Hoa Kỳ) để vẽ biểu đồ.

Chất lượng nước sau xử lý được so sánh với QCVN 62:2025/BTNMT [10], cột B, tương đương mức B ở bảng 2 và 3 của QCVN 08:2023/BTNMT [13]. Đây là các ngưỡng giới hạn áp dụng cho trường hợp nước thải được xả ra nguồn nước tiếp nhận là kênh, sông không dùng cho mục đích cấp

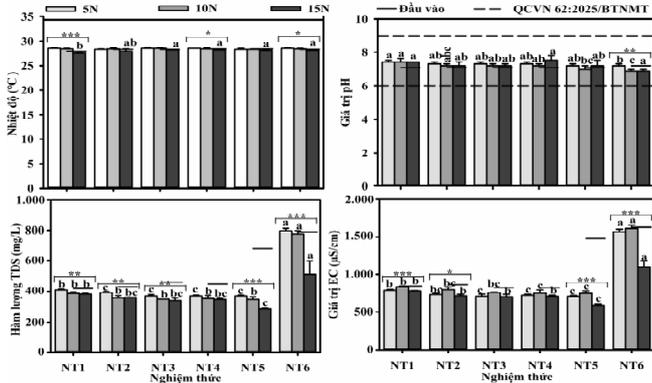
nước sinh hoạt. Điều này phù hợp với thực tế tại nông hộ, nơi nước thải sau biogas thường được xả trực tiếp ra kênh/rạch nội đồng, các thủy vực có chức năng tưới tiêu, tiêu thoát nước và không yêu cầu chất lượng cao như mục đích cấp nước sạch.

### 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Diễn biến giá trị nhiệt độ, pH, EC và hàm lượng TDS

Kết quả cho thấy, tỷ lệ pha loãng nước thải không ảnh hưởng đến nhiệt độ nước trong suốt quá trình xử lý ( $p > 0,05$ ; hình 2A), ngoại trừ thời điểm 15 ngày ( $p < 0,05$ ) và không có sự khác biệt giữa các đợt thu mẫu ( $p > 0,05$ ), ngoại trừ NT1, NT4, NT6 ( $p < 0,05$ ) ở đợt thu mẫu 15 ngày thấp hơn đợt 5 và 10 ngày. Nhìn chung, nhiệt độ dao động trong khoảng 27,5 - 28,5°C, thể hiện xu hướng ổn định tương đối và giảm nhẹ ở đợt 3 so với giá trị đầu vào. Sự giảm này có thể được lý giải bởi mật độ bèo tăng cao theo thời gian, che phủ phần lớn bề mặt nước, làm hạn chế lượng bức xạ mặt trời hấp thụ vào bể và làm giảm nhiệt độ nước so với giai đoạn đầu. Mặc dù vậy, giá trị nhiệt độ đo được vẫn nằm trong khoảng thích

hợp cho sự sinh trưởng của bèo tai chuột (22 - 30°C) và thuận lợi cho hoạt động của hệ thực vật và vi sinh vật [14].



Hình 2. Diễn biến giá trị nhiệt độ (A), pH (B), TDS (C), EC (D) của các nghiệm thức theo thời gian

*Ghi chú: \*, \*\*, \*\*\*: Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các thời điểm thu mẫu ở mức ý nghĩa lần lượt 5%, 1%, 0,1% dựa vào kiểm định Tukey HSD (\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ ). Trong cùng một thời điểm thu mẫu, các chữ cái a, b, c khác nhau chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức theo kiểm định Tukey HSD ở mức 5%.*

Giá trị pH trong nước dao động 6,9 - 7,4 và nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 62:2025/BTNMT [10] cột B (6 - 9), thích hợp cho hoạt động của vi sinh vật và sinh vật thủy sinh và có sự khác biệt giữa các nghiệm thức trong cùng đợt thu mẫu ( $p < 0,05$ ; hình 2B), ngoại trừ thời điểm 5 ngày ( $p > 0,05$ ). Tuy nhiên, trong cùng một nghiệm thức không có sự khác biệt rõ rệt giữa các thời điểm thu mẫu ( $p > 0,05$ ), ngoại trừ thời điểm 15 ngày ( $p < 0,05$ ). Nhìn chung, giá trị pH trong nước ở các nghiệm thức có xu hướng cao hơn hoặc xấp xỉ so với giá trị đầu vào, cho thấy quá trình xử lý bằng bèo tai chuột góp phần ổn định và tăng nhẹ độ kiềm của môi trường nước. Riêng ở NT6, ở thời điểm 10 và 15 ngày, giá trị pH thấp hơn so với đầu vào và giảm thấp hơn thời điểm 5 ngày, có thể do diện tích che phủ mặt nước của bèo tăng cao trong môi trường nước có hàm lượng N, P cao nhất, làm giảm cường độ chiếu sáng vào bể, hạn chế quá trình quang hợp làm pH trong nước giảm. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Văn Công và cs (2021) [15], sự che phủ của bèo làm giảm lượng ánh sáng xuyên

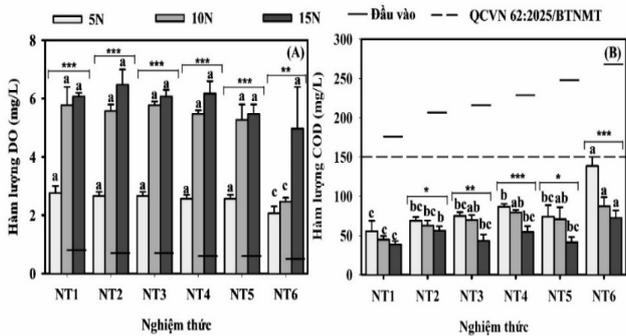
vào bể, khiến quá trình hô hấp chiếm ưu thế hơn so với quang hợp, dẫn đến gia tăng  $CO_2$  và làm giảm pH so với đối chứng.

Có sự khác biệt đáng kể giữa các nghiệm thức về hàm lượng TDS và giá trị EC trong cùng thời điểm thu mẫu ( $p < 0,05$ ; hình 2C) và giữa các đợt thu mẫu trong cùng một nghiệm thức ( $p < 0,05$ ), ngoại trừ NT4 đối với TDS và NT3, NT4 đối với EC ( $p > 0,05$ ). Nhìn chung, hàm lượng TDS và giá trị EC trong nước đều có xu hướng giảm dần theo thời gian và thấp nhất ở thời điểm 15 ngày xử lý, giảm đáng kể so với đầu vào. Cụ thể, hàm lượng TDS sau 15 ngày xử lý theo thứ tự NT1 < NT2 < NT3 < NT4 < NT5 < NT6 lần lượt là 283,3 < 340,0 < 346,7 < 360,3 < 383,3 < 510,0 mg/L và với EC là 590,0 < 706,7 < 713,3 < 720,0 < 786,7 < 1.093,3 ( $\mu S/cm$ ), giảm 1,55 - 2,40 và 1,08 - 1,48 lần so với giá trị đầu vào (680,0 - 790,0 mg/L và 850,0 - 1.620,0  $\mu S/cm$ ). Sự giảm đồng thời của TDS và EC phản ánh sự giảm hàm lượng các chất rắn và ion hòa tan trong nước thải. Nguyên nhân chủ yếu do quá trình phân ly của các muối tan trong nước thành anion và cation, sau đó được cây hấp thu để thúc đẩy sự tăng sinh khối [16]. Ngoài ra, hoạt động của vi sinh vật cộng sinh cùng quá trình kết tủa muối vô cơ góp phần làm giảm hàm lượng ion hòa tan, từ đó dẫn đến hàm lượng TDS và giá trị EC giảm đáng kể so với ban đầu.

### 3.2. Diễn biến hàm lượng oxy hòa tan (DO) và nhu cầu oxy hóa học (COD)

Hàm lượng DO giữa các nghiệm thức có sự khác biệt đáng kể ở các đợt thu mẫu ( $p < 0,05$ ; hình 3A), ngoại trừ thời điểm 15 ngày ( $p > 0,05$ ) và DO có xu hướng tăng dần theo thời gian ( $p < 0,05$ ). Nhìn chung, hàm lượng DO trong nước sau xử lý cải thiện đáng kể so với ban đầu, đặc biệt là sau 10 - 15 ngày xử lý. Cụ thể, hàm lượng DO sau 10 - 15 ngày xử lý ở các nghiệm thức dao động từ 5,8 - 6,5 mg/L, tăng gấp 3,22 - 3,82 lần so với đầu vào (1,8 - 1,7 mg/L). Theo QCVN 62:2025/BTNMT [10], DO không được quy định; tuy nhiên, đối chiếu với QCVN 08:2023/BTNMT [13], giá trị DO tối thiểu quy định trong cột B là  $\geq 5,0$  mg/L, do đó hàm lượng DO sau xử lý ở các nghiệm thức đều đạt cột B của QCVN 08:2023/BTNMT [13]. Bên cạnh đó, xu hướng tăng của DO qua các đợt thu mẫu tương

tự như biến động nhiệt độ, cho thấy điều kiện trong bể ngày càng thuận lợi cho quá trình oxy hóa sinh học. Ngoài ra, theo Brix (1997) [17], hệ rễ của thực vật thủy sinh còn đóng vai trò bổ sung oxy cho môi trường nước. Các loài này có cấu trúc rỗng bên trong thân và rễ, cho phép vận chuyển oxy từ không khí qua lá, thân xuống rễ rồi khuếch tán ra vùng nước xung quanh. Nhờ cơ chế này, hàm lượng DO trong nước có xu hướng tăng dần theo thời gian, góp phần cải thiện chất lượng môi trường trong bể xử lý.



Hình 3. Diễn biến hàm lượng DO (A) và COD (B) của các nghiệm thức theo thời gian

Ghi chú: \*, \*\*, \*\*\*: Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các thời điểm thu mẫu ở mức ý nghĩa lần lượt 5%, 1%, 0,1% dựa vào kiểm định Tukey HSD (\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ ). Trong cùng một thời điểm thu mẫu, các chữ cái a, b, c khác nhau chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức theo kiểm định Tukey HSD ở mức 5%.

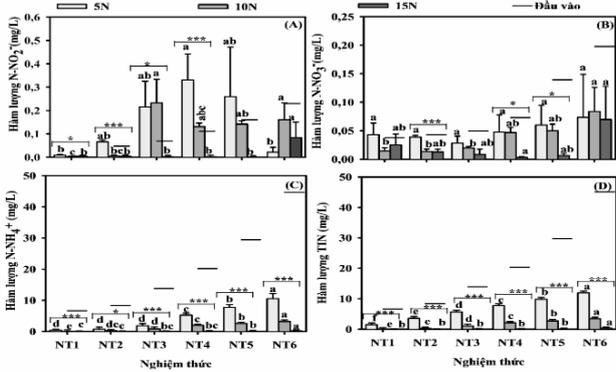
Hàm lượng DO trong nước sau xử lý được cải thiện là yếu tố quan trọng giúp gia tăng nồng độ oxy trong nước thúc đẩy quá trình phân hủy chất hữu cơ, thể hiện qua kết quả hàm lượng COD giảm đáng kể so với đầu vào và giảm nhiều nhất ở thời điểm 15 ngày xử lý (Hình 3B). Tại thời điểm 15 ngày xử lý, hàm lượng COD trong nước đầu ra của NT1, NT2, NT3, NT4, NT5, NT6 có sự khác biệt đạt tương ứng 40,0; 57,4; 44,4; 55,7; 42,6; 73,6 mg/L ( $p < 0,05$ ; hình 2B). Hiệu suất xử lý COD có xu hướng tăng dần theo thời gian xử lý ( $p < 0,05$ ). Cụ thể, hiệu suất xử lý thời điểm 5 ngày của NT1, NT2, NT3, NT4, NT5, NT6 đạt lần lượt là 67,8; 66,0; 64,8; 61,6; 69,6; 47,8% và sau 15 ngày xử lý tăng lên 77,2; 72,1; 79,4; 75,6; 82,8; 72,5% tương ứng (Bảng 3). Kết quả cho thấy, NT5 đạt hiệu suất

cao nhất, trong khi NT6 mặc dù ban đầu có hiệu suất thấp nhất nhưng cải thiện đáng kể theo thời gian ( $p < 0,05$ ). Theo Mustafa và Hayder (2021) [18], vùng rễ của thực vật thủy sinh tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của hệ vi sinh vật hiếu khí, giúp phân hủy các hợp chất hữu cơ phức tạp thành dạng đơn giản hơn, đồng thời cung cấp nguồn dinh dưỡng cho cây. Kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thị Hồng Nho và cs (2021) [11] cho rằng, mức độ giảm COD phụ thuộc vào tốc độ sinh trưởng của thực vật và quá trình lắng tụ chất hữu cơ trong hệ thống, do đó việc tối ưu hóa thời gian lưu nước và mật độ trồng là yếu tố quan trọng để nâng cao hiệu quả xử lý. Kết quả nghiên cứu ghi nhận rằng, nồng độ COD sau xử lý ở tất cả các nghiệm thức đều thấp hơn giới hạn cho phép theo QCVN 62:2025/BTNMT [10] cột B ( $\leq 150$  mg/L), qua đó cho thấy nước thải sau biogas xử lý bằng bèo tai chuột đạt tiêu chuẩn xả thải, tuy cao hơn QCVN 08:2023/BTNMT [13] ( $\leq 15$  mg/L), nhưng do mẫu là nước thải sau biogas nên việc so sánh với QCVN 62:2025/BTNMT [10] là phù hợp, do đó nước sau xử lý trong nghiên cứu này đáp ứng cho phép xả thải theo quy định.

### 3.3. Diễn biến hàm lượng đạm hòa tan

Có sự khác biệt đáng kể giữa các nghiệm thức ở tất cả các đợt thu mẫu về hàm lượng N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ( $p < 0,05$ ; hình 4A), ngoại trừ NT5 và NT6 ( $p > 0,05$ ). Nhìn chung, hàm lượng N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> dao động trong khoảng 0,030 - 0,261 mg/L, với xu hướng tăng so với đầu vào ở đợt thu mẫu ngày thứ 5 và 10 so với giá trị đầu vào (0,005 - 0,229 mg/L) và có xu hướng tăng cao ở NT3, NT4, NT5, NT6, cho thấy quá trình nitrate hóa chưa diễn ra hoàn toàn và điều này phản ánh quá trình oxy hóa NH<sub>4</sub><sup>+</sup> sang NO<sub>2</sub><sup>-</sup> diễn ra mạnh hơn khi nồng độ đầu vào cao. Sau thời điểm này, hàm lượng N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ở tất cả các nghiệm thức tiếp tục giảm, và đến ngày thứ 15, hàm lượng N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> dao động từ 0,003 - 0,086 mg/L và đạt cao nhất ở NT6 (0,086 mg/L;  $p < 0,05$ ). Hàm lượng N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ở tất cả các nghiệm thức đều duy trì ở mức thấp và có xu hướng tăng vào giai đoạn đầu sau đó giảm dần. Xu hướng này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Võ Thị Phương Thảo và Ngô Thụy Diễm Trang (2025) [19], Nguyễn Tiến Đạt và cs (2025) [20]. Ngoài ra, bèo tai chuột được ghi

nhận có khả năng hấp thu trực tiếp nitrite và tạo điều kiện thuận lợi cho vi sinh vật bám rễ thực hiện quá trình nitrate hóa và khử nitrate [17, 18]. Việc  $\text{NO}_2^-$  không tích tụ và duy trì ở mức thấp là chỉ dấu quan trọng cho thấy hệ thống hoạt động ổn định, không phát sinh nguy cơ độc tính nitrite đối với thực vật thủy sinh.



**Hình 4. Diễn biến hàm lượng  $\text{N-NO}_2^-$  (A),  $\text{N-NO}_3^-$  (B),  $\text{N-NH}_4^+$  (C) và TIN (D) của các nghiệm thức theo thời gian**

*Ghi chú: \*, \*\*, \*\*\*: Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các thời điểm thu mẫu ở mức ý nghĩa lần lượt 5%, 1%, 0,1% dựa vào kiểm định Tukey HSD (\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ ). Trong cùng một thời điểm thu mẫu, các chữ cái a, b, c, d, e khác nhau chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức theo kiểm định Tukey HSD ở mức 5%.*

Hàm lượng  $\text{N-NO}_3^-$  trong nước sau xử lý có xu hướng thấp hơn so với đầu vào và có sự biến động qua các mốc thời gian thu mẫu ( $p < 0,05$ ; hình 4B), ngoại trừ NT1, NT2, NT6. Cụ thể, ngày thứ 5, hàm lượng  $\text{N-NO}_3^-$  dao động 0,010 - 0,062 mg/L và không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức ( $p > 0,05$ ). Đến ngày thứ 10, hàm lượng  $\text{N-NO}_3^-$  dao động 0,010 - 0,062 mg/L và có sự khác biệt giữa các nghiệm thức, đạt giá trị cao nhất ở NT6. Đến ngày thứ 15,  $\text{N-NO}_3^-$  giảm mạnh ở hầu hết nghiệm thức ngoại trừ NT6. Nhìn chung, hàm lượng  $\text{N-NO}_3^-$  trong nước sau xử lý ở tất cả thời điểm đều thấp hơn đầu vào, cho thấy hệ thống không tích tụ nitrate. Mặc dù hàm lượng  $\text{N-NO}_3^-$  không được quy định trong QCVN 62:2025/BTNMT [10] và QCVN 08:2023/BTNMT [13], việc theo dõi thông số này vẫn quan trọng để đánh giá rủi ro ô nhiễm nitrate đối với nguồn nước và hiệu quả xử lý nitơ. Hàm lượng  $\text{N-NO}_3^-$  duy trì ở mức thấp phản ánh đồng

thời nhiều cơ chế loại bỏ, bao gồm: Khử nitrate trong các vi vùng kỵ khí bởi các vi khuẩn như *Pseudomonas*, *Alcaligenes* và *Bacillus*; hấp thu nitrate bởi bèo tai chuột thông qua vùng rễ và quá trình đồng hóa tại lá; cũng như nitrate hóa một phần từ  $\text{N-NH}_4^+$  nhờ hoạt động của vi khuẩn *Nitrosomonas* và *Nitrobacter*, đặc biệt rõ ở NT6. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu về vai trò của thực vật thủy sinh trong việc tăng cường quá trình nitrate hóa-khử nitrate và giảm tích lũy  $\text{N-NO}_3^-$  trong nước [18, 21].

Kết quả phân tích thống kê cho thấy, hàm lượng  $\text{N-NH}_4^+$  có sự khác biệt đáng kể giữa các nghiệm thức trong cùng đợt thu mẫu ( $p < 0,05$ ; hình 4C). Hàm lượng  $\text{N-NH}_4^+$  sau 5, 10, 15 ngày xử lý giảm đáng kể so với đầu vào (6,641 - 44,679 mg/L) và giảm nhiều nhất sau 15 ngày xử lý ( $p < 0,05$ ). Cụ thể, hàm lượng  $\text{N-NH}_4^+$  trong nước sau xử lý 15 ngày ở các nghiệm thức NT1, NT2, NT3, NT4, NT5, NT6 lần lượt là 0,096; 0,108; 0,151; 0,192; 0,236; 0,442 mg/L. Theo Lê Diễm Kiều và cs (2015) [22], ion amoni ( $\text{NH}_4^+$ ) được chuyển hóa thành nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) thông qua quá trình nitrate hóa dưới tác động của vi khuẩn hiếu khí, đồng thời một phần  $\text{NH}_4^+$  cũng được tảo hấp thu trực tiếp, cung cấp nguồn dinh dưỡng cho sự sinh trưởng của sinh vật thủy sinh. Ngoài ra, hàm lượng  $\text{N-NH}_4^+$  giảm nhờ vào cơ chế khử  $\text{N-NH}_4^+$  chủ yếu là quá trình nitrate hóa được thực hiện trong môi trường hiếu khí bởi vi khuẩn *Nitrosomonas* và *Nitrobacter* [21].

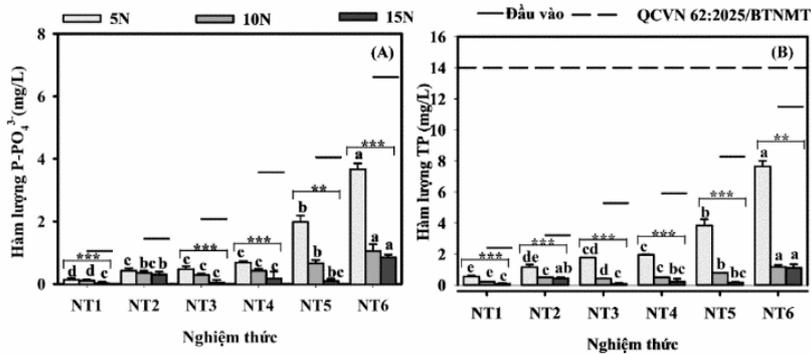
Tương tự, hàm lượng  $\text{N-NH}_4^+$ , tổng đạm hòa tan (TIN) ở các nghiệm thức có sự khác biệt đáng kể trong cùng đợt thu mẫu ( $p > 0,05$ ; hình 4D) và có xu hướng giảm dần theo thời gian xử lý và đạt thấp nhất sau 15 ngày xử lý ( $p < 0,05$ ). Cụ thể, hàm lượng TIN sau 5, 10, 15 ngày xử lý ở các nghiệm thức dao động tương ứng là 1,740 - 12,179; 0,328 - 3,716; 0,126 - 0,599 mg/L và đạt giá trị cao nhất ở NT6 > NT5 > NT4 > NT3 > NT2 > NT1. Trong giai đoạn 10 - 15 ngày, khi sinh khối bèo tai chuột bắt đầu tăng và cây bước vào giai đoạn sinh trưởng ổn định, hệ rễ phát triển đã tạo điều kiện thuận lợi cho các quá trình hấp thu dinh dưỡng, nitrate hóa và khử nitrate, đồng thời hỗ trợ hoạt động của vi sinh vật tại vùng rễ. Do đó, hàm lượng TIN sau 15

ngày xử lý hiệu quả hơn so với 5 và 10 ngày. Cụ thể, hiệu suất xử lý TIN tăng mạnh theo thời gian và đạt cao nhất ở NT3, NT4, NT5 với các giá trị lần lượt là 98,8; 99,0; 99,1% sau 15 ngày xử lý (Bảng 3). Bên cạnh các cơ chế sinh học, sự giảm TIN còn có thể được giải thích bởi các quá trình vật lý và hóa học tự nhiên trong hệ thống, bao gồm quá trình lắng cơ học của các hợp chất nitơ dạng hạt và bay hơi amoniac (NH<sub>3</sub>) khi điều kiện pH và nhiệt độ thích hợp [23]. Như vậy, sự kết hợp giữa các cơ chế sinh học, hóa học và vật lý đã đóng vai trò quan trọng trong việc làm giảm đáng kể hàm lượng TIN trong nước thải sau thời gian xử lý.

3.4. Diễn biến hàm lượng lân

Hàm lượng P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> là dạng lân (P) vô cơ hoạt động mạnh và là dạng duy nhất có thể được vi sinh vật, tảo và thực vật hấp thu, nên phản ánh trực tiếp nguy cơ phú dưỡng cũng như hiệu quả xử lý lân trong hệ thống nước [24]. Hàm lượng P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> và TP có sự khác biệt đáng kể giữa các nghiệm thức trong cùng đợt thu mẫu (p < 0,05; hình 5) và có xu hướng giảm dần theo thời gian xử lý (p < 0,05). Hàm lượng P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> và TP sau 15 ngày xử lý lần lượt là 0,045;

0,332; 0,073; 0,205; 0,130; 0,886 mg/L (P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) và 0,084; 0,429; 0,085; 0,220; 0,160; 112 mg/L (TP), tương ứng NT1, NT2, NT3, NT4, NT5, NT6. Hiệu suất xử lý TP cũng đạt cao nhất ở NT1, NT3, NT4, NT5. với các giá trị tương ứng là 96,5; 98,3; 96,3; 98,1% sau 15 ngày (Bảng 3). Bèo tai chuột không chỉ hấp thu dạng phốt phát hòa tan mà còn góp phần loại bỏ các dạng P khác thông qua quá trình hấp thu dinh dưỡng vào mô thực vật, lắng đọng cơ học và chuyển hóa sinh học tại vùng rễ [18], từ đó cải thiện chất lượng nước đầu ra và ổn định hơn so với thời điểm ban đầu. Kết quả nghiên cứu cho thấy, hàm lượng TP sau 15 ngày xử lý bằng bèo tai chuột giảm đáng kể so với đầu vào và đạt giá trị nằm trong khoảng giới hạn cho phép của QCVN 62:2025/BTNMT [10] cột B (TP ≤ 14 mg/L), mặc dù vẫn cao hơn so với QCVN 08:2023/BTNMT [13] (TP ≤ 0,3 mg/L); tuy nhiên vì đây là nước thải sau biogas nên việc so sánh với QCVN 62:2025/BTNMT [10] là phù hợp và cho thấy nước sau xử lý đã đạt tiêu chuẩn xả thải. Điều này chứng tỏ hệ thống xử lý sử dụng bèo tai chuột có hiệu quả cao trong việc loại bỏ lân khỏi nước thải, góp phần cải thiện chất lượng nước thải đầu ra.



Hình 5. Diễn biến hàm lượng P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (A), TP (B) của các nghiệm thức theo thời gian

Ghi chú: \*, \*\*, \*\*\*: Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các thời điểm thu mẫu ở mức ý nghĩa lần lượt 5%, 1%, 0,1% dựa vào kiểm định Tukey HSD (\* p < 0,05; \*\* p < 0,01; \*\*\* p < 0,001). Trong cùng một thời điểm thu mẫu, các chữ cái a, b, c, d, e khác nhau chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức theo kiểm định Tukey HSD ở mức 5%.

Bảng 3. Hiệu suất xử lý COD, TIN, TP của các nghiệm thức

Nghiệm thức	Thời điểm thu mẫu		
	5 ngày	10 ngày	15 ngày
Hiệu suất xử lý COD (%)			
5% NT + 95% NS (NT1)	67,8 <sup>Aa</sup> ± 6,88	73,9 <sup>Aa</sup> ± 1,89	77,2 <sup>Aabc</sup> ± 1,64

10% NT + 90% NS (NT2)	66,0 <sup>Ca</sup> ± 1,57	68,9 <sup>ABab</sup> ± 2,33	72,1 <sup>Ac</sup> ± 2,02
20% NT + 80% NS (NT3)	64,8 <sup>Ba</sup> ± 1,70	67,1 <sup>Bab</sup> ± 2,26	79,4 <sup>Aab</sup> ± 3,07
30% NT + 70% NS (NT4)	61,6 <sup>Ba</sup> ± 1,07	64,8 <sup>Bb</sup> ± 0,81	75,6 <sup>Abc</sup> ± 2,65
40% NT + 60% NS (NT5)	69,6 <sup>Ba</sup> ± 5,31	70,9 <sup>Bab</sup> ± 5,59	82,8 <sup>Aa</sup> ± 2,15
50% NT + 50% NS (NT6)	47,8 <sup>Bb</sup> ± 3,88	66,9 <sup>Aab</sup> ± 3,84	72,5 <sup>Ac</sup> ± 3,03
Hiệu suất xử lý TIN (%)			
5% NT + 95% NS (NT1)	73,9 <sup>Ba</sup> ± 5,21	95,1 <sup>Aa</sup> ± 2,60	98,1 <sup>Ab</sup> ± 0,32
10% NT + 90% NS (NT2)	54,2 <sup>Bc</sup> ± 4,16	93,3 <sup>Aab</sup> ± 0,98	98,4 <sup>Aab</sup> ± 0,37
20% NT + 80% NS (NT3)	57,4 <sup>Cc</sup> ± 2,51	90,3 <sup>Bbc</sup> ± 2,36	98,8 <sup>Aa</sup> ± 0,15
30% NT + 70% NS (NT4)	60,7 <sup>Cbc</sup> ± 1,71	88,1 <sup>Bc</sup> ± 0,60	99,0 <sup>Aa</sup> ± 0,14
40% NT + 60% NS (NT5)	66,0 <sup>Cab</sup> ± 1,17	89,8 <sup>Bbc</sup> ± 0,71	99,1 <sup>Aa</sup> ± 0,27
50% NT + 50% NS (NT6)	73,0 <sup>Ca</sup> ± 0,77	91,7 <sup>Babc</sup> ± 0,50	98,6 <sup>Aab</sup> ± 0,17
Hiệu suất xử lý TP (%)			
5% NT + 95% NS (NT1)	77,2 <sup>Ca</sup> ± 2,99	91,2 <sup>Bb</sup> ± 0,55	96,5 <sup>Aa</sup> ± 1,72
10% NT + 90% NS (NT2)	63,9 <sup>Bb</sup> ± 5,31	84,1 <sup>Aa</sup> ± 0,03	86,6 <sup>Ab</sup> ± 2,65
20% NT + 80% NS (NT3)	66,4 <sup>Cb</sup> ± 0,18	92,2 <sup>Bc</sup> ± 0,20	98,3 <sup>Aa</sup> ± 1,02
30% NT + 70% NS (NT4)	66,9 <sup>Cb</sup> ± 0,61	91,4 <sup>Bbc</sup> ± 0,17	96,3 <sup>Aa</sup> ± 3,16
40% NT + 60% NS (NT5)	53,5 <sup>Cc</sup> ± 4,81	90,3 <sup>Ba</sup> ± 0,08	98,1 <sup>Aa</sup> ± 0,61
50% NT + 50% NS (NT6)	33,5 <sup>Bd</sup> ± 3,22	89,8 <sup>Aa</sup> ± 1,15	90,3 <sup>Ab</sup> ± 2,04

*Trong cùng một thời điểm thu mẫu, các chữ cái a, b, c, d khác nhau chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức theo kiểm định Tukey HSD ở mức 5%. Trong cùng một nghiệm thức, các chữ cái A, B, C khác nhau chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 3 thời điểm thu mẫu theo kiểm định Tukey HSD ở mức 5%.*

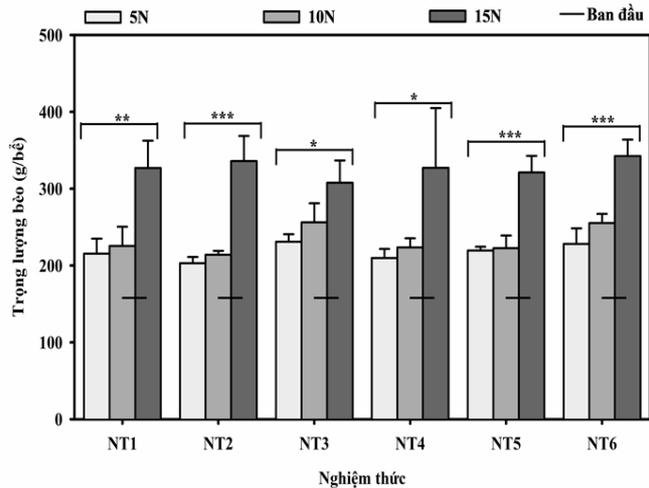
Tóm lại, những kết quả trên phản ánh quá trình hấp thu và chuyển hóa chất hữu cơ, N và P diễn ra liên tục theo thời gian trong hệ thống xử lý. Sự khác biệt giữa các nghiệm thức chủ yếu phản ánh vai trò nồng độ chất ô nhiễm trong nước thải. Nghiệm thức có nồng độ chất ô nhiễm thấp có tỷ lệ NT thấp (NT1, NT2), ban đầu có hiệu suất xử lý COD và TIN cao hơn một số nghiệm thức có tỷ lệ NT cao, có thể do môi trường nước duy trì DO tốt hơn, thuận lợi cho hoạt động của vi sinh vật và hấp thu chất dinh dưỡng bởi cây thủy sinh. Ngược lại, nghiệm thức có tỷ lệ NT cao (NT6) ban đầu có hiệu suất thấp, có thể do hàm lượng chất hữu cơ cao gây thiếu oxy cục bộ, hạn chế hoạt động vi sinh vật phân hủy COD. Tuy nhiên, sau 15 ngày, hệ thống thích nghi, hiệu suất tăng đáng kể, chứng tỏ cây và vi sinh vật dần ổn định. Các nghiệm thức trung gian, đặc biệt NT5 đạt hiệu

suất xử lý COD, TIN, TP cao nhất, cho thấy tỷ lệ pha loãng tối ưu cân bằng giữa nguồn chất hữu cơ và dinh dưỡng dồi dào và môi trường nước ổn định, tạo điều kiện thuận lợi cho cả vi sinh vật phân hủy và cây thủy sinh hấp thu dinh dưỡng. Xu hướng này phù hợp với cơ chế xử lý trong hệ thống thực vật thủy sinh, trong đó cây hấp thu chất dinh dưỡng, vi sinh vật phân hủy COD và P, đồng thời quá trình thích nghi theo thời gian giúp nâng cao hiệu suất xử lý [25, 26]. Nhìn chung, kết quả cho thấy, cả thời gian xử lý và nồng độ chất ô nhiễm đầu vào đều ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất xử lý COD, TIN, TP, với nồng độ chất ô nhiễm đầu vào trung bình (NT3, NT4, NT5 có giá trị COD, TIN, TP khoảng 216,0 - 248,0; 13,9 - 29,7; 5,2 - 8,3 mg/L) là tối ưu, phù hợp cho các hệ thống kết hợp xử lý đồng thời COD, TIN, TP trong nước thải bằng thực vật thủy sinh.

Dựa trên lưu lượng nước thải sau biogas của hộ nuôi 7 con heo (250 L/ngày) và thời gian lưu 15 ngày, thể tích xử lý cần thiết là 3,75 m<sup>3</sup>. Khi áp dụng theo các tỷ lệ pha loãng hiệu quả nhất (NT3 - NT5, tương ứng 20 - 40% NT với hiệu suất xử lý sau 15 ngày đạt 75,6 - 82,8% COD; 99,0 - 99,1% TIN và TP 96,3 - 98,3% TP), thể tích hệ thống thực tế cần đạt 9,4 - 18,8 m<sup>3</sup>, tùy tỷ lệ pha loãng. Với mực nước vận hành 0,8 - 1,0 m, diện tích ao cần bố trí chỉ khoảng 9 - 23 m<sup>2</sup>, phù hợp với điều kiện hộ gia

đình. Mật độ bèo từ thí nghiệm ( $\approx 1,13 \text{ kg/m}^2$ ) được quy đổi cho quy mô hộ gia đình, cần khoảng 10 - 26 kg bèo cho mỗi hệ thống. Các nghiệm thức NT3 - NT5 cũng cho thấy mô hình hoàn toàn phù hợp để áp dụng thực tế cho hộ chăn nuôi nhỏ lẻ sau biogas, với diện tích nhỏ và hiệu quả xử lý ổn định.

**3.5. Sinh trưởng của bèo tai chuột ở các nghiệm thức**



**Hình 6. Sinh trưởng của bèo tai chuột ở các nghiệm thức tỷ lệ pha loãng theo thời gian**

*Ghi chú: 5% NT + 95% NS (NT1); 10% NT + 90% NS (NT2); 20% NT + 80% NS (NT3); 30% NT + 70% NS (NT4); 40% NT + 60% NS (NT5); 50% NT + 50% NS (NT6).*

Khối lượng tươi bèo tai chuột tăng dần theo thời gian và đạt giá trị cao nhất sau 15 ngày ( $p < 0,05$ ; hình 6), phản ánh rõ quá trình sinh trưởng phát triển của cây qua thời gian. Sau 5 ngày xử lý, khối lượng tươi của bèo trung bình là 204,7 - 232,3 g/bể, tăng 1,3 - 1,5 lần so với khối lượng cây ban đầu (158 g/bể), cho thấy bèo nhanh chóng thích nghi với môi trường nước thải và bước vào pha sinh trưởng tích cực. Đến thời điểm 10 ngày, khối lượng tươi bèo tiếp tục gia tăng, đạt 215,7 - 256,7 g/bể (tăng 1,4 - 1,6 lần so với cây ban đầu); tuy nhiên sự khác biệt về khối lượng tươi giữa thời điểm 5 và 10 ngày chưa thật sự rõ rệt, vì đây là giai đoạn ổn định sinh lý khi bèo tập trung hoàn thiện hệ rễ và mô sinh dưỡng để thích nghi với điều kiện môi trường, trong giai đoạn này, bèo ưu tiên phát triển cấu trúc sinh học hơn là gia tăng nhanh sinh khối. Đến giai đoạn 10 - 15 ngày, bèo đã thích nghi hoàn toàn và bước vào giai đoạn sinh trưởng mạnh, đạt 309,0 - 343,8 g/bể, tương ứng tốc độ tăng sinh

khối 10,0 - 12,3 g/ngày, tăng gấp 2,08 - 2,18 lần so với cây ban đầu. Giai đoạn này trùng hợp với sự suy giảm rõ rệt nồng độ các chất ô nhiễm hữu cơ và dinh dưỡng trong nước thải được ghi nhận ở trên, cho thấy khi bèo bước vào pha sinh trưởng mạnh, khả năng hấp thu và tích lũy các hợp chất chứa nitơ và phospho cũng được tăng cường. Kết quả nghiên cứu của Nguyễn Trí Thức và cs (2020) [2] cho thấy, tốc độ tăng sinh khối của bèo tai tượng chỉ tăng 4,83 - 7,07 mg/ngày và không có sự khác biệt giữa các nồng độ pha loãng, cho thấy tốc độ sinh trưởng và tích lũy sinh khối của bèo tai tượng tương đối chậm. Ngược lại, bèo tai chuột thể hiện tốc độ tăng sinh khối vượt trội và khả năng bao phủ bề mặt nước nhanh, qua đó gia tăng diện tích tiếp xúc giữa hệ rễ và nước thải, góp phần nâng cao hiệu quả loại bỏ các chất ô nhiễm và khẳng định tiềm năng ứng dụng của bèo tai chuột trong các hệ thống xử lý nước thải sinh học quy mô hộ gia đình. Việc sử dụng loài này không

những giúp cải thiện chất lượng nước thải nhờ hấp thu các chất ô nhiễm mà còn góp phần tạo nguồn sinh khối sinh học có thể tái sử dụng làm phân bón hữu cơ hoặc nguyên liệu cho sản xuất năng lượng sinh học, mở ra hướng đi bền vững trong quản lý và tái chế chất thải nông nghiệp.

#### **4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ**

Hệ thống xử lý nước thải sau biogas bằng bèo tai chuột cho thấy sau 15 ngày vận hành, các chỉ tiêu chất lượng nước đầu ra gồm pH, COD, TP đều đạt trong giới hạn cho phép theo QCVN 62:2025/BTNMT cột B. Hiệu suất xử lý COD, TIN, TP của các nghiệm thức cho thấy, hệ thống bèo tai chuột hoạt động hiệu quả, trong đó các nghiệm thức có tỷ lệ pha loãng trung bình NT3, NT4, NT5 đạt hiệu suất xử lý cao nhất khi xử lý đồng thời cả ba thông số. Nước thải có nồng độ chất ô nhiễm ở mức vừa phải với COD, TIN, TP, tương ứng khoảng 216,0 - 248,0; 13,9 - 29,7; 5,2 - 8,3 mg/L tại NT3, NT4, NT5 là tối ưu cho quá trình hấp thu chất dinh dưỡng của bèo tai chuột, cũng như các hoạt động vi sinh vật cộng sinh, giúp hệ thống vận hành ổn định và đạt hiệu quả xử lý cao. Khối lượng tươi của bèo tai chuột tăng gấp 2,08 - 2,18 lần sau 15 ngày và các tỷ lệ pha loãng không ảnh hưởng đến sinh trưởng của bèo.

Kết quả nghiên cứu gợi ý rằng, việc ứng dụng bèo tai chuột trong hệ thống VACB tự nhiên tại nông hộ là khả thi; tuy nhiên cần tiếp tục đánh giá trong điều kiện thực tế có biến động về thời tiết, ánh sáng và tải lượng nước thải nhằm xác định khả năng duy trì hiệu suất xử lý lâu dài và tính bền vững của mô hình.

#### **LỜI CẢM ƠN**

*Nghiên cứu này được tài trợ bởi kinh phí đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ cấp cơ sở TSV2025-74, được cấp bởi Đại học Cần Thơ.*

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Nguyễn Trọng Tuyển (2024). Tình hình chăn nuôi lợn của Việt Nam năm 2023. <https://nhachannuoi.vn/tinh-hinh-chan-nuoi-lon-cua-viet-nam-nam-2023/>. Ngày truy cập 01/10/2025.

2. Nguyễn Trí Thức, Võ Hoàng Việt, Nguyễn

Thị Thiên Nhi, Nguyễn Thị Cẩm Nhiên, Võ Thị Diễm Xuân & Ngô Thụy Diễm Trang (2020). Khả năng xử lý nước sau túi ủ biogas của bèo tai tượng (*Pistia stratiotes*) kết hợp nuôi cá sặc rằn (*Trichogaster pectoralis*). *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 16, 27 - 36.

3. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 62:2016/BTNMT về Nước thải chăn nuôi.

4. Vũ Thị Nguyệt, Trần Văn Tựa, Nguyễn Trung Kiên & Đặng Đình Kim (2015). Nghiên cứu sử dụng bèo tây *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms để xử lý nitơ và photpho trong nước thải chăn nuôi lợn sau công nghệ biogas. *Tạp chí Sinh học*, 37(1), 53 - 59.

5. Munfarida I., Auvaria S. W., Suprayogi D. & Munir M. (2020). *Application of Salvinia molesta for water pollution treatment using phytoremediation batch system. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 493(1), 012002. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/493/1/012002>

6. Ahmad M. I., Abdullah S., Hassan H., Abdul, R. R. (2017). Screening of tropical native aquatic plants for polishing pulp and paper mill final effluent. *Malaysian. J. Anal. Sci.*, 21, 105 - 112.

7. Mishra, S., Tripathi, B. D. & Srivastava, S. (2018). Potential of aquatic macrophytes (*Salvinia molesta*) for phytoremediation of textile wastewater. *Journal of Environmental Management*, 210, 82 - 90. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.01.016>

8. Kumar, S. & Deswal, S. (2020). Phytoremediation capabilities of *Salvinia molesta*, water hyacinth, water lettuce and duckweed to reduce phosphorus in rice mill wastewater. *Int. J. Phytoremediation.*, 1 - 13. DOI: 10.1080/15226514.2020.1731729.

9. Hauwa, M. M. & Gasim, H. (2020). Performance of *Pistia stratiotes*, *Salvinia molesta* and *Eichhornia crassipes* aquatic plants in the tertiary treatment of domestic wastewater with varying retention times. *Appl. Sci.*, 10, 9105. DOI:10.3390/app10249105.

10. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN

62:2025/BTNMT về Nước thải chăn nuôi.

11. Nguyễn Thị Hồng Nho, Trương Quốc Phú & Phạm Thanh Liêm (2021). Hiệu quả xử lý nước thải nuôi cá tra vàng (*Clarias macrocephalus*) thâm canh bằng hệ thống thực vật thủy sinh. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ*, 57, 1 - 9.

12. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Control Federation (WCF) (1998). *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 20th ed. Washington D.C., USA.

13. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 08:2023/BTNMT về Chất lượng nước mặt.

14. Sajna. N., Urek. T., Kušar. P. & Šipek. M. (2023). The importance of thermally abnormal water for bioinvasions - A case study of *Pistia stratiotes*. *Diversity*, 15(3), 2 - 22. <https://doi.org/10.3390/d15030421>.

15. Nguyễn Văn Công, Trần Thị Ngọc Chiém, Nguyễn Hữu Chiém, Nguyễn Xuân Hoàng & Seishu Tojo (2021). Loại bỏ nitrat trong nước bằng bèo tai tượng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 11(132), 122 - 127.

16. Nguyễn Bá (1977). *Hình thái học thực vật* (Tập 1). Nxb Đại học và Trung học Chuyên nghiệp, Hà Nội. 258 trang.

17. Brix, H. (1997). Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands? *Water Science and Technology*, 35, 11 - 17. [https://doi.org/10.1016/S0273-1223\(97\)00047-4](https://doi.org/10.1016/S0273-1223(97)00047-4).

18. Mustafa. H. M. & Hayder. G. (2021). Performance of *Salvinia molesta* plants in tertiary treatment of domestic. *Heliyon*, 7(1), e06040. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06040>.

19. Võ Thị Phương Thảo & Ngô Thụy Diễm Trang (2025). Tiềm năng giảm ô nhiễm trong nước thải đô thị của năm loài hoa kiểng trong điều kiện thí nghiệm. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 61, 120 - 132. <https://doi.org/10.22144/ctujos.2025.063>.

20. Nguyễn Tiến Đạt, Võ Thị Phương Thảo,

Quách Ngọc Ngân Khánh, Phan Văn Nhiệm, Trần Lê Minh Luân, Trần Hải Anh & Ngô Thụy Diễm Trang (2025). Ảnh hưởng của mật độ cây bách thủy tiên (*Echinodorus cordifolius*) đến khả năng sinh trưởng và hiệu suất xử lý nước thải đô thị. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 23(4), 420 - 429. <https://doi.org/10.31817/tckhnnvn>.

21. Thái Văn Anh & Lê Thị Cẩm Chi (2016). Nghiên cứu khả năng xử lý nước thải sinh hoạt bằng mô hình đất ngập nước nhân tạo dùng Sậy, Nén, Vetiver. *Tạp chí Khoa học Công nghệ và Thực phẩm - Chuyên san Công nghệ Sinh học và Kỹ thuật Môi trường*, 53 - 60.

22. Lê Diễm Kiều, Phạm Quốc Nguyên, Trần Thị Huỳnh Như & Ngô Thụy Diễm Trang (2015). Diễn biến thành phần đạm của nước thải ao nuôi thâm canh cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) trong điều kiện thủy canh cỏ mồm mỡ (*Hymenachne acutigluma*). *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ*, 80 - 87.

23. Panrare A., Tondee T. & Sohsalam P. (2016). Effect of plant density in constructed wetland on domestic wastewater treating efficiency. *International Journal of Applied and Physical Sciences*, 2(1), 7 - 12.

24. Correll, D. L. (1998). *The role of phosphorus in the eutrophication of receiving waters: A review*. *Journal of Environmental Quality*, 27(2), 261 - 266.

25. Shah, M., Hashmi, H. N., Ali, A. & Ghumman, A. R. (2014). Performance assessment of aquatic macrophytes for treatment of municipal wastewater. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 106 - 117. <https://doi.org/10.1186/2052-336X-12-106>.

26. Sudiarto, S. I. A., Renggaman, A. & Choi, H. L. (2019). Floating aquatic plants for total nitrogen and phosphorus removal from treated swine wastewater and their biomass characteristics. *Journal of Environmental Management*, 231, 763 - 769. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.070>.

**EFFECT OF NITROGEN AND PHOSPHORUS CONCENTRATIONS ON THE TREATMENT EFFICIENCY OF BIOGAS EFFLUENT OF GIANT SALVINIA (*Salvinia molesta*)**

**Ton Thien Giap<sup>1</sup>, Vo Thi Phuong Thao<sup>1</sup>, Nguyen Ngoc Han<sup>1</sup>, Pham Thi Han<sup>1</sup>,  
Le Minh Duy<sup>1</sup>, Tran Khanh Vi<sup>1</sup>, Ngo Thuy Diem Trang<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*College of Environment and Natural Resources, Can Tho University*

**Abstract**

The study was conducted to determine the potential of giant salvinia (*Salvinia molesta*) for treating biogas effluent. The experiment was conducted in a nethouse with 6 treatments, which were the dilution ratio of biogas effluent (NT) from pig farms with river water (NS), including of 5% NT + 95% NS (NT1), 10% NT + 90% NS (NT2), 20% NT + 80% NS (NT3), 30% NT + 70% NS (NT4), 40% NT + 60% NS (NT5) and 50% NT + 50% NS (NT6). The treatments were arranged in a completely randomized design with 3 replications. A plant weight of 158 g/tank (equivalent to 158 g for 0.15 m<sup>2</sup> of treatment area) was applied to treat wastewater with each tank volume of 35 L (25 cm). The hydraulic retention time in the system was set for 15 days and water samples were collected at each every 5 days. After 15 days of operation, the treated water quality parameters including pH, COD and TP were all within the allowable limits according to QCVN 62:2025/BTNMT (column B). The COD removal efficiency of the treatments NT1, NT2, NT3, NT4, NT5, NT6 were 77.2; 72.1; 79.4; 75.6; 82.8; 72.5%, respectively. Similarly, the total inorganic nitrogen (TIN) removal efficiency were 98.1; 98.4; 98.8; 99.0; 99.1; 98.6% and TP was removed with the respective efficiencies of 96.5; 86.6; 98.3; 96.3; 98.1; 90.3%. In which, the NT3, NT4, NT5 treatments simultaneously provided the highest COD, TIN, TP removal efficiency. This shows that the inlet concentrations of about 216.0 - 248.0 mg COD/L, 13.9 - 29.7 mg TIN/L, 5.2 - 8.3 mg TP/L of NT3, NT4, NT5 treatments are optimal for the absorption activity of giant salvinia as well as symbiotic microbial processes, helping the system operate stably and achieve outstanding treatment efficiency. Giant Salvinia fresh weight was increased 2.08 - 2.18 times after 15 days and the dilution ratios did not affect the plant growth. Using giant salvinia for wastewater treatment is an effective, low-cost biological solution, easy to apply for households in the Mekong delta in the VACB model.

**Keywords:** *Salvinia molesta, nitrogen, removal efficiency, biogas effluent, phosphorus.*

**Ngày nhận bài:** 6/10/2025

**Ngày chuyển phản biện:** 10/10/2025

**Ngày thông qua phản biện:** 5/11/2025

**Ngày duyệt đăng:** 20/11/2025

# ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA CHẤT LƯỢNG DỊCH VỤ ĐẾN SỰ HÀI LÒNG CỦA KHÁCH HÀNG TẠI CÔNG TY CỔ PHẦN CẤP NƯỚC TRÀ NÓC - Ô MÔN, THÀNH PHỐ CẦN THƠ

Phan Nhật Khang<sup>1,2</sup>, Trịnh Công Đoàn<sup>1,2</sup>, Đặng Như Ý,  
Võ Quốc Thành<sup>3</sup>, Huỳnh Vương Thu Minh<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup> Sinh viên ngành Kỹ thuật cấp thoát nước, Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup> Công ty Cổ phần Cấp nước Trà Nóc - Ô Môn

<sup>3</sup> Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Đại học Cần Thơ

\*Email: hvtminh@ctu.edu.vn

## TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá tác động của các yếu tố chất lượng dịch vụ đến sự hài lòng của khách hàng đối với dịch vụ cấp nước tại Công ty Cổ phần Cấp nước Trà Nóc - Ô Môn. Xuất phát từ thực tế Công ty còn tồn tại nhiều hạn chế như: Thất thoát nước cao, áp lực nước không ổn định, thủ tục phức tạp và dịch vụ chăm sóc khách hàng tốt nhưng tính chuyên nghiệp còn hạn chế, nghiên cứu sử dụng mô hình SERVQUAL điều chỉnh phù hợp với bối cảnh Việt Nam. Phương pháp nghiên cứu kết hợp định tính và định lượng, thực hiện khảo sát 70 hộ dân đang sử dụng dịch vụ cấp nước. Sử dụng kiểm định Cronbach's Alpha, phân tích nhân tố khám phá (EFA) và hồi quy tuyến tính đa biến bằng phần mềm XLSTAT. Kết quả cho thấy, mô hình phù hợp và giải thích được 51,9% sự biến thiên của sự hài lòng ( $R^2$  hiệu chỉnh = 0,519). Ba yếu tố có tác động tích cực đến sự hài lòng gồm: Phương tiện hữu hình, sự tin cậy và tính chuyên nghiệp, độ an toàn. Từ kết quả nghiên cứu cho thấy, Công ty Cổ phần Cấp nước Trà Nóc - Ô Môn cần tập trung nâng cấp cơ sở hạ tầng, tăng tính chuyên nghiệp và đảm bảo chất lượng nguồn nước; đồng thời đơn giản hóa quy trình và cải thiện thái độ phục vụ để nâng cao sự hài lòng của khách hàng và phát triển bền vững trong tương lai.

**Từ khóa:** Cấp nước đô thị, chất lượng dịch vụ, mô hình SERVQUAL, phân tích nhân tố khám phá, sự hài lòng khách hàng.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nước sinh hoạt là một nhu cầu cần thiết trong cuộc sống và sức khỏe của con người, vì vậy việc khai thác và sử dụng các nguồn nước sạch phục vụ nhu cầu của người dân là vấn đề vô cùng cấp thiết [1]. Nước sạch là nguồn tài nguyên quý giá và đóng vai trò thiết yếu trong đời sống, sức khỏe con người cũng như sự phát triển kinh tế - xã hội. Trong bối cảnh biến đổi môi trường và đô thị hóa nhanh chóng, việc khai thác, sử dụng hợp lý và tiết kiệm nguồn nước sạch trở thành vấn đề cấp bách. Theo ước tính của Ủy ban Liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC), tác động đến tài nguyên nước

sẽ làm thay đổi các kiểu thời tiết, gia tăng các hiện tượng thời tiết cực đoan và gia tăng căng thẳng về nước [2, 3]. Tuy nhiên, hiện nay vẫn tồn tại tình trạng người dân sử dụng nước lãng phí, chưa nhận thức đầy đủ về giá trị của nước và những hậu quả nghiêm trọng do khan hiếm hay ô nhiễm nguồn nước gây ra.

Hiện nay, trong nền kinh tế thị trường, chất lượng dịch vụ là yếu tố then chốt giúp doanh nghiệp nâng cao năng lực cạnh tranh và phát triển bền vững, đặc biệt với các đơn vị cung cấp dịch vụ công như ngành cấp nước. Việc cung cấp nước sạch không chỉ đáp ứng nhu cầu thiết yếu mà còn

góp phần bảo vệ sức khỏe cộng đồng, nâng cao chất lượng cuộc sống và thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội của địa phương. Tuy nhiên, do quá trình công nghiệp hóa và biến đổi khí hậu, nhiều nguồn nước tự nhiên như sông, giếng đã bị suy giảm chất lượng, không còn đảm bảo cho nhu cầu sinh hoạt và sản xuất [4]. Vì vậy, đảm bảo nguồn cung cấp nước sạch, ổn định và bền vững cho người dân là nhiệm vụ hết sức cần thiết.

Công ty Cổ phần Cấp nước Trà Nóc - Ô Môn, thuộc hệ thống cấp nước đô thị, có nhiệm vụ cung cấp nước sinh hoạt và sản xuất cho khu vực phường Trà Nóc và vùng lân cận. Trong những năm gần đây, cùng với tốc độ đô thị hóa và sự gia tăng dân số, yêu cầu của khách hàng về chất lượng dịch vụ nước sạch ngày càng cao. Tuy nhiên, Công ty vẫn đang đối mặt với nhiều hạn chế như: Tỷ lệ thất thoát nước cao, áp lực nước không ổn định, thủ tục hành chính còn phức tạp, chất lượng phục vụ chưa đồng đều và công tác chăm sóc khách hàng chưa thật sự chuyên nghiệp. Vì vậy, việc nghiên cứu tác động của chất lượng dịch vụ đến sự hài lòng của khách hàng tại Công ty Cổ phần Cấp nước Trà Nóc - Ô Môn là cần thiết và có ý nghĩa thực tiễn sâu sắc. Kết quả nghiên cứu sẽ giúp Công ty xác định rõ các yếu tố ảnh hưởng đến sự hài lòng của khách hàng, từ đó đề xuất các giải pháp cụ thể nhằm nâng cao chất lượng dịch vụ, củng cố uy tín, xây dựng thương hiệu và tạo dựng mối quan hệ bền vững với người tiêu dùng. Đồng thời, nghiên cứu này cũng góp phần bổ sung cơ sở lý luận và thực tiễn cho lĩnh vực quản lý dịch vụ công, đặc biệt trong ngành cấp nước đô thị tại Việt Nam hiện nay.

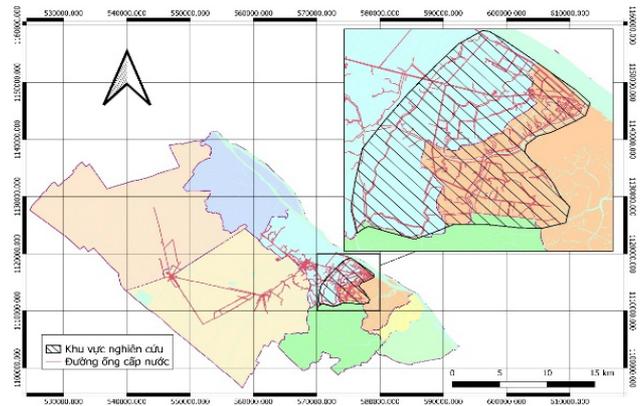
## **2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.1. Giới thiệu vùng nghiên cứu**

Khu vực nghiên cứu thuộc phường Phước Thới và Thới An Đông, thành phố Cần Thơ, có vị trí thuận lợi ven sông Hậu và nằm dọc các trục giao thông quan trọng (Hình 1). Phạm vi bao gồm các tuyến đường: Nguyễn Văn Linh (QL91B), Nguyễn Chí Thanh (TL917), Trương Văn Diễn, Tôn Đức Thắng (QL91), TL920, TL923. Đây là các tuyến cấp nước do Công ty Cổ phần Cấp nước Trà Nóc - Ô Môn quản lý, đóng vai trò quan trọng

trong việc cung cấp nước sinh hoạt và sản xuất cho khu vực đô thị - công nghiệp trọng điểm trực thuộc của thành phố Cần Thơ.

Tại khu vực phường Trà Nóc có địa hình bằng phẳng, thuận lợi cho phát triển đô thị và công nghiệp. Nơi đây tập trung hai khu công nghiệp lớn là Trà Nóc I và Trà Nóc II, là trung tâm sản xuất, chế biến quan trọng của thành phố Cần Thơ. Dân cư sinh sống đông đúc quanh các tuyến đường chính và chợ Trà Nóc, chủ yếu làm việc trong các lĩnh vực công nghiệp, thương mại và dịch vụ.



**Hình 1. Hệ thống mạng lưới cấp nước và khu vực khảo sát**

### **2.2. Cơ sở lý thuyết**

Nghiên cứu được thiết kế theo hướng kết hợp định tính và định lượng, triển khai theo trình tự tuần tự khám phá - kiểm định [5]. Ở giai đoạn đầu, thảo luận nhóm với các cán bộ chuyên trách và người sử dụng dịch vụ được thực hiện để xác định các yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến sự hài lòng. Tiếp đó, phương pháp định lượng được áp dụng nhằm đo lường và kiểm định mô hình lý thuyết thông qua khảo sát mẫu lớn, sử dụng thang đo Likert 5 mức độ [6]. Lý do nghiên cứu lựa chọn thang đo này là do tính phổ biến và thang đo có khả năng phản ánh nhiều cảm xúc khác nhau của người được hỏi [7, 8]. Cách tiếp cận này cung cấp bằng chứng định lượng khái quát và chiều sâu (quan điểm chất lượng) và phù hợp với các nghiên cứu xã hội học quản trị [9]. Ngoài ra, thiết kế nghiên cứu mang tính cắt ngang, với dữ liệu được thu thập tại một thời điểm cụ thể.

#### *2.2.1. Xây dựng mô hình và biến đo lường*

##### *- Cơ sở lý thuyết của mô hình*

Việc xây dựng mô hình nghiên cứu được kế thừa và phát triển từ khung lý thuyết về chất lượng dịch vụ và sự hài lòng của khách hàng. Mô hình SERVQUAL được đề xuất bởi Parasuraman và cs (1988) [10], đã được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực dịch vụ. Theo Parasuraman và cs (1988) [10], chất lượng dịch vụ được hình thành từ 5 thành phần độc lập chính, bao gồm 5 đặc điểm được thể hiện ở hình 2.

Sự hài lòng (SAT) được định nghĩa như là “phản ứng cảm xúc của khách hàng sau khi so sánh giữa kỳ vọng trước khi sử dụng và trải nghiệm thực tế nhận được” bị ảnh hưởng bởi những yếu tố này [11]. Khách hàng sẽ trở nên hài lòng hơn khi chất lượng dịch vụ được đánh giá cao hơn hoặc tương đương với kỳ vọng [12]. Sự hài

lòng được đánh giá dựa trên mức độ thỏa mãn chung của người dân khi sử dụng dịch vụ, là biến phụ thuộc chính của mô hình. Năm biến độc lập, được sửa đổi để phù hợp với bối cảnh dịch vụ công tại Việt Nam.

*- Thang đo các biến nghiên cứu*

Dựa trên khung lý thuyết SERVQUAL các nghiên cứu ứng dụng tại Việt Nam [13, 14] đã phát triển bộ thang đo điều chỉnh nhằm phản ánh đặc thù của dịch vụ cấp nước sinh hoạt. Tất cả các biến quan sát được đo lường bằng thang Likert 5 mức độ (1 = Hoàn toàn không đồng ý → 5 = Hoàn toàn đồng ý) (Bảng 1). Bộ thang đo được chia thành 5 nhóm nhân tố độc lập (REL, RES, ASS, EMP, TAN) và một nhân tố phụ thuộc (SAT).

**Bảng 1. Thang đo chính thức các biến nghiên cứu**

Mã biến	Nhân tố	Phát biểu đo lường
REL1, 2	Sự tin cậy	Phí dịch vụ hợp lý; thông tin truyền đạt đáng tin cậy
REL3, 4	Sự tin cậy	Luôn thực hiện đúng cam kết; khắc phục sự cố nhanh, không để ra sai sót
REL5	Sự tin cậy	Đồng hồ đo nước chính xác
RES1, 2	Khả năng đáp ứng	Nhân viên luôn sẵn sàng phục vụ; nhiệt tình trợ giúp khách hàng về thủ tục
RES3, 4	Khả năng đáp ứng	Giờ làm việc thuận tiện cho khách hàng; thời gian giao dịch nhanh chóng
RES5	Khả năng đáp ứng	Nhân viên luôn kịp thời đáp ứng yêu cầu khách hàng
ASS1, 2	Sự đảm bảo	An toàn khi giao dịch; nhân viên tạo sự yên tâm cho khách hàng
ASS3, 4	Sự đảm bảo	Nhân viên có kiến thức chuyên môn; nguồn nước luôn được đảm bảo
EMP1, 2	Sự đồng cảm	Luôn tôn trọng khách hàng; luôn quan tâm đến mong muốn của khách hàng
EMP3, 4	Sự đồng cảm	Quan tâm đến khó khăn của khách hàng; hiểu biết về tâm lý khách hàng
TAN1, 2	Phương tiện hữu hình	Nhà máy, trạm cấp nước hiện đại; hệ thống đường ống dẫn nước tốt
TAN3, 4	Phương tiện hữu hình	Đồng phục nhân viên lịch sự, dễ nhận diện; có nhiều chi nhánh/trạm cấp nước
SAT1, 2	Sự hài lòng	Hài lòng đối với quá trình giao dịch; hài lòng đối với các phương tiện hữu hình
SAT3	Sự hài lòng	Hài lòng đối với chất lượng phục vụ

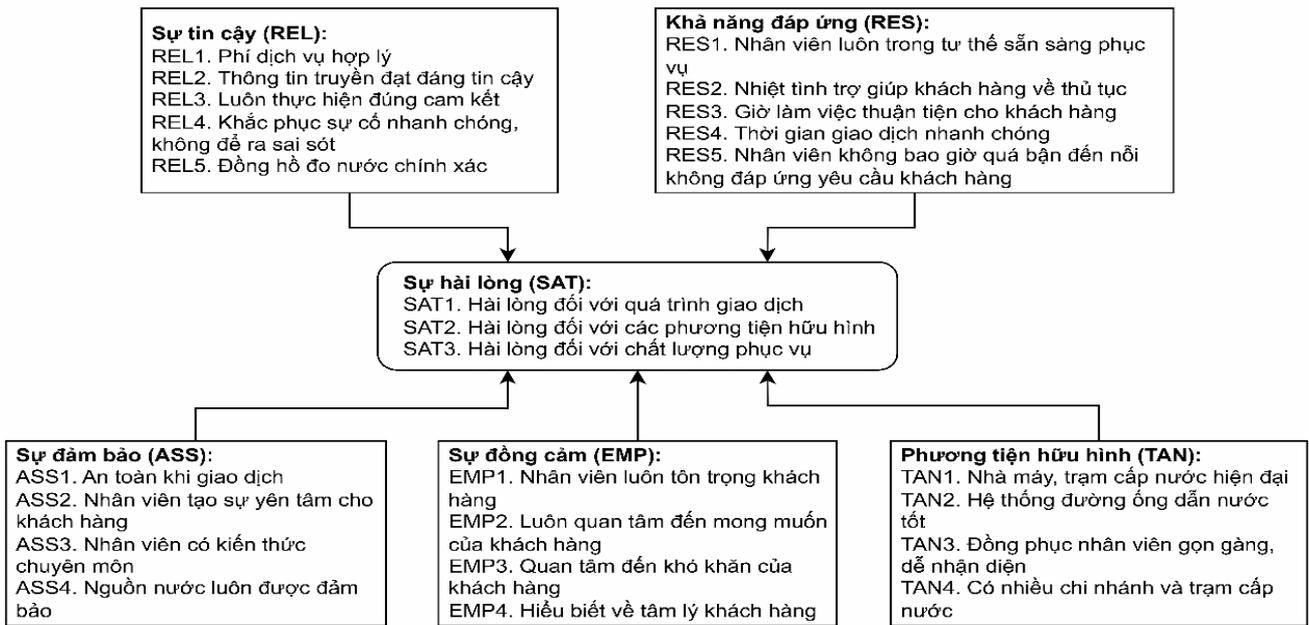
Mỗi nhân tố trong mô hình được đo lường bằng nhiều biến quan sát phản ánh các khía cạnh cụ thể của dịch vụ. Cụ thể, "sự đồng cảm" thể hiện mức độ quan tâm và thấu hiểu của tổ chức với người dân; "sự tin cậy" phản ánh khả năng thực hiện đúng cam kết; "khả năng đáp ứng" biểu hiện sự sẵn sàng phục vụ của nhân viên; "sự đảm bảo" liên quan đến trình độ chuyên môn, thái độ và năng lực tạo niềm tin; "phương tiện hữu hình" bao gồm cơ sở vật chất, trang thiết bị và hình ảnh bên ngoài của tổ chức cung cấp dịch vụ. Mỗi nhân tố được đo lường bằng nhiều biến quan sát phản ánh các khía cạnh cụ thể của dịch vụ. Ví dụ, "sự đồng cảm" đánh giá khả năng hiểu và quan tâm của tổ chức đối với người dân, "sự tin cậy" cho thấy khả năng cung cấp dịch vụ đúng cam kết và "khả năng đáp ứng" cho thấy mức độ sẵn sàng phục vụ của nhân viên. "Sự đảm bảo" thể hiện trình độ chuyên môn, thái độ và khả năng tạo niềm tin. Trong khi

"phương tiện hữu hình" bao gồm cơ sở vật chất, trang thiết bị và hình ảnh bên ngoài của tổ chức cung cấp dịch vụ, "sự đảm bảo" bao gồm thái độ, trình độ chuyên môn và khả năng tạo niềm tin [12].

Biến phụ thuộc của mô hình là mức độ hài lòng tổng thể (SAT), được đo lường thông qua các phát biểu như: "Tôi hài lòng với chất lượng dịch vụ hiện tại" hoặc "Dịch vụ này đáp ứng được mong đợi của tôi". Mô hình lý thuyết được đề xuất:  $SAT = f(REL, RES, ASS, EMP, TAN)$ .

**2.2.2. Mô hình khái niệm nghiên cứu**

Mô hình khái niệm của nghiên cứu được thể hiện ở hình 2, trong đó 5 nhân tố độc lập đại diện cho các khía cạnh của chất lượng dịch vụ được kỳ vọng có ảnh hưởng dương đến sự hài lòng tổng thể của người dân.



**Hình 2. Mô hình nghiên cứu đề xuất**

**2.3. Thu thập dữ liệu và chọn mẫu**

Dữ liệu được thu thập thông qua khảo sát bằng bảng hỏi trực tiếp đối với những người đang sử dụng dịch vụ trong phạm vi nghiên cứu. Phương pháp chọn mẫu được áp dụng là mẫu ngẫu nhiên phân tầng kết hợp mẫu thuận tiện, nhằm bảo đảm tính đại diện và khả năng suy rộng của kết quả nghiên cứu. Cụ thể, tổng thể nghiên cứu được phân tầng theo khu vực địa lý (phường

Phước Thới và Thới An Đông), trong đó mỗi tầng bao gồm các hộ hoặc cơ sở sử dụng nước nằm dọc theo các tuyến đường chính thuộc phạm vi khảo sát. Sau đó, mẫu ngẫu nhiên được chọn trong từng tầng theo tỷ lệ số lượng người sử dụng dịch vụ tại mỗi phường. Trong trường hợp việc chọn ngẫu nhiên gặp khó khăn do hạn chế về thời gian, danh sách người dùng hoặc điều kiện tiếp cận thực tế, phương pháp chọn mẫu thuận tiện được sử dụng -

nghĩa là phỏng vấn trực tiếp các đối tượng dễ tiếp cận và sẵn sàng hợp tác trong phạm vi khu vực nghiên cứu.

Trước khi khảo sát chính thức, đã tiến hành khảo sát thử trên một nhóm nhỏ để đánh giá độ rõ ràng và tính nhất quán của các câu hỏi. Sau khi điều chỉnh thang đo, khảo sát chính thức được triển khai. Kích thước mẫu được xác định dựa trên khuyến nghị của Theo Hair và cs (2009) [15], kích thước mẫu tối thiểu nên đạt 5 lần số biến đo lường để bảo đảm độ tin cậy trong phân tích nhân tố.

Mặc dù cỡ mẫu thu được thấp hơn so với khuyến nghị. Tuy nhiên, nghiên cứu của Comrey và Lee (2013) [16] cho rằng, vẫn đáp ứng yêu cầu về độ tin cậy và được chấp nhận trong các nghiên cứu có phạm vi khảo sát thực tế bị giới hạn. Theo đó, số mẫu từ 50 - 100 vẫn được xem là 'fair' (tạm ổn) trong nghiên cứu xã hội học nếu dữ liệu đạt các tiêu chí KMO > 0,6 và Cronbach's Alpha > 0,7 [16]. Tương tự, kết quả nghiên cứu của Shrestha (2021) [17] cũng nhấn mạnh rằng, mẫu nhỏ vẫn có thể sử dụng trong EFA khi dữ liệu đồng nhất và cấu trúc nhân tố rõ ràng. Vì vậy, với 70 bảng khảo sát hợp lệ, nghiên cứu vẫn đáp ứng yêu cầu về độ tin cậy thống kê.

#### **2.4. Phân tích dữ liệu định lượng**

Phân tích định lượng của nghiên cứu được thực hiện bằng phần mềm XLSTAT. Toàn bộ quy trình bao gồm 3 giai đoạn: Phân tích nhân tố khám phá, kiểm tra độ tin cậy của thang đo và hồi quy tuyến tính đa biến để xác định mức độ ảnh hưởng của từng yếu tố đến sự hài lòng. XLSTAT được lựa chọn vì khả năng tích hợp trực tiếp với phần mềm Excel và hỗ trợ nhiều công cụ phân tích như: Kiểm định Cronbach's Alpha, phân tích nhân tố, hồi quy tuyến tính đa biến và kiểm định giả thuyết thống kê.

##### *2.4.1. Phân tích nhân tố khám phá*

Đầu tiên, độ tin cậy của các thang đo được kiểm định thông qua hệ số Cronbach's Alpha, nhằm loại bỏ các biến có hệ số tương quan biến - tổng nhỏ hơn 0,3 [18]. Các thang đo có Cronbach's Alpha  $\geq$  0,7 được xem là đạt độ tin cậy. Tiếp theo, phân tích nhân tố khám phá được thực hiện để rút gọn tập hợp biến và xác định cấu trúc tiềm ẩn của

các nhân tố. Trước khi tiến hành phân tích khám phá, kiểm định Kaiser - Meyer - Olkin và kiểm định Barlett được sử dụng để đánh giá mức độ thích hợp của dữ liệu. Giá trị KMO trong khoảng 0,5 - 1 và Sig. Bartlett < 0,05 chứng tỏ dữ liệu phù hợp cho phân tích nhân tố.

Khi thực hiện EFA trong XLSTAT, phương pháp trích hệ số thường sử dụng là Principal Factor Analysis (PFA) với phép quay Varimax nhằm tối đa hóa khả năng phân biệt giữa các nhân tố. Các biến có hệ số tải nhân tố dưới 30% sẽ bị loại và tổng phương sai đạt từ 50% trở lên, đảm bảo mô hình đo lường giải thích tốt cấu trúc dữ liệu [15].

##### *2.4.2. Hồi quy tuyến tính để kiểm định mối quan hệ*

Sau khi xác định được các nhân tố chính, nghiên cứu tiến hành hồi quy tuyến tính đa biến để đánh giá mức độ ảnh hưởng của từng nhân tố độc lập đến biến phụ thuộc - sự hài lòng (SAT). Mô hình hồi quy có dạng tổng quát theo phương trình 1.

$$\text{Sự hài lòng (SAT)} = \beta_0 + \beta_1\text{REL} + \beta_2\text{RES} + \beta_3\text{ASS} + \beta_4\text{EMP} + \beta_5\text{TAN} + \epsilon \quad (1)$$

Trong đó, các hệ số  $\beta$  phản ánh cường độ và chiều hướng tác động của từng nhân tố độc lập lên sự hài lòng. Mô hình được kiểm định qua các chỉ số thống kê: Giá trị Sig.F < 0,05 thể hiện mô hình phù hợp; hệ số xác định  $R^2$  hiệu chỉnh cho biết tỷ lệ biến thiên của sự hài lòng được giải thích bởi các biến độc lập; chỉ số VIF < 2 đảm bảo không xảy ra hiện tượng đa cộng tuyến và hệ số Durbin - Watson nằm trong khoảng [1,5; 2,5], cho thấy mô hình không có sự tương quan phần dư. Kết quả phân tích hồi quy cho phép xác định nhân tố nào có ảnh hưởng mạnh nhất đến sự hài lòng của người dân, từ đó làm cơ sở cho các đề xuất giải pháp cải thiện chất lượng dịch vụ trong thực tiễn.

### **3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN**

#### **3.1. Thông tin cơ bản về người được phỏng vấn**

Nghiên cứu được thực hiện nhằm tìm hiểu đặc điểm của các hộ dân trong khu vực do Công ty Cổ phần Cấp nước Trà Nóc - Ô Môn cung cấp nước. Dữ liệu được thu thập thông qua khảo sát và phỏng vấn ngẫu nhiên 70 hộ dân trong phạm vi cấp nước của Công ty, đảm bảo tính khách quan và

đại diện cho cộng đồng địa phương. Kết quả cho thấy, nhóm tuổi 36 - 45 chiếm 72%, là lực lượng chính trong quản lý và sử dụng nước trong gia đình; trong khi nhóm trên 46 tuổi chiếm 27%. Về nghề nghiệp, lao động tự do chiếm 62%, công nhân

- viên chức chiếm 21% và kinh doanh dịch vụ chiếm 17%, phản ánh cơ cấu nghề nghiệp đa dạng và đặc trưng kinh tế của khu vực khảo sát.

**3.2. Kết quả kiểm định độ tin cậy của tập dữ liệu**

**Bảng 2. Kết quả kiểm định Cronbach các nhân tố**

Nhân tố đánh giá	Số biến	Hệ số Cronbach's Alpha	Hệ số tương quan biến tổng
Sự tin cậy (RLE)	5	0,785	0,486 - 0,716
Sự đáp ứng (RES)	5	0,834	0,565 - 0,710
Sự đảm bảo (ASS)	4	0,768	0,515 - 0,681
Sự đồng cảm (EMP)	4	0,792	0,338 - 0,591
Phương tiện hữu hình (TAN)	4	0,769	0,364 - 0,746
Sự hài lòng (SAT)	3	0,877	0,666 - 0,858

Hệ số Cronbach's Alpha của các nhân tố dao động từ 0,768 - 0,877, đều lớn hơn 0,7, chứng tỏ các thang đo đạt độ tin cậy tốt [16, 18]. Hệ số tương quan biến tổng của các biến quan sát trong từng thang đo đều lớn hơn 0,3, cho thấy không có biến nào là "biến rác" và tất cả đều "đóng góp tích cực" cho thang đo tổng thể (Bảng 2). Do cả 2 tiêu chuẩn trên đều được đáp ứng, toàn bộ các biến quan sát đều được giữ lại để sử dụng cho bước phân tích nhân tố khám phá EFA [17]. Bảng 1 cho thấy các thang đo được sử dụng trong nghiên cứu là đáng tin cậy.

**3.3. Phân tích nhân tố khám phá**

Kiểm định KMO = 0,781 (> 0,5), cho thấy độ lớn của tương quan giữa các biến và thuộc tính được chọn trong mẫu khảo sát đủ điều kiện để thực hiện EFA [17]. Kiểm định về tương quan của các biến khảo sát Bartlett có Sig. < 0,0001, chứng tỏ giả thuyết không có một mối tương quan nào giữa các biến quan sát bị bác bỏ. Kiểm định xác nhận được các biến quan sát có mối tương quan đủ mạnh để phân tích nhân tố. Kết quả cho thấy, 5 nhân tố được trích ra có 4 nhân tố có giá trị riêng lớn hơn 1 và 1 nhân tố chỉ đạt 0,661, đáp ứng tiêu chí của Kaiser (1974) [19]. Phương sai trích tổng cộng của 5 nhân tố đạt được 56,784%, cho thấy 5 nhân tố phân tích đã giải thích hơn một nửa biến thiên của dữ liệu. Đây là mức độ phù hợp cho các nghiên cứu về hành vi và chất lượng dịch vụ [15]. Các hệ số tải nhân tố của từng biến đều lớn hơn

0,45, đảm bảo các biến quan sát có mức độ hội tụ tốt trong cùng một nhân tố.

Căn cứ vào kết quả ma trận tải nhân tố xoay Varimax ở bảng 3 cho thấy, 5 nhóm nhân tố mới được thành lập: Nhân tố 1 (F1) bao gồm các biến RES1 - RES5 và EMP1, thể hiện khả năng sẵn sàng phục vụ, tốc độ xử lý và sự hỗ trợ của nhân viên đối với khách hàng. Các biến này có hệ số tải cao nhất trong toàn bộ mô hình, phản ánh mức độ phản hồi và tác phong phục vụ là yếu tố quan trọng hàng đầu trong cảm nhận chất lượng dịch vụ; nhân tố 2 (F2) gồm: REL1, REL2, REL3, ASS1, tập trung mô tả độ chính xác, tính nhất quán trong việc thực hiện cam kết và khả năng cung cấp dịch vụ đúng như đã hứa, thể hiện niềm tin của khách hàng vào tổ chức cung cấp dịch vụ và tính chuyên nghiệp trong quá trình vận hành; nhân tố 3 (F3) gồm: EMP2, EMP3, EMP4, phản ánh khả năng lắng nghe, thấu hiểu và quan tâm đến nhu cầu riêng của khách hàng, đây cũng là nhóm nhân tố mang tính cảm xúc, thể hiện yếu tố giao tiếp và sự quan tâm cá nhân - đặc trưng của mối quan hệ dịch vụ hướng đến con người; nhân tố 4 (F4) bao gồm: TAN1, TAN2, TAN3, mô tả các yếu tố vật chất như cơ sở hạ tầng, trang thiết bị, đồng phục và diện mạo tổng thể của nhân viên, đại diện cho hiện diện vật lý của dịch vụ đóng vai trò hỗ trợ quan trọng trong việc hình thành ấn tượng ban đầu và cảm nhận chuyên nghiệp của khách hàng; nhân tố 5 (F5) gồm: REL4, ASS2, ASS3, ASS4, TAN4, đại diện cho cảm nhận an toàn, tin cậy và

sự đảm bảo trong quá trình cung cấp dịch vụ, phản ánh khía cạnh tâm lý của khách hàng - sự an tâm khi giao dịch, niềm tin vào năng lực chuyên môn của nhân viên và tính ổn định của hệ thống dịch vụ. Hệ số tải nhân tố của toàn ma trận xoay đạt

41,42% tổng phương sai giải thích, qua đó minh chứng cho sự hội tụ chấp nhận được giữa các biến trong cùng nhân tố và sự phân biệt đủ rõ giữa các nhóm nhân tố. Vì vậy, 5 nhóm nhân tố mới được thể hiện ở bảng 4.

**Bảng 3. Kết quả ma trận nhân tố xoay Varimax trong phân tích EFA**

	F1	F2	F3	F4	F5
RES1	0,464	-0,012	0,295	0,338	0,132
RES2	0,594	0,220	0,143	0,384	0,236
RES3	0,764	0,063	-0,034	0,170	0,066
RES4	0,617	0,145	0,172	0,238	0,353
RES5	0,706	0,124	0,104	0,023	0,092
EMP1	0,543	0,203	0,334	0,077	0,374
REL1	0,152	0,704	0,053	0,063	0,065
REL2	0,077	0,769	0,029	-0,010	0,156
REL3	-0,040	0,663	-0,063	0,246	0,421
ASS1	0,211	0,441	0,122	0,306	0,305
EMP2	0,224	0,434	0,543	0,210	0,020
EMP3	0,036	0,050	0,815	0,049	0,219
EMP4	0,207	-0,059	0,816	0,051	0,180
TAN1	0,103	0,063	0,154	0,786	0,193
TAN2	0,169	0,028	0,099	0,799	0,181
TAN3	0,287	0,222	-0,119	0,635	0,098
REL4	0,249	0,189	0,108	0,302	0,528
REL5	0,105	0,250	0,183	0,336	0,427
ASS2	0,369	0,220	0,245	0,007	0,511
ASS3	0,220	0,263	0,211	0,132	0,609
ASS4	0,059	0,305	0,101	0,333	0,455
TAN4	0,408	-0,150	0,138	0,198	0,430

**Bảng 4. Các biến quan sát được phân thành 5 nhân tố mới**

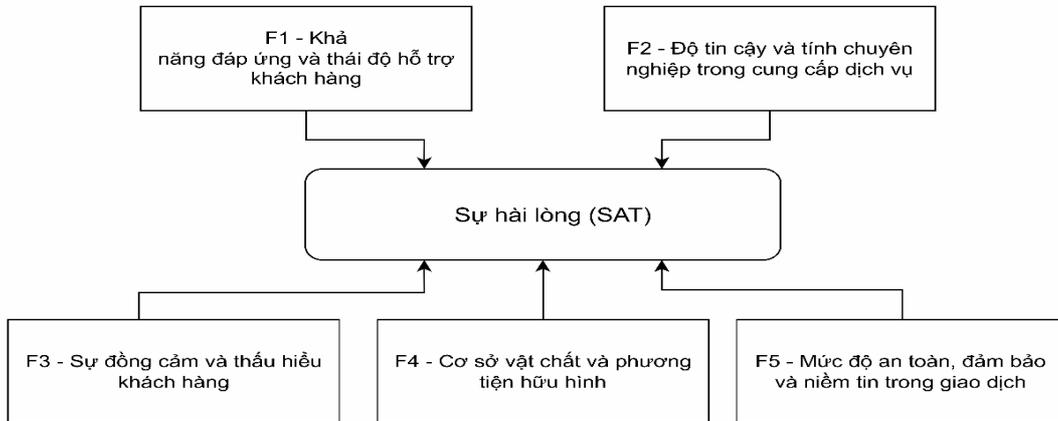
Nhân tố	Biến quan sát	Nội dung đặc trưng
F1	RES1 - RES5, EMP1	Khả năng đáp ứng và thái độ hỗ trợ khách hàng
F2	REL1 - REL3, ASS1	Độ tin cậy và tính chuyên nghiệp trong cung cấp dịch vụ
F3	EMP2 - EMP4	Sự đồng cảm và thấu hiểu khách hàng
F4	TAN1 - TAN3	Cơ sở vật chất và phương tiện hữu hình
F5	REL4, ASS2 - ASS4, TAN4	Mức độ an toàn, đảm bảo và niềm tin trong giao dịch

Vi thế có thể thành lập mô hình nghiên cứu với những nhân tố mới được thể hiện ở hình 3. Thang đo tin cậy (REL) không còn nguyên vẹn, mà bị chia ra và gộp với thang đo đảm bảo (ASS) để tạo thành 2 nhân tố mới (F2 và F5). Thang đo

đáp ứng (RES) vẫn giữ được cốt lõi, nhưng "hút" thêm 1 biến của thang đo đồng cảm (EMP1). Tương tự, thang đo đảm bảo (ASS) bị chia ra và gộp vào 2 nhân tố khác nhau (F2 và F5). Biến EMP1 tách ra nhập vào F1 (đáp ứng), 3 biến còn

lại (EMP2 - EMP4) tự lập thành một nhân tố mới F3. Ba biến đầu của phương tiện hữu hình (TAN1 - TAN3) nhóm thành F4, nhưng biến TAN4 lại tách ra và nhập vào F5. Kết quả tại vùng nghiên cứu

cho thấy, khách hàng nhóm chúng lại theo một logic khác khi đánh giá không hoàn toàn phân biệt rạch ròi 5 yếu tố đó.



**Hình 3. Mô hình nghiên cứu hiệu chỉnh**

**3.4. Phân tích hồi quy tuyến tính đa biến**

Giá trị Sig.F = 0,000 < 0,05, đảm bảo mô hình hồi quy tuyến tính là phù hợp và có ý nghĩa thống kê. Hệ số Durbin-Watson = 1,843, nằm trong khoảng 1,5 - 2,5, chứng minh rằng quy trình phân tích hồi quy không có hiện tượng tự tương quan của sai số. Bảng 5 cho thấy, hệ số VIF của các nhân tố đầu vào F1 - F4 đều nằm trong khoảng < 2, lý tưởng để chứng tỏ không tồn tại hiện tượng đa cộng tuyến giữa các biến độc lập này. Nhưng riêng biến F5 có VIF lên đến 2,288, cao hơn các biến còn lại, song vẫn nằm dưới ngưỡng 5 theo tiêu chuẩn chấp nhận [20]. Điều này cho thấy, F5 có thể có mức tương quan nhất định với một số nhân tố khác, nhưng chưa đủ mạnh để gây sai lệch mô hình.

Trong quá trình lựa chọn mô hình hồi quy, XLSTAT tự động xác định tổ hợp nhân tố có hệ số xác định hiệu chỉnh (Adjusted R<sup>2</sup>) cao nhất nhằm đảm bảo khả năng giải thích tốt nhất cho biến phụ thuộc. Kết quả cho thấy, mô hình tối ưu bao gồm 3 nhân tố: F2, F4, F5, với hệ số R<sup>2</sup> hiệu chỉnh đạt 0,519, nghĩa là các nhân tố này giải thích được 51,9% sự biến thiên của biến phụ thuộc (Bảng 5). Các nhân tố còn lại bị loại khỏi mô hình do khi bổ sung vào, hệ số R<sup>2</sup> giảm, cho thấy chúng không đóng góp thêm ý nghĩa thống kê và có thể gây nhiễu cho mô hình hồi quy. Kết quả phân tích ở bảng 4 cũng cho thấy, các biến được lựa chọn có độ chấp nhận dao động từ 0,437 - 0,693, đều lớn hơn ngưỡng 0,1, cho thấy không tồn tại hiện tượng đa cộng tuyến đáng kể trong mô hình [15].

**Bảng 5. Kết quả phân tích hồi quy tuyến tính**

Nguồn	Hệ số (B)	Sai số chuẩn	Pr >  t	Hệ số thống kê đa cộng tuyến	
				Độ chấp nhận	VIF
Hàng số	0,208	0,429			
F1				0,509	1,966
F2	0,311	0,107	0,005	0,693	1,442
F3				0,741	1,350
F4	0,381	0,097	0,000	0,693	1,443
F5	0,298	0,131	0,027	0,437	2,288

Kết quả hồi quy tuyến tính đa biến cho thấy, F4 (phương tiện hữu hình) có tác động mạnh nhất đến sự hài lòng của khách hàng (B = 0,381), khẳng

định tầm quan trọng của cơ sở vật chất, trang thiết bị và hình ảnh dịch vụ. Nghĩa là khi "cơ sở vật chất" tăng 1 điểm thì "sự hài lòng" tăng 0,368

điểm. Tiếp theo là F2 (sự tin cậy và tính chuyên nghiệp) với  $B = 0,311$ , thể hiện ảnh hưởng tích cực và đáng kể. Khi "độ tin cậy" tăng 1 điểm thì "sự hài lòng" tăng 0,311 điểm. F5 (độ an toàn, đảm bảo và niềm tin giao dịch) cũng có tác động tích cực ở mức khá ( $B = 0,298$ ). Trong khi đó, F1 (khả năng đáp ứng và thái độ hỗ trợ) và F3 (sự đồng cảm, thấu hiểu khách hàng) bị loại khỏi mô hình do không có ý nghĩa thống kê, cho thấy yếu tố này chưa đóng vai trò quan trọng trong cảm nhận hài lòng của khách hàng. Mô hình hồi quy tuyến tính đa biến về sự hài lòng của người dân về dịch vụ cấp nước ở thành phố Cần Thơ được trình bày ở công thức 2. Sự hài lòng =  $0,208 + 0,381 \cdot D4 + 0,311 \cdot D2 + 0,298 \cdot D5$  (2)

Kết quả cho thấy, có sự khác biệt rất lớn so với kết quả nghiên cứu của Quách Bình Long [14], theo đó yếu tố "sự đồng cảm" tác động mạnh nhất đến sự hài lòng và "sự đáp ứng" cũng có ảnh hưởng (mặc dù là thấp nhất). Ngược lại, kết quả nghiên cứu tại phường Trà Nóc cho thấy, cả 2 yếu tố này đều không có ý nghĩa thống kê ( $p$ -value lần lượt là 0,615 và 0,323). Thay vào đó, "phương tiện hữu hình" (cơ sở hạ tầng, trang thiết bị) lại là yếu tố ảnh hưởng mạnh nhất đến sự hài lòng của khách hàng. Sự khác biệt này có thể được lý giải trực tiếp từ bối cảnh và thực trạng của đơn vị cấp nước tại phường Trà Nóc đang đối mặt với các hạn chế kỹ thuật như thất thoát nước cao và áp lực nước không ổn định. Vì thế, khách hàng sẽ tập trung sự quan tâm vào các yếu tố nền tảng là "phương tiện hữu hình" với mong muốn hạ tầng được cải thiện, về sự tin cậy và độ an toàn với mong muốn nước ổn định và sạch. Ngược lại, kết quả nghiên cứu của Quách Bình Long (2023) [14] tại tỉnh An Giang cho thấy, "sự đồng cảm" là quan trọng nhất vì có thể chất lượng hạ tầng và độ tin cậy của dịch vụ tại tỉnh An Giang đã đạt đến một mức độ ổn định chấp nhận được. Tương tự, kết quả nghiên cứu ở khu vực huyện Nhà Bè [21] cho thấy, "sự tin cậy và đảm bảo" là quan trọng nhất, thiên về tính chính xác của dịch vụ (hóa đơn, ghi chỉ số đồng hồ) và sự an tâm, tin tưởng vào nhà cung cấp.

Có nhiều điểm tương đồng nhưng cũng có những khác biệt quan trọng khi so sánh với kết

quả nghiên cứu của Lê Thị Diệu Hiền và cs (2015) [13] tại quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ. Về điểm tương đồng, cả 2 nghiên cứu đều xác định "sự tin cậy" và "phương tiện hữu hình" là các nhân tố có tác động tích cực đến sự hài lòng, khẳng định tầm quan trọng chung của việc cung cấp dịch vụ đúng cam kết và chất lượng cơ sở hạ tầng. Đáng chú ý, cả 2 nghiên cứu đều phát hiện yếu tố "sự đáp ứng" không có ảnh hưởng đến sự hài lòng. Tuy nhiên, sự khác biệt lớn nằm ở thứ tự ưu tiên: Tại vùng nghiên cứu cho thấy, "phương tiện hữu hình" là yếu tố mạnh nhất ( $p = 0,368$ ), trong khi tại quận Ninh Kiều, đây lại là yếu tố tác động thấp nhất ( $p = 0,147$ ) và "sự tin cậy" mới là quan trọng nhất ( $p = 0,317$ ). Hơn nữa, "sự đồng cảm" có tác động tích cực ở quận Ninh Kiều nhưng lại không có ý nghĩa thống kê ở vùng nghiên cứu và "giá cả" là một nhân tố độc lập ảnh hưởng mạnh thứ hai ở quận Ninh Kiều, trong khi ở nghiên cứu ở phường Trà Nóc bị gộp vào nhóm "sự tin cậy". Sự khác biệt rõ rệt này có thể được lý giải bằng bối cảnh khu vực phường Trà Nóc đang đối mặt với các hạn chế hạ tầng như thất thoát nước cao, áp lực nước không ổn định và có 2 khu công nghiệp làm cho khách hàng nhạy cảm nhất với "phương tiện hữu hình". Ngược lại, quận Ninh Kiều có hạ tầng ổn định hơn, nên khách hàng tại đây quan tâm nhiều hơn đến "sự tin cậy" và "giá cả" [13]. Sự khác biệt về "sự đồng cảm" cũng có thể phản ánh kỳ vọng khác nhau của khách hàng. Khách hàng ở khu vực đô thị trung tâm (quận Ninh Kiều) có thể có yêu cầu cao hơn về sự quan tâm, thấu hiểu từ nhà cung cấp dịch vụ so với khu vực ven đô thị và công nghiệp như phường Trà Nóc.

#### **4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT**

##### **4.1. Kết luận**

Mô hình nghiên cứu sau khi hiệu chỉnh cho thấy sự phù hợp và có ý nghĩa thống kê, giải thích được 50,3% sự thay đổi của biến "sự hài lòng". Phân tích xác định 3 trong số 5 nhân tố có tác động tích cực và ý nghĩa thống kê đến sự hài lòng của khách hàng. Trong đó, yếu tố có tác động mạnh nhất là F4 - cơ sở vật chất và phương tiện hữu hình. Tiếp theo lần lượt là F2 - độ tin cậy và tính chuyên nghiệp và F5 - mức độ an toàn, đảm bảo và niềm tin giao dịch. Ngược lại, nhân tố F1

(sự đáp ứng) và F3 (sự đồng cảm) chưa thể hiện ảnh hưởng rõ rệt. Điều này cho thấy, trong bối cảnh hiện tại, khách hàng đang ưu tiên các yếu tố "cốt lõi" như: Hạ tầng, chất lượng nước, độ tin cậy hơn là các yếu tố về thái độ phục vụ.

#### 4.2. Đề xuất

Công ty cần đầu tư cải thiện cơ sở hạ tầng, hệ thống đường ống và trạm cấp nước để giảm thất thoát, ổn định áp lực nước. Cụ thể là các hạng mục liên quan đến các biến trong nhóm F4 (TAN1, TAN2, TAN3). Cải tạo mạng lưới đường ống (TAN2) để giảm thất thoát nước, đảm bảo áp lực nước ổn định cho các hộ dân. Hiện đại hóa trang thiết bị, nhà máy, trạm cấp nước (TAN1).

Cần có quy trình kiểm soát chất lượng nghiêm ngặt và công bố thông tin này để khách hàng yên tâm. Cải thiện quy trình giao dịch để tạo sự an toàn, tin tưởng. Duy trì tính chính xác, minh bạch trong cung cấp dịch vụ và thu phí; đào tạo nhân viên để nâng cao chuyên môn, tác phong và tạo dựng niềm tin nơi khách hàng.

Kiểm soát chặt chẽ chất lượng nguồn nước, tăng tốc độ xử lý sự cố, đảm bảo đồng hồ đo nước chính xác nhằm củng cố niềm tin của người dân.

Đơn giản hóa thủ tục hành chính, đồng đều hóa chất lượng phục vụ giữa các bộ phận và tạo điều kiện thuận lợi hơn trong quá trình giao dịch.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2021). *Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia, giai đoạn 2016 - 2020*.
2. S. Solomon (2007). *Climate change 2007 - The physical science basis: Working group I contribution to the fourth assessment report of the IPCC. Cambridge university press, Cambridge, United Kingdom and New York*.
3. J. Tir và D. M. Stinnett (2012). *Weathering climate change: Can institutions mitigate international water conflict?. Journal of Peace Research, 49(1), 211 - 225*.
4. Thủ tướng Chính phủ (2013). *Quyết định số 1515/QĐ-TTg ngày 28/8/2013 về việc phê duyệt đồ án điều chỉnh Quy hoạch chung thành phố Cần Thơ đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050*.
5. J. W. Creswell và V. L. P. Clark (2017). *Designing and conducting mixed methods research. CA: Sage publications*.
6. R. Likert (1932). *A technique for the measurement of attitudes. Archives of psychology, 22(140), 1 - 55*.
7. D. K. Tse và P. C. Wilton (1998). *Models of consumer satisfaction formation: An extension. Journal of marketing research, 25(2), 204 - 212. DOI: 10.1177/002224378802500209*.
8. Westbrook, R. A. and Reilly, M. D. (1983). *Value-percept disparity: An alternative to the disconfirmation of expectations theory of consumer satisfaction. In: Bagozzi, R. P. and Tybout, A. M., Eds., Advances in Consumer Research, Association for Consumer Research, Ann Arbor, 256 - 261*.
9. M. Saunders, P. Lewis., A. Thornhill (2009). *Research methods for business students. Pearson education, New York*.
10. A. Parasuraman, V. A. Zeithaml., L. Berry (1998). *SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. Journal of Retailing, 64(1), 12 - 40*.
11. R. Oliver, R. L. (1997). *Satisfaction: A behavioral perspective on the consumer. The McGraw-Hill Companies, Inc., New York*.
12. Kotler, P. and Keller, K. (2006). *Marketing management. 12th Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River*
13. Lê Thị Diệu Hiền, Võ Phương Thảo, Hoàng Thị Hồng Lộc, Nguyễn Quốc Nghi (2015). *Các nhân tố ảnh hưởng đến sự hài lòng của người dân đối với dịch vụ cung cấp nước sạch ở quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ. Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ, 39, 50 - 56*.
14. Quách Bình Long (2023). *Đánh giá sự hài lòng của khách hàng về dịch vụ cung cấp nước sạch của Công ty Cổ phần Điện nước An Giang. Tạp chí Công Thương, 39(S15), 103 - 106*.
15. Hair Jr., J. F., Black, W. C., Babin, B. J. and Anderson, R. E. (2009). *Multivariate data analysis. 7th Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River. 761*.
16. A. L. Comrey., H. B. Lee (2013). *A first course in factor analysis. 2nd Edition. Psychology Press, Hove*.

17. N. Shrestha (2021). Factor analysis as a tool for survey analysis. *American Journal of Applied Mathematics and statistics*, 9(1), 4 - 11.
18. J. C. Nunnally., I. H. Bernstein (1994). *Psychometric theory 3rd ed.* New York. McGraw-Hill.
19. H. F. Kaiser (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39(1), 31 - 36. DOI: 10.1007/BF02291575.
20. N. Roustaei (2024). Application and interpretation of linear-regression analysis. *Medical Hypothesis, Discovery and Innovation in Ophthalmology*, 13(3), 151.
21. Võ Ngọc Trang Anh và Ngô Thị Ánh (2017). Nâng cao sự hài lòng của khách hàng về chất lượng dịch vụ cung cấp nước tại Công ty Cổ phần Cấp nước Nhà Bè. Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Kinh tế thành phố Hồ Chí Minh. 62 trang.

**ASSESSING THE IMPACT OF SERVICE QUALITY ON CUSTOMER SATISFACTION AT TRA NOC - O MON WATER SUPPLY JOINT STOCK COMPANY, CAN THO CITY**

**Phan Nhut Khang<sup>1,2</sup>, Trinh Cong Doan<sup>1,2</sup>, Dang Nhu Y<sup>3</sup>,  
Vo Quoc Thanh<sup>3</sup>, Huynh Vuong Thu Minh<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Bachelor student in Water supply and Drainage, Can Tho University*

<sup>2</sup> *Tra Noc - O Mon Water Supply Joint Stock Company*

<sup>3</sup> *College of Environment and Natural Resources, Can Tho University*

**Abstract**

This study was conducted to assess the impact of service quality factors on customer satisfaction with water supply services at Tra Noc - O Mon Water Supply Joint Stock Company. Given the company's existing limitations such as high water loss, unstable water pressure, complex procedures, and good customer service but limited professionalism, the study used a SERVQUAL model adjusted to suit the Vietnamese context. The research method combined qualitative and quantitative approaches, surveying 70 households using water supply services. Cronbach's Alpha test, exploratory factor analysis (EFA), and multiple linear regression were performed using XLSTAT software. The results showed that the model fits and explains 51.9% of the variation in satisfaction (adjusted  $R^2 = 0.519$ ). Three factors positively impact satisfaction: tangible facilities, reliability and professionalism, and safety. The research results indicate that Tra Noc - O Mon Water Supply Joint Stock Company needs to focus on upgrading infrastructure, increasing professionalism, and ensuring water quality; while simultaneously simplifying processes and improving service attitudes to enhance customer satisfaction and achieve sustainable development in the future.

**Keywords:** *Urban water supply, service quality, SERVQUAL model, exploratory factor analysis, customer satisfaction.*

**Ngày nhận bài:** 24/10/2025

**Ngày chuyển phản biện:** 30/10/2025

**Ngày thông qua phản biện:** 17/11/2025

**Ngày duyệt đăng:** 5/12/2025

# ĐÁNH GIÁ NHẬN THỨC VÀ HÀNH VI SỬ DỤNG CÁC LOÀI CÂY RỪNG QUÝ HIẾM TẠI VÙNG ĐỆM KHU DỰ TRỮ THIÊN NHIÊN THẦN SA - PHƯỢNG HOÀNG, TỈNH THÁI NGUYÊN

Đặng Thị Thái Hà<sup>1\*</sup>, Hoàng Văn Hùng<sup>1</sup>, Nguyễn Phú Hùng<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Khoa Quốc tế, Đại học Thái Nguyên

\*Email: thaihais@tnu.edu.vn

## TÓM TẮT

Nghiên cứu này phân tích mối quan hệ giữa đặc điểm kinh tế - xã hội và nhận thức, hành vi sử dụng các loài cây rừng quý, hiếm của cộng đồng và cán bộ quản lý tại vùng đệm Khu Dự trữ Thiên nhiên Thần Sa - Phượng Hoàng thuộc tỉnh Thái Nguyên. Dữ liệu được thu thập từ 96 phiếu điều tra được và xử lý bằng phần mềm SPSS 26.0, sử dụng thống kê mô tả, tương quan Pearson và hồi quy tuyến tính đa biến. Kết quả cho thấy, trình độ học vấn và nghề nghiệp là những biến quan trọng ảnh hưởng rõ đến nhận thức và hành vi sử dụng/mức độ sử dụng các loài cây rừng quý, hiếm. Nhóm cán bộ đạt điểm nhận thức cao hơn và có xu hướng sử dụng thận trọng hơn, trong khi người dân có tần suất khai thác cao hơn/thường xuyên hơn, đặc biệt đối với các loài gỗ quý và cây dược liệu có giá trị kinh tế. Mô hình hồi quy chỉ ra ba biến trình độ học vấn ( $\beta = 0,372$ ), nghề nghiệp ( $\beta = 0,415$ ) và nhóm đối tượng (người dân/cán bộ) ( $\beta = -0,327$ ), với  $R^2$  hiệu chỉnh đạt 0,41 biến thiên trong nhận thức và hành vi sử dụng. Thực trạng khai thác ở mức cao đối với một số loài hàm chứa nguy cơ suy giảm nguồn gen ngoài tự nhiên. Nghiên cứu đề xuất cần lồng ghép truyền thông - giáo dục, phát triển sinh kế bền vững và cơ chế đồng quản lý giữa cơ quan quản lý với cộng đồng địa phương trong các chiến lược bảo tồn và sử dụng hợp lý các loài cây rừng quý, hiếm ở vùng đệm khu bảo tồn.

**Từ khóa:** Cây quý hiếm, Thần Sa - Phượng Hoàng, nhận thức cộng đồng, bảo tồn, sử dụng bền vững.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam là một trong những quốc gia có mức độ đa dạng sinh học cao ở khu vực Đông Nam Á, với hơn 14.600 loài thực vật bậc cao, trong đó có nhiều loài cây rừng quý, hiếm có giá trị cao về kinh tế, sinh thái và dược liệu [1, 2]. Tuy nhiên, do tình trạng khai thác lâm sản quá mức, chuyển đổi mục đích sử dụng đất và tác động của biến đổi khí hậu đang làm suy giảm nhanh chóng nhiều loài cây quý, hiếm, thậm chí đẩy một số loài có nguy cơ tuyệt chủng cục bộ.

Khu Dự trữ Thiên nhiên Thần Sa - Phượng Hoàng (KDTTN) là một trong những khu bảo tồn điển hình của vùng trung du và miền núi Bắc bộ, có vai trò quan trọng trong bảo tồn đa dạng sinh học, lưu trữ nguồn gen quý, hiếm và góp phần đảm bảo

sinh kế cho cộng đồng địa phương [3]. Khu vực này phân bố nhiều loài cây gỗ quý như Nghiến (*Burretiodendron hsienmu*), Lim xanh (*Erythrophleum fordii*), Trai lý (*Michelia mediocris*), Giổi xanh (*Michelia tonkinensis*) và Trâm hương (*Aquilaria crassna*) vừa có giá trị kinh tế cao, vừa là chỉ thị sinh thái quan trọng của các hệ sinh thái rừng tự nhiên trên núi đá vôi [4]. Tuy nhiên, ở vùng đệm khu bảo tồn, nhận thức của một bộ phận người dân về giá trị và tình trạng nguy cấp của các loài này còn hạn chế; hoạt động khai thác, sử dụng vẫn mang tính tự phát, chủ yếu dựa trên kinh nghiệm và nhu cầu trước mắt, chưa gắn chặt định hướng quản lý và chiến lược bảo tồn bền vững [5]. Các nghiên cứu trước đây tại KDTTN Thần Sa - Phượng Hoàng chủ yếu tập trung vào điều tra hiện

trạng tài nguyên rừng và sức ép khai thác, trong khi các bằng chứng định lượng về mối quan hệ giữa đặc điểm kinh tế - xã hội với nhận thức và hành vi sử dụng các loài cây rừng quý, hiếm của cộng đồng và cán bộ quản lý còn khá hạn chế. Trong bối cảnh đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm: i) đánh giá mức độ nhận thức và hành vi sử dụng các loài cây rừng quý, hiếm của cộng đồng dân cư và cán bộ quản lý tại vùng đệm KDTTN Thần Sa - Phường Hoàng; ii) phân tích ảnh hưởng của một số đặc điểm kinh tế - xã hội đến nhận thức và hành vi sử dụng; iii) đề xuất một số giải pháp nâng cao nhận thức và tăng cường phối hợp giữa cơ quan quản lý và cộng đồng, qua đó gắn bảo tồn các loài cây rừng quý, hiếm với phát triển sinh kế bền vững cho người dân địa phương [6].

**2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

**2.1. Nội dung nghiên cứu**

Phân tích đặc điểm kinh tế - xã hội và một số đặc điểm liên quan của cộng đồng tại khu vực nghiên cứu.

Đánh giá mức độ nhận thức của cộng đồng về các loài cây rừng quý, hiếm. Mức độ và mục đích sử dụng các loài cây quý, hiếm của cộng đồng.

Phân tích mối quan hệ giữa nhận thức và hành vi sử dụng các loài cây quý, hiếm của cộng đồng tại khu vực nghiên cứu.

Xây dựng và phân tích mô hình hồi quy tuyến tính đa biến nhằm xác định các yếu tố ảnh hưởng đến nhận thức và hành vi sử dụng tài nguyên thực vật của cộng đồng tại khu vực nghiên cứu.

**2.2. Phương pháp nghiên cứu**

Số liệu được thu thập thông qua điều tra bằng bảng hỏi bán cấu trúc, phỏng vấn trực tiếp 69 hộ dân tại 4 xã vùng đệm KDTTN Thần Sa – Phường Hoàng trong năm 2025, kết hợp với 26 phiếu điều tra cán bộ (kiểm lâm, Ban quản lý KDTTN và cán bộ chính quyền địa phương).

Phiếu điều tra hộ gồm ba nhóm nội dung chính: (i) thông tin nhân khẩu học cơ bản (giới tính, độ tuổi, nghề nghiệp, trình độ học vấn, thời gian sinh sống tại địa phương); (ii) mức độ nhận thức về giá trị, tình trạng và vai trò của các loài cây rừng quý, hiếm; (iii) mức độ, hình thức và mục đích sử dụng các loài cây rừng quý, hiếm trong đời sống hàng ngày. Phiếu điều tra cán bộ tập trung làm rõ: (i) đánh giá của cán bộ về hiện trạng tài nguyên và mức độ khai thác các loài cây rừng quý, hiếm; (ii) nhận thức và quan điểm của cán bộ về bảo tồn gắn với sinh kế cộng đồng; (iii) các quy định, biện pháp quản lý đang được áp dụng tại địa phương.

Nghiên cứu còn tham vấn sâu một số chuyên gia và cán bộ chủ chốt nhằm bổ sung thông tin định tính về tình trạng bảo tồn, sức ép khai thác và khó khăn trong quản lý tài nguyên thực vật quý, hiếm tại khu vực nghiên cứu.

Dữ liệu điều tra được mã hóa, kiểm tra và nhập liệu bằng phần mềm Microsoft Excel 2021. Các phân tích thống kê được thực hiện bằng phần mềm SPSS 26.0, bao gồm thống kê mô tả, phân tích tương quan Pearson và hồi quy tuyến tính đa biến nhằm đánh giá mối quan hệ giữa đặc điểm kinh tế - xã hội với mức độ nhận thức và hành vi sử dụng các loài cây rừng quý, hiếm của cộng đồng và cán bộ quản lý.

**3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN**

**3.1. Đặc điểm kinh tế - xã hội và một số đặc điểm liên quan của cộng đồng tại khu vực nghiên cứu**

Để đánh giá nhận thức và mức độ sử dụng các loài cây rừng quý, hiếm của cộng đồng dân cư, trước hết cần xem xét đặc điểm nhân khẩu học của người tham gia khảo sát. Một số thông tin cơ bản về giới tính, độ tuổi, trình độ học vấn và nghề nghiệp được trình bày ở bảng 1.

**Bảng 1. Đặc điểm nhân khẩu học của cộng đồng vùng đệm KDTTN Thần Sa - Phường Hoàng**

Chỉ tiêu	Phân loại	Tỷ lệ (%)
Giới tính	Nam	54,3
	Nữ	45,7
Độ tuổi	< 35	24,6
	35 - 50	46,4
	> 50	29,0

Trình độ văn hoá	Tiểu học	10,1
	THCS	49,3
	THPT	33,4
	CD/ĐH	7,2
Nghề nghiệp	Nông - lâm nghiệp	62,3
	Dịch vụ - buôn bán	18,8
	Cán bộ	5,8
	Khác	13,1

Kết quả ở bảng 1 cho thấy, cơ cấu giới tính của mẫu điều tra tương đối cân đối, với 54,3% nam và 45,7% nữ. Nam giới chủ yếu là lao động trực tiếp trong các hoạt động sản xuất nông - lâm nghiệp như: Trồng rừng, khai thác gỗ hoặc thu hái lâm sản phụ, do đó có nhiều cơ hội tiếp xúc nhiều hơn với các loài cây rừng và dễ hình thành tri thức thực nghiệm khả năng nhận biết về đặc điểm hình thái và công dụng của các loài quý, hiếm cao hơn. Ngược lại, nữ giới thường tham gia nhiều hơn vào khâu chế biến và sử dụng sản phẩm, thể hiện vai trò khác biệt trong hệ thống tri thức bản địa.

Điều này gợi ý rằng, các chương trình truyền thông, giáo dục về bảo tồn cần được thiết kế phù hợp cho từng nhóm giới tính để nâng cao hiệu quả. Về độ tuổi, nhóm từ 35 - 50 tuổi chiếm tỷ lệ cao nhất (46,4%), đây là lực lượng lao động chính của cộng đồng và cũng là nhóm tham gia tích cực vào hoạt động quản lý, bảo vệ rừng. Nhóm này có nhiều trải nghiệm thực tế, hiểu biết khá rõ về tác dụng của một số loài gỗ quý hiếm, nhưng lại thiếu kiến thức về khoa học hệ thống. Nhóm trẻ (< 35 tuổi) ít tham gia trực tiếp vào khai thác, sản xuất lâm nghiệp, trong khi nhóm lớn tuổi (> 50 tuổi) có nhiều kinh nghiệm truyền thống nhưng lại hạn chế về khả năng tiếp cận thông tin mới. Cơ cấu độ tuổi như vậy cho thấy, nhận thức cộng đồng chịu ảnh hưởng của yếu tố thế hệ, do đó các hoạt động truyền thông cần được lồng ghép với hình thức và nội dung phù hợp cho từng nhóm tuổi.

Về trình độ học vấn, phần lớn người được khảo sát có trình độ trung học cơ sở (49,3%) và trung học phổ thông (33,4%), trong khi nhóm có trình độ cao đẳng - đại học chỉ chiếm 7,2%. Trình độ học vấn ở mức trung bình này ảnh hưởng đáng kể đến khả năng tiếp thu các khái niệm về bảo tồn

và phát triển bền vững. Phân tích tương quan Pearson cho thấy, trình độ học vấn có mối tương quan thuận với mức độ nhận thức ( $r = 0,41$ ;  $p < 0,05$ ). Kết quả này nhấn mạnh sự cần thiết phải tăng cường phổ biến kiến thức về bảo tồn thông qua các lớp tập huấn khuyến nông, khuyến lâm và các hoạt động truyền thông cộng đồng là hết sức cần thiết.

Xét về nghề nghiệp, nhóm làm nông - lâm nghiệp chiếm tỷ lệ 62,3% tổng số hộ điều tra, phản ánh đặc trưng sinh kế phụ thuộc vào tài nguyên rừng khu vực vùng đệm. Đây là nhóm đối tượng vừa chịu tác động trực tiếp của các chính sách bảo tồn, vừa có ảnh hưởng trực tiếp đến tình trạng tài nguyên rừng, nên nhận thức và hành vi của họ có ý nghĩa then chốt đối với công tác bảo tồn. Các nhóm nghề khác (buôn bán, dịch vụ, cán bộ) có mức độ tiếp cận thông tin cao hơn nhưng thường ít tham gia trực tiếp vào khai thác tài nguyên rừng. Kết quả này phù hợp với nhận định của Viện Điều tra Quy hoạch Rừng (2022) [2], theo đó, nhận thức bảo tồn có xu hướng tăng lên khi sinh kế ít phụ thuộc hơn vào khai thác tài nguyên rừng. Vì vậy, việc kết hợp các giải pháp bảo tồn với phát triển sinh kế thay thế như trồng cây dược liệu dưới tán, phát triển du lịch sinh thái cộng đồng là định hướng cần thiết nhằm giảm áp lực từ việc khai thác lâm sản của cộng đồng vùng đệm.

### 3.2. Mức độ nhận thức của cộng đồng về các loài cây tại khu vực nghiên cứu

Nhận thức của cộng đồng địa phương về các loài cây rừng quý, hiếm là yếu tố quan trọng quyết định hiệu quả công tác bảo tồn và quản lý tài nguyên rừng. Mức độ nhận thức của người dân về các loài cây quý, hiếm tại KDTTN Thần Sa - Phương Hoàng được trình bày ở bảng 2.

**Bảng 2. Mức độ nhận thức của người dân về các loài cây quý hiếm tại KDTTN Thần Sa - Phượng Hoàng**

TT	Tên loài cây quý, hiếm	Mức độ nhận biết trung bình (1 - 4)	Độ lệch chuẩn	Tỷ lệ (%)
1	Giổi xanh ( <i>Michelia tonkinensis</i> )	3,68	0,52	94,2
2	Lim xanh ( <i>Erythrophleum fordii</i> )	3,55	0,61	91,3
3	Tấu mật ( <i>Lithocarpus ducampii</i> )	3,42	0,59	88,4
4	Nghiến ( <i>Burretiodendron hsienmu</i> )	3,25	0,68	83,0
5	Lát hoa ( <i>Chukrasia tabularis</i> )	3,12	0,72	79,7
6	Trai lý ( <i>Michelia mediocris</i> )	2,86	0,73	74,0
7	Trâm hương ( <i>Aquilaria crassna</i> )	2,75	0,81	71,0
8	Dẻ đỏ ( <i>Lithocarpus balansae</i> )	2,61	0,77	66,7
9	Gụ lau ( <i>Sindora tonkinensis</i> )	2,52	0,84	65,2
10	Sến mật ( <i>Madhuca pasquieri</i> )	2,49	0,86	63,8
11	Dẻ tùng ( <i>Lithocarpus ducampii</i> )	2,41	0,83	61,0
12	Sưa ( <i>Dalbergia tonkinensis</i> )	2,38	0,69	58,0
13	Pơ mu ( <i>Fokienia hodginsii</i> )	2,35	0,93	56,5
14	Kháo vàng ( <i>Machilus bonii</i> )	2,27	0,94	54,0
15	Re hương ( <i>Cinnamomum balansae</i> )	2,18	0,91	50,7
16	Sâm cau ( <i>Curculigo orchioides</i> )	3,15	0,74	80,0
17	Chò chỉ ( <i>Parashorea chinensis</i> )	1,82	0,91	43,5
18	Hài lông ( <i>Paphiopedilum villosum</i> )	2,47	0,79	63,0
19	Vàng tâm ( <i>Manglietia fordiana</i> )	1,95	0,88	45,0

*Ghi chú: Thang đo: 1 = Rất ít biết, 2 = Ít biết, 3 = Biết nhiều, 4 = Biết rõ.*

Kết quả ở bảng 2 cho thấy, người dân vùng đệm có mức độ nhận biết tương đối cao đối với các loài cây quý, hiếm gắn liền với đời sống và sản xuất. Một số loài như: Giổi xanh (*Michelia tonkinensis*), Lim xanh (*Erythrophleum fordii*) và Tấu mật (*Lithocarpus ducampii*) có điểm nhận biết trung bình lần lượt là 3,68, 3,55 và 3,42 trên thang mức 4 với tỷ lệ người dân cho biết “biết nhiều” hoặc “biết rõ” đều trên 88%. Đây là những loài có phân bố khá rộng, gỗ tốt, kích thước lớn, dễ nhận dạng và được sử dụng phổ biến trong xây dựng, làm đồ gia dụng nên có mức độ nhận biết cao là dễ hiểu.

Một số loài cây dược liệu quý như Sâm cau (*Curculigo orchioides*, 3,15 điểm) và Hài lông (*Paphiopedilum villosum*, 2,47 điểm) cũng có mức độ nhận biết tương đối cao so với nhiều loài gỗ khác, do được người dân thường xuyên khai thác, sử dụng làm thuốc. Một số loài có điểm nhận biết thấp (1,8 - 2,4 điểm) chủ yếu thuộc nhóm ít có giá

trị thương mại hoặc ít được khai thác trực tiếp, nên ít được cộng đồng quan tâm và khó phân biệt. Kết quả này phản ánh tri thức bản địa của cộng đồng được hình thành thông qua trải nghiệm khai thác và sử dụng tài nguyên hơn là qua các chương trình tập huấn hoặc hoạt động truyền thông bảo tồn chính thống

Kết quả phân tích thống kê cho thấy, mức độ nhận thức có mối tương quan thuận với trình độ học vấn ( $r = 0,41, p < 0,05$ ) và nghề nghiệp ( $r = 0,37, p < 0,05$ ). Điều này cho thấy, những người có trình độ học vấn cao hơn hoặc làm việc trong lĩnh vực lâm nghiệp, cán bộ thôn/bản và chính quyền địa phương thường có khả năng phân biệt loài và hiểu biết về giá trị, tình trạng các loài cây rừng quý, hiếm tốt hơn so với các nhóm đối tượng khác.

### **3.3. Mức độ sử dụng của cộng đồng các loài cây tại khu vực nghiên cứu**

Mức độ sử dụng các loài cây quý, hiếm của người dân vùng đệm được trình bày ở bảng 3.

**Bảng 3. Mức độ sử dụng các loài cây quý, hiếm của người dân vùng đệm**

TT	Tên loài cây quý, hiếm	Mức độ sử dụng trung bình (1 - 4)*	Độ lệch chuẩn	Mục đích sử dụng chính
1	Giổi xanh ( <i>Michelia tonkinensis</i> )	3,52	0,63	Xây dựng, đồ mộc
2	Lim xanh ( <i>Erythrophleum fordii</i> )	3,47	0,66	Xây dựng, nội thất
3	Tấu mật ( <i>Lithocarpus ducampii</i> )	3,35	0,69	Làm nhà, đốt than
4	Nghiến ( <i>Burretiodendron hsienmu</i> )	3,12	0,72	Gỗ, công cụ sản xuất
5	Lát hoa ( <i>Chukrasia tabularis</i> )	2,95	0,75	Đồ mộc, gỗ thương phẩm
6	Sâm cau ( <i>Curculigo orchioides</i> )	2,81	0,77	Làm thuốc
7	Trai lý ( <i>Michelia mediocris</i> )	2,74	0,79	Gỗ, vật liệu
8	Sến mật ( <i>Madhuca pasquieri</i> )	2,63	0,81	Xây dựng
9	Gụ lau ( <i>Sindora tonkinensis</i> )	2,55	0,82	Gỗ mỹ nghệ
10	Trâm hương ( <i>Aquilaria crassna</i> )	2,51	0,86	Hương liệu, dược liệu
11	Hài lông ( <i>Paphiopedilum villosum</i> )	2,38	0,82	Cây cảnh, dược liệu
12	Dẻ đỏ ( <i>Lithocarpus balansae</i> )	2,27	0,83	Chất đốt, vật liệu thô
13	Kháo vàng ( <i>Machilus bonii</i> )	2,18	0,79	Làm nhà, đốt
14	Pơ mu ( <i>Fokienia hodginsii</i> )	2,14	0,81	Làm nhà, gỗ thơm
15	Re hương ( <i>Cinnamomum balansae</i> )	2,08	0,78	Làm hương, thuốc dân gian
16	Sưa ( <i>Dalbergia tonkinensis</i> )	1,97	0,85	Đồ mỹ nghệ, thương phẩm
17	Dẻ tùng ( <i>Lithocarpus ducampii</i> )	1,92	0,77	Đốt, ít dùng
18	Vàng tâm ( <i>Manglietia fordiana</i> )	1,84	0,74	Cây cảnh, ít khai thác
19	Chò chỉ ( <i>Parashorea chinensis</i> )	1,71	0,76	Không sử dụng thường xuyên

*Ghi chú: Thang đo mức độ sử dụng 1-4, trong đó 1 = Hầu như không sử dụng, 2 = Ít sử dụng, 3 = Sử dụng thường xuyên, 4 = Sử dụng rất thường xuyên.*

Kết quả ở bảng 3 cho thấy, cộng đồng có xu hướng khai thác, sử dụng tập trung vào các loài gỗ lớn có giá trị kinh tế cao như: Giổi xanh (*Michelia tonkinensis*), Lim xanh (*Erythrophleum fordii*), Tấu mật (*Lithocarpus ducampii*), Nghiến (*Burretiodendron hsienmu*) và Lát hoa (*Chukrasia tabularis*) với điểm trung bình dao động 2,95 - 3,52. Đây là nhóm loài có gỗ sử dụng 1 - 4, trong đó 1 = Hầu như không sử dụng, 2 = Ít sử dụng, 3 = Sử dụng thường xuyên, 4 = Sử dụng rìa dụng và buôn bán, phản ánh nhu cầu cao về gỗ trong sinh hoạt và sản xuất của người dân vùng đệm.

Một số loài dược liệu như Sâm cau (*Curculigo orchioides*, 2,81 điểm) và Hài lông (*Paphiopedilum villosum*, 2,38 điểm) cũng được sử dụng ở mức tương đối cao, chủ yếu trong y học dân gian. Việc khai thác mang tính tự phát, thiếu kiểm soát và có xu hướng tận diệt là một trong những nguyên nhân chính dẫn đến suy giảm nhanh nguồn gen tự nhiên của nhóm loài này. Kết quả phân tích thống

kê bằng phần mềm SPSS 26.0 cho thấy mức độ sử dụng có mối tương quan thuận với mức độ nhận thức ( $r = 0,46; p < 0,05$ ). Nói cách khác, những loài mà người dân hiểu biết rõ về đặc điểm và công dụng thường là những loài được khai thác và sử dụng với tần suất cao hơn. Điều này phản ánh đặc trưng “nhận thức gắn liền hành vi” trong sử dụng tài nguyên rừng của cộng đồng vùng đệm. Kết quả này cũng tương đồng với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Hoàng và cs (2020) tại Khu bảo tồn thiên nhiên Na Hang (tỉnh Tuyên Quang) [1].

#### **3.4. Quan hệ giữa nhận thức, hành vi sử dụng các loài cây quý, hiếm của cộng đồng tại khu vực nghiên cứu**

Việc khai thác và sử dụng các loài cây rừng quý, hiếm trong cộng đồng vùng đệm ở khu bảo tồn thiên nhiên chịu ảnh hưởng mạnh mẽ bởi mức độ nhận thức của người dân về giá trị và vai trò của các loài này. Kết quả phân tích cho thấy, tồn tại mối tương quan thuận chặt chẽ giữa nhận thức và

hành vi sử dụng ( $r = 0,46; p < 0,05$ ). Cụ thể, các hộ dân có điểm nhận thức trung bình  $\geq 3,0$  thường có điểm hành vi sử dụng từ 2,5 trở lên. Nhóm này chủ yếu khai thác các loài như: Giỏ xanh (*Michelia tonkinensis*), Lim xanh (*Erythrophleum fordii*), Tàu mật (*Lithocarpus ducampii*), Sâm cau (*Curculigo orchioides*) và Trầm hương (*Aquilaria crassna*) những loài vừa có giá trị kinh tế, vừa quen thuộc trong đời sống và sản xuất. Ngược lại, những hộ có điểm nhận thức thấp ( $< 2,5$  điểm) hầu như ít hoặc không sử dụng các loài cây rừng quý, hiếm do thiếu thông tin hoặc lo ngại vi phạm các quy định quản lý bảo vệ rừng.

Kết quả này một lần nữa khẳng định đặc trưng “nhận thức gắn liền hành vi” trong sử dụng tài nguyên rừng: Người dân hiểu biết càng nhiều về loài nào thì xu hướng khai thác loài đó càng cao, đặc biệt khi loài đó mang lại lợi ích kinh tế trực tiếp. Điều này cũng cho thấy nhận thức hiện nay về bảo tồn trong cộng đồng vẫn thiên lệch về khía cạnh giá trị kinh tế hơn là giá trị sinh thái - người dân thường biết cây quý vì “gỗ tốt” hoặc “làm thuốc”, chứ ít quan tâm đến vai trò bảo tồn duy trì cấu trúc và chức năng hệ sinh thái rừng.

**Bảng 4. Tương quan giữa học vấn, nghề nghiệp, nhóm đối tượng với nhận thức và sử dụng**

Biến phân tích	Hệ số tương quan (R)	Mức ý nghĩa (P)	Mối quan hệ
Trình độ học vấn - nhận thức	0,43	$< 0,01$	Thuận
Nghề nghiệp - sử dụng	0,39	$< 0,05$	Thuận
Nhóm đối tượng (ND - CB) - nhận thức	-0,28	$< 0,05$	Nghịch
Nhóm đối tượng (ND - CB) - sử dụng	-0,34	$< 0,05$	Nghịch

*Ghi chú: ND: Người dân; CB: Cán bộ.*

Kết quả ở bảng 4 cho thấy, có mối tương quan thuận giữa trình độ học vấn và mức độ nhận thức ( $r = 0,43; p < 0,01$ ) nghĩa là người có trình độ học vấn cao thường hiểu biết tốt hơn về giá trị và đặc điểm của các loài cây quý hiếm.

Biến nhóm đối tượng mã hóa ND = 1, CB = 2) có tương quan nghịch với cả nhận thức và sử dụng,

Phát hiện này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Hoàng và cs (2020) tại Khu Bảo tồn Thiên nhiên Na Hang, tỉnh Tuyên Quang [1] và Nguyễn Thị Huyền và cs (2021) [6], khẳng định rằng hành vi khai thác tài nguyên trong cộng đồng vùng đệm miền núi phía Bắc phụ thuộc chặt vào tri thức bản địa và lợi ích kinh tế ngắn hạn. Điều đó hàm ý rằng, các chương trình nâng cao nhận thức cần không chỉ cung cấp thông tin về giá trị sử dụng trực tiếp, mà còn phải nhấn mạnh hơn tới giá trị sinh thái, giá trị tồn tại và hệ lụy dài hạn của việc khai thác quá mức các loài cây rừng quý, hiếm.

### 3.5. Tương quan hồi quy đa biến ảnh hưởng đến nhận thức và sử dụng tài nguyên thực vật tại khu vực nghiên cứu

Phân tích tương quan và hồi quy tuyến tính đa biến nhằm xác định mối quan hệ tuyến tính giữa các yếu tố nhân khẩu học (trình độ học vấn, nghề nghiệp, nhóm đối tượng) và hai biến phụ thuộc (mức độ nhận thức, mức độ sử dụng các loài cây rừng quý, hiếm) trong điều kiện các yếu tố khác được giữ không đổi. Kết quả được trình bày trong bảng 4, 5 và 6.

phản ánh rằng người dân có xu hướng khai thác, sử dụng cây rừng thường xuyên hơn, trong khi cán bộ có mức nhận thức cao hơn nhưng hành vi sử dụng trực tiếp lại thấp hơn. Điều này cho thấy sự phân hóa khá rõ giữa nhóm “hành động trực tiếp” (người dân - gắn với khai thác, sử dụng) và nhóm “quản lý gián tiếp” (cán bộ - gắn với tuyên truyền, giám sát).

**Bảng 5. Hồi quy tuyến tính đa biến đối với mức độ nhận thức của cộng đồng**

Biến độc lập	Hệ số Beta chuẩn hoá ( $\beta$ )	Giá trị p	Ảnh hưởng
Trình độ học vấn	0,3272	$< 0,01$	Tích cực
Nghề nghiệp	0,298	$< 0,05$	Tích cực
Nhóm đối tượng (ND/CB)	-0,241	$< 0,05$	Tiêu cực

Phương trình hồi quy chuẩn hóa có dạng:  
 Nhận thức =  $0,372*(\text{Học vấn}) + 0,298*(\text{Nghề nghiệp}) - 0,241*(\text{ND/CB}) + e$ .

Giá trị  $R^2$  hiệu chỉnh = 0,41, cho thấy mô hình giải thích được 41% biến thiên của mức độ nhận thức. Trong đó, trình độ học vấn ( $\beta = 0,327$ ;  $p < 0,01$ ) là yếu tố ảnh hưởng tích cực và mạnh nhất, khẳng định người có trình độ học vấn cao dễ tiếp thu và hiểu rõ hơn về giá trị tài nguyên rừng. Nghề nghiệp ( $\beta = 0,298$ ;  $p < 0,05$ ) cũng có tác động tích cực, đặc biệt ở nhóm làm nông - lâm

nghiệp và cán bộ liên quan đến quản lý tài nguyên, những người thường xuyên tiếp xúc với rừng. Biến nhóm đối tượng ( $\beta = -0,241$ ;  $p < 0,05$ ) thể hiện ảnh hưởng tiêu cực: cán bộ (mã = 2) có điểm nhận thức trung bình cao hơn nhưng ít tham gia khai thác trực tiếp, trong khi người dân (mã = 1) gần gũi thực tiễn hơn nhưng mức độ tiếp cận thông tin khoa học và chính sách còn hạn chế. Điều này phản ánh khoảng cách nhất định trong tiếp cận tri thức và thông tin giữa hai nhóm xã hội.

**Bảng 6. Hồi quy tuyến tính đa biến đối với mức độ sử dụng các loài cây rừng quý, hiếm**

Biến độc lập	Hệ số Beta chuẩn hoá ( $\beta$ )	Giá trị p	Ảnh hưởng
Nghề nghiệp	0,415	< 0,01	Tích cực
Nhóm đối tượng (ND/CB)	-0,327	< 0,05	Tiêu cực
Trình độ học vấn	0,284	< 0,05	Tích cực

Phương trình hồi quy có dạng: Sử dụng =  $0,415*(\text{Nghề nghiệp}) - 0,327*(\text{ND/CB}) + 0,284*(\text{Học vấn}) + e$ .

Kết quả cho thấy, nghề nghiệp ( $\beta = 0,415$ ;  $p < 0,01$ ) là yếu tố ảnh hưởng mạnh nhất đến mức độ sử dụng: Các nhóm làm nông - lâm nghiệp có xu hướng khai thác, sử dụng các loài cây rừng quý, hiếm thường xuyên hơn so với các nhóm nghề khác, do sinh kế phụ thuộc nhiều vào tài nguyên rừng. Biến nhóm đối tượng ( $\beta = -0,327$ ;  $p < 0,05$ ) tiếp tục thể hiện tác động tiêu cực, nghĩa là người dân có hành vi sử dụng trực tiếp cao hơn, trong khi nhóm cán bộ lại ít tham gia khai thác. Trình độ học vấn ( $\beta = 0,284$ ;  $p < 0,05$ ) có ảnh hưởng tích cực, cho thấy học vấn không chỉ nâng cao mức độ hiểu biết mà còn góp phần định hướng hành vi sử dụng tài nguyên theo hướng có cân nhắc và hợp lý hơn, đặc biệt ở nhóm cán bộ và những hộ có điều kiện tiếp cận thông tin tốt hơn.

Nhìn chung, kết quả hồi quy đa biến khẳng định rằng, học vấn, nghề nghiệp và nhóm đối tượng là các biến giải thích quan trọng đối với cả nhận thức và hành vi sử dụng tài nguyên thực vật quý, hiếm tại vùng đệm KDTTN Thần Sa - Phượng Hoàng. Đây là cơ sở quan trọng để thiết kế các chương trình nâng cao nhận thức và can thiệp sinh kế theo hướng nhắm đúng nhóm mục tiêu, phù hợp với đặc điểm xã hội - nghề nghiệp của cộng đồng địa phương.

#### 4. KẾT LUẬN

Kết quả phân tích tương quan và hồi quy cho thấy, trình độ học vấn, nghề nghiệp và nhóm đối tượng (người dân/cán bộ) là ba yếu tố ảnh hưởng rõ rệt nhất đến nhận thức và hành vi sử dụng các loài cây rừng quý, hiếm tại vùng đệm KDTTN Thần Sa - Phượng Hoàng. Học vấn tác động tích cực tới nhận thức, giúp người dân và cán bộ hiểu rõ hơn về giá trị và quy định bảo tồn; trong khi nghề nghiệp và nhóm đối tượng quyết định mức độ khai thác, với nhóm nông - lâm nghiệp và hộ dân có tần suất sử dụng cao hơn do sinh kế phụ thuộc trực tiếp vào tài nguyên rừng.

Trên cơ sở đó, nghiên cứu khuyến nghị: (i) tăng cường giáo dục và truyền thông về bảo tồn; (ii) phát triển các mô hình sinh kế thay thế nhằm giảm áp lực khai thác các loài cây rừng quý, hiếm; (iii) đẩy mạnh phối hợp giữa cán bộ quản lý và cộng đồng trong giám sát, sử dụng hợp lý và phục hồi tài nguyên thực vật quý, hiếm theo hướng bền vững.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Hoàng, Phạm Văn Minh, Đặng Thị Thái Hà (2020). *Đánh giá nhận thức cộng đồng về bảo tồn tài nguyên thực vật tại Khu bảo tồn thiên nhiên Na Hang - Lâm Bình, tỉnh Tuyên Quang. Tạp chí Khoa học, Đại học Thái Nguyên*, 25, 6(2), 150-160.

2. Viện Điều tra Quy hoạch Rừng (2022). *Danh mục các loài thực vật rừng quý, hiếm tại Việt Nam và phân bố theo vùng sinh thái*. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2023). *Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia giai đoạn 2016 - 2021: Đa dạng sinh học và các khu bảo tồn thiên nhiên Việt Nam*. Nxb Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội.
4. Phạm Văn Hậu (2019). *Đa dạng sinh học và bảo tồn các loài thực vật rừng quý, hiếm ở miền núi phía Bắc Việt Nam*. *Tạp chí Sinh học*, 41(4), 67 - 75.
5. Cục Kiểm lâm (2022). *Báo cáo tổng hợp về tình hình quản lý, bảo vệ rừng và các loài nguy cấp, quý hiếm ở Việt Nam*. Bộ Nông Nghiệp và Phát triển nông thôn
6. Nguyễn Thị Huyền và cs (2021). *Vai trò của cộng đồng địa phương trong bảo tồn và phát triển bền vững tài nguyên rừng vùng đệm các khu bảo tồn miền Bắc Việt Nam*. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 10, 42 - 50.

**ASSESSMENT OF PERCEPTIONS AND BEHAVIORS REGARDING THE USE OF RARE FOREST SPECIES IN THE NIGHT AREA OF THAN SA - PHUONG HOANG NATURE RESERVE, THAI NGUYEN PROVINCE**

**Dang Thi Thai Ha<sup>1</sup>, Hoang Van Hung<sup>1</sup>, Nguyen Phu Hung<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>International School, Thai Nguyen University*

**Abstract**

This study examines the relationship between socio-economic characteristics and awareness and behavior regarding the use of rare and valuable forest tree species among communities and management staff in the buffer zone of the Than Sa - Phuong Hoang Nature Reserve in Thai Nguyen province. Data were collected from 96 survey questionnaires and processed using SPSS 26.0, employing descriptive statistics, Pearson correlation and multiple linear regression. The results show that education level and occupation are important variables significantly influencing awareness and behavior regarding the use/level of use of rare and valuable forest tree species. Management staff scored higher in awareness and tended to use them more cautiously, while local people had a higher/more frequent harvesting frequency, especially for valuable timber and medicinal plants with economic value. The regression model indicates three significant variables: educational level ( $\beta = 0.372$ ), occupation ( $\beta = 0.415$ ) and target group (residents/officials) ( $\beta = -0.327$ ), with an adjusted  $R^2$  of 0.41, which represents the variability in awareness and usage behavior. The high level of exploitation of some species poses a risk of genetic resource depletion in the wild. The study proposes integrating communication and education, sustainable livelihood development, and co-management mechanisms between management agencies and local communities in strategies for the conservation and rational use of rare and valuable forest tree species in the buffer zone of the protected area.

**Keywords:** *Rare and valuable trees; Than Sa - Phuong Hoang, community awareness, conservation; sustainable use.*

**Ngày nhận bài:** 10/9/2025

**Ngày chuyển phản biện:** 22/9/2025

**Ngày thông qua phản biện:** 12/11/2025

**Ngày duyệt đăng:** 5/12/2025

**THÔNG BÁO****Về việc chấp nhận Đơn đăng ký bảo hộ giống cây trồng mới**

Phòng Quản lý giống cây trồng - Cục Trồng trọt và Bảo vệ thực vật công bố chấp nhận đơn đăng ký bảo hộ giống cây trồng mới sau:

TT	Số đơn	Ngày nộp	Tên giống	Tên loài	Đại diện của chủ đơn	Người có quyền đăng ký	Tác giả giống	Ngày đơn hợp lệ
1	2025_29	24/01/2025	Aurora Karima	<i>Dâu tây - Fragaria x ananassa Duchesne ex Rozier</i>	Văn phòng Luật sư Ân Nam (ANNAM IP & LAW)	Mattivi Breeding S.S	Luca Mattivi	25/9/2025
2	2025_111	30/06/2025	GC-SA	<i>Nha đam - Aloe L.</i>	Không	Công ty Cổ phần Thực phẩm Cảnh đồng Việt	Công ty Cổ phần Thực phẩm Cảnh đồng Việt	1/10/2025
3	2025_135	30/07/2025	KIM CUONG	<i>Dứa - Ananas comosus (L.) Merr.</i>	Không	Công ty Cổ phần Giống cây trồng và Dược liệu IVP	Công ty Cổ phần Giống cây trồng và Dược liệu IVP, Hoàng Thị Giang, Nguyễn Hồng Quân, Đặng Thị Thúy Nga, Tạ Ngọc Long	12/9/2025
4	2025_147	09/09/2025	ENSURE	<i>Dưa chuột - Cucumis sativus L.</i>	Công ty TNHH MTV Sở hữu Trí tuệ VCCI (VCCHIP CO., LTD.)	Nunhens Netherlands B.V.	Jos Suelmann	4/11/2025
5	2025_148	10/09/2025	KT9	<i>Khoai tây - Solanum tuberosum L.</i>	Không	Viện Sinh học và Công nghệ Nông nghiệp	Nguyễn Thị Nhung, Ngô Thị Huệ, Hoàng Thị Duyên, Nguyễn Thị Thu Hương, Lê Kim Hanh, Nguyễn Đình Khang, Tạ Thị	25/9/2025

**KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ**

							Hàng, Nguyễn Xuân Trường, Vũ Tiến Dũng, Phạm Thị Hải	
6	2025_149	10/09/2025	VINAB-42	<i>Khoai tây - Solanum tuberosum L.</i>	Không	Viện Sinh học và Công nghệ Nông nghiệp	Nguyễn Xuân Trường, Lương Văn Hưng, Phạm Văn Tuấn, Vi Quốc Hiền, Vũ Tiến Dũng, Nguyễn Thị Sơn, Nguyễn Ngọc Tuấn, Phạm Thị Hải, Đinh Trường Sơn, Nguyễn Thị Nhung, Ngô Thị Huệ	25/9/2025
7	2025_150	15/09/2025	HG8	<i>Gai xanh- Boehmeria nivea L. Gaudich</i>	Không	Viện ứng dụng Công nghệ nông nghiệp Tối ưu	Phạm Mỹ Linh	25/9/2025
8	2025_151	15/09/2025	B 14	Lúa - <i>Oryza sativa L.</i>	Không	Lê Thị Bảy	Lê Thị Bảy, Trần Văn Mười	6/10/2025
9	2025_152	15/09/2025	B 17	Lúa - <i>Oryza sativa L.</i>	Không	Lê Thị Bảy	Lê Thị Bảy, Trần Văn Mười	6/10/2025
10	2025_153	18/09/2025	FL 17 15 86	<i>Dâu tây - Fragaria x ananassa Duchesne ex Rozier</i>	Công ty Ipcells & Cộng sự	Florida Foundation Seed Producers, Inc	Vance Whitaker	9/10/2025
11	2025_154	22/09/2025	Tẻ Pi Lèng	Lúa - <i>Oryza sativa L.</i>	Không	Công ty CP Giống nông nghiệp Việt Nam		13/10/2025
12	2025_155	28/11/2025	Gwangp yeongo k2ho	<i>Ngô - Zea mays L.</i>	Công ty TNHH Sản xuất ACTIP	Rural Development Administration	Hwanhee BAE, Young Sam GO, Tae Wook JUNG, JaeHan SON và Beom Young SON	8/12/2025

**KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ**

13	2025_156		ĐPC07	Điều	Không	Viện KHKT Nông nghiệp Duyên hải Nam Trung bộ		15/10/2025
14	2025_157	30/09/2025	SWC024	<i>Ngô - Zea mays L.</i>	Không	Công ty Cổ phần đầu tư và phát triển Vinaseed Hà Nội	Công ty Cổ phần đầu tư và phát triển Vinaseed Hà Nội	27/10/2025
15	2025_158	20/10/2025	Nội Mông 6	Lúa - <i>Oryza sativa L.</i>	Không	Công ty TNHH Nông nghiệp Hoàng Gia	Hoàng Văn Hòa	31/10/2025
16	2025_160	27/10/2025	TBR77	Lúa - <i>Oryza sativa L.</i>	Không	Công ty Cổ phần Tập đoàn ThaiBinh Seed	Trần Mạnh Bảo	5/11/2025
17	2025_161	28/10/2025	HLS 18	Lúa - <i>Oryza sativa L.</i>	Không	Công ty Cổ phần Tập đoàn Giống cây trồng Hoàng Long	Hoàng Văn Kiên	5/11/2025
18	2025_162	30/10/2025	Thiên Phú 283	Lúa - <i>Oryza sativa L.</i>	Không	Công ty TNHH Giống cây trồng Phú Thọ	Nguyễn Minh Chung, Vũ Quang Anh	14/11/2025
19	2025_163	30/10/2025	NTS004	Lúa - <i>Oryza sativa L.</i>	Không	Đỗ Thanh Tùng	Đỗ Thanh Tùng, Hoàng Văn Hòa	14/11/2025
20	2025_164		TM401	<i>Ngô - Zea mays L.</i>	Không	Viện Nghiên cứu Ngô	Nguyễn Xuân Thắng, Lương Thái Hà, Nguyễn Thị Như Quỳnh, Bùi Thị Hoa	14/11/2025
21	2025_165	07/11/2025	BĐMN - 01	<i>Bí xanh - Benincasa Hispidia (Thunb.) Cong.</i>	Không	Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp miền Nam	Ngô Xuân Chinh, Đinh Thị Thảo Quyên và Lữ Gia Hân	28/11/2025
22	2025_166	07/11/2025	BĐMN - 02					
23	2025_167	07/11/2025	BĐMN - 03					

**KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ**

24	2025_168	07/11/2025	BĐMN - 04					
25	2025_169	07/11/2025	BĐMN - 05					
26	2025_170	07/11/2025	BĐMN - 06					
27	2025_171	07/11/2025	BĐMN - 2.1					
28	2025_172	07/11/2025	BĐMN - 2.2					
29	2025_173	07/11/2025	BĐMN - 2.3					
30	2025_174	07/11/2025	BĐMN - 2.4					
31	2025_175	07/11/2025	BĐMN - 2.5					
32	2025_176	07/11/2025	BĐMN - 2.6					
33	2025_177	07/11/2025	VH800	<i>Ngô - Zea mays L.</i>	Không	Công ty TNHH MTV giống cây trồng Việt Hòa	Nguyễn Hữu Hòa, Vũ Thị Thanh Hoàn	28/11/2025
34	2025_178	10/11/2025	MC6	<i>Lúa - Oryza sativa L.</i>	Không	Công ty Cổ phần Tập đoàn Giống cây trồng Việt Nam	Công ty Cổ phần Tập đoàn Giống cây trồng Việt Nam	14/11/2025
35	2025_181	18/11/2025	Ngọc Long 1102	<i>Lúa - Oryza sativa L.</i>	Không	Công ty Cổ phần Tập đoàn Giống cây trồng Hoàng Long	Hoàng Văn Kiên	27/11/2025
36	2025_182	21/11/2025	NS 16-15	Việt quýt	Công ty Luật TNHH T&G	Next Progeny Pty Ltd.	Vincent David Andrew Mazzardis	08/12/2025
37	2025_183	21/11/2025	C12-069	Việt quýt	Công ty Luật TNHH	1. CostaExchange Pty Ltd.	1. Paul M. Lyrene 2. Gary Wright	08/12/2025

**KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ**

					T&G	2. Florida Foundation Seed Producers Inc.		
38	2025_184	21/11/2025	C13-051	Việt quýt	Công ty Luật TNHH T&G	1. Costa Berry International Pty Ltd. 2. Florida Foundation Seed Producers Inc	1. Jessica Scalzo 2. Paul M. Lyrene	08/12/2025
39	2025_185	21/11/2025	SR27	Lúa - <i>Oryza sativa</i> L.	Không	Công ty TNHH Công nghệ TSO	Đào Minh Sô	01/12/2025
40	2025_187	24/11/2025	CP1-6	<i>Bạch đàn - Eucalyptus globulus</i> Labill.	Trung tâm Hỗ trợ Dịch vụ giống cây trồng Việt Nam	Công ty TNHH Trồng rừng Quy Nhơn	Công ty TNHH Trồng rừng Quy Nhơn	08/12/2025
41	2025_188	24/11/2025	PC1-15					
42	2025_189	24/11/2025	PC4-9					
43	2025_190	24/11/2025	CH141	Lúa - <i>Oryza sativa</i> L.	Không	Công ty TNHH Hạt giống Việt	Công ty TNHH Hạt giống Việt; Công ty TNHH Giống cây trồng Khả Thành Hà Khẩu; Công ty TNHH Công nghệ sinh học Thiên Cổ Thượng Hải	01/12/2025
44	2025_191	27/11/2025	Q. Hương 35	Lúa - <i>Oryza sativa</i> L.	Không	Công ty TNHH Hạt giống Việt	Công ty TNHH Giống cây trồng Trung Nhất, Trung Khánh, Trung Quốc	08/12/2025
45	2025_192	27/11/2025	Baekya	<i>Hoa cúc - Chrysanthemum morifolium</i> Ramat	Công ty TNHH Sản xuất ACTIP	Chungcheongnam-do	Ha Seung Pak, Kuk Seong Son, Dong Chan Kim, Hyun Gu Choi, Nak Beom Jeon, Jong Jin Choi	08/12/2025
46	2025_193	27/11/2025	C15-143	Việt quýt	Công ty	1. Costa Berry	1. Jessica	08/12/2025

## KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ

					Luật TNHH T&G	International Pty Ltd. 2. Florida Foundation Seed Producers Inc	Scalzo 2. James W. Olmstead	
47	2025_194	27/11/2025	C15-268	Việt quýt	Công ty Luật TNHH T&G	1. Costa Berry International Pty Ltd. 2. Florida Foundation Seed Producers Inc	1. Jessica Scalzo 2. James W. Olmstead	08/12/2025
48	2025_195	27/11/2025	C15-270	Việt quýt				08/12/2025
49	2025_196	28/11/2025	TNN91	Lúa - <i>Oryza sativa</i> L.	Không	Trường Đại học Cần Thơ		8/12/2025
50	2025_199	03/12/2025	TBR85	Lúa - <i>Oryza sativa</i> L.	Không	Công ty Cổ phần Tập đoàn ThaiBinh Seed	Trần Mạnh Báo	8/12/2025

### QUYẾT ĐỊNH

#### Về việc cấp Bằng bảo hộ giống cây trồng

Phòng Quản lý giống cây trồng - Cục Trồng trọt và Bảo vệ thực vật công bố cấp bằng bảo hộ giống cây trồng sau:

TT	Số đơn	Số bằng	Tên giống	Tên loài	Chủ sở hữu bằng bảo hộ	Tác giả giống	Ngày cấp	Hiệu lực
1	2021_63	62.VN.2025	OPV88	Cao lương – <i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	Học viện Nông nghiệp Việt Nam	Phạm Văn Cường	01/08/2025	20 năm
2	2024_199	64.VN.2025	Ki17	Lúa - <i>Oryza sativa</i> L.	Công ty TNHH Giống cây trồng Việt Thành	Lương Văn Đông	14/08/2025	20 năm
3	2025_21	69.VN.2025	Max 7379	Ngô - <i>Zea mays</i> L.	Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp miền Nam	Phạm Văn Ngọc, Nguyễn Thị Bích Chi, Phạm Thị Ngân, Lê Quý Kha	15/08/2025	20 năm
4	2023_27	73.VN.2025	Lộc Trời 33	Lúa - <i>Oryza sativa</i> L.	Viện Nghiên cứu Nông nghiệp Lộc Trời	Viện Nghiên cứu Nông nghiệp Lộc Trời	03/09/2025	20 năm
5	2023_87	75.VN.2025	OS20	Lúa - <i>Oryza sativa</i> L.	Công ty TNHH Chuyển giao tiến bộ kỹ thuật Nông nghiệp O Mon	Công ty TNHH Chuyển giao tiến bộ kỹ thuật Nông nghiệp O Mon	08/09/2025	20 năm

## KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ

6	2022_98	76.VN.2025	Thăng Long Tiến	Dưa hấu - <i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai	Viện Nghiên cứu Nông nghiệp Lộc Trời	Viện Nghiên cứu Nông nghiệp Lộc Trời	11/09/2025	20 năm
7	2024_194	79.VN.2025	TC7	Lúa - <i>Oryza sativa</i> L.	Hoa Sỹ Hiền, Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh An Giang	Huỳnh Quang Tín, Hoa Sỹ Hiền, Nguyễn Hồng Cúc	12/09/2025	20 năm
8	2024_195	80.VN.2025	Nếp Thơm AG	Lúa - <i>Oryza sativa</i> L.	Từ Bá Đạt, Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh An Giang	Huỳnh Quang Tín, Từ Bá Đạt, Nguyễn Hồng Cúc	12/09/2025	20 năm
9	2024_103	81.VN.2025	HD979	Lúa - <i>Oryza sativa</i> L.	Công ty Cổ phần Xuất nhập khẩu và Đầu tư HP	Nguyễn Thái Hưng, Bùi Bình Đông	22/09/2025	20 năm
10	2023_77	84.VN.2025	ADI01	Lúa - <i>Oryza sativa</i> L.	Công ty Cổ phần Đầu tư Thương mại và Phát triển nông nghiệp ADI	Lê Thanh Hải, Trần Thị Thanh Yên	26/09/2025	20 năm
11	2023_85	85.VN.2025	ADI36	Lúa - <i>Oryza sativa</i> L.	Công ty Cổ phần Đầu tư Thương mại và Phát triển nông nghiệp ADI	Trần Thị Thanh Yên, Tăng Thị Thanh Huyền	26/09/2025	20 năm
12	2022_117	86.VN.2025	Tiền Hải 8	Lúa - <i>Oryza sativa</i> L.	Công ty Cổ phần Tập đoàn Giống cây trồng Tiền Hải Thái Bình	Tô Đình Chiến	26/09/2025	20 năm
13	2023_193	87.VN.2025	VH11	Lúa - <i>Oryza sativa</i> L.	Công ty TNHH Giống nông nghiệp Quảng Ngãi	Trần Hà	26/09/2025	20 năm
14	2025_14	88.VN.2025	Waxy 8	Ngô - <i>Zea mays</i> L.	Viện Nghiên cứu Ngô	Nguyễn Văn Thu, Lê Văn Hải, Phạm Thị Khu, Trịnh Thị Bảy, Đỗ Văn Dũng, Châu Ngọc Lý	14/10/2025	20 năm
15	2025_62	89.VN.2025	KL903	Lúa - <i>Oryza sativa</i> L.	Công ty TNHH Giống cây trồng Nam Dương	Võ Thị Lan Hương	14/10/2025	20 năm
16	2025_06	90.VN.2025	LCH88	Ngô - <i>Zea mays</i> L.	Viện Nghiên cứu Ngô	Châu Ngọc Lý, Lê Văn Hải, Lê Quý Kha, Cấn Văn Cường, Lưu Cao Sơn, Nguyễn Chí Thành, Đào Ngọc Ánh	14/10/2025	20 năm

## KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ

17	2023_75	91.VN.2025	HG383	Lúa - <i>Oryza sativa</i> L.	Công ty CP Giống cây trồng - Vật nuôi Thừa Thiên Huế	Công ty CP Giống cây trồng - Vật nuôi Thừa Thiên Huế	14/11/2025	20 năm
18	2024_03	92.VN.2025	QM 989	Bí ngô - <i>Cucurbita moschata</i> Duch	Công ty TNHH Hạt giống Quang Minh	Lê Thanh Tùng	08/12/2025	20 năm

### QUYẾT ĐỊNH

#### Về việc đình chỉ hiệu lực Bằng bảo hộ giống cây trồng

Phòng Quản lý giống cây trồng - Cục Trồng trọt và Bảo vệ thực vật công bố đình chỉ hiệu lực bằng bảo hộ giống cây trồng sau:

STT	Số bằng	Số đơn	Tên giống	Tên loài	Tên chủ sở hữu/Đại diện của chủ sở hữu
1	53.VN.2021	2019_87	Linh Hương	Lúa	Công ty Cổ phần Công nghệ nông nghiệp Chiến Thắng
2	54.VN.2021	2019_85	Ngọc Châu	Lúa	
3	91.VN.2024	2018_175	DOCHRYLESE	Hoa cúc	Công ty TNHH Fresh Studio Innovations Asia
4	15.VN.2015	2014_75	PHALFIMWAQ	Lan Hồ Điệp	
5	40.VN.2023	2020_17	ANTHFAXI	Hồng Môn	
6	42.VN.2023	2020_19	ANTHESZJA	Hồng Môn	
7	41.VN.2023	2020_18	ANTHEUDAM	Hồng Môn	
8	69.VN.2018	2016_89	BÍ ĐAO F1 - JAVA 68	Bí đao	Công ty TNHH Hạt giống Tân Lộc Phát
9	28.VN.2015	2009_34	Nếp ĐN20	Lúa	Công ty TNHH Nông nghiệp Nhiệt Đới
10	29.VN.2015	2011_43	Nếp phú quý	Lúa	
11	44.VN.2017	2015_59	CL61	Lúa	Công ty TNHH Syngenta Việt Nam
12	55.VN.2025	2022_65	JOYFIT	Dưa chuột	Rijk Zwaan Zaadteelt En Zaadhandel B.V.
13	78.VN.2022	2020_221	T68	Lúa	Trung tâm Bảo tồn và Phát triển nguồn gen cây trồng

## THỂ LỆ VIẾT VÀ GỬI BÀI

1. Tạp chí Nông nghiệp và Môi trường đăng tải các bài báo khoa học công bố các công trình nghiên cứu khoa học có nội dung khoa học mới, các bài tổng quan về ngành nông nghiệp và môi trường chưa gửi đăng ở bất kỳ loại hình báo chí nào.

2. Bài báo có thể viết bằng tiếng Việt (đăng trên Tạp chí bằng ngôn ngữ tiếng Việt) hoặc tiếng Anh (đăng trên Tạp chí bằng ngôn ngữ tiếng Anh), soạn thảo trên máy vi tính, các dòng cách nhau bằng 1,2 (Paragraph/Line spacing Multiple at 1,2), sử dụng font chữ Times New Roman, cỡ chữ 12, có độ dài không quá 10 trang giấy khổ A4 bao gồm cả tài liệu tham khảo.

3. Từ khóa được trình bày theo thứ tự alphabet, từ 3 - 5 từ. Từ khóa bằng tiếng Việt và tiếng Anh phải cùng nội dung, ý nghĩa của từ. Phần tóm tắt có độ dài không quá 350 từ viết liền, không xuống dòng, cỡ chữ 10, bao gồm: Nêu ngắn gọn về mục đích, phương pháp nghiên cứu, kết quả nghiên cứu chính. Bài báo viết bằng tiếng Việt phải có tóm tắt bằng cả tiếng Anh, tiếng Việt và không khác biệt về nội dung, ý nghĩa.

4. Bài báo phải được trình bày theo thứ tự sau: Tên bài báo bằng tiếng Việt và tiếng Anh, (các) tác giả, tên cơ quan của (các) tác giả, tóm tắt, từ khóa, nội dung của bài báo, lời cảm ơn (nếu có), tài liệu tham khảo. Tác giả liên hệ phải được chỉ rõ cùng với địa chỉ cơ quan, Email, số điện thoại trên trang nhất của bản thảo. Tên riêng tiếng Việt phải có đủ dấu thanh kể cả các bài viết bằng tiếng Anh.

5. Tài liệu tham khảo được trình bày theo thứ tự trích dẫn và đánh số đặt trong ngoặc vuông theo thứ tự xuất hiện trong bài báo và trong danh mục tài liệu tham khảo.

*+ Đối với các tài liệu là bài báo trong Tạp chí ghi đầy đủ theo thứ tự:* Tên tác giả, năm xuất bản, tên bài báo, tên tạp chí, tập, số, trang.

*+ Đối với các tài liệu là sách ghi đầy đủ theo thứ tự:* Tên tác giả, năm xuất bản, tên sách, nhà xuất bản, nơi xuất bản.

Nếu bài viết bằng tiếng Anh, tài liệu tham khảo nào không phải bằng tiếng Anh thì phải dịch ra tiếng Anh và chú thích ngôn ngữ gốc trong ngoặc đơn.

6. Tạp chí Nông nghiệp và Môi trường thực hiện quy trình gửi bài, quy trình phản biện online trên hệ thống phần mềm của Tạp chí và sử dụng cơ sở dữ liệu các số Tạp chí đã xuất bản, đề nghị các cộng tác viên, phản biện bài báo và bạn đọc truy cập vào website: <http://tapchikhoahoc.nnmt.net.vn> và thực hiện các thủ tục theo hướng dẫn.

7. Chi tiết xin liên hệ: Tạp chí Nông nghiệp và Môi trường; Số 10 Nguyễn Công Hoan, phường Giảng Võ, Hà Nội; Điện thoại: 024.37711070; 024.38345457; 024.37716634. Email: [bbtnongnghiep@gmail.com](mailto:bbtnongnghiep@gmail.com).

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that proper record-keeping is essential for ensuring transparency and accountability in financial management. This section also outlines the various methods and tools used to collect and analyze data, highlighting the need for consistency and precision in data collection.

The second part of the document focuses on the analysis of the collected data. It describes the various statistical techniques and models used to interpret the data, including regression analysis, time series analysis, and hypothesis testing. This section also discusses the challenges associated with data analysis, such as missing data and outliers, and provides strategies to address these issues.

The third part of the document discusses the application of the findings from the data analysis. It highlights the key insights and trends identified in the data and discusses their implications for decision-making and policy formulation. This section also provides recommendations for future research and data collection efforts, emphasizing the need for ongoing monitoring and evaluation.

In conclusion, this document provides a comprehensive overview of the data collection and analysis process. It emphasizes the importance of accurate record-keeping, effective data collection methods, and rigorous data analysis techniques. The findings from the data analysis provide valuable insights into the financial performance and trends, which can be used to inform decision-making and policy formulation.