

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

7  
2026

# HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

## Editorial Committee

### 1. CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG:

TS. PHÙNG ĐỨC TIẾN - *Thủ trưởng Bộ Nông nghiệp và Môi Trường*

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

TS. ĐÀO XUÂN HƯNG - *Tổng Biên tập Tạp chí Nông nghiệp và Môi trường*

### 3. CÁC ỦY VIÊN:

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

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

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

PGS.TS. PHÍ HỒNG HẢI - *Phó Giám đốc Phụ trách Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam*

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

PGS.TS. ĐẶNG THỊ LỰA - *Viện trưởng Viện Khoa học Thủy sản Việt Nam*

PGS.TS. PHẠM THỊ THANH NGÀ - *Viện trưởng Viện Khoa học KTTV, Môi trường và Biển*

PGS.TS. PHẠM DOÃN LÂN - *Quyền Viện trưởng Viện Chăn nuôi và Thú y Việt Nam*

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

TS. ĐẶNG VŨ HOÀNG - *Phó Viện trưởng Viện Chăn nuôi và Thú y Việt Nam*

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

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

GS.TS. PHẠM VĂN ĐIỂN - *Phó Viện trưởng Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam*

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

GS.TS. TRẦN ĐĂNG HÒA - *Chủ tịch Hội đồng Đại học Huế*

GS.TS. NGUYỄN THANH PHƯƠNG - *Chủ tịch Hội đồng Đại học Cần Thơ*

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

GS.TS. TRẦN VĂN CHỨ - *Chủ tịch 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 - *Nghiên cứu viên cao cấp Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam*

GS.TS. PHẠM QUANG THU - *Nghiên cứu viên cao cấp Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam*

GS.TS. NGUYỄN DUY HOAN - *Giảng viên cao cấp 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 - *Hiệu trưởng Trường ĐH Tài nguyên và Môi trường Hà Nội*

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

PGS.TS. NGUYỄN CHU HỒI - *Phó Chủ tịch Thường trực Hội Thủy sản Việt Nam*

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

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

GS.TS. LÊ MINH HOÀNG - *Phó Hiệu trưởng Trường Thủy sản và KHSS, 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 - *Phó Chủ tịch Hội Khoa học Đất Việt Nam*

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

TS. NGUYỄN ĐỨC TRỌNG - *Phó Chủ tịch Hiệp hội Trang trại và Doanh nghiệp NN Việt Nam*

## TẠP CHÍ

**NÔNG NGHIỆP  
& MÔI TRƯỜNG**

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

**NĂM THỨ HAI MƯƠI SÁU**

**SỐ 526 NĂM 2026  
XUẤT BẢN 1 THÁNG 2 KỲ**

**TỔNG BIÊN TẬP  
TS. ĐÀO XUÂN HƯNG  
ĐT: 024.37711070**

**PHÓ TỔNG BIÊN TẬP  
THS. KIỀU ĐĂNG TUYẾT  
THS. VŨ MINH LÝ**

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 hóa, Thể thao và Du lịch  
cấp ngày 25 tháng 4 năm 2025

**Chế bản tại Tạp chí  
Nông nghiệp và Môi trường  
Nhà máy in Bản đồ  
Chi nhánh Công ty TNHH MTV  
Nhà xuất bản Tài Nguyên  
Môi trường và Bản đồ Việt Nam**

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

## MỤC LỤC

- ❑ TRẦN THỊ CẨM TÚ, NGÔ PHÚ CƯỜNG, LÊ THỊ TRÚC PHƯƠNG. Ảnh hưởng của nồng độ BA (6-benzyl-adenine) đến sự nhân nhanh chồi cây Ngải (*Kaempferia* sp.) *in vitro* 3 - 8
- ❑ HUỖNH TRỌNG NHÂN, NGUYỄN MINH CHƠN. Khảo sát mức độ mẫn cảm và kháng thuốc diệt cỏ cyhalofop-butyl của cỏ lồng vực (*Echinochloa* spp.) và cỏ đuôi phụng (*Dinebra* spp.) tại tỉnh Đồng Tháp 9 -17
- ❑ TRẦN VĂN CHÍ, NGUYỄN THANH HẢI. Phân lập, tuyển chọn chủng vi khuẩn *Bacillus thuringiensis* tổng hợp enzyme chitinase từ đất trồng rau tại xã Ba Bê, tỉnh Thái Nguyên 18-26
- ❑ TÔ THỊ NGÂN, BÙI THỊ XUÂN, TRẦN NGỌC ÁNH, NGUYỄN TIẾN DŨNG, PHẠM ANH MINH, NGUYỄN VĂN TÂM, TRẦN THỊ LAN. Ảnh hưởng của liều lượng phân bón lá đến sinh trưởng, năng suất và chất lượng của giảo cổ lam (*Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino) tại xã Tam Đảo, tỉnh Phú Thọ 27-37
- ❑ NGUYỄN LÊ KHANH, NGUYỄN THỊ HỒNG, LÊ THỊ HIỀN. Đánh giá hiệu quả của nano sắt xitrat làm phân bón vi lượng đối với sinh trưởng, năng suất và chất lượng của dưa chuột (*Cucumis sativus*) và cà chua (*Solanum lycopersicum* L.) trồng trên giá thể trong nhà lưới 38-48
- ❑ NGUYỄN THỊ HIỀN, PHẠM HỮU THỊNH, PHAN QUÂN BẢO, NGÔ GIA BẢO. Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn bột nền và hydrocolloid đến đặc tính của bột áo cho viên nugget thực vật 49-59
- ❑ DƯƠNG THỊ PHƯƠNG LIÊN, TRẦN MINH PHÚC, HÀ THANH TOÀN. Ảnh hưởng của thời gian nảy mầm đến thành phần dinh dưỡng, hoạt tính chống oxy hóa và chất lượng cảm quan của bột đậu nành (*Glycine max* (L.) Merrill) 60-68
- ❑ NGUYỄN THỊ QUỲNH NHƯ, TRẦN VĂN NGUYỄN, NGUYỄN THỊ NGỌC QUỲNH. Nghiên cứu tính chất hoá lý và hoạt tính chống oxy hoá của mật ong hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc có nguồn gốc từ tỉnh Bến Tre (cũ), nay là tỉnh Vĩnh Long 69-76
- ❑ NGUYỄN THANH GIAO, LÝ QUỐC SỬ, LÊ VŨ TRƯỜNG, LÊ ĐỨC THỪA, NGUYỄN THỊ MỘNG TUYỀN, TRẦN VĂN THƠM, HÀ NGUYỄN, HÀ THẢO NGUYỄN, NGUYỄN THỊ CẨM DIỄN. Chuyển dịch mô hình quản lý chất lượng nước tại Việt Nam sang giám sát dựa trên dữ liệu số thời gian thực 77-85
- ❑ NGUYỄN ĐÌNH TRUNG, TRƯƠNG MỸ HOA, TRẦN THÁI YÊN. Sử dụng đất nông nghiệp đa mục đích tại huyện Đức Trọng (cũ), tỉnh Lâm Đồng: thực trạng, thách thức và giải pháp 86-96

**VIETNAM JOURNAL OF  
AGRICULTURE AND  
ENVIRONMENT**

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

THE TWENTY SIXTH YEAR  
No. 526 - 2026

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

**Deputy Editor-in-Chief**  
MS. KIEU DANG TUYET  
MS. VU MINH LY

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 Cartographic  
Printing Enterprise

**CONTENTS**

- ❑ TRAN THI CAM TU, NGO PHU CUONG, LE THI TRUC PHUONG. The influence of the BA (6-benzyladenine) concentration to *in vitro* shoot multication of *Kaempferia* sp. 3-8
- ❑ HUYNH TRONG NHAN, NGUYEN MINH CHON. Examination on susceptibility and resistance to cyhalofop-butyl of *Echinochloa* spp. and *Dinebra* spp. in Dong Thap province 9-17
- ❑ TRAN VAN CHI, NGUYEN THANH HAI. Isolation and selection of *Bacillus thuringiensis* strains producing chitinase from vegetable soil in Ba Be commune, Thai Nguyen province 18-26
- ❑ TO THI NGAN, BUI THI XUAN, TRAN NGOC ANH, NGUYEN TIEN DUNG, PHAM ANH MINH, NGUYEN VAN TAM, TRAN THI LAN. Effects of graded foliar fertilizer applications on the growth performance, biomass yield, and nutritional quality of (*Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino) in Tam Dao commune, Phu Tho province 27-37
- ❑ NGUYEN LE KHANH, NGUYEN THI HONG, LE THI HIEN. Evaluation of nano iron citrate as a micronutrient fertilizer on growth, yield, and fruit quality of cucumber (*Cucumis sativus*) and tomato (*Solanum lycopersicum* L.) grown on substrate in greenhouse 38-48
- ❑ NGUYEN THI HIEN, PHAM HUU THINH, PHAN QUAN BAO, NGO GIA BAO. Effect of flour blending ratios and hydrocolloids on properties of coating batter for plant-based nuggets 49-59
- ❑ DUONG THI PHUONG LIEN, TRAN MINH PHUC, HA THANH TOAN. Effect of germination time on nutritional composition, antioxidant activity and sensory quality of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) powder 60-68
- ❑ NGUYEN THI QUYNH NHU, TRAN VAN NGUYEN, NGUYEN THI NGOC QUYNH. Study of the physicochemical properties and antioxidant activity of coconut flower honey and concentrated coconut flower nectar from Ben Tre province (former), now Vinh Long province 69-76
- ❑ NGUYEN THANH GIAO, LY QUOC SU, LE VU TRUONG, LE DUC THUA, NGUYEN THI MONG TUYEN, TRAN VAN THOM, HA NGUYEN, HA THAO NGUYEN, NGUYEN THI CAM DIEN. Transitioning the water quality management model in Vietnam towards real-time digital data-based monitoring 77-85
- ❑ NGUYEN DINH TRUNG, TRUONG MY HOA, TRAN THAI YEN. Multi - purpose agricultural land use in Duc Trong district (former), Lam Dong province: current status, challenges and solutions 86-96

# ẢNH HƯỞNG CỦA NỒNG ĐỘ BA (6-benzyl-adenine) ĐẾN SỰ NHÂN NHANH CHỒI CÂY NGÃI (*Kaempferia sp.*) *IN VITRO*

Trần Thị Cẩm Tú<sup>1,\*</sup>, Ngô Phú Cường<sup>1</sup>, Lê Thị Trúc Phương<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Khoa Nông nghiệp, Tài nguyên và Môi trường, Trường Đại học Đồng Tháp

\*Email: ttctu@dthu.edu.vn

## TÓM TẮT

Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của nồng độ 6-benzyladenine (BA) đến sự nhân nhanh chồi cây Ngải (*Kaempferia sp.*) *in vitro* nhằm cung cấp dữ liệu ban đầu, làm cơ sở cho chọn giống và nhân giống quy mô lớn. Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với 4 nghiệm thức (môi trường MS bổ sung BA ở nồng độ 0,50; 1,00; 1,50 và 2,00 mg/L), mỗi nghiệm thức 3 mẫu cây và 5 lần lặp lại. Sau 21 ngày nuôi cấy, môi trường MS bổ sung 2,00 mg/L BA cho số chồi cao nhất (4,20 chồi/mẫu) và chiều cao chồi lớn nhất (2,67 cm), tiếp theo là 1,50 mg/L (3,20 chồi; 2,19 cm), 1,00 mg/L (2,20 chồi; 1,76 cm) và thấp nhất ở 0,50 mg/L (1,60 chồi; 1,09 cm). Tỷ lệ nhiễm nấm thấp, ổn định và không ghi nhận nhiễm ở nồng độ 1,00 - 1,50 mg/L BA. Kết quả góp phần bổ sung dữ liệu thực nghiệm cho nguồn gene *Kaempferia sp.* địa phương tại Việt Nam.

**Từ khóa:** *Kaempferia sp.*, cây Ngải, nhân giống *in vitro*, 6-benzyladenine (BA), hệ số nhân chồi.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây Ngải (*Kaempferia sp.*) là loài cây thuốc quý thuộc họ Gừng (Zingiberaceae), với khoảng 60 loài được ghi nhận trên thế giới, phân bố chủ yếu từ Ấn Độ đến khu vực Đông Nam Á, trong đó có Việt Nam [1, 2]. Loài này sinh trưởng tốt trong điều kiện khí hậu nhiệt đới gió mùa, dễ trồng và thích nghi cao. Phần thân rễ phát triển mạnh, thường phình to dạng củ, là nơi tích lũy nhiều hợp chất sinh học có hoạt tính dược lý cao như flavonoid, tinh dầu và các hợp chất phenolic [1, 3].

Tuy nhiên, hiện nay trữ lượng cây Ngải trong tự nhiên tại Việt Nam đang có xu hướng suy giảm nhanh chóng, chủ yếu do khai thác quá mức để phục vụ nhu cầu làm thuốc mà chưa có chiến lược bảo tồn và phát triển nguồn dược liệu bền vững [4]. Bên cạnh đó, phương pháp nhân giống hiện nay chủ yếu là sinh dưỡng thông qua thân rễ, không chỉ tiêu tốn nhiều vật liệu giống mà còn kéo dài thời gian nhân giống, khó đáp ứng nhu cầu sản xuất cây giống với số lượng lớn, đồng đều về chất lượng và sạch bệnh [5].

Trong những năm gần đây, kỹ thuật nhân giống *in vitro* đã được ứng dụng rộng rãi trong sản xuất giống cây trồng và cây dược liệu nhờ các ưu

điểm vượt trội như hệ số nhân cao, cây con đồng nhất về mặt di truyền và không mang mầm bệnh [6]. Tuy nhiên, việc áp dụng các quy trình *in vitro* truyền thống vào sản xuất quy mô lớn vẫn còn gặp hạn chế do chi phí đầu tư ban đầu cao và giá thành cây giống còn lớn. Do đó, việc nghiên cứu xây dựng và tối ưu hóa quy trình nhân giống *in vitro* phù hợp cho cây Ngải là yêu cầu cấp thiết, nhằm nâng cao hiệu quả nhân giống, giảm chi phí sản xuất và đảm bảo chất lượng cây con [7].

Nghiên cứu này tập trung khảo sát ảnh hưởng của nồng độ BA đến giai đoạn nhân nhanh chồi cây Ngải (*Kaempferia sp.*) thu thập tại tỉnh Đồng Tháp - vật liệu địa phương chưa được nghiên cứu chi tiết về nhân giống *in vitro*. Kết quả sẽ góp phần hỗ trợ xây dựng quy trình nhân giống ban đầu cho nguồn gene địa phương.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu nghiên cứu là cây Ngải (*Kaempferia sp.*) được thu thập tại các hộ trồng tại địa bàn tỉnh Đồng Tháp, Việt Nam. Đây là loài địa phương, chưa được định danh chính xác đến loài và chưa có nghiên cứu nhân giống *in vitro* trước đây.

Các cây được lựa chọn làm nguồn vật liệu ban đầu là những cây trưởng thành (có thân rễ

phát triển đầy đủ, tuổi đời từ 1 - 2 năm), sinh trưởng khỏe mạnh, lá xanh tốt, không có biểu hiện sâu bệnh hại hoặc dấu hiệu nhiễm nấm, vi khuẩn. Sau khi thu thập, mẫu được bảo quản cẩn thận trong túi nilon ẩm, tránh ánh nắng trực tiếp và vận chuyển nhanh chóng về phòng thí nghiệm trong vòng 24 giờ để đảm bảo độ tươi và khả năng sống của mẫu.

Trong giai đoạn nhân nhanh *in vitro*, vật liệu nuôi cấy chính là các chồi non (dài 1 - 2 cm) được tách ra từ cây mẹ sau quy trình xử lý vô trùng. Các chồi này được chọn từ phần ngọn hoặc chồi nách của thân rễ, đảm bảo đồng đều về kích thước và sức sống để giảm biến dị trong thí nghiệm.

## **2.2. Phương pháp nghiên cứu**

### **2.2.1. Phương pháp xử lý mẫu**

Các cây Ngải trưởng thành, sinh trưởng tốt và không bị nhiễm bệnh được chọn làm nguồn mẫu. Chồi non được tách ra từ cây mẹ, sau đó rửa sơ bộ dưới vòi nước chảy trong 30 - 60 phút để loại bỏ đất cát, bụi bẩn và tạp chất bám trên bề mặt.

Tiếp theo, mẫu được ngâm trong dung dịch xà phòng loãng (nồng độ khoảng 0,01 - 0,02%) có bổ sung vài giọt Tween trong 10 - 15 phút nhằm loại bỏ hoàn toàn các tạp chất hữu cơ và vi sinh vật bám trên bề mặt. Sau đó, mẫu được rửa sạch lại 4 - 5 lần dưới vòi nước máy chảy để loại bỏ hết dư lượng xà phòng.

Mẫu được chuyển vào tủ cấy vô trùng, khử trùng bề mặt bằng dung dịch  $HgCl_2$  (nồng độ 0,10%) trong thời gian 7 phút, kết hợp lắc nhẹ định kỳ để đảm bảo hóa chất tiếp xúc đều. Sau khử trùng, mẫu được rửa ngay lập tức bằng nước cất vô trùng 4 - 5 lần (mỗi lần 2 - 3 phút) để loại bỏ hoàn toàn dư lượng  $HgCl_2$ , tránh độc tính đối với mô. Sau xử lý vô trùng, chồi non được cấy trực tiếp vào môi trường thí nghiệm (giai đoạn nhân nhanh).

### **2.2.2. Môi trường và điều kiện cấy mẫu**

Môi trường nền là MS [7] bổ sung 30,00 g/L sucrose, 7,00 g/L agar, pH điều chỉnh 5,80 - 6,00 trước khi hấp khử trùng ( $121^{\circ}C$ , 1 atm, 20 phút) và không kết hợp auxin vì mục tiêu tập trung đánh giá độc lập tác động của cytokinin BA trong khoảng nồng độ phổ biến trên chi *Kaempferia*). Chất điều hòa sinh trưởng sử dụng là 6 - benzyladenine (BA, Merck, độ tinh khiết 99%) với các nồng độ 0,50; 1,00; 1,50 và 2,00 mg/L.

Các mẫu cấy được nuôi trong phòng nuôi cấy với nhiệt độ  $25 \pm 2^{\circ}C$ , độ ẩm tương đối 70%,

cường độ ánh sáng 2000 - 3000 lux và chu kỳ chiếu sáng 16 giờ/ngày.

### **2.2.3. Bố trí thí nghiệm**

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên (Completely Randomized Design - CRD) với 4 nghiệm thức tương ứng với các nồng độ BA khác nhau trên môi trường MS. Mỗi nghiệm thức gồm 3 mẫu cấy (mỗi mẫu là 1 chồi non), 5 lần lặp lại (tổng 15 mẫu/nghiệm thức). Cụ thể các nghiệm thức như sau:

Nghiệm thức 1 (NT1): Môi trường MS bổ sung BA 0,50 mg/L.

Nghiệm thức 2 (NT2): Môi trường MS bổ sung BA 1,00 mg/L.

Nghiệm thức 3 (NT3): Môi trường MS bổ sung BA 1,50 mg/L.

Nghiệm thức 4 (NT4): Môi trường MS bổ sung BA 2,00 mg/L.

### **2.2.4. Chỉ tiêu theo dõi**

Các chỉ tiêu sinh trưởng và phát triển của mẫu nuôi cấy được ghi nhận và đánh giá trực quan kết hợp đo lường tại các thời điểm 7, 14 và 21 ngày sau nuôi cấy (NSNC), cụ thể như sau:

- Tỷ lệ mẫu nhiễm nấm (%):  $(\text{Số mẫu nhiễm nấm} / \text{Tổng số mẫu cấy ban đầu trong nghiệm thức}) \times 100$ . Mẫu được xem là nhiễm nếu xuất hiện dấu hiệu nấm mốc, màng trắng hoặc đen trên bề mặt mẫu hoặc môi trường.

- Số chồi/mẫu cấy (chồi  $\geq 0,5$  cm): Đếm số chồi mới hình thành trên mỗi mẫu cấy. Chỉ tính các chồi có chiều dài  $\geq 0,5$  cm, có lá rõ rệt và sinh trưởng độc lập (không tính chồi ban đầu).

- Hệ số nhân chồi: Số chồi trung bình thu được trên một mẫu cấy 21 NSNC (chỉ tính tại thời điểm cuối cùng của chu kỳ nhân nhanh).

- Chiều cao chồi (cm): Đo chồi cao nhất trên mỗi mẫu (độ chính xác 0,01 cm).

### **2.2.5. Xử lý và phân tích số liệu**

Số liệu được xử lý bằng phần mềm SPSS 22.0, phân tích phương sai ANOVA một nhân tố và so sánh trung bình bằng kiểm định Duncan ở mức ý nghĩa thống kê 5% ( $p < 0,05$ ).

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

### **3.1. Tỷ lệ nhiễm nấm của chồi cây Ngải sau khi nuôi cấy**

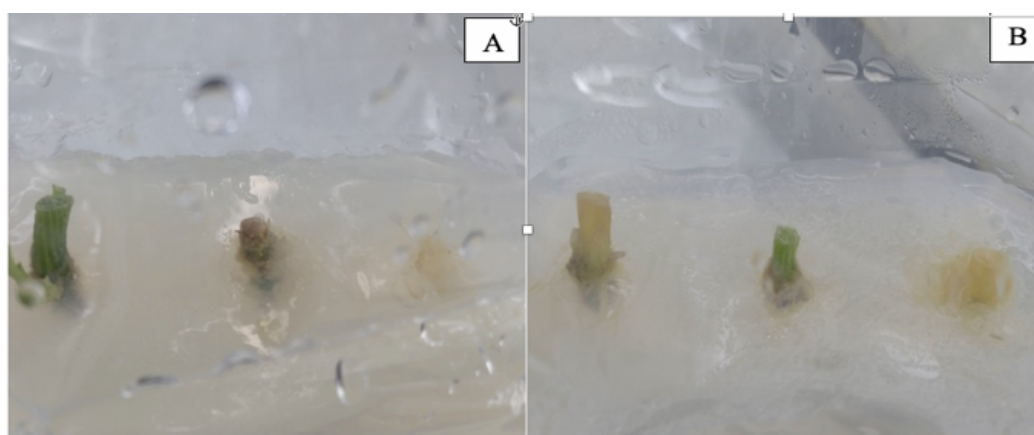
Tỷ lệ nhiễm nấm ổn định qua các thời điểm theo dõi và không tăng thêm theo thời gian nuôi

cây. Ở nghiệm thức bổ sung 0,50 mg/L và 2,00 mg/L BA, tỷ lệ nhiễm duy trì ở mức 20,00% tại tất cả các thời điểm, trong khi ở nồng độ 1,00 mg/L và 1,50 mg/L BA không ghi nhận nhiễm nấm (0%) (Bảng 1).

**Bảng 1. Tỷ lệ nhiễm nấm (%) của chồi cây Ngải tại các thời điểm sau nuôi cấy**

Nghiệm thức	Nồng độ BA (mg/L)	7 NSNC (%)	14 NSNC (%)	21 NSNC (%)
1	0,50	20,00	20,00	20,00
2	1,00	0,00	0,00	0,00
3	1,50	0,00	0,00	0,00
4	2,00	20,00	20,00	20,00

*Ghi chú: Dữ liệu từ 15 mẫu cây/nghiệm thức (3 mẫu × 5 lặp lại). Tỷ lệ nhiễm ổn định qua thời gian, không khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các thời điểm trong cùng nghiệm thức (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



**Hình 1. Hiện tượng nhiễm nấm ở nghiệm thức bổ sung BA thấp/cao (NT1: Hình A và NT4 - Hình B) 21 NSNC**

Quy trình khử trùng bằng  $HgCl_2$  7 phút đạt hiệu quả tương đối tốt (tỷ lệ nhiễm tối đa 20 %). Nguyên nhân dẫn đến hiện tượng nhiễm nấm ở một số nghiệm thức có thể xuất phát từ các sai sót trong quá trình thao tác vô trùng, hiệu quả khử trùng mẫu chưa triệt để hoặc nguồn mẫu ban đầu còn mang mầm bệnh nội sinh. chứ không phải do nồng độ BA trực tiếp gây ra. Tuy nhiên, kết quả thu được cho thấy quy trình xử lý mẫu nhìn chung đạt hiệu quả tương đối tốt, thể hiện qua tỷ lệ mẫu nhiễm nấm thấp. Kết quả này tương đồng với các nghiên cứu trên chi *Kaempferia*, như ở *K. galanga* khi khử trùng bằng  $HgCl_2$  cũng giảm nhiễm dưới 20% [14] và ở *K. parviflora* tỷ lệ nhiễm thường 0 - 25% khi tối ưu khử trùng [8, 14].

### 3.2. Ảnh hưởng của nồng độ BA đến sự tạo chồi và hệ số nhân chồi của cây Ngải

Nồng độ BA ảnh hưởng rõ rệt ( $p < 0,05$ ) đến số chồi và hệ số nhân chồi ở tất cả các thời điểm

theo dõi, với số chồi tăng dần theo nồng độ BA và theo thời gian nuôi cấy, đạt cao nhất ở nghiệm thức 2,00 mg/L BA (Bảng 2). Tại thời điểm sớm 7 NSNC, số chồi dao động từ 0,80 (NT1) đến 2,60 (NT4); đến 14 NSNC, số chồi tiếp tục tăng nhưng mức độ tăng chậm hơn ở các nghiệm thức BA thấp; và đạt giá trị cao nhất tại 21 NSNC .

Giá trị  $F_{tính}$  tăng dần theo thời gian nuôi cấy (từ 38,24 ở 7 NSNC lên 45,32 ở 21 NSNC, với  $p < 0,001$  ở tất cả thời điểm, chứng tỏ nồng độ BA có ảnh hưởng thống kê rất mạnh và ngày càng rõ rệt đến khả năng tạo chồi. Ngay từ giai đoạn sớm 7 NSNC, sự khác biệt đã rất lớn ( $F_{tính} = 38,24$ ), cho thấy BA nhanh chóng kích hoạt mô phân sinh bên và phá vỡ ưu thế ngọn. Đến 21 NSNC,  $F_{tính}$  cao nhất (45,32) phản ánh tác động tích lũy của cytokinin, dẫn đến hệ số nhân chồi tối đa ở NT4. Hệ số biến thiên CV(%) giảm dần (từ 11,70% xuống 9,10%), cho thấy độ chính xác và độ đồng đều của dữ liệu tăng lên khi thời gian nuôi cấy

kéo dài, phản ánh sự ổn định sinh trưởng của mẫu cấy dưới ảnh hưởng BA.

Ở nồng độ thấp 0,50 mg/L, BA chưa đủ phá vỡ ưu thế ngọn nên tốc độ hình thành chồi nách chậm; khi tăng lên 1,00 - 2,00 mg/L, BA kích thích mạnh phân chia tế bào tại mô phân sinh bên, nâng hệ số nhân từ 1,60 lên 4,20 mà không gây chồi bất thường. Cơ chế này liên quan đến việc BA làm giảm tỷ lệ auxin/cytokinin nội sinh, thúc đẩy phát triển chồi nách [9]. Tuy nhiên, vì xu hướng số chồi vẫn đang tăng ở mức 2,00 mg/L, nên cần khảo sát thêm các nồng độ cao hơn trong

nghiên cứu tiếp theo để xác định giới hạn tối đa trước khi xuất hiện độc tính cytokinin. Kết quả phù hợp với các nghiên cứu trên *K. galanga* đạt 6,20 - 12,10 chồi/mẫu với BA ~2,00 mg/L kết hợp IBA [16], đạt 13,00 chồi với BA ~2,70 mg/L [20], và trên *K. parviflora* ghi nhận hệ số nhân 8,00 - 10,00 chồi ở BA 2,00 - 4,00 mg/L [10]. Kết quả hệ số nhân 4,20 thấp hơn một số nghiên cứu kết hợp BA + auxin (6-13 chồi) trên các loài *Kaempferia* khác, cho thấy quy trình hiện tại chưa phải là hoàn chỉnh.

**Bảng 2. Số chồi trung bình/mẫu (%) và hệ số nhân chồi của cây Ngải tại các thời điểm sau nuôi cấy**

Nghiệm thức	Nồng độ BA (mg/L)	7 NSNC (%)	14 NSNC (%)	21 NSNC (%)	Hệ số nhân chồi
1	0,50	0,80 ± 0,10 <sup>a</sup>	1,20 ± 0,12 <sup>a</sup>	1,60 ± 0,15 <sup>a</sup>	1,60 <sup>d</sup>
2	1,00	1,30 ± 0,15 <sup>b</sup>	1,80 ± 0,18 <sup>b</sup>	2,20 ± 0,20 <sup>b</sup>	2,20 <sup>c</sup>
3	1,50	1,80 ± 0,16 <sup>c</sup>	2,50 ± 0,17 <sup>c</sup>	3,20 ± 0,18 <sup>c</sup>	3,20 <sup>b</sup>
4	2,00	2,60 ± 0,20 <sup>d</sup>	3,40 ± 0,21 <sup>d</sup>	4,20 ± 0,22 <sup>d</sup>	4,20 <sup>a</sup>
F <sub>tính</sub>	-	38,24	42,18	45,32	-
p - value	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-
CV (%)	-	11,70	9,60	9,10	-

*Ghi chú: Giá trị là trung bình ± SE (n = 5 lặp lại). Các giá trị có chữ cái superscript khác nhau trong cùng một cột khác biệt có ý nghĩa thống kê (kiểm định Duncan, p < 0,05). F<sub>tính</sub> tại 21 NSNC = 45,32 (p < 0,001); CV% giảm dần từ 11,70% (7 NSNC) xuống 9,10% (21 NSNC).*

### 3.3. Ảnh hưởng của nồng độ BA đến chiều cao của cây Ngải

Chiều cao chồi tăng theo nồng độ BA và thời gian nuôi cấy, với khác biệt ý nghĩa thống kê (p < 0,05) tại 7 NSNC và 21 NSNC, nhưng không khác biệt ở 14 NSNC (Bảng 3). Tại 7 NSNC,

chiều cao dao động từ 0,23 cm (NT1) đến 0,47 cm (cao nhất ở NT3); tại 14 NSNC, chiều cao tăng nhưng không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức (dao động 0,78–1,36 cm); đến 21 NSNC, chiều cao đạt cao nhất ở NT4 (2,67 cm).

**Bảng 3. Chiều cao chồi trung bình (cm) của cây Ngải tại các thời điểm sau nuôi cấy**

Nghiệm thức	Nồng độ BA (mg/L)	7 NSNC (%)	14 NSNC (%)	21 NSNC (%)
1	0,50	0,23 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,90 ± 0,10 <sup>ns</sup>	1,09 ± 0,12 <sup>a</sup>
2	1,00	0,35 ± 0,06 <sup>b</sup>	1,00 ± 0,12 <sup>ns</sup>	1,76 ± 0,15 <sup>b</sup>
3	1,50	0,47 ± 0,07 <sup>c</sup>	1,15 ± 0,11 <sup>ns</sup>	2,19 ± 0,14 <sup>c</sup>
4	2,00	0,40 ± 0,06 <sup>bc</sup>	1,25 ± 0,13 <sup>ns</sup>	2,67 ± 0,18 <sup>d</sup>
F <sub>tính</sub>	-	15,67	2,18	48,15
p - value	-	< 0,01	> 0,05	< 0,001
CV (%)	-	12,50	10,80	8,90

*Ghi chú: Giá trị là trung bình ± SE (n = 5 lặp lại). Các giá trị có chữ cái superscript khác nhau trong cùng một cột khác biệt có ý nghĩa thống kê (kiểm định Duncan, p < 0,05); ns: không khác biệt ý nghĩa (p > 0,05). F<sub>tính</sub> tại 21 NSNC = 48,15 (p < 0,001); CV% giảm từ 12,50% (7 NSNC) xuống 8,90% (21 NSNC).*

Ở giai đoạn sớm, ảnh hưởng của BA chưa rõ rệt về chiều cao, nhưng từ 14 - 21 NSNC, nồng độ BA cao (1,50 - 2,00 mg/L) thúc đẩy mạnh kéo dài tế bào và sinh trưởng chiều cao nhờ tương tác cytokinin-auxin nội sinh, tăng hoạt động mô phân sinh đỉnh [13]. Xu hướng này khác với một số loài họ Gừng khác khi BA cao thường gây chồi ngắn, lùn do ưu tiên phân chia tế bào ngang. Kết quả tương tự được ghi nhận ở chi *Kaempferia*, như *K. galanga* với BA 2,00 - 4,00 mg/L cho chồi khỏe dài 2,00 - 5,00 cm [15], trong khi ở *Zingiber officinale* BA cao (> 7,00 mg/L) thường giảm chiều cao và gây bất thường [16]. Sự khác biệt này có thể xuất phát từ đặc tính di truyền của chi *Kaempferia*, đáp ứng tốt hơn với cytokinin ngoại sinh ở mức trung bình - cao. Trong giai đoạn nhân chồi, chỉ tiêu chính là số lượng chồi khỏe; chiều cao chỉ mang tính hỗ trợ đánh giá chất lượng chồi.

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đánh giá ảnh hưởng của các nồng độ BA đến sự nhân nhanh chồi cây Ngải (*Kaempferia* sp. địa phương tại Đồng Tháp). Trong phạm vi khảo sát, môi trường MS bổ sung 2,00 mg/L BA mang lại hiệu quả cao nhất với hệ số nhân chồi 4,20 chồi/mẫu và chiều cao 2,67 cm sau 21 ngày. Tỷ lệ nhiễm nấm được kiểm soát ở mức thấp.

Kết quả cung cấp cơ sở ban đầu cho việc xây dựng quy trình nhân giống in vitro cây Ngải địa phương. Hướng nghiên cứu tiếp theo cần khảo sát nồng độ BA cao hơn, bổ sung auxin (IBA hoặc NAA), tối ưu giai đoạn tạo rễ và thuần hóa cây con ngoài vườn ươm nhằm hoàn thiện quy trình nhân giống quy mô lớn. Hướng nghiên cứu tiếp theo có thể tập trung vào việc bổ sung auxin (IBA hoặc NAA) để nâng cao hơn nữa hệ số nhân chồi, tối ưu giai đoạn tạo rễ và thuần hóa cây con ngoài vườn ươm, nhằm hoàn thiện quy trình nhân giống quy mô lớn cho cây Ngải.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Kumar A., (2020). Phytochemistry, pharmacological activities and uses of traditional Indian medicinal plant *Kaempferia galanga* Linn.: An overview. *J Ethnopharmacol*, 253:112667. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112667>.

[2]. S. Basak *et al.* (2023). The industrially important genus *Kaempferia*. *Front. Pharmacol.*,

14: 1099523. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1099523>.

[3]. J. Li *et al.* (2022). Antiviral effect of an extract from *Kaempferia galanga* L. rhizome in mice infected with pseudorabies virus. *J. Virol. Methods*, 06:114588. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2022.114588>.

[4]. N. H. Loc *et al.* (2020). Medicinal plants in Vietnam: Current status and sustainable utilization strategies. *Vietnam J. Chem*, 58(4): 425 - 432. <https://doi.org/10.1002/vjch.202000048>.

[5]. N. M. Noor *et al.* (2021). Micropropagation of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) 'Bentong' using different strength of MS medium. *Plants*, 10(4):630. <https://doi.org/10.3390/plants10040630>.

[6]. E. F. George, M. A. Hall, and G.-J. De Klerk (2008). *Plant propagation by tissue culture*, 3rd ed. Dordrecht, The Netherlands: Springer.

[7]. T. Murashige and F. Skoog (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant*, 15(3): 473 - 497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>.

[8]. M. W. Bairu, W. A. Stirk, K. Doležal, and J. Van Staden (2007). Optimizing the micropropagation protocol for the endangered *Aloe polyphylla*: Can meta-topolin and its derivatives serve as replacement for benzyladenine and zeatin? *Plant Cell Tissue Organ Cult.*, 90(1): 15 - 23. <https://doi.org/10.1007/s11240-007-9233-4>.

[9]. C. D. Labrooy, T. L. Abdullah, and J. Stanslas (2021). Influence of N6-benzyladenine and sucrose on *in vitro* direct regeneration and microrhizome induction of *Kaempferia parviflora* Wall. ex Baker. *Trop. Life Sci. Res.*, 32(1): 67 - 86. <https://doi.org/10.21315/tlsr2021.32.1.5>.

[10]. S. P. O. Werbruck, M. Strnad, H. A. Van Onckelen, and P. C. Debergh (1996). Meta-topolin, an alternative to benzyladenine in tissue culture?. *Physiol. Plant.*, 98(2): 291-297. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1996.tb00491.x>.

[11]. S. K. Singh *et al.* (2022). *In Vitro* Propagation of *Kaempferia galanga* L. - An important medicinal plant. *Agronomy*, 12(5):1094. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051094>.

[12]. R. Parida, S. Mohanty, and S. Nayak (2010). Rapid multiplication and *in vitro*

production of leaf biomass in *Kaempferia galanga* through tissue culture. *Electron. J. Biotechnol*, 13(4). <https://doi.org/10.2225/vol13-issue4-fulltext-8>.

[13]. L. Boonjing, S. Te-chato, and Y. Shin (2021). Establishment of a rapid micropropagation system for *Kaempferia parviflora*. *Front. Plant Sci*, 12:650878. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.650878>.

[14]. F. Shirin, S. Kumar, and Y. Mishra (2000). *In vitro* plantlet production system for *Kaempferia galanga*, a rare Indian medicinal

herb. *Plant Cell Tissue Organ Cult.*, 63(3): 193 - 197. <https://doi.org/10.1023/A:1006454614161>.

15. M. Stanly *et al.* (2010). *In vitro* propagation and conservation of Zingiber zerumbet Smith, a medicinal ginger. *Acta Physiol. Plant.*, 32: 869 - 876. <https://doi.org/10.1007/s11738-010-0484-8>.

16. T. R. Sharma and B. M. Singh (1997). High-frequency *in vitro* multiplication of disease-free *Zingiber officinale* Rosc.. *Plant Cell Rep.*, 17(1): 68 - 72. <https://doi.org/10.1007/s002990050354>.

## **THE INFLUENCE OF THE BA (6 - BENZYL - ADENINE) CONCENTRATION TO *In vitro* SHOOT MULTICATION OF *Kaempferia* sp.**

**Tran Thi Cam Tu<sup>1</sup>, Ngo Phu Cuong<sup>1</sup>, Le Thi Truc Phuong<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Dong Thap University*

### **Abstract**

This study evaluated the effect of 6-benzyladenine (BA) concentration on *in vitro* shoot multiplication of *Kaempferia* sp. (local ginger collected in Dong Thap province) to determine the optimal BA level for clone selection and large-scale propagation. The experiment was arranged in a completely randomized design with four treatments (MS medium supplemented with BA at 0.50, 1.00, 1.50, and 2.00 mg/L), three explants per treatment, and five replications. After 21 days of culture, MS medium with 2.00 mg/L BA produced the highest number of shoots (4.20 shoots/explant) and tallest shoots (2.67 cm), followed by 1.50 mg/L (3.20 shoots; 2.19 cm), 1.00 mg/L (2.20 shoots; 1.76 cm), and the lowest at 0.50 mg/L (1.60 shoots; 1.09 cm). Fungal contamination rate was low and stable, with no contamination observed at 1.00 - 1.50 mg/L BA. The results contribute initial data for the local *Kaempferia* sp. gene pool in Vietnam.

**Keywords:** *Kaempferia* sp., ginger, *in vitro* propagation, 6-benzyladenine (BA), shoot multiplication coefficient.

**Ngày nhận bài:** 02/01/2026

**Ngày chuyển phản biện:** 9/02/2026

**Ngày thông qua phản biện:** 25/02/2026

**Ngày duyệt đăng:** 10/3/2026

# KHẢO SÁT MỨC ĐỘ MẮN CẢM VÀ KHÁNG THUỐC DIỆT CỎ CYHALOFOP-BUTYL CỦA CỎ LÔNG VỰC (*Echinochloa* spp.) VÀ CỎ ĐUÔI PHỤNG (*Dinebra* spp.) TẠI TỈNH ĐỒNG THÁP

Huỳnh Trọng Nhân<sup>1</sup>, Nguyễn Minh Chơn<sup>1, \*</sup>

<sup>1</sup> Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Đại học Cần Thơ

\*Email: nmchon@ctu.edu.vn

## TÓM TẮT

Sự gia tăng nhanh chóng của cỏ lông vục (*Echinochloa* spp.) và cỏ đuôi phụng (*Dinebra* spp.) có khả năng kháng thuốc diệt cỏ đang gây áp lực lên sản xuất lúa nói chung và ở đồng bằng sông Cửu Long nói riêng. Nghiên cứu này nhằm đánh giá mức độ miễn cảm và kháng thuốc diệt cỏ cyhalofop-butyl điển hình của các quần thể cỏ lông vục (*Echinochloa* spp.) và cỏ đuôi phụng (*Dinebra* spp.) thu thập tại tỉnh Đồng Tháp, đồng thời định danh loài cỏ dại dựa trên chỉ thị phân tử ITS. Có 33 mẫu cỏ được xử lý với cyhalofop-butyl ở 3 mức liều lượng dựa trên liều lượng khuyến cáo (1X). Liều thuốc diệt cỏ được tăng lên 1,5 lần (1,5X), 2 lần (2X) và đối chứng là phun với nước (0X). Kết quả cho thấy, ở liều khuyến cáo, cyhalofop-butyl đạt độ hữu hiệu 81,34 - 100% đối với các mẫu cỏ miễn cảm. Tuy nhiên, hiệu lực này sụt giảm mạnh trên nhóm cỏ kháng, đặc biệt là mẫu L18 với độ hữu hiệu chỉ đạt 33,46%. Xét trên số lượng mẫu, có 69,7% (23/33 mẫu) miễn cảm, trong khi 30,3% số mẫu còn lại xuất hiện tính kháng ở các mức độ khác nhau. Đặc biệt, hai mẫu cỏ L11 và L18 duy trì khả năng sống sót cao ngay cả khi tăng liều lên 2X. Phân tích vùng gen ITS xác định các biotype kháng thuốc thuộc loài *Dinebra chinensis*. Đáng chú ý, mẫu L24 có sự tách nhóm di truyền rõ rệt (tương đồng cao với *D. panicea*) và vẫn duy trì sự miễn cảm với thuốc. Nghiên cứu phản ánh thực trạng diễn tiến tính kháng của cỏ đuôi phụng tại địa phương, cung cấp cơ sở cho việc điều chỉnh chiến lược quản lý cỏ dại bền vững.

**Từ khóa:** *Cyhalofop-butyl*, *Dinebra*, *Echinochloa*, miễn cảm, tính kháng.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lúa gạo đóng vai trò then chốt trong việc đảm bảo an ninh lương thực quốc gia và là mặt hàng xuất khẩu chủ lực của Việt Nam, đặc biệt tại vùng đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Việc thâm canh tăng vụ liên tục đã làm cho dịch hại phát triển, trong đó cỏ dại là một trong những tác nhân sinh học gây suy giảm năng suất và chất lượng nông sản quan trọng.

Những chi và loài cỏ dại trong họ hòa thảo (Poaceae hay Gramineae) có đặc tính gần với cây lúa như cỏ lông vục (*Echinochloa* spp.) và cỏ đuôi phụng (*Dinebra* spp.), là đối tượng khó kiểm soát nhất trong ruộng lúa. Chúng cạnh tranh gay gắt với cây lúa về dinh dưỡng, nước, ánh sáng và không gian sống. Hai chi này có chu kỳ sinh trưởng ngắn hơn cây lúa, khả năng sinh trưởng mạnh và sản sinh lượng hạt lớn. Hình thái của chúng lại rất giống cây lúa ở giai đoạn cây con,

nên việc nhận diện và kiểm soát chúng gặp nhiều khó khăn.

Việc kiểm soát cỏ dại hiện nay chủ yếu dựa vào biện pháp hóa học. Việc sử dụng thuốc trừ cỏ liên tục trên ruộng lúa đã cho thấy tính kháng thuốc trên nhiều hoạt chất. Việc lạm dụng thuốc diệt cỏ và sử dụng liên tục thuốc diệt cỏ với một cơ chế tác động trong thời gian dài đã tạo ra áp lực chọn lọc tự nhiên rất mạnh mẽ. Điều này dẫn đến nguy cơ hình thành các quần thể cỏ dại kháng thuốc và làm giảm hiệu lực phòng trừ cỏ. Khi hiệu quả phòng trừ cỏ dại theo liều khuyến cáo giảm, việc tăng liều sử dụng đã làm tăng chi phí và gây ô nhiễm môi trường. Cyhalofop-butyl là một hoạt chất thuốc diệt cỏ thuộc nhóm ức chế enzyme Acetyl-CoA Carboxylase (ACCCase) đã được sử dụng rộng rãi trong nhiều năm qua nhờ khả năng diệt cỏ hòa bản hiệu quả, nhưng cũng đã ghi nhận có tính kháng đối với hoạt chất này. Thực tế sản xuất lúa tại tỉnh Đồng Tháp gần đây

đã ghi nhận hiện tượng cỏ lồng vực và cỏ đuôi phụng sống sót sau khi phun thuốc, đặt ra nghi vấn lớn và lo ngại sâu sắc về sự xuất hiện của tính kháng thuốc diệt cỏ. Việc nghiên cứu đánh giá mức độ kháng thuốc của các chi cỏ dại rất cần thiết để tìm ra giải pháp quản lý cỏ dại hiệu quả.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu

**Bảng 1. Vị trí và nguồn gốc các mẫu cỏ dại thu ở tỉnh Đồng Tháp**

Kí hiệu mẫu	Nguồn mẫu	Kí hiệu mẫu	Nguồn mẫu
L1	Xã Mỹ Thọ, tỉnh Đồng Tháp	L18	Xã Mỹ An Hưng, tỉnh Đồng Tháp
L2	Xã Ba Sao, tỉnh Đồng Tháp	L19	Xã Mỹ An Hưng, tỉnh Đồng Tháp
L3	Xã Bình Hàng Trung, tỉnh Đồng Tháp	L20	Xã Mỹ An Hưng, tỉnh Đồng Tháp
L4	Xã Bình Hàng Trung, tỉnh Đồng Tháp	L21	Xã Mỹ Thọ, tỉnh Đồng Tháp
L5	Xã Tháp Mười, tỉnh Đồng Tháp	L22	Xã Tháp Mười, tỉnh Đồng Tháp
L6	Xã Tháp Mười, tỉnh Đồng Tháp	L23	Xã Mỹ Quý, tỉnh Đồng Tháp
L7	Xã Tháp Mười, tỉnh Đồng Tháp	L24	Xã Mỹ An Hưng, tỉnh Đồng Tháp
L8	Xã Tháp Mười, tỉnh Đồng Tháp	L25	Xã Tân Khánh Trung, tỉnh Đồng Tháp
L9	Xã Tháp Mười, tỉnh Đồng Tháp	L26	Xã Tân Khánh Trung, tỉnh Đồng Tháp
L10	Xã Tháp Mười, tỉnh Đồng Tháp	L27	Xã Phú Cường, tỉnh Đồng Tháp
L11	Xã Thanh Mỹ, tỉnh Đồng Tháp	L28	Xã Phú Cường, tỉnh Đồng Tháp
L12	Xã Thanh Mỹ, tỉnh Đồng Tháp	L29	Xã Phú Cường, tỉnh Đồng Tháp
L13	Xã Mỹ Quý, tỉnh Đồng Tháp	E4	Đại học Cần Thơ
L14	Xã Mỹ Quý, tỉnh Đồng Tháp	E8	Đại học Cần Thơ
L15	Xã Mỹ Quý, tỉnh Đồng Tháp	ETT2	Xã Tân Thạnh, tỉnh Tây Ninh
L16	Xã Mỹ Quý, tỉnh Đồng Tháp	ETT9	Xã Tân Thạnh, tỉnh Tây Ninh
L17	Xã Mỹ Quý, tỉnh Đồng Tháp		

### 2.2. Phương pháp

Tại mỗi địa điểm thu mẫu, hạt giống từ ít nhất 50 cá thể cỏ trưởng thành được thu thập ngẫu nhiên trong một ruộng lúa để đảm bảo tính đại diện cho quần thể. Sau khi thu mẫu, các mẫu được phơi khô, bảo quản trong túi giấy ở 4°C [1 - 3]. Thông tin về lịch sử sử dụng thuốc được ghi nhận lại [4].

*2.2.1. Thử nghiệm đánh giá tính kháng thuốc trong nhà lưới*

Hạt cỏ được phá miên trạng [5], được gieo vào chậu nhựa với độ sâu 1 cm [6]. Sau 14 ngày gieo, giai đoạn có 2 - 3 lá [6 - 8], tiến hành phun hoạt chất Cyhalofop-butyl với 3 liều lượng thuốc:

Tổng cộng 33 mẫu cỏ đã được sử dụng trong nghiên cứu, bao gồm 29 mẫu cỏ đuôi phụng (ký hiệu L) được thu thập tại các huyện trọng điểm trồng lúa của tỉnh Đồng Tháp vào tháng 5 năm 2023 và 4 mẫu cỏ lồng vực (ký hiệu E/ETT) đang được lưu giữ ở Phòng thí nghiệm Sinh hóa ứng dụng, Bộ môn Sinh học phân tử, Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Đại học Cần Thơ (Bảng 1).

1X, 1,5X và 2X, với X là liều khuyến cáo (X = 100 g a.i./ha) và đối chứng được phun nước: 0X [9]. Thiết kế thí nghiệm nhằm sàng lọc nhanh mức độ mẫn cảm của các quần thể. Thí nghiệm có 4 lần lặp lại. Các chỉ tiêu được đánh giá sau khi phun thuốc 2 tuần. Ở giai đoạn 14 ngày sau khi phun (NSKP), độ hữu hiệu (ĐHH) của thuốc được xác định bằng cách đếm số cây sống và chết trong nghiệm thức [10]:

$$\text{ĐHH (\%)} = \left( 1 - \frac{Ta \times Cb}{Tb \times Ca} \right) \times 100$$

Trong đó: Ca là số cây cỏ đối chứng vào 14 NSKP; Cb là số cây cỏ đối chứng vào thời điểm trước khi xử lý; Ta là số cây cỏ có xử lý thuốc vào 14 NSKP; Tb là số cây cỏ có xử lý thuốc.

Phân loại mức độ kháng: Dựa trên thang đánh giá của Moss và cs (2007) [11], các quần thể được phân nhóm: Mẫn cảm (S): ĐHH 81 - 100%; kháng ít (R): 72 - 80%; kháng vừa (RR): 36 - 71% và kháng mạnh (RRR): 0 - 35%.

**2.2.2. Phân tích sinh học phân tử**

Theo Zhang và cs (2021) [12]; González-Torralva và Norsworthy (2023) [13], các mẫu cỏ mang đặc tính kháng thuốc ở các liều lượng: 1X, 1,5X và 2X sẽ được lựa chọn vào thí nghiệm ly trích ADN. Mẫu lá non được ly trích theo phương pháp của Doyle và Doyle (1987) [14], ADN sau khi ly trích được kiểm tra nồng độ và độ tinh sạch bằng máy quang phổ Nanodrop Denovix DS-11 (Denovix, Hoa Kỳ). Sản phẩm ADN được điện di trên gel agarose 0,8% cùng với thang chuẩn 100 bp ADN Ladder (Phusa Genomics, Việt Nam) để kiểm tra và phân tích. Phản ứng PCR với các thành phần như: 2X PCR Master mix (Phusa Genomics, Việt Nam), 10 µM mỗi ITS1 (TCCGTAGGTGAA CCTGCGG) [15], 10 µM mỗi ITS4 (TCCTCCGCTTATTGATATGC) [15], PCR water và ADN khuôn mẫu, chu kỳ nhiệt phản ứng PCR với 98°C, 5 phút; 98°C, 30 giây; 55°C, 30 giây; 72°C, 40 giây và 72°C, 5 phút trong 35 chu kỳ. Sản phẩm PCR được điện di trên gel agarose 2% cùng với thang chuẩn 100 bp ADN Ladder (Phusa Genomics, Việt Nam) để kiểm tra và phân tích. Vùng ITS được giải trình tự bằng Bigdye Terminator 3.1, trên máy giải trình tự gen ABI 3130xl 16 capillary (Thermo Fisher Scientific, Hoa Kỳ).

Dựa trên kết quả điện di và giải trình tự, các trình tự thu được sẽ được so sánh và tìm kiếm bằng công cụ BLAST trên GenBank cho từng mẫu riêng biệt. Cây phả hệ được xây dựng bằng phần mềm Geneious Prime theo phương pháp Neighbor-Joining (NJ) với độ hỗ trợ bootstrap 1.000 lần lặp lại [16, 17].

**2.3. Xử lý số liệu**

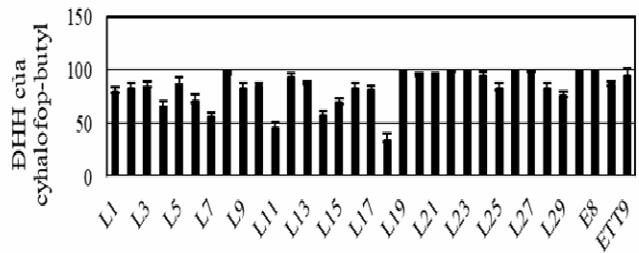
Các số liệu phân tích sự mẫn cảm với hoạt chất Cyhalofop-butyl được xử lý bằng chương trình Microsoft Excel và phân tích thống kê thí nghiệm bằng chương trình SPSS 20.0. Phân tích phương sai (ANOVA) được sử dụng để đánh giá sự khác biệt giữa các nghiệm thức. So sánh các giá trị trung bình bằng kiểm định Duncan ở mức ý nghĩa 5%. Do nghiên cứu này tập trung vào sàng lọc nhanh mức độ mẫn cảm ở cấp độ quần

thể, các chỉ số GR<sub>50</sub> và Resistance Index (RI) không được tính toán mà sẽ được xác định trong các nghiên cứu chuyên sâu tiếp theo.

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

**3.1. Sự mẫn cảm với Cyhalofop-butyl của cỏ lồng vực (*Echinochloa* spp.) và cỏ đuôi phụng (*Dinebra* spp.)**

Quan sát hình thái cho thấy, hiệu lực của Cyhalofop-butyl thể hiện rõ rệt theo thời gian. Tại liều lượng khuyến cáo (1X tương đương 100 g a.i./ha), vào thời điểm 2 NSKP, các mẫu cỏ nhạy cảm bắt đầu xuất hiện triệu chứng điển hình của nhóm thuốc ức chế ACCase như vàng lá, xoắn đọt và khô chót lá. Ở 8 NSKP, cây chết hoàn toàn. Kết quả này sớm hơn so với kết quả nghiên cứu của Damalas và cs (2008) [17] ghi nhận sau 30 ngày. Tuy nhiên, diễn tiến gây chết cây là tương đồng. Ngược lại, ở các mẫu thể hiện tính kháng, cây chỉ biểu hiện vàng nhẹ ở lá và thân, sau đó có dấu hiệu hồi phục sinh trưởng từ 4 NSKP.



**Hình 1. Sự mẫn cảm của cỏ lồng vực và cỏ đuôi phụng với hoạt chất cyhalofop-butyl ở liều lượng 1X**

*Ghi chú:* Các ký hiệu mẫu bao gồm: E (mẫu cỏ lồng vực *Echinochloa*), ETT (mẫu cỏ lồng vực thu thập tại xã Tân Thạnh, tỉnh Tây Ninh) và L (mẫu cỏ đuôi phụng *Dinebra*).

Kết quả đánh giá tại thời điểm 14 NSKP (Hình 1) cho thấy sự phân hóa rõ rệt về mức độ mẫn cảm giữa hai chi cỏ: Các mẫu cỏ lồng vực (*Echinochloa* spp.) thể hiện sự mẫn cảm hoàn toàn, trong khi các mẫu cỏ đuôi phụng (*Dinebra* spp.) có phản ứng đa dạng. Chỉ có 69,70% số mẫu (23/33 mẫu) thuộc nhóm mẫn cảm (S) với ĐHH đạt từ 81,34 - 100%. Số mẫu còn lại thể hiện các mức độ kháng thuốc khác nhau, khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,05$ ) so với nhóm mẫn cảm. Đáng chú ý, mẫu L18 biểu hiện kháng thuốc mạnh (RRR) khi ĐHH chỉ đạt 33,46%. Nhóm kháng RR bao gồm

các mẫu L4, L6, L7, L11, L14, L15 với ĐHH dao động từ 45,05 - 70,57%. Các mẫu L1 và L29 bị không chế lần lượt 79,55% và 72,25%, nên được xem là kháng thấp (R). Độ hữu hiệu của thuốc cỏ với mẫu L28 tuy thấp (82,15%) nhưng vẫn nằm trong giới hạn của nhóm mẫn cảm (S).

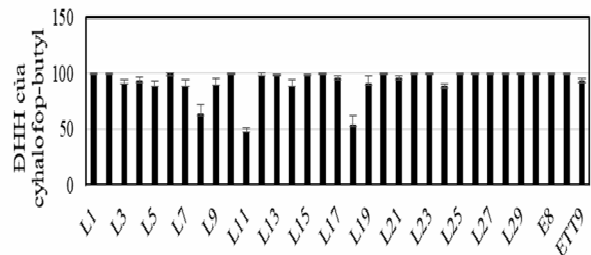
Khi tăng liều lượng xử lý lên 1,5X (150 g a.i./ha) và 2X (200 g a.i./ha), hiệu quả kiểm soát trung bình trên toàn bộ các mẫu tăng lên đáng kể, lần lượt đạt 92,83% và 95,96% (Hình 2 và 3). Nhiều mẫu thể hiện tính kháng ở liều lượng 1X lại bị kiểm soát tốt hơn khi tăng liều. Cụ thể, mẫu L7 có dấu hiệu kháng thuốc (mức RR) ở liều lượng 1X (ĐHH 56,08%), nhưng lại trở nên mẫn cảm ở liều lượng 1,5X (ĐHH 89,02%). Điều này cho thấy, liều lượng 100 g a.i./ha có thể chưa đủ để kiểm soát triệt để các quần thể cỏ đuôi phụng (*Dinebra* spp.) có sức sống cao hoặc ở giai đoạn sinh trưởng lớn. Tuy nhiên, hai biotype L11 và L18 vẫn duy trì khả năng kháng thuốc mạnh mẽ ngay cả ở liều lượng cao. Tại liều lượng 1,5X, ĐHH của hai mẫu này chỉ đạt 48,43 - 53,80% (mức kháng RR). Ở liều lượng gấp đôi khuyến cáo, mẫu L18 vẫn chỉ bị kiểm soát khoảng 51,74% (Hình 3). Việc duy trì tỷ lệ sống sót đáng kể dưới áp lực liều cao là dấu hiệu thường thấy ở các quần thể có khả năng mang cơ chế kháng mục tiêu. Các nghiên cứu trước đây trên thế giới đã chỉ ra rằng, các đột biến điểm trên gen mã hóa enzyme ACCase (Gln-1756-Glu, Ile-1781-Leu, Thr-1805-Ser, Lys-1930-Arg, Trp-1999-Cys, Trp-2027-Cys, Ile-2041-Asn...) thường mang lại khả năng kháng thuốc mạnh mẽ đối với nhóm Aryloxyphenoxypropionate (APP) ở chi *Dinebra* [18 - 21]. Tuy nhiên, cần có các nghiên cứu giải trình tự gen ACCase tiếp theo để xác nhận giả thuyết này.

**3.2. Định danh và mối quan hệ di truyền phân tử**

Dựa trên kết quả đánh giá kiểu hình, toàn bộ 33 mẫu (bao gồm 29 mẫu cỏ đuôi phụng và 4 mẫu cỏ lồng vực) đã được lựa chọn để khuếch đại PCR và giải trình tự vùng ITS nhằm xác định chính xác tên loài. Dữ liệu trình tự thu được sau đó được kiểm tra, căn chỉnh và so sánh với các trình tự tham chiếu trên ngân hàng gen (GenBank) bằng công cụ BLASTn.

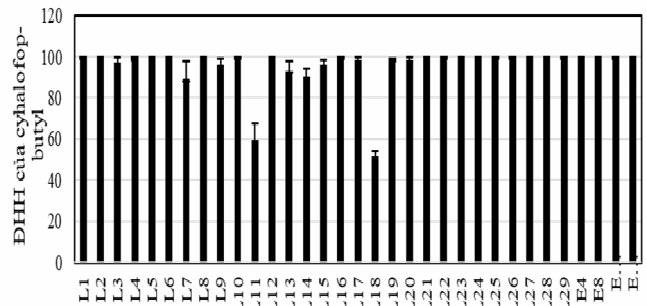
Kết quả phân tích cho thấy, hầu hết các mẫu cỏ đuôi phụng thu tại tỉnh Đồng Tháp (28/29 mẫu, từ L1 - L29, ngoại trừ L24) có độ tương đồng di

truyền rất cao (99,66 - 100%) với loài *Dinebra chinensis* đã công bố trên GenBank. Điều quan trọng là nhóm này bao gồm cả hai biotype kháng thuốc L11 và L18. Riêng mẫu L24 thể hiện sự khác biệt rõ rệt. Kết quả BLAST của mẫu L24 có độ tương đồng từ 96,57 - 98,79% với nhóm các loài cỏ đuôi phụng (*D. panicea*, *D. xerophila*, *D. retroflexa* và *D. squarrosa*), trong đó chỉ số tương đồng cao nhất nghiêng về loài cỏ đuôi phụng *Dinebra panicea* (98,79%). Sự khác biệt về loài này bước đầu giải thích cho việc mẫu L24 vẫn duy trì sự mẫn cảm với thuốc diệt cỏ trong khi các biotype *D. chinensis* khác đã bắt đầu xuất hiện tính kháng.



**Hình 2. Sự mẫn cảm của cỏ lồng vực và cỏ đuôi phụng với hoạt chất cyhalofop-butyl ở liều lượng 1,5X**

Ghi chú: Các ký hiệu mẫu bao gồm: E (mẫu cỏ lồng vực *Echinochloa*), ETT (mẫu cỏ lồng vực thu thập tại xã Tân Thạnh, tỉnh Tây Ninh) và L (mẫu cỏ đuôi phụng *Dinebra*).



**Hình 3. Sự mẫn cảm của cỏ lồng vực và cỏ đuôi phụng với hoạt chất cyhalofop-butyl ở liều lượng 2X**

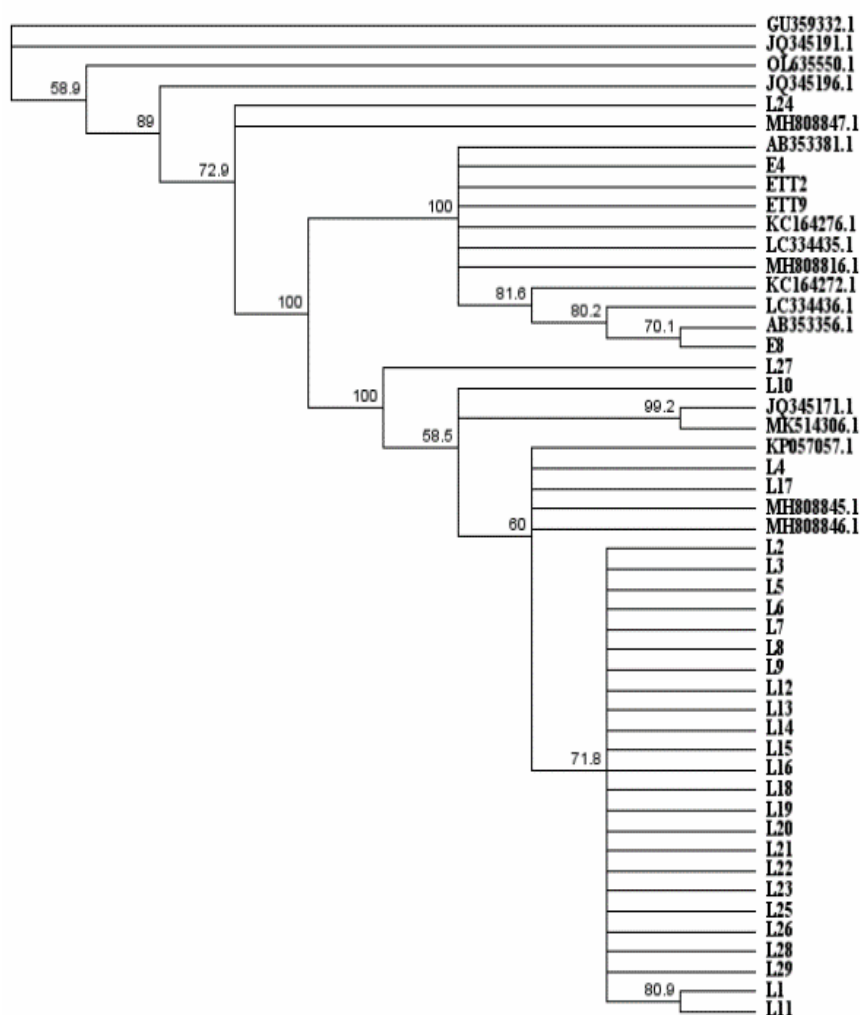
Ghi chú: Các ký hiệu mẫu bao gồm: E (mẫu cỏ lồng vực *Echinochloa*), ETT (mẫu cỏ lồng vực thu thập tại xã Tân Thạnh, tỉnh Tây Ninh) và L (mẫu cỏ đuôi phụng *Dinebra*).

Đối với nhóm cỏ lồng vực, kết quả định danh cụ thể như sau: Mẫu E4 tương đồng 97,37 - 98,11% với

loài cỏ lồng vực *Echinochloa crus-galli* và cỏ lồng vực *Echinochloa colona*. Mẫu E8 có độ tương đồng rất cao (99,65 - 99,82%) với loài cỏ lồng vực *Echinochloa crus-galli* (bao gồm các biến chủng var. *formosensis* và var. *crus-galli*) và cỏ lồng vực *Echinochloa oryzoides*. Mẫu ETT2 có độ tương đồng 92,59 - 92,76% với loài cỏ lồng vực *Echinochloa colona*. Mẫu ETT9 tương đồng 97,24 - 97,40% với loài cỏ lồng vực *Echinochloa glabrescens*. Các loài trong nghiên cứu đều thuộc họ hòa thảo (Poaceae) và đều là cỏ dại nguy hiểm đối với nền nông nghiệp [22]. Kết quả phân tích vùng gen ITS trong nghiên cứu này đóng vai trò xác nhận danh tính loài dại, làm nền tảng cho các phân tích về sinh thái kháng thuốc tiếp theo.

### 3.3. Phân tích quan hệ di truyền trên cây phả hệ

Kết quả phân tích mối quan hệ di truyền dựa trên vùng gen ITS đã khẳng định độ tin cậy của phương pháp phân loại phân tử trong việc định danh các loài cỏ dại nghiên cứu. Cây phả hệ được xây dựng bằng phương pháp Neighbor-Joining (NJ) cho thấy sự phân hóa dòng rõ rệt với độ hỗ trợ bootstrap cao tại các nút phân nhánh chính, tách biệt hoàn toàn quần thể mẫu thành hai chi riêng biệt là *Echinochloa* và *Dinebra* (Hình 4). Trong đó, nhóm *Echinochloa* thể hiện sự tập trung cao độ về mặt di truyền khi các mẫu phân tích nhóm chặt chẽ với trình tự tham chiếu của *E. crus-galli*.

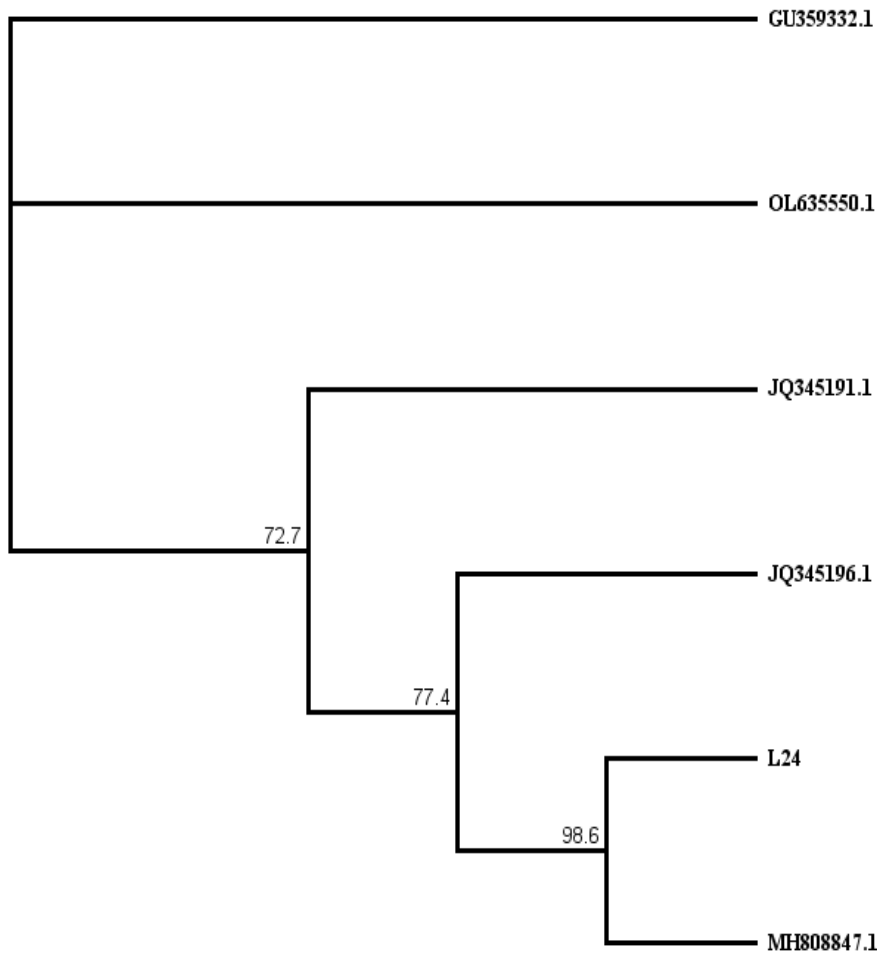


**Hình 4. Cây phả hệ thể hiện mối quan hệ di truyền giữa 33 mẫu cỏ nghiên cứu và các trình tự tham chiếu từ GenBank dựa trên vùng gen ITS**

*Ghi chú: Cây phả hệ được xây dựng trên phần mềm Geneious Prime sử dụng phương pháp Neighbor-Joining (NJ). Các con số tại các điểm nút thể hiện giá trị bootstrap. Các mã số (ví dụ: MH808847.1, JQ345191.1...) là các trình tự tham chiếu được truy cập từ ngân hàng gen NCBI.*

Đối với chi *Dinebra*, cấu trúc cây phả hệ làm sáng tỏ sự đa dạng của loài tiềm ẩn. Điểm đáng chú ý nhất là sự tách biệt rõ rệt của mẫu L24. Kết quả ở hình 5 và bảng 2 cho thấy, mẫu L24 có độ tương đồng trình tự lên đến 98,50% với loài cỏ đuôi phụng *Dinebra panicea* (mã số MH808847.1). Kết quả này được củng cố bởi phân tích cây phả hệ (Hình 5), nơi mẫu L24 nhóm chặt chẽ với trình tự tham chiếu của *D. panicea*

với giá trị bootstrap rất cao, đạt 98,60%. Phát hiện này có ý nghĩa quan trọng khi đối chiếu với kết quả kiểu hình: Mẫu L24 vẫn duy trì tính miễn cảm cao với cyhalofop-butyl ở liều lượng 1X (100 g a.i./ha). Sự khác biệt về mặt phân loại cho thấy tính kháng thuốc trong nghiên cứu này không phải là đặc tính chung của cả chi *Dinebra*, mà là kết quả của quá trình thích nghi đang diễn ra trong nội bộ loài *Dinebra chinensis*.



**Hình 5. Cây phả hệ thể hiện mối quan hệ di truyền giữa mẫu L24 và các trình tự tham chiếu từ GenBank dựa trên vùng gen ITS**

*Ghi chú:* Cây phả hệ được xây dựng trên phần mềm Geneious Prime sử dụng phương pháp Neighbor-Joining (NJ). Các con số tại các điểm nút thể hiện giá trị bootstrap. Các mã số (ví dụ: MH808847.1, JQ345191.1...) là các trình tự tham chiếu được truy cập từ ngân hàng gen NCBI.

Ngược lại, vị trí di truyền của các biotype kháng thuốc mạnh như L11 và L18 trong quần thể *D. chinensis* cung cấp bằng chứng về sự tiến hóa dưới áp lực chọn lọc. Sự hiện diện của mẫu L1 (miễn cảm) và L11 (kháng thuốc) trên cùng một phân nhánh với chỉ số bootstrap 80,90% cho thấy sự tương đồng rất cao về trình tự ITS giữa hai biotype này. Vì vùng gen ITS chủ yếu dùng

cho mục đích định danh loài, sự tương đồng này cho thấy tính kháng thuốc không liên quan đến sự khác biệt phân loại học. Do đó, để xác định chính xác cơ chế phân tử (như đột biến điểm trên gen đích ACCase hay cơ chế kháng đa điểm P450/GST), các nghiên cứu giải trình tự chuyên sâu về gen mục tiêu cần được thực hiện trong tương lai.

**Bảng 2. Ma trận độ tương đồng (%) về trình tự vùng gen ITS giữa mẫu L24 và các trình tự tham chiếu từ GenBank**

	L24	GU359332.1	OL635550.1	JQ345191.1	JQ345196.1	MH808847.1
L24		96,50	96,30	96,30	96,90	98,50
GU359332.1	96,50		99,53	98,81	98,14	97,68
OL635550.1	96,30	99,53		98,64	97,97	97,52
JQ345191.1	96,30	98,81	98,64		97,29	97,29
JQ345196.1	96,90	98,14	97,97	97,29		97,13
MH808847.1	98,50	97,68	97,52	97,29	97,13	

**4. KẾT LUẬN**

Nghiên cứu đã cung cấp những bằng chứng khoa học bước đầu về sự phân hóa mức độ miễn cảm với thuốc trừ cỏ cyhalofop-butyl giữa các quần thể cỏ dại tại tỉnh Đồng Tháp. Kết quả cho thấy áp lực chọn lọc tính kháng hiện đang tập trung chủ yếu vào loài cỏ đuôi phụng (*Dinebra chinensis*), trong khi các quần thể cỏ lồng vực (*Echinochloa* spp.) và loài *Dinebra panicea* (mẫu L24) vẫn duy trì mức độ miễn cảm cao với hoạt chất này. Đáng chú ý là sự xuất hiện của các biotype *D. chinensis* (L11 và L18) mang tính kháng ở mức độ cao (RR) đến rất cao (RRR), với khả năng sống sót qua liều lượng gấp đôi khuyến cáo (200 g a.i./ha). Sự đồng nhất về trình tự vùng gen ITS giữa các biotype kháng và miễn cảm gợi ý rằng tính kháng này có khả năng là kết quả của quá trình tiến hóa thích nghi nội tại dưới áp lực chọn lọc của thuốc diệt cỏ liên tục.

Tuy nhiên, để làm rõ bản chất phân tử của tính kháng quan sát được, các nghiên cứu tiếp theo cần tập trung vào việc xác định cơ chế kháng tại vị trí đích (TSR) thông qua giải trình tự gen ACCase, cũng như đánh giá sự tham gia của cơ chế kháng không tại vị trí đích (NTSR) liên quan đến các enzyme chuyển hóa. Bên cạnh đó, thí nghiệm liều đáp ứng đầy đủ cần được thực hiện để định lượng chính xác mức độ kháng thuốc của các biotype thông qua các chỉ số GR<sub>50</sub> và Resistance Index (RI), từ đó cung cấp cơ sở khoa

học vững chắc hơn cho công tác quản lý cỏ dại kháng thuốc tại địa phương.

Kết quả nghiên cứu cũng ghi nhận sự dịch chuyển về đối tượng cỏ dại khó phòng trừ tại khu vực khảo sát. Trong khi cỏ lồng vực hiện vẫn được kiểm soát tốt bởi cyhalofop-butyl, thì cỏ đuôi phụng lại đang nổi lên như một thách thức mới trong công tác bảo vệ thực vật. Từ thực trạng trên, việc tiếp tục tăng liều lượng cyhalofop-butyl để kiểm soát cỏ đuôi phụng *D. chinensis* tại các địa điểm đã xuất hiện tính kháng là giải pháp kém hiệu quả. Để quản lý tính kháng bền vững, cần áp dụng các chiến lược luân phiên nhóm thuốc có cơ chế tác động khác nhau kết hợp với các biện pháp canh tác tổng hợp.

**LỜI CẢM ƠN**

*Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Phòng Thí nghiệm Sinh hóa Ứng dụng, Bộ môn Sinh học Phân tử, Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Đại học Cần Thơ đã tạo điều kiện thuận lợi về trang thiết bị, cơ sở vật chất và hỗ trợ cung cấp nguồn vật liệu phục vụ cho nghiên cứu này.*

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Guo, W., Zhang, L., Wang, H., Li, Q., Liu, W. & Wang, J. (2017). A rare Ile-2041-Thr mutation in the ACCase gene confers resistance to ACCase-inhibiting herbicides in shortawn foxtail (*Alopecurus aequalis*). *Weed Science*, 65(2): 239 - 246.

2. Liu, J., Fang, J., He, Z., Li, J. & Dong, L. (2019). Target site-based resistance to penoxsulam in late watergrass (*Echinochloa phyllopogon*) from China. *Weed Science*, 67(4): 380 - 388.
3. Jiang, M., Wang, Y., Li, W., Li, Q., Zhang, J., Liao, M., ... & Cao, H. (2022). Investigating resistance levels to cyhalofop-butyl and mechanisms involved in Chinese sprangletop (*Leptochloa chinensis* L.) from Anhui province, China. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 186, 105165.
4. Ritz, C., Kniss, A. R. & Streibig, J. C. (2015). Research methods in weed science: Statistics. *Weed Science*, 63(SP1): 166 - 187.
5. Cao, Z., Liu, M., Cao, W., Zhan, Y., Bai, L. & Pan, L. (2023). A glutathione S-transferase and a cytochrome P450 may confer cyhalofop-butyl resistance in *Leptochloa chinensis* (L.) Nees. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 197, 105691.
6. Iwakami, S., Hashimoto, M., Matsushima, K. I., Watanabe, H., Hamamura, K. & Uchino, A. (2015). Multiple-herbicide resistance in *Echinochloa crus-galli* var. *formosensis*, an allohexaploid weed species, in dry-seeded rice. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 119, 1 - 8.
7. Keshtkar, E., Mathiassen, S. K., Moss, S. R. & Kudsk, P. (2015). Resistance profile of herbicide-resistant *Alopecurus myosuroides* (black-grass) populations in Denmark. *Crop Protection*, 69, 83 - 89.
8. Yang, Q., Yang, X., Zhu, J., Wei, T., Lv, M. & Li, Y. (2022). Metabolic resistance to acetyl-CoA carboxylase-inhibiting herbicide cyhalofop-butyl in a Chinese *Echinochloa crus-galli* population. *Agronomy*, 12(11): 2724.
9. Duhoux, A., Pernin, F., Desserre, D. & Délye, C. (2017). Herbicide safeners decrease sensitivity to herbicides inhibiting acetolactate-synthase and likely activate non-target-site-based resistance pathways in the major grass weed *Lolium* sp. (Rye-grass). *Frontiers in Plant Science*, 8, 1310.
10. Henderson, C. F. & Tilton, E. W. (1955). Tests with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology*, 48(2): 157 - 161.
11. Moss, S. R., Perryman, S. A. & Tatnell, L. V. (2007). Managing herbicide-resistant blackgrass (*Alopecurus myosuroides*): Theory and practice. *Weed Technology*, 21(2): 300 - 309.
12. Zhang, Y., Chen, L., Song, W., Cang, T., Xu, M., Zhou, G. & Wu, C. (2021). Reference genes for the study of herbicide stress responses in *Leptochloa chinensis* (L.) Nees and estimation of ACCase expression in cyhalofop-butyl resistant populations. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 171, 104739.
13. González-Torralva, F. & Norsworthy, J. K. (2023). Overexpression of acetyl CoA carboxylase 1 and 3 (ACCase1 and ACCase3), and CYP81A21 were related to cyhalofop resistance in a barnyardgrass accession from Arkansas. *Plant Signaling & Behavior*, 18(1): 2172517.
14. Doyle, J. J. & Doyle, J. L. (1987). A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*, 19, 11 - 15.
15. White, T. J., Bruns, T., Lee, S. & Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*, 18(1): 315 - 322.
16. Chin, D. V. (2001). Biology and management of barnyardgrass, red sprangletop and weedy rice. *Weed Biology and Management*, 1(1): 37 - 41.
17. Damalas, C. A., Dhima, K. V. & Eleftherohorinos, I. G. (2008). Morphological and physiological variation among species of the genus *Echinochloa* in Northern Greece. *Weed Science*, 56(3): 416 - 423.
18. Beckie, H. J. & Tardif, F. J. (2012). Herbicide cross resistance in weeds. *Crop Protection*, 35, 15 - 28.
19. Collavo, A., Panozzo, S., Lucchesi, G., Scarabel, L. & Sattin, M. (2011). Characterisation and management of *Phalaris paradoxa* resistant to ACCase-inhibitors. *Crop Protection*, 30(3): 293 - 299.
20. Délye, C. (2005). Weed resistance to acetyl coenzyme A carboxylase inhibitors: An update. *Weed Science*, 53(5): 728 - 746.

21. Kaundun, S. S., Hutchings, S. J., Dale, R. P. & McIndoe, E. (2013). Role of a novel I1781T mutation and other mechanisms in conferring resistance to acetyl-CoA carboxylase inhibiting herbicides in a black-grass population. *PLoS one*, 8(7): e69568.
22. Ye, F., Ma, P., Zhang, Y. Y., Li, P., Yang, F. & Fu, Y. (2018). Herbicidal activity and molecular docking study of novel ACCase inhibitors. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1850.

**EXAMINATION ON SUSCEPTIBILITY AND RESISTANCE TO CYHALOFOP-BUTYL OF *Echinochloa* spp. AND *Dinebra* spp. IN DONG THAP PROVINCE**

**Huynh Trong Nhan<sup>1</sup>, Nguyen Minh Chon<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University*

**Abstract**

The rapid increase in herbicide-resistant barnyardgrass (*Echinochloa* spp.) and Chinese sprangletop (*Dinebra* spp.) is exerting significant pressure on rice production in general and in the Mekong Delta in particular. This study aimed to evaluate the susceptibility and resistance levels of *Echinochloa* spp. and *Dinebra* spp. populations collected in Dong Thap province to cyhalofop-butyl, while simultaneously identifying weed species using Internal Transcribed Spacer (ITS) molecular markers. Thirty-three weed samples were treated with cyhalofop-butyl at three dosage levels, the recommended rate (1X), 1.5 times (1.5X) and twice the recommended rate (2X), along with a water-sprayed control (0X). Results indicated that at the recommended rate, cyhalofop-butyl achieved an efficacy of 81.34 - 100% for sensitive samples. However, this efficacy significantly declined in the resistant group, most notably in sample L18, which exhibited an efficacy of only 33.46%. Among the total samples, 69.7% (23/33) were classified as sensitive, while the remaining 30.3% displayed varying degrees of resistance. Notably, biotypes L11 and L18 maintained high survival rates even at the 2X dosage. ITS gene sequence analysis identified the resistant biotypes as *Dinebra chinensis*. Interestingly, sample L24 showed distinct genetic divergence (high sequence similarity with *D. panicea*) and remained highly sensitive to the herbicide. This study reflects the evolving resistance status of *Dinebra* spp. in the region and provides a scientific basis for adjusting sustainable weed management strategies.

**Keywords:** *Cyhalofop-butyl, Dinebra, Echinochloa, susceptibility, resistance.*

**Ngày nhận bài:** 6/01/2026

**Ngày chuyển phản biện:** 12/01/2026

**Ngày thông qua phản biện:** 30/01/2026

**Ngày duyệt đăng:** 16/3/2026

# PHÂN LẬP, TUYỂN CHỌN CHỦNG VI KHUẨN *Bacillus thuringiensis* TỔNG HỢP ENZYM CHITINASE TỪ ĐẤT TRỒNG RAU TẠI XÃ BA BÈ, TỈNH THÁI NGUYÊN

Trần Văn Chí<sup>1,\*</sup>, Nguyễn Thanh Hải<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Thái Nguyên

<sup>2</sup> Học viện Nông nghiệp Việt Nam

\*Email: tranvanchi@tuaf.edu.vn

## TÓM TẮT

Nhằm mục đích tuyển chọn chủng *Bacillus thuringiensis* (Bt) có hoạt tính chitinase cao và xác định một số điều kiện nuôi cấy phù hợp, nghiên cứu tập trung vào phân lập, tuyển chọn, định danh chủng Bt có hoạt tính phân giải chitin từ đất trồng rau tại xã Ba Bè, tỉnh Thái Nguyên và xác định điều kiện nuôi cấy phù hợp cho tổng hợp chitinase. Kết quả nghiên cứu đã phân lập được 6 chủng vi khuẩn có khả năng phân giải chitin với đường kính vòng phân giải đạt 0,54 - 2,35 cm và xác định được chủng BT-16 có hoạt độ chitinase mạnh nhất, đạt 1,52 U/mL. Từ kết quả nghiên cứu trình tự 16S rRNA, chủng BT-16 được định danh thuộc loài *Bacillus thuringiensis* gv. *thuringiensis* và đặt tên là *Bacillus thuringiensis* gv. *thuringiensis* BT-16. Chủng BT-16 có hoạt độ chitinase cao nhất, đạt 17,51 U/mL sau 3 ngày nuôi cấy trong môi trường LB có bổ sung 1,5% chitin, 0,5% galactose ở nhiệt độ 35°C và pH = 7,0. Kết quả nghiên cứu cho thấy, chủng BT-16 có tiềm năng ứng dụng để sản xuất thuốc trừ sâu sinh học phục vụ sản xuất nông nghiệp an toàn và bền vững.

**Từ khóa:** *Bacillus thuringiensis*, chitinase, nhiệt độ, pH, nồng độ chitin, nồng độ galactose.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hàng năm, khoảng 35% năng suất cây trồng bị mất do dịch bệnh mà nguyên nhân chính của tổn thất này là do sâu hại [1], do đó kiểm soát sâu hại luôn rất được quan tâm. Theo Bùi Lan Anh và cs (2018) [2], cần thiết phải đẩy mạnh hơn nữa việc nghiên cứu và ứng dụng các chế phẩm sinh học để dần thay thế các tác nhân hóa học, vốn tiềm ẩn nguy cơ có tác động xấu đến sức khỏe con người, môi trường, cân bằng sinh thái và tăng khả năng kháng thuốc của sâu hại. Vi khuẩn *Bacillus thuringiensis* Bt được xem như là một loại thuốc trừ sâu sinh học có hiệu quả với mức độ an toàn cao [3] vì khả năng sản sinh nội độc tố [4, 5] làm chết sâu mà không ảnh hưởng đến sức khỏe của con người và vật nuôi, đồng thời bảo vệ môi trường, giúp cân bằng sinh thái [6]. Trong quá trình gây độc và diệt sâu hại, để tạo điều kiện cho sự xâm nhập của tinh thể độc vào màng biểu mô, chitinase do Bt tổng hợp sẽ góp phần phân hủy hàng rào màng peritrophic (được cấu tạo bởi thành phần chính là chitin) [7]. Hơn nữa, khi chitin bị phân hủy, sâu hại có bề mặt bên ngoài chứa polyme này có thể bị tổn thương nghiêm trọng, thậm chí tử vong [8].

Ở Việt Nam đã có một số nghiên cứu về khả năng diệt sâu của vi khuẩn Bt, như công bố của Nguyễn Việt Phú và Trần Thanh Thủy (2013) [9] khi nghiên cứu 4 chủng vi khuẩn Bt về khả năng diệt sâu tơ, trong đó chủng P14 diệt được 100% số sâu sau 3 ngày nhiễm. Khả năng tổng hợp chitinase của vi khuẩn Bt, như công bố của Lê Thị Mai và cs (2020) [10] nghiên cứu về 4 chủng vi khuẩn Bt (T1-T4), theo đó, ở điều kiện nuôi cấy thích hợp, chủng T3 thể hiện đường kính vòng phân giải chitin cao nhất và đạt 21,1 mm. Do vậy, mục đích của nghiên cứu này là phân lập và tuyển chọn được chủng vi khuẩn Bt bản địa có hoạt tính sinh chitinase cao làm tiền đề cho nghiên cứu tạo thuốc trừ sâu sinh học ứng dụng trong sản xuất nông nghiệp tại khu vực miền núi phía Bắc.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu nghiên cứu là các mẫu đất trồng rau thu thập tại các xóm Hồng Thái, Nam Thái, Guộc, Soi Vàng và Y Na xã Ba Bè, tỉnh Thái Nguyên.

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.2.1. Phân lập vi khuẩn Bt phân giải chitin

Từ 15 mẫu đất trồng rau thu thập tại xã Ba Bể, tỉnh Thái Nguyên theo TCVN 7538 - 6:2010 [11], tiến hành phân lập vi khuẩn Bt theo phương pháp của Russell Travers và cs (1987) [12], 0,5 g mẫu đất được pha loãng bằng nước muối sinh lý đến  $10^{-5}$  rồi ủ trong bể ổn nhiệt ở 80°C trong 3 phút để loại bỏ các tế bào sinh dưỡng. Hút 50  $\mu$ L dịch pha loãng cấy trải trên môi trường Luria Bertani (LB) bổ sung chitin với thành phần gồm: Tryptone 10 g/L, cao nấm men 5 g/L; NaCl 5 g/L; chitin 0,5%; agar: 15 g/L; pH = 7,0. Sau đó, chuyển đĩa vào ủ ở 30°C trong 24 giờ. Chọn khuẩn lạc mọc riêng rẽ, làm thuần và cấy chấm điểm trên môi trường LB bổ sung 0,5% dịch huyền phù chitin. Sau 3 ngày nuôi, xác định đường kính vòng phân giải chitin bằng cách nhuộm với dung dịch Lugol 1% [10]. Các chủng tạo vòng phân giải chitin được đánh giá đặc điểm tế bào, khuẩn lạc, tinh thể và bào tử thông qua nhuộm Gram, nhuộm Coomassie brilliant blue và soi trên kính hiển vi quang học có độ phóng đại 1000 lần.

### 2.2.2. Xác định hoạt tính enzyme chitinase

Hoạt tính của enzyme chitinase được xác định theo Jabeen và Qazi (2014) [13] và Farag và cs (2014) [14] cải tiến. Chủng tuyển chọn được nuôi trong môi trường dịch thể LB có bổ sung 0,5% chitin với tốc độ lắc 180 vòng/phút, ở 30°C. Sau 3 ngày nuôi, dịch lên men được ly tâm ở 6.000 vòng/phút trong 10 phút để loại bỏ sinh khối. 0,5 mL dịch nổi được trộn với 1 mL dịch huyền phù chứa 1% chitin, ủ trong 30 phút ở 40°C. Sau đó bổ sung 0,5 mL NaOH 1N vào hỗn hợp sau ủ, gia nhiệt đến 100°C và duy trì trong 3 phút để dừng phản ứng. Dịch sau phản ứng được ly tâm 5.000 vòng/phút trong 5 phút để loại bỏ cặn. Hút 0,5 mL dịch nổi cho vào ống nghiệm chứa 1,5 mL DNS (3,5 - dinitrosalicylic axit) đồng thời gia nhiệt đến 100°C, duy trì trong 5 phút rồi làm nguội nhanh xuống nhiệt độ phòng và đo độ hấp thụ quang tại bước sóng 535 nm. Căn cứ vào phương trình đường chuẩn của glucosamine - HCl có nồng độ từ 0 - 10  $\mu$ mol/mL bắt màu với thuốc thử DNS 1% tương ứng với giá trị OD ở bước sóng 535 nm có dạng  $y = 0,139x + 0,0168$  ( $R^2 = 0,995$ ) sẽ tính ra được lượng

glucosamine trong mẫu. Một đơn vị enzyme được định nghĩa là lượng enzyme cần thiết xúc tác sự hình thành 1  $\mu$ mol glucosamine trong một phút ở pH = 7 và nhiệt độ 40°C.

### 2.2.3. Định danh chủng vi khuẩn tuyển chọn

Tách chiết ADN tổng số của sinh khối chủng vi khuẩn tuyển chọn theo phương pháp của Sambrook và Russell (2001) [15]. Sử dụng cặp mồi 27F và 1492R [16] để nhân trình tự gen 16S rRNA. Trình tự gen 16S rRNA của chủng tuyển chọn được đọc trình tự thông qua hệ thống Applied Biosystems 3730 xl DNA analyzer sử dụng Big Dye terminator cycle sequencing kit v.3.1 (Macrogen, Hàn Quốc). Trình tự gen 16S rRNA của chủng tuyển chọn được so sánh với dữ liệu công bố trên EzTaxon [17]. Sơ đồ phả hệ của chủng tuyển chọn được xây dựng dựa vào trình tự gen 16S rRNA của chủng và các loài gần nhất thông qua phần mềm MEGA 7.0 [18].

### 2.2.4. Nghiên cứu ảnh hưởng của pH môi trường và nhiệt độ nuôi đến hoạt tính chitinase của chủng tuyển chọn

Chủng tuyển chọn được nuôi cấy lắc, tốc độ 180 vòng/phút trong môi trường LB có bổ sung 0,5% chitin với pH môi trường từ 6,0 - 8,5 (bước nhảy 0,5); pH của môi trường nuôi cho hoạt tính chitinase của chủng tuyển chọn cao nhất được lựa chọn để tiến hành đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ nuôi. Nhiệt độ nuôi được thiết kế từ 25 - 45°C, bước nhảy 5°C. Kết quả ở mức nhiệt độ cho hoạt tính chitinase cao nhất sẽ được chọn cho các nghiên cứu tiếp theo.

### 2.2.5. Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ chitin trong môi trường đến hoạt tính chitinase của chủng tuyển chọn

Chủng tuyển chọn được nuôi trong môi trường LB có bổ sung từ 0,5 - 2,5% chitin, bước nhảy 0,5% trên máy lắc với tốc độ lắc 180 vòng/phút ở nhiệt độ và pH phù hợp đã được khảo sát ở trên. Sau 3 ngày nuôi, thu dịch lên men và xác định hoạt độ chitinase của chủng tuyển chọn trong môi trường nuôi cấy chứa các nồng độ chitin như mô tả ở trên.

### 2.2.6. Nghiên cứu ảnh hưởng của nguồn carbon bổ sung vào môi trường đến hoạt tính chitinase của chủng tuyển chọn

Sử dụng môi trường LB với các điều kiện thích hợp đã được khảo sát ở trên, đồng thời bổ

sung các nguồn carbon, gồm glucose, saccharose, lactose, galactose, tinh bột tan, carboxymethyl cellulose (CMC) với nồng độ 0,5%. Sau 3 ngày nuôi cấy, xác định hoạt tính chitinase của chủng tuyển chọn trong môi trường nuôi cấy chứa các nguồn carbon được bổ sung và lựa chọn nguồn carbon cho hoạt độ chitinase cao nhất.

*2.2.7. Phương pháp xử lý số liệu*

Tất cả các số liệu thu thập là đại diện của 3 thí nghiệm lặp lại. Kết quả thí nghiệm được

phân tích phương sai một nhân tố trên phần mềm JASP 0.19.3.

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

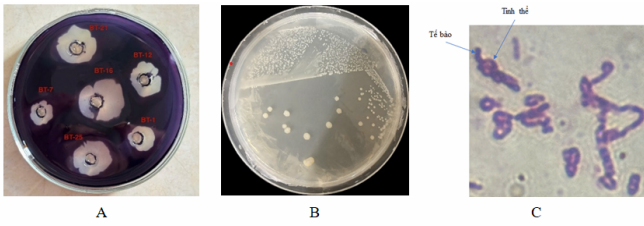
**3.1. Phân lập chủng vi khuẩn Bt phân giải chitin**

Từ 15 mẫu đất trồng rau tại xã Ba Bể, tỉnh Thái Nguyên, đã phân lập được 6 chủng vi khuẩn có khả năng phân giải chitin và được mô tả chi tiết tại bảng 1 và hình 1.

**Bảng 1. Đặc điểm của các chủng vi khuẩn phân giải chitin phân lập**

TT	Ký hiệu chủng	Nguồn mẫu tại xã Ba Bể	Đặc điểm khuẩn lạc	Hình thái tế bào	Gram	Đường kính vòng phân giải chitin (D - d), cm	Sinh tinh thể
1	BT-1	Nà Niềng	Tròn, màu trắng sữa, bề mặt nhẵn, có ria	Hình cầu xếp riêng rẽ	+	1,15 <sup>e</sup> ± 0,05	-
2	BT-7	Khuổi Luông	Tròn, màu trắng kem, bề mặt nhẵn, không ria	Hình que xếp chuỗi	+	0,54 <sup>f</sup> ± 0,02	+
3	BT-12	Tọt Còn	Tròn, màu trắng sữa, bề mặt bóng, không ria	Hình que xếp riêng rẽ	+	1,42 <sup>d</sup> ± 0,03	+
4	BT-16	Pác Ngòi	Tròn, màu trắng kem, bề mặt bóng, không ria	Hình que ngắn xếp chuỗi	+	2,35 <sup>a</sup> ± 0,05	+
5	BT-21	Đán Mây	Tròn, màu trắng kem, bề mặt nhẵn, có ria	Hình que xếp riêng rẽ	+	1,72 <sup>c</sup> ± 0,09	-
6	BT-25	Khâu Ban	Tròn, màu trắng kem, bề mặt nhẵn khô, không ria	Hình que xếp riêng rẽ	+	2,12 <sup>b</sup> ± 0,14	+

*Ghi chú: Trong cùng một cột, các số mũ giống nhau, thì không có sự khác nhau với mức ý nghĩa  $\alpha = 0,05$ ; “+”: Gram dương/Sinh; “-”: Không sinh; “±”: Độ lệch chuẩn.*



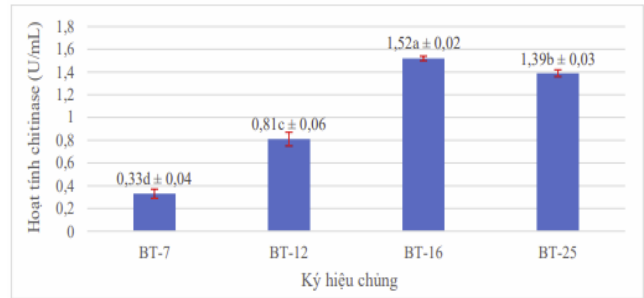
**Hình 1. A - Khả năng phân giải chitin của 6 chủng mới phân lập được; B - Hình thái khuẩn lạc của chủng BT-16; C - Hình dạng tế bào và tinh thể của chủng BT-16**

Thông tin từ bảng 1 và hình 1 cho thấy, trong 6 chủng vi khuẩn có khả năng phân giải chitin, có 4 chủng thuộc nhóm Gram dương, tế bào hình que, khuẩn lạc có dạng hình tròn, màu trắng kem hoặc trắng sữa, bề mặt bóng hoặc nhẵn, 4 chủng không có ria và tạo tinh thể độc. Đường kính vòng phân giải chitin của các chủng dao động 0,54 - 2,35 cm, trong đó, chủng BT - 16 tạo vòng phân giải chitin có đường kính lớn nhất đạt 2,35 cm. Các chủng sinh tinh thể gồm BT - 7, BT - 12, BT - 16 và BT - 25 được sử dụng cho các nghiên cứu tiếp theo.

**3.2. Tuyển chọn chủng vi khuẩn Bt có hoạt tính chitinase cao**

Kết quả đánh giá hoạt tính enzyme của 4 chủng Bt nghiên cứu thể hiện tại hình 2 cho thấy, các giá trị hoạt tính đều tuyến tính với đường kính vòng phân giải chitin đã trình bày ở bảng 1. Trong đó, chủng BT-16 có hoạt tính chitinase cao nhất, đạt 1,52 U/mL, cao hơn chủng Bt (MS3) được công bố bởi Kamil và cs (2007) [19] và tương đương với hoạt tính chitinase của chủng HP02 được Tran Thi Hong Hanh và cs (2020) [20] xác định đạt 1,47 U/mL. Theo Lê Thị Mai và cs (2020) [10], những chủng vi khuẩn Bt có

đường kính vòng phân giải chitin  $\geq 2,0$  cm thì được xếp vào nhóm có hoạt tính chitinase mạnh. Chủng BT-16 sẽ được lựa chọn để tiến hành các nghiên cứu tiếp theo.



**Hình 2. Hoạt tính chitinase của 4 chủng vi khuẩn Bt nghiên cứu**

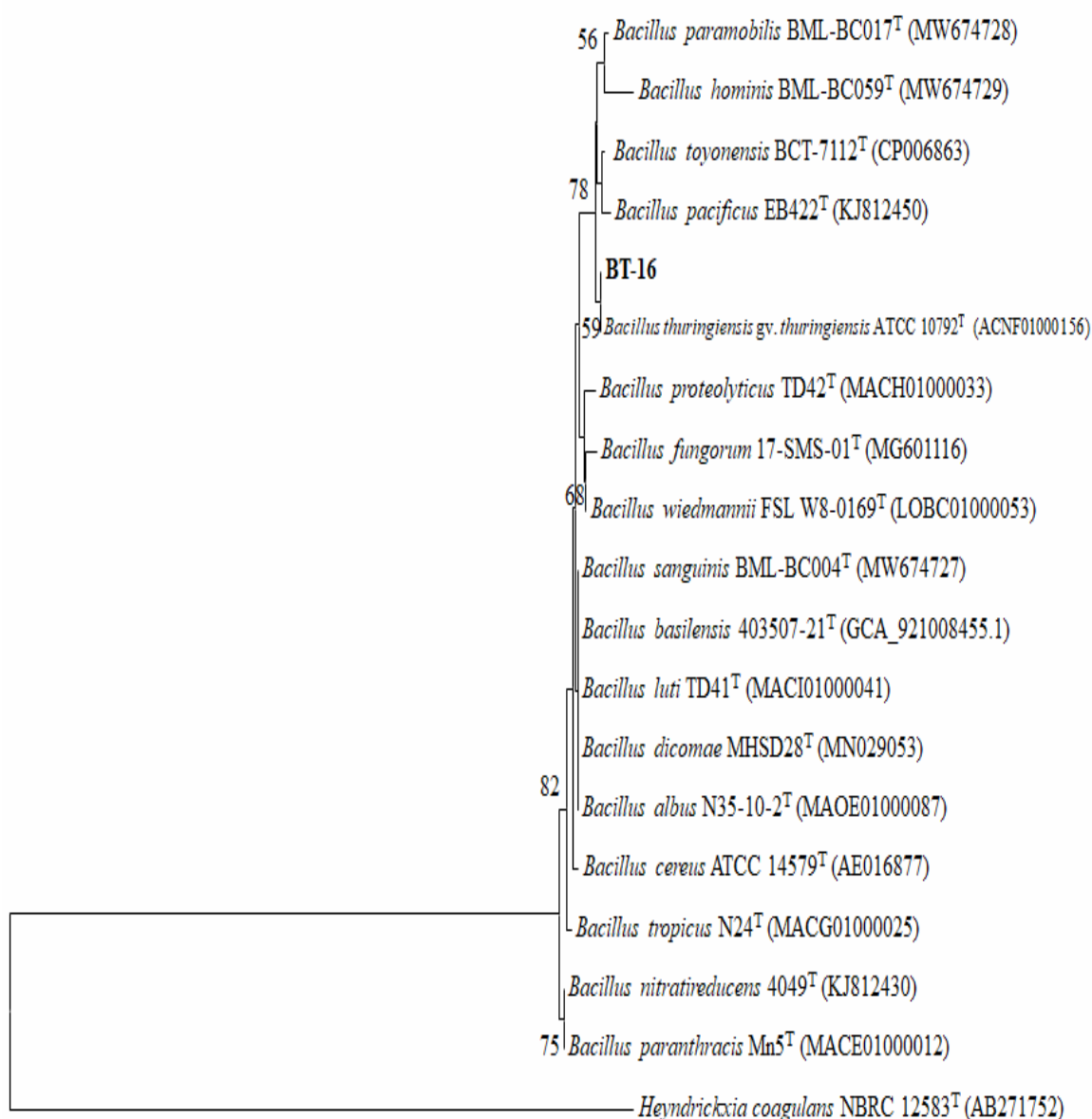
**3.3. Định danh chủng BT-16**

Kết quả so sánh trình tự gen 16S rRNA (kích thước 1469 bp) của chủng BT-16 với dữ liệu loài chuẩn công bố trên EzBioCloud cho thấy chủng BT-16 thể hiện mức độ tương đồng cao nhất (100%) với *Bacillus thuringiensis* gv. *thuringiensis* ATCC 10792<sup>T</sup> (ACNF01000156), 99,18% với *Bacillus toyonensis* BCT-7112<sup>T</sup> (CP006863), 98,71% với *Bacillus paramobilis* BML-BC017<sup>T</sup> (MW674728) và từ 96,84-98,64% với các loài khác thuộc chi *Bacillus* (Bảng 2). Sơ đồ phả hệ tại hình 3 cho thấy chủng BT-16 sắp xếp thuộc chi *Bacillus* và xếp cùng nhánh với *Bacillus thuringiensis* gv. *thuringiensis* ATCC 10792<sup>T</sup> (ACNF01000156). Vị trí của chủng BT-16 và *Bacillus thuringiensis* gv. *thuringiensis* ATCC 10792<sup>T</sup> khác biệt với các loài khác thuộc chi *Bacillus*. Từ dữ liệu phân tích trên, chủng BT-16 được xác định là *Bacillus thuringiensis* gv. *thuringiensis* [21] và đặt tên là *Bacillus thuringiensis* gv. *thuringiensis* BT-16.

**Bảng 2. Trình tự gen 16S rRNA của chủng BT-16 được so sánh với các loài gần nhất**

Loài gần nhất	Mức độ tương đồng (%)	Số nucleotide sai khác
<i>Bacillus thuringiensis</i> gv. <i>thuringiensis</i> ATCC 10792 <sup>T</sup> (ACNF01000156)	100,00	0/1469
<i>Bacillus toyonensis</i> BCT-7112 <sup>T</sup> (CP006863)	99,18	12/1469
<i>Bacillus paramobilis</i> BML-BC017 <sup>T</sup> (MW674728)	98,71	19/1469
<i>Bacillus pacificus</i> EB422 <sup>T</sup> (KJ812450)	98,64	20/1469
<i>Bacillus albus</i> N35-10-2 <sup>T</sup> (MAOE01000087)	98,35	22/1469
<i>Bacillus luti</i> TD41 <sup>T</sup> (MACI01000041)	98,36	23/1469
<i>Bacillus sanguinis</i> BML-BC004 <sup>T</sup> (MW674727)	98,37	25/1460
<i>Bacillus dicomae</i> MHSD28 <sup>T</sup> (MN029053)	98,39	28/1469

Loài gần nhất	Mức độ tương đồng (%)	Số nucleotide sai khác
<i>Bacillus basilensis</i> 403507-21 <sup>T</sup> (GCA_921008455.1_1)	98,40	29/1458
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 14579 <sup>T</sup> (AE016877)	98,12	30/1469
<i>Bacillus wiedmannii</i> FSL W8-0169 <sup>T</sup> (LOBC01000053)	97,75	33/1469
<i>Bacillus tropicus</i> N24 <sup>T</sup> (MACG01000025)	97,08	43/1469
<i>Bacillus hominis</i> BML-BC059 <sup>T</sup> (MW674729)	97,01	44/1469
<i>Bacillus proteolyticus</i> TD42 <sup>T</sup> (MACH01000033)	97,05	45/1469
<i>Bacillus paranthracis</i> Mn5 <sup>T</sup> (MACE01000012)	96,87	46/1469
<i>Bacillus nitratireducens</i> 4049 <sup>T</sup> (KJ812430)	96,86	47/1469
<i>Bacillus fungorum</i> 17-SMS-01 <sup>T</sup> (MG601116)	96,84	48/1469

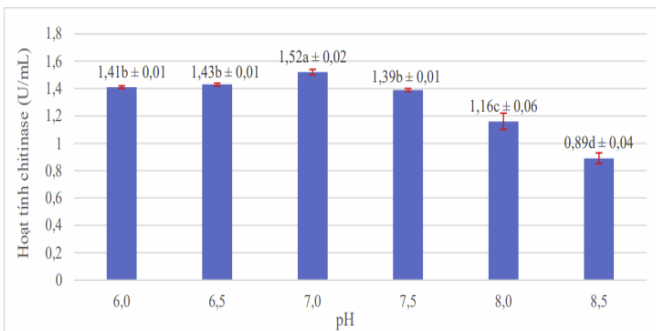


**Hình 3. Sơ đồ phả hệ của BT-16 với các loài nhất nhất dựa vào trình tự gen 16S rRNA**

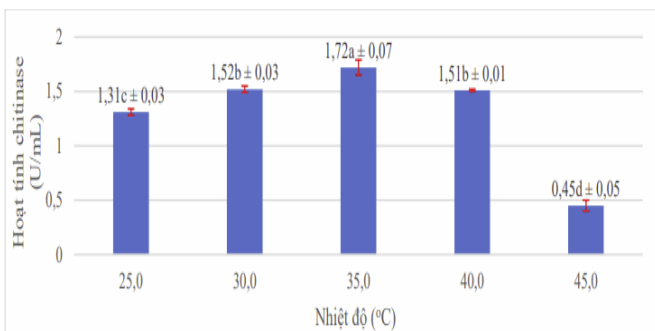
**3.4. Ảnh hưởng của pH môi trường và nhiệt độ nuôi đến hoạt tính chitinase của BT-16**

pH của môi trường nuôi cấy ảnh hưởng đến khả năng hấp thụ một số ion và tính thấm của màng tế bào vi khuẩn, từ đó hỗ trợ sự phát triển của tế bào và sản xuất enzyme [20].

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của pH môi trường đến hoạt độ chitinase trình bày tại hình 4 cho thấy trong điều kiện pH = 7,0 chủng BT-16 có hoạt tính chitinase cao nhất đạt 1,52 U/ml tương đồng với một số kết quả nghiên cứu về pH thích hợp cho vi sinh vật tổng hợp chitinase. Đào Thị Mỹ Linh và cs (2022) [22] cho biết hoạt độ chitinase của nấm mốc *Aspergillus sydowii* cao nhất đạt 2,996 U/mL khi pH môi trường bằng 7,0. Công bố của Eman (2012) [23] về hoạt độ chitinase của *Bacillus thuringiensis* NM101-19 thể hiện mạnh nhất ở pH = 7,0 đạt 1,28 U/mL. Nawani và cs (2002) [24] báo cáo rằng hoạt độ chitinase của *Microbispora* sp. V2 đạt giá trị cao nhất khi nuôi cấy ở pH = 7,0.



**Hình 4. Ảnh hưởng của pH môi trường đến hoạt tính chitinase của chủng tuyển chọn**



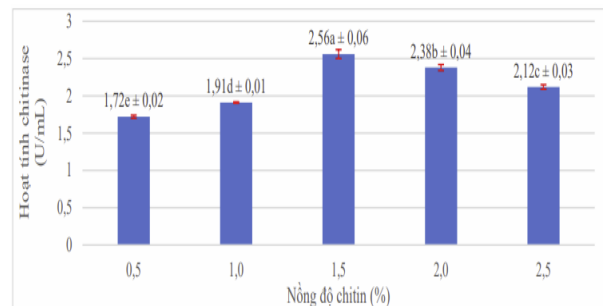
**Hình 5. Ảnh hưởng của nhiệt độ nuôi đến hoạt tính chitinase của chủng tuyển chọn.**

Kết quả trình bày ở hình 5 về ảnh hưởng của nhiệt độ đến hoạt tính chitinase cho thấy, nhiệt độ 35°C thích hợp nuôi cấy chủng BT-16 để thu được chitinase cao nhất, đạt 1,72 U/mL, cao hơn so với công bố của Eman (2012) [23] khi nghiên

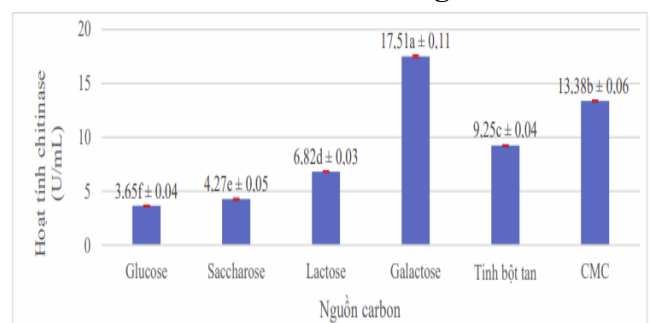
cứ chủng *Bacillus thuringiensis* NM101-19, theo đó hoạt tính chitinase thể hiện cao nhất khi nuôi cấy ở 30°C và thấp hơn so với công bố của Shanmugaiah và cs (2008) [25], theo đó chitinase do *Bacillus laterosporus* MML2270 tổng hợp đạt tối ưu ở nhiệt độ 40°C. Lý do có khác biệt về ảnh hưởng của nhiệt độ thích hợp đến hoạt tính chitinase có thể là do đặc điểm khác nhau của chủng giống nghiên cứu hoạt tính [26].

**3.5. Ảnh hưởng của nồng độ chitin và nguồn carbon bổ sung trong môi trường đến hoạt tính chitinase của chủng BT-16**

Nồng độ chitin là một yếu tố quan trọng vì nó có khả năng kích thích sản sinh chitinase ở một số vi sinh vật [27]. LB là môi trường nghèo nguồn dinh dưỡng carbon. Trong khi đó, một số nghiên cứu trước đây đã chứng minh rằng, việc bổ sung nguồn carbon đã giúp tăng cường hoạt tính chitinase của vi sinh vật [23, 27, 28]. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ chitin và một số nguồn carbon bổ sung vào môi trường nuôi cấy chủng BT-16 thể hiện tại hình 6 và hình 7.



**Hình 6. Ảnh hưởng của nồng độ chitin đến hoạt tính chitinase của chủng BT-16**



**Hình 7. Ảnh hưởng của nguồn carbon đến hoạt tính chitinase của chủng BT-1**

Hoạt tính chitinase của chủng BT-16 tăng tỷ lệ thuận với nồng độ chitin được bổ sung vào môi trường (Hình 6), điều này chứng tỏ hầu hết hệ thống phân giải chitin của vi khuẩn đều có thể cảm

ứng [29]. Tuy nhiên, khi nồng độ chitin vượt ngưỡng 1,5% thì hoạt tính enzyme chitinase giảm. Điều này phù hợp với công bố của Gupta và cs (1995) [30] và Eman (2012) [23], khi báo cáo rằng hoạt tính chitinase của *Streptomyces viridificans* và *Bacillus thuringiensis* NM101-19 đạt tối ưu với môi trường được bổ sung 1,5% chitin. Nồng độ chitin 1,5% bổ sung trong môi trường sẽ được lựa chọn để đánh giá ảnh hưởng của nguồn carbon bổ sung đến hoạt tính chitinase của chủng tuyển chọn, kết quả được thể hiện tại hình 7.

Kết quả hình 7 cho thấy, nguồn carbon bổ sung vào môi trường giúp tăng cường hoạt tính chitinase của chủng BT-16 với mức độ khác nhau, trong đó, glucose tăng cường hoạt tính chitinase của BT-16 thấp nhất, đạt 3,65 U/mL và galactose cao nhất, đạt 17,51 U/mL. Hoạt tính chitinase của chủng BT-16 trong môi trường bổ sung galactose được tăng cường gấp hơn 7 lần so với môi trường không bổ sung và cao hơn những công thức còn lại ở mức có ý nghĩa thống kê. Kết quả này cũng phù hợp với công bố của Eman (2012) [23] khi đánh giá ảnh hưởng của các nguồn carbon đến hoạt tính chitinase của hai chủng *Bacillus thuringiensis* NM101-19 và *Bacillus licheniformis* NM120-17, theo đó, trong các nguồn carbon được khảo sát, galactose là nguồn carbon phù hợp nhất để 2 chủng *Bacillus* nghiên cứu tăng cường hoạt tính chitinase lần lượt gấp từ 5 đến 8 lần so với đối chứng.

#### 4. KẾT LUẬN

Từ 15 mẫu đất trồng rau tại xã Ba Bể, tỉnh Thái Nguyên đã phân lập được 6 chủng vi khuẩn có khả năng phân giải chitin, trong đó chủng ký hiệu BT-16 sản sinh tinh thể độc, có đường kính vòng phân giải chitin đạt 2,35 cm và có hoạt tính chitinase đạt 1,52 U/mL. Chủng BT-16 được định danh thuộc loài *Bacillus thuringiensis* gv. *Thuringiensis* và được đặt tên là *Bacillus thuringiensis* gv. *thuringiensis* BT-16. Chủng vi khuẩn BT-16 thể hiện hoạt tính chitinase cao nhất đạt 17,51 U/mL sau 3 ngày nuôi cấy trong môi trường LB có bổ sung 1,5 % chitin, 0,5 % galactose ở điều kiện nhiệt độ 35°C và pH là 7,0.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Oerke E. C., Dehne H. W., Schonbeck F., Weber A. (1994). Crop production and crop

protection: estimated losses in major food and cash crops. *Amsterdam, Netherlands: Elsevier*.

[2]. Bùi Lan Anh, Nguyễn Thế Hùng, Nguyễn Minh Tuấn (2018). Nghiên cứu sử dụng thuốc trừ sâu thảo mộc (ớt + tỏi + gừng) trong sản xuất rau cải bắp (*Brassica oleracea*) năm 2016 - 2017 tại Hà Giang. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Thái Nguyên*, 177(01): 221 - 226.

[3]. Xiaohong Pan, Tengzhou Huang, Yun Fang, Wenhua Rao, Xueping Guo, Danyue Nie, Dingyang Zhang, Fang Cao, Xiong Guan, Zhi Chen (2021). Effect of *Bacillus thuringiensis* biomass and insecticidal activity by cultivation with vegetable wastes. *Royal Society open science*, 8(3): 1 - 8. DOI: 10.1098/rsos.201564.

[4]. Karim Ennouri, Rayda Ben Ayed, Mohamed Ali Triki, Ennio Ottaviani, Maura Mazzarello, Fathi Hertelli, Nabil Zouari (2017). Multiple linear regression and artificial neural networks for delta-endotoxin and protease yields modelling of *Bacillus thuringiensis*. *3 Biotech*, 7(187): 1 - 13. DOI: 10.1007/s13205-017-0799-1.

[5]. Hongwei Sun, Xing Xiang, Qiao Li, Hui Lin, Xiaolin Wang, Jie Sun, Long Luo, Aiping Zheng (2021). Comparative genome analysis of *Bacillus thuringiensis* strain HD521 and HS18-1. *Scientific Reports*, 11: 1 - 13. DOI: 10.1038/s41598-021-96133-w.

[6]. Salma Mazid, Jogen Ch. Kalita, Ratul Ch. Rajkhowa (2011). A review on the use of biopesticides in insect pest management. *International Journal of Science and Advanced Technology*, 1(7): 169 - 178.

[7]. Xuezhi Ding, Zhaohui Luo, Liqiu Xia, Bida Gao, Yunjun Sun, Youming Zhang (2008). Improving the insecticidal activity by expression of a recombinant cry1Ac gene with chitinase-encoding gene in acrySTALLIFEROUS *Bacillus thuringiensis*. *Current Microbiology*, 56: 442 - 446. DOI:10.1007/s00284-008-9112-1.

[8]. Esteban A. Veliz, Pilar Martínez Hidalgo, Ann M. Hirsch (2017). Chitinase - producing bacteria and their role in biocontrol. *AIMS Microbiology*, 3(3): 689 - 705. DOI: 10.3934/microbiol.2017.3.689.

[9]. Nguyễn Việt Phú, Trần Thanh Thủy (2013). Phân lập, tuyển chọn chủng *Bacillus thuringiensis* từ rừng ngập mặn Cần Giờ có hoạt

tính diệt sâu. *Tạp chí Khoa học ĐHSP TP HCM*, 51: 49 - 58.

[10]. Lê Thị Mai, Lê Vũ Khánh Trang, Cáp Kim Cương, Lê Quang Trường, Nguyễn Thị Huyền Trang (2020). Nghiên cứu tuyển chọn và khảo sát các yếu tố ảnh hưởng tới khả năng sinh tổng hợp chitinase của vi khuẩn *Bacillus thuringiensis*. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng*, 18(11): 56 - 61.

[11]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7538-6:2010 (2010). Phần 6: Hướng dẫn về thu thập, xử lý và bảo quản mẫu đất ở điều kiện hiếu khí để đánh giá các quá trình hoạt tính, sinh khối và tính đa dạng của vi sinh vật trong phòng thí nghiệm.

[12]. Russell S. Travers, Phyllis A. W. Martin, Charles F. Reichelderfer (1987). Selective process for efficient isolation of soil *Bacillus* spp. *Applied and Environmental Microbiology*, 53(6): 1263 - 1266.

[13]. Jabeen F., Qazi J. I. (2014). Isolation of chitinase yielding *Bacillus cereus* JF68 from soil employing an edible crab shell chitin. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 73: 771 - 776.

[14]. Farag A. M., Al - Nusarie, Taghreed S. (2014). Production, optimization, characterization and antifungal activity of chitinase produced by *Aspergillus terreus*. *African Journal of Biotechnology*, 13(14): 1567 - 1578.

[15]. Sambrook J., Russell D. W. (2001). Molecular cloning: a laboratory manual. *Cold Spring Harbor Laboratory Press*, 1 - 170.

[16]. Lane D. J. (1991). 16S/23S rRNA sequencing. In *Nucleic acid techniques in bacterial systematics*, E. Stackebrandt, M. Goodfellow (eds). *John Wiley and Sons, New York*. 115 - 175.

[17]. Chun J., Lee JH., Jung Y., Kim M., Kim S., Kim B. K., Lim YW. (2007). EzTaxon: a web-based tool for the identification of prokaryotes based on 16S ribosomal RNA gene sequences. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 57(10): 2259 - 2261.

[18]. Kumar S., Stecher G., Tamura K. (2016). MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. *Molecular Biology and Evolution*, 33(7): 1870 - 1974.

[19]. Kamil Z., Rizk M., Saleh M., Moustafa M. (2007). Isolation and identification of

rhizosphere soil chitinolytic bacteria and their potential in antifungal biocontrol. *Global Journal of Molecular Sciences*, 2(2): 57 - 66.

[20]. Tran Thi Hong Hanh, Tran Thi Dao, Le Thi Ngoc An, Lam Thuong Thuong (2020). Isolation and selection of chitinase-producing bacteria with antifungal activity against *Fusarium oxysporum* from lily rhizosphere soil. *Vietnam J. Agri.Sci*, 18(11): 965 - 975.

[21]. Browne H. P., Forster S. C., Anonye B. O., Kumar N., Neville B. A., Stares M. D., Goulding D., Lawley T. D. (2016). Culturing of "unculturable" human microbiota reveals novel taxa and extensive sporulation. *Nature*, 533: 543 - 546.

[22]. Đào Thị Mỹ Linh, Nguyễn Thị Quỳnh Mai, Bùi Thiên Kim Thu, Nguyễn Đình Triều Vũ, Nguyễn Đăng Khoa, Sơn Thiên Nga, Kiều Yên Vy, Trần Quỳnh Hoa (2022). Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường nuôi cấy tới quá trình sinh chitinase từ nấm mốc (*Aspergillus sydowii*). *Tạp chí Khoa học Công nghệ và Thực phẩm*, 22(2): 52 - 62.

[23]. Eman Zakaria Goma (2012). Chitinase production by *Bacillus thuringiensis* and *Bacillus licheniformis*: Their potential in antifungal biocontrol. *The Journal of Microbiology*, 50: 103 - 111. DOI: 10.1007/s12275-012-1343-y.

[24]. Nawani, N. N., Kapadnis, B. P., Das A. D., Rao A. S., Mahajan S. K. (2002). Purification and characterization of a thermophilic and acidophilic chitinase from *Microbispora* sp.V2. *Journal of Applied Microbiology*, 93(6): 965 - 975.

[25]. Shanmugaiah V., Mathivanan N., Balasubramanian N., Manoharan, P.T. (2008). Optimization of cultural conditions for production of chitinase by *Bacillus laterosporus* MML2270 isolated from rice rhizosphere soil. *African Journal of Biotechnology*, 7(15): 2562 - 2568.

[26]. Đặng Thị Thanh Tâm, Trần Thị Yên và Nguyễn Thanh Huyền. (2023). Đánh giá đặc điểm chủng vi khuẩn tiềm năng phân giải cellulose phân lập từ phụ phẩm chế biến gỗ. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 21(8): 1028 - 1036.

[27]. Souza R. F., Soares R. M., Nascimento R. P., Coelho R. R., Gomes R.C. (2005). Effect of different carbon sources on endochitinase

production by *Colletotrichum gloeosporioides*. *Current Microbiology*, 51(1): 16 - 21. DOI: 10.1007/s00284-005-4506-9.

[28]. Taechowisan T., Peberdy J. F., Lumyong S. (2003). Chitinase production by endophytic *Streptomyces aureofaciens* CMUAc130 and its antagonism against phytopathogenic fungi. *Annals of Microbiology*, 53: 447 - 461.

[29]. Joo J.G. (2005). Purification and characterization of an extracellular chitinase from the antifungal biocontrol agent *Streptomyces halstedii*. *Biotechnology Letters*, 27: 1483 - 1486.

[30]. Gupta R., Saxena R. K., Chaturvedi P., Viridi J. S. (1995). Chitinase production by *Streptomyces viridificans*: its potential in fungal cell wall lysis. *Journal of Applied Microbiology*, 78(4): 378 - 383.

**ISOLATION AND SELECTION OF *Bacillus thuringiensis* STRAINS PRODUCING CHITINASE FROM VEGETABLE SOIL IN BA BÈ COMMUNE, THAI NGUYEN PROVINCE**

**Tran Van Chi<sup>1</sup>, Nguyen Thanh Hai<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*University of Agriculture and Forestry, Thai Nguyên University*

<sup>2</sup>*Vietnam National University of Agriculture*

**Abstract**

With the aim of selecting *Bacillus thuringiensis* (Bt) strains exhibiting high chitinase activity and determining suitable culture conditions, this study focused on the isolation, selection, and identification of chitin-degrading Bt strains from vegetable-growing soils in Ba Bè commune, Thái Nguyên province, as well as on the determination of appropriate culture conditions for chitinase production. The results showed that six bacterial strains capable of chitin degradation were isolated, with clearance zone diameters ranging from 0.54 to 2.35 cm. Among them, strain BT-16 exhibited the highest chitinase activity, reaching 1.52 U/mL. Based on 16S rRNA gene sequence analysis, strain BT-16 was identified as *Bacillus thuringiensis* gv. *thuringiensis* and designated *Bacillus thuringiensis* gv. *thuringiensis* BT-16. Under optimal conditions - cultivation for 3 days in LB medium supplemented with 1.5% chitin and 0.5% galactose at 35°C and pH 7.0 - strain BT-16 achieved the highest chitinase activity of 17.51 U/mL. These findings suggest that strain BT-16 has strong potential for application in the production of biological pesticides, contributing to safe and sustainable agricultural production.

**Keywords:** *Bacillus thuringiensis*, chitinase, temperature, pH, chitin concentration, galactose concentration.

**Ngày nhận bài:** 23/12/2025

**Ngày chuyển phản biện:** 19/01/2026

**Ngày thông qua phản biện:** 3/02/2026

**Ngày duyệt đăng:** 6/3/2026

# ẢNH HƯỞNG CỦA LIỀU LƯỢNG PHÂN BÓN LÁ ĐẾN SINH TRƯỞNG, NĂNG SUẤT VÀ CHẤT LƯỢNG CỦA GIÁO CỔ LAM (*Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino) TẠI XÃ TAM ĐẢO, TỈNH PHÚ THỌ

Tô Thị Ngân<sup>1</sup>, Bùi Thị Xuân<sup>1</sup>, Trần Ngọc Ánh<sup>1</sup>,  
Nguyễn Tiên Dũng<sup>1</sup>, Phạm Anh Minh<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Tâm<sup>1</sup>, Trần Thị Lan<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Viện Dược liệu

\* Email: tranlanvimp@gmail.com

## TÓM TẮT

Giáo cổ lam là một loại thảo dược phổ biến trong điều trị giảm mỡ máu, huyết áp và đái tháo đường. Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 6 - 10/2025 tại Trung tâm Nghiên cứu Dược liệu Tam Đảo. Thí nghiệm được bố trí theo kiểu khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCBD), 3 lần nhắc lại và 11 công thức (nước sạch; sử dụng đạm tôm ở các mức: 1, 2, 3, 4 và 5 lít/ha; sử dụng Oligochitosan ở các mức: 1, 2, 3, 4 và 5 lít/ha). Kết quả nghiên cứu cho thấy, phân bón lá có ảnh hưởng đến tăng trưởng chiều dài thân chính, số lá trên thân chính, năng suất và chất lượng của cây giáo cổ lam. Đối với đạm tôm, sử dụng ở liều lượng 3 lít/ha cho hiệu quả tốt nhất đến sinh trưởng, năng suất, hàm lượng saponin tổng số và hiệu quả kinh tế. Đối với phân bón lá Oligochitosan, sử dụng ở liều lượng 4 lít/ha cho hiệu quả tốt đến sinh trưởng, năng suất, hàm lượng saponin tổng số và hiệu quả kinh tế tốt nhất. Kết quả nghiên cứu đã xác định được ngưỡng liều lượng tối ưu khi sử dụng phân bón lá đạm tôm và Oligochitosan một cách hợp lý nhằm nâng cao năng suất, chất lượng của giáo cổ lam.

**Từ khóa:** Đạm tôm, Oligochitosan, giáo cổ lam, năng suất, hàm lượng saponin tổng số.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Giáo cổ lam (*Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino) hay còn gọi là Dân toòng, Cổ yếm, Nhân sâm phương nam... là một cây thuốc quý thuộc họ Bầu bí. Loại cây này phân bố phổ biến tại khu vực Đông Bắc và Đông Nam Á. Với những đặc tính dược lý ấn tượng như: Chống oxy hóa, chống ung thư, kiểm soát lipid máu, giúp ổn định đường huyết, tăng cường sức đề kháng của cơ thể, chống viêm nhiễm, ngăn ngừa xơ vữa động mạch...[1]. Đặc biệt, giáo cổ lam chứa hàm lượng gypenosides cao, đây hợp chất có cấu trúc hóa học tương đồng với ginsenosides, hoạt chất nổi tiếng mang lại giá trị dược lý cho rễ Nhân sâm (*Panax ginseng*) [2]. Ngoài ra, giáo cổ lam có ưu thế vượt trội về mặt canh tác như: Cây dễ trồng, sinh trưởng nhanh, cho thu hoạch sớm và thu nhiều lần trong năm. Chính những đặc điểm này đã biến giáo cổ lam trở thành một nguồn tài nguyên thay thế đầy hứa hẹn để khai thác và sản xuất gypenosides [3].

Ở Việt Nam, giáo cổ lam là một dược liệu bản địa quý, chủ yếu được tìm thấy tại các khu vực miền núi. Cây chứa hơn 189 loại saponin có thể dùng để chữa nhiều loại bệnh [4]. Tuy nhiên, việc khai thác không bền vững đang đe dọa nguồn tài nguyên này. Nhận thức được tiềm năng to lớn của dược liệu này, Chính phủ đã đưa giáo cổ lam vào danh sách các loài cây thuốc được ưu tiên phát triển [5, 6]. Hiện nay, tuy có nhiều nghiên cứu về giáo cổ lam đã được thực hiện, nhưng những nghiên cứu này chủ yếu tập trung vào thành phần hóa học, tác dụng dược lý và phương pháp nhân giống.

Giáo cổ lam đã được trồng thử nghiệm và đưa vào sản xuất tại Trung tâm Nghiên cứu Dược liệu Tam Đảo từ lâu [7]. Tuy nhiên, hiện nay năng suất và chất lượng của cây đang bị suy giảm đáng kể. Ngoài việc tuyển chọn mẫu giống giáo cổ lam, để nâng cao năng suất và chất lượng, việc nghiên cứu về các biện pháp canh tác cũng rất quan trọng, đặc biệt là phân bón.

Nhưng những nghiên cứu về phân bón hiện nay chỉ tập trung về phân hữu cơ, phân vô cơ như: N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O. Đặc biệt, chưa có nghiên cứu nào về ảnh hưởng của phân bón lá đối với cây giảo cổ lam. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của liều lượng phân bón lá đối với sinh trưởng, năng suất và chất lượng của cây giảo cổ lam.

## **2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.1. Vật liệu nghiên cứu**

+ Đạm tôm (CR01) với tỷ lệ các thành phần: Chất hữu cơ: 25%; đạm tổng số (N<sub>ts</sub>): 2%; tỷ lệ C/N: 12; tỷ trọng: 1,1; pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub>: 5. Được sản xuất bởi Công ty Cổ phần Việt Nam Food.

+ Oligochitosan (COSL-02) gồm các thành phần: Hàm lượng chất khô hòa tan (Brix tổng): 4,0%; pH dung dịch: - 2,5; độ nhớt: 10,0 cPs; 100% chitosan từ vỏ tôm. Được sản xuất bởi Công ty Cổ phần Việt Nam Food.

+ Giảo cổ lam (*Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino) hiện đang được lưu giữ và bảo tồn tại vườn cây thuốc của Trung tâm Nghiên cứu Dược liệu Tam Đảo - Viện Dược liệu. Tiến hành cắt và giâm hom, tiêu chuẩn cây giống khi xuất vườn có chiều cao từ 8 - 11 cm, có từ 4 lá thật trở lên, bộ rễ khỏe mạnh, không bị sâu, bệnh hại.

### **2.2. Địa điểm và thời gian nghiên cứu**

Nghiên cứu được thực tại khu thí nghiệm đồng ruộng, Trung tâm Nghiên cứu Dược liệu Tam Đảo - Viện Dược, xã Tam Đảo, tỉnh Phú Thọ từ tháng 6 đến tháng 10 năm 2025.

### **2.3. Phương pháp nghiên cứu**

Thí nghiệm được bố trí theo kiểu khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCBD), 11 công thức với 3 lần nhắc lại. Diện tích 1 ô thí nghiệm là 10 m<sup>2</sup>. Tổng diện tích thí nghiệm không bao gồm rãnh và dải bảo vệ 330 m<sup>2</sup>.

Các công thức (CT) thí nghiệm cụ thể như sau:

- + CT1: Nước sạch (đối chứng).
- + CT2: 1 lít/ha đạm tôm.
- + CT3: 2 lít/ha đạm tôm.
- + CT4: 3 lít/ha đạm tôm.
- + CT5: 4 lít/ha đạm tôm.
- + CT6: 5 lít/ha đạm tôm.
- + CT7: 1 lít/ha Oligochitosan.

- + CT8: 2 lít/ha Oligochitosan.
- + CT9: 3 lít/ha Oligochitosan.
- + CT10: 4 lít/ha Oligochitosan.
- + CT11: 5 lít/ha Oligochitosan.

Phân bón lá được phun từ thời điểm 7 ngày sau trồng, tiến hành phun 15 lần, mỗi lần cách nhau 7 ngày và dừng phun trước khi thu hoạch 7 ngày. Phun vào sáng sớm hoặc buổi chiều mát, trời không mưa. Liều lượng và cách pha chế cho 1 ha như sau: CT2: Pha 1 lít dung dịch đạm tôm với 200 lít nước sạch (nồng độ 0,5%); CT3: Pha 2 lít dung dịch đạm tôm với 200 lít nước sạch (nồng độ 1,0%); CT4: Pha 3 lít dung dịch đạm tôm với 200 lít nước sạch (nồng độ 1,5%); CT5: Pha 4 lít dung dịch đạm tôm với 200 lít nước sạch (nồng độ 2,0%); CT6: Pha 5 lít dung dịch đạm tôm với 200 lít nước sạch (nồng độ 2,5%). Liều lượng và cách pha chế của Oligochitosan cũng tương tự như đạm tôm.

*Biện pháp kỹ thuật áp dụng:* Ngoại trừ yếu tố thí nghiệm, các biện pháp kỹ thuật canh tác khác được áp dụng theo quy trình kỹ thuật trồng cây giảo cổ lam của Viện Dược liệu (2022) với khoảng cách trồng 30 x 30 cm, tương ứng với mật độ 111.000 cây/ha [8].

*Chỉ tiêu về sinh trưởng, phát triển (theo dõi, đo đếm 10 cây/ô thí nghiệm):* Định kỳ 15 ngày/lần thu thập số liệu kể từ khi trồng đến khi thu hoạch về các chỉ tiêu: Chiều dài thân chính (cm): Đo từ điểm gốc sát mặt đất đến sinh đỉnh sinh trưởng của cây; số lá xanh trên thân chính (lá): Đếm tất cả số lá xanh trên thân chính. Trước khi thu hoạch, tiến hành thu thập các chỉ tiêu: Đường kính gốc (cm): Dùng thước kẹp panme đo gốc cách mặt đất 3 cm; số nhánh cấp 1 và cấp 2 (nhánh): Đếm số nhánh cấp 1 và cấp 2 của 10 cây/ô thí nghiệm và tính trung bình.

*Chỉ tiêu về năng suất:* Năng suất cá thể (g/cây): Cân khối lượng khô của 10 cây/ô thí nghiệm và tính trung bình; năng suất thực thu (tấn/ha): Thu toàn bộ dược liệu trên ô và tính khối lượng khô thu được trên từng ô thí nghiệm, quy đổi ra héc-ta; năng suất lý thuyết (tấn/ha): Năng suất cá thể (g/cây) x mật độ trồng/m<sup>2</sup> x 10<sup>-3</sup>.

*Hàm lượng saponin tổng số (%):* Xác định hàm lượng saponin tổng số bằng phương pháp đo quang tại Khoa Công nghệ Chiết xuất -

Viện Dược liệu, theo tiêu chuẩn Dược điển Việt Nam V [9].

Số liệu được tổng hợp và xử lý thống kê bằng Excel 2016 và SAS 9.1.

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

**3.1. Ảnh hưởng của liều lượng phân bón lá đến chiều dài thân chính của giảo cổ lam**

Phun phân bón lá giúp cây hấp thụ dinh dưỡng nhanh chóng và trực tiếp, đặc biệt hiệu quả trong việc cung cấp các vi lượng cần thiết để tăng

cường hoạt chất sinh học và năng suất, điều mà bón rễ truyền thống có thể không tối ưu bằng.

Đạm tôm (CR01) là nguồn cung cấp đạm hữu cơ dồi dào, các axit amin và các nguyên tố dinh dưỡng khác, có khả năng kích thích sinh trưởng và cải thiện sức khỏe cây trồng. Oligochitosan (COSL-02), một dẫn xuất của chitosan, được biết đến với khả năng kích thích cơ chế phòng vệ của cây, tăng cường hấp thụ dinh dưỡng, cải thiện sức đề kháng và có thể ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm.

**Bảng 1. Ảnh hưởng của liều lượng phân bón lá đến chiều dài thân chính của giảo cổ lam**

Công thức	Chiều dài thân chính sau ... ngày trồng (cm)							
	15 ngày	30 ngày	45 ngày	60 ngày	75 ngày	90 ngày	105 ngày	120 ngày
CT1	11,3	16,6	38,2	68,4	113,9	153,0	174,3	177,6
CT2	11,6	17,0	40,7	71,7	121,8	157,5	180,0	186,5
CT3	11,9	17,6	41,0	72,5	125,3	161,2	182,7	189,5
CT4	11,6	17,5	41,9	74,0	130,6	163,8	186,2	192,9
CT5	11,8	17,8	42,3	74,8	133,7	166,8	190,3	195,3
CT6	11,7	16,8	41,1	71,8	130,0	162,8	184,2	189,7
CT7	12,3	15,9	40,1	71,3	120,1	157,8	178,9	187,1
CT8	11,3	16,2	41,3	72,1	123,7	160,2	182,1	187,2
CT9	10,5	17,4	41,5	74,4	128,5	163,9	185,6	190,7
CT10	11,0	17,3	41,8	74,1	132,1	165,2	188,8	194,3
CT11	11,8	16,4	40,5	70,8	129,8	161,6	183,3	188,9
P	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	< 0,05	< 0,05
CV (%)	9,32	7,23	6,26	5,24	5,49	3,94	2,50	2,74
LSD <sub>0,05</sub>	-	-	-	-	-	-	7,81	8,84

Bảng 1 cho thấy: Từ lúc trồng đến sau 40 ngày, chiều dài thân chính của giảo cổ lam tăng chậm, sự khác biệt giữa các công thức phân bón và đối chứng không quá lớn, chiều dài dao động từ 38,2 - 42,3 cm. Do giai đoạn đầu sau trồng cây cần thời gian để bén rễ, hồi xanh, bộ rễ lúc này còn non yếu nên khả năng hấp thu và vận chuyển các chất dinh dưỡng vào cây chưa mạnh mẽ. Việc phun bổ sung phân bón lá thời điểm này chủ yếu giúp cây nhanh phục hồi và thích ứng với môi trường sống.

Giai đoạn từ 60 ngày sau trồng trở đi, cả 2 loại phân bón lá đều ảnh hưởng đến chiều dài thân chính của giảo cổ lam rõ ràng hơn so với đối chứng, đặc biệt là giai đoạn từ 105 - 120 ngày sau trồng. Sử dụng phân bón lá ở các mức liều lượng từ 1 - 5 lít/ha cho thấy, chiều dài thân chính có xu hướng tăng dần từ liều lượng thấp nhất đến liều lượng cao và đạt tối ưu ở 4 lít/ha. Tuy nhiên, ở liều lượng cao nhất, chiều dài thân chính của giảo cổ lam giảm nhẹ so với liều lượng 4 lít/ha ở cả 2 loại phân bón lá. Có thể thấy, dùng đúng liều lượng giúp cây hấp thu nhanh dưỡng chất, thúc đẩy sinh trưởng, nhưng khi dùng quá liều sẽ ảnh hưởng đến sự phát triển của cây.

Kết quả xử lý thống kê cho thấy, giai đoạn từ 15 - 90 ngày sau trồng, liều lượng phân bón lá không ảnh hưởng đến chiều dài thân chính ở mức thống kê 5% ( $P > 0,05$ ). Nhưng ở giai đoạn từ 105 - 120 ngày sau trồng, giá trị  $P < 0,05$  cho thấy, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Kết quả

này tương đồng với kết quả đánh giá ảnh hưởng của lượng phân bón đến chiều dài thân chính của cây giảo cổ lam [10, 11].

Như vậy, việc sử dụng phân bón lá giúp chiều dài thân chính của cây tăng đáng kể so với không sử dụng, sự chênh lệch này có thể thấy rõ nhất ở giai đoạn từ 105 ngày sau trồng đến khi thu hoạch.

### 3.2. Ảnh hưởng của liều lượng phân bón lá đến số lá trên thân chính của giảo cổ lam

Số lá trên thân chính là chỉ tiêu quan trọng đánh giá sự sinh trưởng của cây giảo cổ lam. Số lá liên quan đến khả năng quang hợp, ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất, chất lượng của giảo cổ lam.

Nhìn chung, số lá trên thân chính của cây giảo cổ lam có xu hướng tăng một cách ổn định ở tất cả các công thức. Sự gia tăng này phản ánh giai đoạn sinh trưởng và phát triển tích cực của cây trong điều kiện thí nghiệm.

Giai đoạn đầu từ khi trồng đến 75 ngày, số lá trên thân chính giữa các công thức có sự chênh lệch không đáng kể, dao động từ 18,2 lá (CT1) đến 21,7 lá (CT5). Giá trị  $P > 0,05$  cho thấy, ở giai đoạn này không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về số lá trên thân chính giữa các CT xử lý phân bón lá so với đối chứng. Do đó, ở giai đoạn đầu sau trồng, việc phun phân bón lá chưa tạo ra ảnh hưởng khác biệt đáng kể đến số lá trên thân chính của cây giảo cổ lam.

**Bảng 2. Ảnh hưởng của liều lượng phân bón lá đến số lá trên thân chính của giảo cổ lam**

Công thức	Số lá trên thân chính sau ... ngày trồng (lá)							
	15 ngày	30 ngày	45 ngày	60 ngày	75 ngày	90 ngày	105 ngày	120 ngày
CT1	5,8	7,6	11,3	15,3	18,2	23,8	27,1	28,5
CT2	6,4	8,6	11,4	16,4	20,6	25,2	29,2	31,9
CT3	5,8	8,5	11,7	16,3	20,5	26,4	30,2	32,4
CT4	5,7	7,9	11,7	16,7	21,1	27,1	31,3	33,0
CT5	6,0	8,8	11,9	16,9	21,7	28,8	33,1	34,5

CT6	6,4	8,0	11,5	16,5	20,9	26,9	30,8	32,1
CT7	6,1	8,4	11,4	16,5	20,5	25,2	29,0	31,4
CT8	5,6	7,2	11,6	16,2	19,7	25,2	29,9	31,9
CT9	5,5	7,3	11,5	16,8	19,8	26,5	30,7	32,6
CT10	6,5	8,5	11,6	16,9	21,4	28,1	32,2	33,8
CT11	5,9	7,9	11,3	16,6	20,4	26,5	29,8	32,3
P	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	= 0,05	< 0,05	< 0,05
CV (%)	13,01	12,33	6,99	8,17	7,91	6,14	5,48	5,20
LSD <sub>0,05</sub>	-	-	-	-	-	2,75	2,83	2,85

Tuy nhiên, ở giai đoạn từ 90 - 120 ngày sau trồng, số lá trên thân chính giữa các công thức có sự chênh lệch đáng kể. Thời điểm 120 ngày sau trồng, số lá dao động từ 28,5 - 34,5 lá. Kết quả xử lý thống kê cho thấy, liều lượng phân bón lá ảnh hưởng đến số lá trên thân chính của cây giảo cổ lam ở mức ý nghĩa 5% ( $P \leq 0,05$ , bảng 2). Kết quả này tương đối phù hợp với kết quả nghiên cứu của Trần Trung Kiên và cs (2019) [10].

Tại thời điểm 120 ngày sau trồng, sử dụng đậm tằm ở liều lượng 4 lít/ha (CT5) cho số lá trên thân chính cao nhất toàn bộ thí nghiệm và cao hơn so với dùng ở liều lượng 5 lít/ha (CT6). Điều này cho thấy, liều lượng đậm tằm tối ưu đối với số lá trên thân chính là 4 lít/ha trong điều kiện thí nghiệm này.

Tương tự, sử dụng Oligochitosan ở các mức liều lượng khác nhau ảnh hưởng đến số lá trên thân chính của giảo cổ lam, liều lượng tối ưu là 4 lít/ha. Nhìn chung Oligochitosan kém hơn một chút so với sử dụng đậm tằm.

Kết quả thực nghiệm cho thấy, liều lượng phân bón lá chỉ tạo ra sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về số lá trên thân chính của giảo cổ lam sau 90 ngày trồng. Trong phạm vi liều lượng thử nghiệm, đậm tằm thể hiện hiệu quả vượt trội hơn

một chút so với Oligochitosan và liều lượng tối ưu là 4 lít/ha.

### 3.3. Ảnh hưởng của liều lượng phân bón lá đến số nhánh và đường kính gốc của giảo cổ lam

Số nhánh trên cây là chỉ tiêu quan trọng đánh giá sự sinh trưởng của cây giảo cổ lam. Số nhánh ảnh hưởng tới số lá trên cây, liên quan đến khả năng quang hợp, ảnh hưởng trực tiếp tới năng suất của giảo cổ lam. Khả năng đẻ nhánh của cây giảo cổ lam ngoài bản chất của giống còn phụ thuộc vào điều kiện môi trường và kỹ thuật canh tác trong đó có phân bón. Số nhánh cấp 1, cấp 2 và đường kính gốc được theo dõi ở thời điểm thu hoạch.

Bảng 3 cho thấy: Sử dụng phân bón lá không ảnh hưởng đến số nhánh cấp 1, cấp 2 và đường kính gốc của giảo cổ lam tại thời điểm theo dõi. Cụ thể: Số nhánh cấp 1 có sự chênh lệch không đáng kể giữa các công thức, dao động từ 3,93 nhánh (CT1) đến 4,38 (CT5); số nhánh cấp 2 dao động từ 6,59 nhánh (CT1) đến 7,26 nhánh (CT5); đường kính gốc dao động từ 0,21 cm (CT1) đến 0,25 cm (CT9 và CT10).

Tuy có sự biến động nhỏ về giá trị trung bình giữa các công thức, nhưng kết quả xử lý thống kê

cho thấy, liều lượng phân bón lá không ảnh hưởng đến khả năng phân nhánh (cấp 1 và cấp 2) và đường kính gốc của cây giảo cổ lam so với đối chứng ( $P > 0,05$ ).

**Bảng 3. Ảnh hưởng của liều lượng phân bón lá đến số nhánh và đường kính gốc của giảo cổ lam**

Công thức	Số nhánh cấp 1 (nhánh)	Số nhánh cấp 2 (nhánh)	Đường kính gốc (cm)
CT1	3,93	6,59	0,21
CT2	4,03	6,80	0,22
CT3	4,17	6,93	0,22
CT4	4,09	7,11	0,23
CT5	4,38	7,26	0,23
CT6	4,16	6,88	0,22
CT7	4,14	6,75	0,22
CT8	4,19	7,17	0,23
CT9	4,14	7,21	0,25
CT10	4,26	7,23	0,25
CT11	4,07	6,95	0,24
P	> 0,05	> 0,05	> 0,05
CV (%)	11,76	9,97	7,23
LSD <sub>0,05</sub>	-	-	-

**3.4. Ảnh hưởng của liều lượng phân bón lá đến năng suất giảo cổ lam**

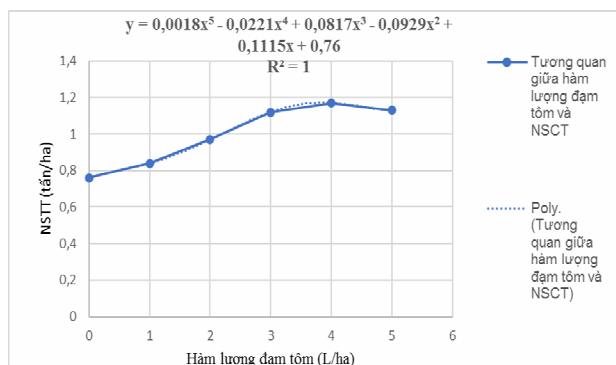
Kết quả nghiên cứu cho thấy, phân bón lá đậm tôm và Oligochitosan ảnh hưởng đến năng suất cá thể của giảo cổ lam. Cụ thể: Đối với đậm tôm, năng suất cá thể tăng dần khi tăng liều lượng từ 1 lít/ha (7,82 g/cây) đến 4 lít/ha (12,14 g/cây). Tuy nhiên, khi tăng liều lượng lên 5 lít/ha (11,68 g/cây), năng suất giảm nhẹ so với 4 lít/ha. Điều này cho thấy, 4 lít/ha là liều lượng

tối ưu đối với năng suất cá thể của giảo cổ lam trong thí nghiệm này.

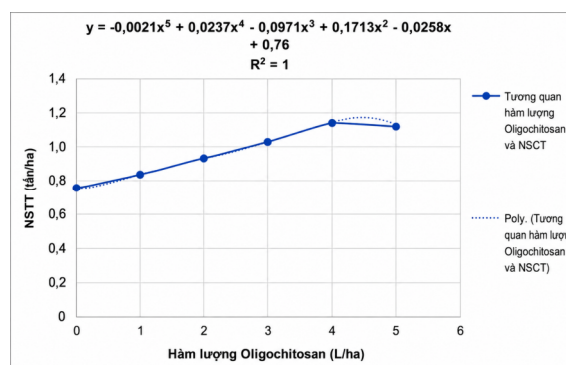
Giống như đậm tôm, khi sử dụng Oligochitosan, năng suất cá thể có xu hướng tăng khi tăng liều lượng từ 1 lít/ha (7,67 g/cây) đến 4 lít/ha (11,87 g/cây). Khi tăng lên 5 lít/ha (10,99 g/cây), năng suất cũng giảm so với 4 lít/ha. Đồ thị hồi quy đa thức (Hình 1 và 2) cho thấy, mối quan hệ rất chặt chẽ giữa hàm lượng đậm tôm, hàm lượng Oligochitosan và năng suất của giảo cổ lam.

**Bảng 4. Ảnh hưởng của liều lượng phân bón lá đến năng suất giảo cổ lam**

Công thức	Năng suất cá thể (g/cây)	Năng suất lý thuyết (tấn/ha)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
CT1	7,16	0,79	0,76
CT2	7,82	0,86	0,84
CT3	9,66	1,06	0,97
CT4	11,57	1,27	1,12
CT5	12,14	1,34	1,17
CT6	11,68	1,29	1,13
CT7	7,67	0,84	0,83
CT8	9,04	0,99	0,93
CT9	10,46	1,15	1,02
CT10	11,87	1,31	1,13
CT11	10,99	1,21	1,11
P	< 0,05	< 0,05	< 0,05
CV (%)	12,09	12,10	8,78
LSD <sub>0,05</sub>	2,06	0,27	0,15



**Hình 1. Đồ thị hồi quy đa thức giữa hàm lượng đạm tôm và năng suất của giảo cổ lam**



**Hình 2. Đồ thị hồi quy đa thức giữa hàm lượng Oligochitosan và năng suất của giảo cổ lam**

Tương tự như năng suất cá thể, năng suất lý thuyết và năng suất thực thu cũng tăng lên khi tăng liều lượng phân bón lá (Đạm tôm và Oligochitosan) đến một mức nhất định, sau đó có xu hướng giảm nhẹ khi tiếp tục tăng liều lượng. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Trần Trung Kiên và cs (2019) [10].

Như vậy, phân bón lá (đạm tôm và Oligochitosan) ảnh hưởng đến năng suất của giảo cổ lam. Phun phân bón lá đạm tôm cho năng suất thực thu cao hơn so với Oligochitosan ở hầu hết các mức liều lượng thử nghiệm. Liều lượng tối ưu

của đạm tôm và Oligochitosan là 4 lít/ha. Việc tăng liều lượng lên 5 lít/ha không mang lại hiệu quả cao hơn, thậm chí làm giảm năng suất.

### 3.5. Ảnh hưởng của liều lượng phân bón lá đến chất lượng của giảo cổ lam

Để đánh giá chất lượng, đã sử dụng phương pháp đo quang để định lượng saponin tổng số trong dược liệu giảo cổ lam. Kết quả phân tích được trình bày ở bảng 5, cho thấy: Hàm lượng saponin toàn phần giữa các công thức có sự chênh lệch đáng kể, dao động từ 5,301 - 8,329%.

**Bảng 5. Ảnh hưởng của liều lượng phân bón lá đến hàm lượng saponin toàn phần của giảo cổ lam**

Công thức	Hàm lượng saponin toàn phần (%)
CT1	5,301 ± 0,124
CT2	6,296 ± 0,131
CT3	7,732 ± 0,164
CT4	8,329 ± 0,169
CT5	7,104 ± 0,156
CT6	7,093 ± 0,161
CT7	6,194 ± 0,086
CT8	7,192 ± 0,166
CT9	7,628 ± 0,134
CT10	7,617 ± 0,113
CT11	5,322 ± 0,070

Đối với đạm tôm, khi tăng liều lượng từ 1 lít/ha (CT2) đến 3 lít/ha (CT4), hàm lượng saponin toàn phần có xu hướng tăng lên rõ rệt, từ 6,296 - 8,329%. Tuy nhiên, khi tiếp tục tăng liều lượng lên 4 lít/ha (CT5) và 5 lít/ha (CT6), hàm lượng saponin toàn phần giảm xuống còn 7,104% và 7,093%. Điều này cho thấy, liều lượng tối ưu của đạm tôm đối với hàm lượng saponin toàn phần trong thí nghiệm này là 3 lít/ha. Khi vượt quá ngưỡng này có thể không mang lại hiệu quả, thậm chí làm giảm hàm lượng saponin.

Tương tự, khi tăng liều lượng Oligochitosan từ 1 lít/ha (CT7) đến 3 lít/ha (CT9), hàm lượng saponin toàn phần có xu hướng tăng dần từ 6,194 - 7,628%. Nhưng khi tăng liều lượng lên 4 lít/ha (CT10), hàm lượng saponin toàn phần giảm nhẹ (7,617%) và giảm đáng kể (5,322%) khi tăng liều lượng lên 5 lít/ha (CT11).

Việc bổ sung phân bón lá (đạm tôm và Oligochitosan) có thể làm tăng hàm lượng saponin toàn phần trong cây giảo cổ lam so với đối chứng. Tuy nhiên, cần lưu ý đến liều lượng

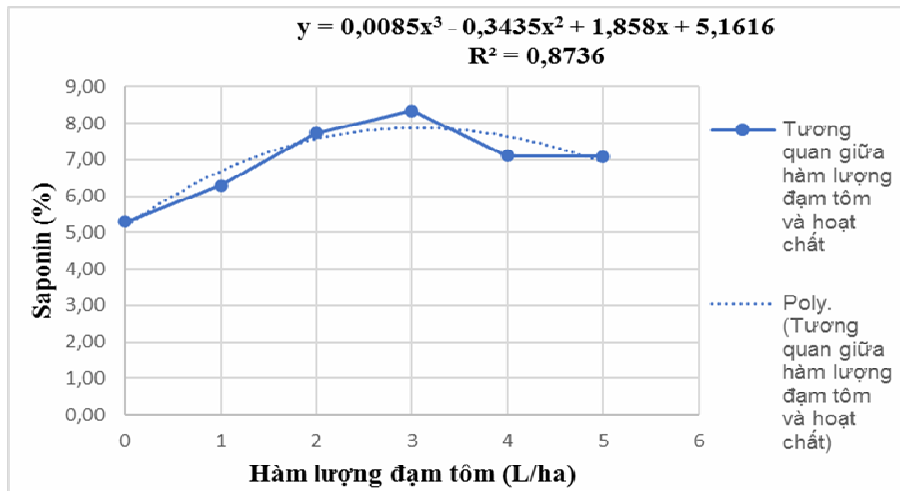
phân bón. Việc tăng liều lượng quá cao có thể không mang lại hiệu quả, thậm chí làm giảm hàm lượng saponin. Điều này được khẳng định rõ ràng hơn ở hình 3 và 4. Như vậy, sử dụng đậm tằm và Oligochitosan ở liều lượng 3 lít/ha là tối ưu đối với hàm lượng saponin toàn phần của giảo cổ lam trong thí nghiệm này.

Hàm lượng saponin toàn phần của giảo cổ lam khá cao, theo Dược điển Việt Nam V [9] quy định, hàm lượng saponin toàn phần trong dược liệu không được ít hơn 4,5% tính theo dược liệu khô kiệt. Kết quả thu được cao hơn so với với một số nghiên cứu đã công bố như giảo cổ lam thu hái tại tỉnh Thái Nguyên có hàm lượng saponin là 4,69% [12], hàm lượng saponin toàn phần của giảo cổ lam trồng ở tỉnh Lâm Đồng (thành phố Đà Lạt cũ) đạt 4,12%, trồng ở tỉnh Phú Thọ đạt 4,12% (huyện Tam Đảo, tỉnh Vĩnh Phúc cũ) và 5,10% (tỉnh Hòa Bình cũ) [13].

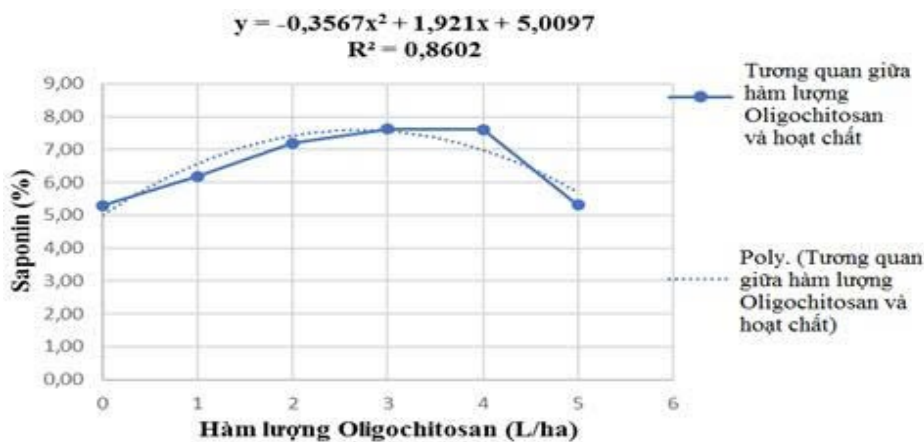
Kết quả nghiên cứu trên cho thấy:

- Đối với đậm tằm, sử dụng ở liều lượng 3 lít/ha (CT4) cho năng suất 1,12 tấn/ha và hàm lượng saponin tổng số 8,329%. Sử dụng ở liều lượng 4 lít/ha (CT5) cho năng suất 1,17 tấn/ha và hàm lượng saponin tổng số 8,329%. Năng suất giữ CT4 và CT5 xấp xỉ nhau, tuy nhiên CT4 cho chất lượng cao hơn hẳn so với CT5. Do đó, nên sử dụng đậm tằm ở liều lượng 3 lít/ha để đạt hiệu quả kinh tế tốt nhất.

- Đối với Oligochitosan, sử dụng ở liều lượng 3 lít/ha (CT9) cho năng suất 1,02 tấn/ha và hàm lượng saponin tổng số 7,628%. Sử dụng ở liều lượng 4 lít/ha (CT10) cho năng suất 1,13 tấn/ha và hàm lượng saponin tổng số 7,617%. Có thể thấy, CT10 đạt năng suất cao hơn so với CT9, về chất lượng giữa CT9 và CT10 có sự chênh lệch không đáng kể. Xét hiệu quả kinh tế, nên sử dụng Oligochitosan ở liều lượng 4 lít/ha là tốt nhất.



**Hình 3. Đồ thị hồi quy đa thức giữa hàm lượng đậm tằm và hàm lượng saponin toàn phần của giảo cổ lam**



**Hình 4. Đồ thị hồi quy đa thức giữa hàm lượng Oligochitosan và hàm lượng saponin toàn phần của giảo cổ lam**

**4. KẾT LUẬN**

Liều lượng phân bón lá có ảnh hưởng đến tăng trưởng chiều dài, số lá trên thân chính, năng suất, chất lượng và không ảnh hưởng đến khả năng phân nhánh (cấp 1 và cấp 2), sự phát triển đường kính gốc của cây giáo cổ lam. Cụ thể:

Đối với phân bón lá đậm tôm, khi thử nghiệm phun ở liều lượng từ 1 - 5 lít/ha cho thấy: Sử dụng ở liều lượng 3 lít/ha (CT4) và 4 lít/ha (CT5) đều cho hiệu quả tốt về sinh trưởng và năng suất của giáo cổ lam. Tuy nhiên, đối với chất lượng của giáo cổ lam, sử dụng đậm tôm ở liều lượng 3 lít/ha cho hàm lượng saponin tổng số cao hơn so với 4 lít/ha (CT4: 8,329% và CT5: 7,104%). Xét về hiệu quả kinh tế và chất lượng của giáo cổ lam, khuyến cáo nên sử dụng đậm tôm ở mức liều lượng 3 lít/ha là tốt nhất.

Khi thử nghiệm phun phân bón lá Oligochitosan ở các mức từ 1 - 5 lít/ha cho thấy: Sử dụng 4 lít/ha (CT10) cho hiệu quả cao về sinh trưởng, năng suất và chất lượng của giáo cổ lam. Do đó, nên sử dụng Oligochitosan ở liều lượng 4 lít/ha cho hiệu quả kinh tế tốt nhất.

Như vậy, nghiên cứu đã xác định được ngưỡng liều lượng tối ưu cho từng loại phân bón lá (đậm tôm: 3 lít/ha; Oligochitosan: 4 lít/ha), đóng góp thêm luận cứ quan trọng cho việc sử dụng phân bón lá đậm tôm và Oligochitosan một cách hợp lý nhằm nâng cao năng suất và chất lượng của cây giáo cổ lam.

**LỜI CẢM ƠN**

Nghiên cứu này được thực hiện bởi sự tài trợ kinh phí của Bộ Y tế để thực hiện nhiệm vụ: “Bảo tồn và lưu giữ nguồn gen cây dược liệu năm 2025”. Nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn đến Bộ Y tế, Viện Dược liệu và chủ nhiệm nhiệm vụ: PGS.TSKH. Nguyễn Minh Khởi đã tạo điều kiện, hỗ trợ và giúp đỡ chúng tôi trong suốt quá trình thực hiện nghiên cứu.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1]. Cui, W. Y., Jin, Y., Liu, H., Zu, M. L., Zhai, X. F., Yang, C., Gu, Y. L., Cheng, Y., Piao, X. L (2021). Dammarane-type saponins from *Gynostemma pentaphyllum* and their cytotoxicities. *Nat. Prod. Res.*, 35: 4433 - 4441.

[2]. Chen, P. Y., Chang, C. C., Huang, H. C., Zhang, L. J., Liaw, C. C., Lin, Y. C., Nguyen, N. L., Vo, T. H., Cheng, Y. Y. (2019). New Dammarane-type Saponins from *Gynostemma pentaphyllum*. *Molecules*, 24: 1375.

[3]. Liang, T., Zou, L., Sun, S., Kuang, X., Wei, J., Wang, L., Li, Y., Sun, C (2019). Hybrid sequencing of the *Gynostemma pentaphyllum* transcriptome provides new insights into gypenoside biosynthesis. *BMC Genom*, 20: 632.

[4]. Phip, N., Mai, N., Hai, N., Thom, N. (2021). Study on stem cutting propagation of *Gynostemma Pentaphyllum* (Thunb.) Makino in Hoa Binh province. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, 4(2): 1034 - 1042.

[5]. Nguyễn Tiến Bản (2007). Sách đỏ Việt Nam - Phần II. Thực vật. *Nxb Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội*, trang 164 - 165.

[6]. Thủ tướng Chính phủ (2013). Quyết định phê duyệt quy hoạch tổng thể phát triển dược liệu đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030. *Quyết định số 1976/QĐ-TTg, ban hành ngày 30 tháng 10 năm 2013*.

[7]. Ngô Quốc Luật, Vũ Thị Tuyết Mai, Nguyễn Bích Thu, Nguyễn Thị Bình (2010). Thời vụ giâm ươm, khoảng cách trồng ảnh hưởng đến sinh trưởng, phát triển và năng suất cây đèn toong tại Tam Đảo, Vĩnh Phúc. *Tạp chí Dược liệu*, 15(4): 210 - 214.

[8]. Viện Dược liệu (2022). Quy trình kỹ thuật nhân giống, trồng và sơ chế một số cây dược liệu theo GACP-WHO. *Nxb Nông nghiệp và Nxb Khoa học và Kỹ thuật*, trang 201 - 212.

[9]. Bộ Y tế (2017). Dược điển Việt Nam V. *Nxb Y học*, trang 1178.

[10]. Trần Trung Kiên, Nguyễn Minh Chí, Nông Phương Nhung, Hoàng Thị Lánh (2019). Ảnh hưởng của mật độ và phân bón đến sinh trưởng và năng suất của cây giáo cổ lam (*Gynostemma pentaphyllum*) tại tỉnh Bắc Kạn. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, (3): 39 - 49.

[11]. Thu, T., Phip, N., Phuong, N. (2024). Effects of nitrogen application doses on the growth and yield of jiaogulan under shading conditions in the spring - summer season. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, 7(2), 2110 - 2120.

[12]. Bùi Thị Luyện, Phạm Thị Tuyết Nhung, Nguyễn Thu Quỳnh, Nguyễn Duy Thư, Nguyễn

Thị Cải (2019). Định lượng saponin toàn phần trong dược liệu Giảo cổ lam (*Gynostemma pentaphyllum*) 5 lá và 7 lá thu hái tại Thái Nguyên bằng phương pháp đo quang. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Thái Nguyên*, 207(14): 187 - 194.

[13]. Phạm Tuấn Anh, Phạm Thanh Kỳ, Trịnh Thị Diệp Thanh (2014). Định lượng saponin toàn phần trong giảo cổ lam (*Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino) trồng ở 3 vùng bằng phương pháp đo quang. *Tạp chí Dược học*, 54(2): 52 - 56.

**EFFECTS OF GRADED FOLIAR FERTILIZER APPLICATIONS ON THE GROWTH PERFORMANCE, BIOMASS YIELD, AND NUTRITIONAL QUALITY OF (*Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino) IN TAM DAO COMMUNE, PHU THO PROVINCE**

To Thi Ngan<sup>1</sup>, Bui Thi Xuan<sup>1</sup>, Tran Ngoc Anh<sup>1</sup>,  
Nguyen Tien Dung<sup>1</sup>, Pham Anh Minh<sup>1</sup>, Nguyen Van Tam<sup>1</sup>, Tran Thi Lan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> National Institute of Medicinal Materials

**Abstract**

*Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino is a commonly used medicinal herb in treatments for hyperlipidemia, hypertension and diabetes. The study was conducted from June to October 2025 at the Tam Dao Research Center for Medicinal Materials. The experiment was designed in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with 3 replications and 11 treatments (clean water; shrimp protein applied at rates of 1, 2, 3, 4 and 5 L/ha; Oligochitosan applied at rates of 1, 2, 3, 4 and 5 L/ha). The research results showed that foliar fertilizers affected the main stem length growth, the number of leaves on the main stem, yield and quality of *andrographis paniculata*. For shrimp protein, the application at a dosage of 3 liters/ha provided the best effects on growth, yield, total saponin content and economic efficiency. For Oligochitosan foliar fertilizer, the use at a dosage of 4 liters/ha gave the best effects on growth, yield, total saponin content and economic efficiency. The research results have determined the optimal dosage thresholds for the reasonable application of shrimp protein and Oligochitosan foliar fertilizers to enhance the yield and quality of *Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino.

**Keywords:** *Shrimp protein, Oligochitosan, Gynostemma pentaphyllum, yield, total saponin content.*

**Ngày nhận bài:** 28/11/2025

**Ngày chuyển phản biện:** 29/12/2025

**Ngày thông qua phản biện:** 12/01/2026

**Ngày duyệt đăng:** 16/3/2026

# ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA NANO SẮT XITRAT LÀM PHÂN BÓN VI LƯỢNG ĐỐI VỚI SINH TRƯỞNG, NĂNG SUẤT VÀ CHẤT LƯỢNG CỦA DƯA CHUỘT (*Cucumis sativus*) VÀ CÀ CHUA (*Solanum lycopersicum* L.) TRỒNG TRÊN GIÁ THỂ TRONG NHÀ LƯỚI

Nguyễn Lê Khanh<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Hồng<sup>1</sup>, Lê Thị Hiền<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Khoa Công nghệ nông nghiệp, Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội

\*Email: lehien@vnu.edu.vn

## TÓM TẮT

Hiện nay, mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về phân bón sắt, nhưng các thử nghiệm có hệ thống trên cây rau lấy quả như cà chua và dưa chuột trồng trên giá thể trong nhà lưới, so sánh trực tiếp hiệu quả của nano sắt xitrat (FeCit) với các nguồn sắt truyền thống như FeSO<sub>4</sub> và Fe-EDDHA về sinh trưởng, phát triển, năng suất và chất lượng quả vẫn còn hạn chế. Nghiên cứu này đánh giá ảnh hưởng của các nồng độ nano sắt xitrat (FeCit) khác nhau đối với chỉ tiêu sinh trưởng (SPAD, chiều cao cây, khối lượng sinh khối), sinh thực (số lượng hoa), năng suất và các chỉ số chất lượng quả của dưa chuột (*Cucumis sativus*) và cà chua (*Solanum lycopersicum* L.) trồng trên giá thể trong nhà màng. Kết quả cho thấy nano FeCit có khả năng cải thiện sinh trưởng sinh dưỡng, sinh trưởng sinh thực và chất lượng quả của cả hai loài cây. Ở dưa chuột, nano FeCit 2,5 ppm (CT2) thúc đẩy quá trình ra hoa và đạt năng suất trung bình cao hơn so với đối chứng, trong khi nồng độ cao hơn 5 ppm (CT3) chỉ cải thiện nhẹ các chỉ tiêu. Ở cà chua, nano FeCit 0,9 ppm (CC3) duy trì SPAD, hỗ trợ phát triển lá, thân và rễ, đồng thời tăng số quả trung bình, năng suất cả thể, hàm lượng carotenoit tổng số và độ Brix mà không làm thay đổi hình thái quả. Những kết quả này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc tối ưu hóa dạng và nồng độ nano sắt nhằm nâng cao hiệu quả hấp thu sắt, cải thiện năng suất và chất lượng quả. Đồng thời, nano FeCit cho thấy tiềm năng thay thế sắt chelate (có cang) thương mại, mở ra hướng ứng dụng trong các hệ thống nông nghiệp công nghệ cao và canh tác nhà lưới, góp phần nâng cao giá trị dinh dưỡng và phát triển sản xuất nông nghiệp bền vững.

**Từ khóa:** Cà chua, dưa chuột, nano sắt xitrat, phân bón vi lượng.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sắt (Fe) là vi lượng thiết yếu cho thực vật, tham gia trực tiếp vào các quá trình sinh hóa như: Tổng hợp diệp lục, carotenoit, chuỗi truyền electron quang hợp, hoạt động của các enzym oxy hóa-khử [1, 2]. Thiếu sắt dẫn tới giảm hiệu suất quang hợp, vàng lá, làm giảm tích lũy các bon và ảnh hưởng tới tốc độ sinh trưởng, năng suất cây trồng [3]. Trong cây rau lấy quả như cà chua (*Solanum lycopersicum* L.) và dưa chuột (*Cucumis sativus*), sắt còn ảnh hưởng đến việc tạo quả, chất lượng quả - bao gồm hàm lượng đường hòa tan, sắc tố carotenoit và độ ngọt - các chỉ số quan trọng ảnh hưởng tới giá trị thương phẩm [4]. Trong thực tiễn canh tác công nghệ

cao, đặc biệt là tưới nhỏ giọt và trồng trên giá thể trong nhà màng/nhà lưới, việc cung cấp vi lượng sắt từ các dạng vô cơ như FeSO<sub>4</sub> gặp khó khăn do tính ít tan, dễ bị oxy hóa hoặc bị kết tủa khi pH hoặc điều kiện môi trường không thuận lợi, dẫn tới hiệu suất sử dụng sắt thấp và rủi ro tắc hệ thống tưới. Để giải quyết vấn đề này, sắt chelate (ví dụ Fe-EDDHA, Fe-EDTA) được sử dụng vì khả năng duy trì sắt ở dạng hòa tan ổn định hơn trong dải pH rộng và giảm mất sắt do kết tủa. Tuy nhiên, chi phí của các chelate thường cao và có những lo ngại về ảnh hưởng môi trường nếu sử dụng quá mức [5].

Các loại phân bón vi lượng sắt dựa trên hạt nano oxit sắt, chẳng hạn như Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, hoặc

các phức nano-chelate, đã được nghiên cứu rộng rãi trên nhiều loài cây trồng trong những năm gần đây. Việc phun lá nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> cho cây đậu trong cả điều kiện hạn và đủ nước đã cho thấy sự gia tăng đáng kể về năng suất cũng như cải thiện các chỉ số chất lượng hạt so với đối chứng [6]. Tương tự, việc ứng dụng nano oxit sắt ở nồng độ 100 - 500 ppm đã làm tăng hàm lượng diệp lục, sinh khối và các thông số sinh lý khác của cây so với việc sử dụng các dạng sắt vô cơ truyền thống [7]. Gần đây, một xu hướng mới nổi bật là sử dụng nano sắt xitrat, do vật liệu này kết hợp được ưu điểm của hạt nano với khả năng tạo phức tự nhiên của xitrat. Khi bón đất nanoxitrat sắt và kẽm cho cây lạc 20 ngày tuổi, khả năng sinh khả dụng và hấp thu sắt được ghi nhận cao hơn đáng kể so với các nguồn sắt thông thường như FeSO<sub>4</sub> và Fe-EDTA [8].

Tuy đã có các nghiên cứu nói trên, vẫn thiếu các thử nghiệm có hệ thống trên cây rau lấy quả như cà chua và dưa chuột trong điều kiện nhà lưới/giá thể để so sánh trực tiếp giữa nano sắt xitrat với FeSO<sub>4</sub> và Fe-EDDHA về mặt sinh trưởng (ví dụ: SPAD, diện tích lá), sinh sản (số lượng hoa cái), năng suất và các chỉ số chất lượng quả như tổng carotenoid, đường hòa tan, độ ngọt quả. Việc xác định hiệu quả theo liều lượng nano sắt xitrat và khả năng thay thế phân truyền thống là rất cần thiết. Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là: Đánh giá ảnh hưởng của nano sắt xitrat (FeCit) với các nồng độ khác nhau đối với các chỉ tiêu sinh trưởng, phát triển và năng suất của dưa chuột và cà chua trồng trên giá thể trong nhà

màng/nhà lưới. Phân tích tác động của nano FeCit tới chất lượng quả, đặc biệt là hàm lượng carotenoid tổng và đường hòa tan, độ ngọt quả cà chua. So sánh hiệu quả của nano FeCit với nguồn sắt Fe-EDDHA, nhằm xác định tiềm năng sử dụng FeCit như nguồn phân bón vi lượng mới có tính hiệu quả về năng suất, chất lượng và chi phí.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Địa điểm và thời gian thí nghiệm

Hai thí nghiệm được thực hiện trong nhà màng nhà lưới của Trung tâm Thực nghiệm Công nghệ nông nghiệp, Đại học Quốc gia Hà Nội, ở cùng điều kiện khí hậu, trong vụ thu đông.

- Thí nghiệm 1: Trên cây dưa chuột.
- Thí nghiệm 2: Trên cây cà chua.

Mục tiêu của cả hai thí nghiệm là đánh giá ảnh hưởng của dạng và nồng độ nano sắt xitrat (FeCit) đến sinh trưởng, phát triển và năng suất của hai đối tượng cây trồng khác nhau.

### 2.2. Vật liệu và dinh dưỡng thí nghiệm

Thí nghiệm 1: Cây dưa chuột.

Đối tượng nghiên cứu là cây dưa chuột giống TC01 (Công ty Hachi cung cấp). Cây được trồng trong bịch giá thể 15 L gồm hỗn hợp xơ dừa và trấu hun có bổ sung phân vi sinh và *Trichoderma*.

Dung dịch dinh dưỡng cơ bản được pha theo hướng dẫn của Greenhouse cucumber production (2019) [9] với thành phần dinh dưỡng trình bày ở bảng 1.

**Bảng 1. Hàm lượng các nguyên tố dinh dưỡng trong dung dịch thủy canh sử dụng cho cây dưa chuột và cà chua**

Nguyên tố	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
Dưa chuột, ppm	217	43	209	191	35	47	2,5	0,3	0,2	0,3	0,2	0,03
Cà chua, ppm	210	31	313	160	36,5	50,6	0,84	0,55	0,33	0,22	0,06	0,1

Dung dịch nano sắt xitrat (FeCit) sử dụng trong thí nghiệm có kích thước hạt nano sắt xitrat trung bình là 70 nm với nồng độ sắt nguyên tố khoảng 10 g/L.

Các công thức thí nghiệm gồm: CT1 (đối chứng): Sử dụng FeEDDHA, nồng độ 2,5 ppm;

CT2, CT3: Sử dụng nano sắt xitrat với nồng độ tương ứng 2,5 ppm và 5 ppm.

Dung dịch được duy trì ở pH 5,8 ± 0,2 và độ dẫn điện (EC) 2,0 ± 0,5 dS/m, điều chỉnh bằng dung dịch HNO<sub>3</sub>. Hệ thống tưới nhỏ giọt tự động được sử dụng để cấp dinh dưỡng, đảm

bảo duy trì độ ẩm giá thể ở mức 60 - 70% dung tích chứa nước.

Thí nghiệm 2: Cây cà chua.

Cây giống cà chua HL04 (*Solanum lycopersicum* L.) do Công ty Hachi cung cấp được trồng trong bầu giá thể, đặt trong nhà lưới. Hệ thống tưới nhỏ giọt tự động được sử dụng để cung cấp nước và dung dịch dinh dưỡng nền đồng đều cho tất cả các bầu cây (ngoại trừ sắt). Dung dịch dinh dưỡng cơ bản được pha theo hướng dẫn dinh dưỡng cho cây cà chua [10] với thành phần trình bày ở bảng 1. Dung dịch sắt được tưới trước 8 giờ sáng hằng ngày, đảm bảo cung cấp ổn định vi lượng cần thiết cho sinh trưởng của cây.

Các công thức thí nghiệm gồm: CC1 (đối chứng): Sử dụng FeEDDHA, nồng độ 0,9 ppm; CC2, CC3, CC4: Sử dụng nano sắt xitrat, nồng độ 0,6 ppm; 0,9 ppm và 1,2 ppm.

Chế độ chăm sóc, tưới tiêu, làm giàn, phòng trừ sâu bệnh được thực hiện đồng nhất giữa các công thức trong mỗi thí nghiệm.

### 2.3. Bố trí thí nghiệm

Đối với thí nghiệm trên cây dưa chuột, thí nghiệm được bố trí theo kiểu khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh (RCBD) với 3 block, mỗi công thức gồm 12 cây (4 cây cho mỗi block), được trồng với khoảng cách 70 × 45 cm.

Đối với thí nghiệm trên cây cà chua, thí nghiệm được bố trí theo RCBD gồm 6 khối (block), mỗi khối bao gồm tất cả các công thức xử lý. Mỗi công thức có 24 cây (4 cây cho mỗi block), được trồng với khoảng cách 50 × 50 cm.

### 2.4. Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp thu thập số liệu

#### 2.4.1. Các chỉ tiêu sinh trưởng và phát triển của dưa chuột

Các chỉ tiêu sinh trưởng và năng suất của cây dưa chuột được xác định theo quy trình chuẩn trong nghiên cứu trồng trọt. Các chỉ tiêu theo dõi bao gồm: Chiều cao cây, chỉ số diệp lục (SPAD), số hoa cái, số quả/cây, khối lượng trung bình quả, chiều dài, đường kính quả và năng suất.

Chiều cao cây được đo từ mặt giá thể đến đỉnh sinh trưởng của thân chính bằng thước cm, với độ chính xác  $\pm 0,5$  cm, vào giai đoạn sinh trưởng mạnh (4 - 6 tuần sau trồng).

Chỉ số diệp lục (SPAD) được đo bằng máy SPAD-502 Plus (Konica Minolta, Nhật Bản) trên lá non (lá thứ hai tính từ ngọn xuống) và lá trưởng thành (lá thứ năm tính từ ngọn xuống) của thân chính. Việc đo được thực hiện vào buổi sáng (8 giờ - 10 giờ) khi cây bước vào giai đoạn nuôi quả (khoảng tuần thứ 7 sau trồng).

Số hoa cái/cây được xác định bằng cách đếm toàn bộ số hoa cái hình thành trên thân chính và các nhánh cấp 1 trong giai đoạn 6 - 9 tuần sau trồng (tương ứng với thời kỳ ra hoa - đậu quả mạnh). Số quả/cây được xác định bằng cách đếm toàn bộ số quả đậu và phát triển đến giai đoạn thu hoạch trên thân chính và các nhánh cấp 1 trong giai đoạn 8 - 11 tuần sau trồng (tương ứng với thời kỳ thu hoạch chính).

Các chỉ tiêu hình thái quả bao gồm: Khối lượng, chiều dài và đường kính quả được xác định trên toàn bộ số quả thu hoạch trong giai đoạn thu hoạch thương phẩm (8 - 11 tuần sau trồng). Khối lượng quả được xác định bằng cân điện tử có độ chính xác 0,01 g; chiều dài quả được đo từ cuống đến chóp quả và đường kính quả được đo tại phần giữa quả bằng thước kẹp. Các giá trị được tính trung bình và biểu thị dưới dạng giá trị trung bình  $\pm$  độ lệch chuẩn (SD).

#### 2.4.2. Các chỉ tiêu sinh trưởng và phát triển của cà chua

Các chỉ tiêu sinh trưởng và sinh lý được theo dõi hàng tuần theo tiến trình.

- Tuần 2 - 6: Đo chỉ số diệp lục (SPAD) trên lá non đã trưởng thành bằng thiết bị SPAD-502 Plus (Konica Minolta, Nhật Bản), mỗi lá đo 3 lần [11].

- Tuần 5 - 16: Ghi nhận số hoa và số chùm hoa, số quả hình thành. Tỷ lệ đậu quả được tính bằng cách lấy số quả đếm được ở tuần tiếp theo chia cho số hoa tích lũy ở tuần trước đó. Tỷ lệ đậu quả được ghi nhận tới khi bắt đầu thu hoạch các quả chín. Sau đó, số quả chín được thu hái, đếm số lượng và cân theo từng tuần [12].

- Tuần 16 (thu hoạch): Xác định các chỉ tiêu sinh khối và năng suất, bao gồm: Chiều dài và đường kính quả (cm), khối lượng quả tươi trung bình từ 10 quả/cây [11], tổng số quả và năng suất cá thể (kg/cây). Khối lượng tươi và khô của lá, thân, rễ (g). Khối lượng tươi cân bằng cân điện tử ( $\pm 0,01$  g); khối lượng khô xác định sau khi sấy ở

70°C đến khối lượng ổn định. Tổng chiều dài rễ được đo bằng thước.

**2.4.3. Chiết xuất và xác định hàm lượng carotenoit tổng trong quả cà chua**

Mẫu quả cà chua của mỗi công thức được sấy bằng thiết bị sấy lạnh nông sản (Mactech, Việt Nam) ở 55°C đến khối lượng không đổi (khoảng 24 giờ). Mẫu cà chua khô tương đương 30 g khối lượng tươi được sử dụng để chiết xuất carotenoit tổng số bằng phương pháp Soxhlet, với 120 mL hỗn hợp dung môi hexan : ethanol (1: 1, v/v) trong 2 giờ [13]. Quá trình chiết được thực hiện ba lần độc lập cho mỗi công thức, kết quả được lấy trung bình. Dịch chiết thu được được phân tích bằng máy quang phổ UV-Vis Lambda 365 (Perkin Elmer, Hàn Quốc) trong vùng hấp thụ đặc trưng của carotenoit (400 - 500 nm). Mỗi mẫu được đo ba lần, giá trị hấp thụ trung bình tại 450 nm ( $A_{450}$ ) được sử dụng cho phân tích thống kê.

**2.4.4. Đo độ Brix của quả cà chua**

Độ Brix của quả cà chua được xác định bằng khúc xạ kế (Cole-Parmer, Ấn Độ). Mỗi công thức

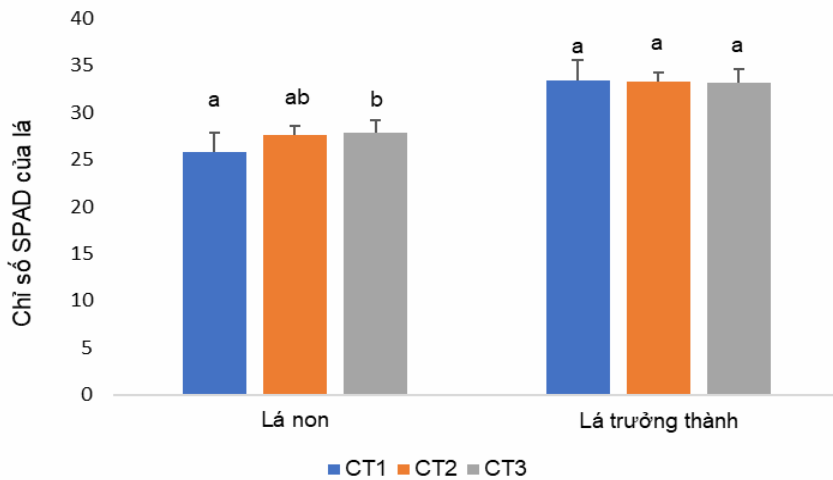
được đo trên 30 quả cà chua riêng biệt, giá trị trung bình được sử dụng cho phân tích thống kê.

**2.5. Xử lý số liệu**

Tất cả số liệu được tính toán và trình bày dưới dạng giá trị trung bình  $\pm$  độ lệch chuẩn (mean  $\pm$  SD), trong đó giá trị trung bình của mỗi đơn vị thí nghiệm được xác định từ các cây lặp lại. Đối với dưa chuột, dữ liệu được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel. Đối với cà chua, dữ liệu được xử lý và phân tích bằng phần mềm R. Phân tích phương sai một yếu tố (One-way ANOVA) được thực hiện để đánh giá ảnh hưởng của các công thức cung cấp sắt khác nhau và khi có ý nghĩa thống kê (p-value < 0,05), phép thử Tukey HSD được áp dụng để tìm ra cặp công thức có sự khác biệt đáng kể.

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

**3.1. Đánh giá hiệu quả của công thức dinh dưỡng thủy canh có thành phần nano sắt xitrat đến sinh trưởng, năng suất dưa chuột**



**Hình 1. Ảnh hưởng của các công thức dinh dưỡng đến chỉ số SPAD trên lá non và lá trưởng thành của cây dưa chuột ở tuần thứ 7 sau trồng**

Chỉ số SPAD thể hiện hàm lượng diệp lục trong lá. Ở tuần thứ 7 sau trồng (một tuần sau khi ra hoa), chỉ số SPAD đo tại lá trưởng thành ở cả ba công thức thí nghiệm không có sự khác biệt đáng kể (Hình 1). Điều này cho thấy, việc cung cấp sắt dưới dạng nano sắt xitrat ở nồng độ 2,5 ppm hoặc 5 ppm có hiệu quả tương đương với FeEDDHA 2,5 ppm trong việc duy trì hàm lượng diệp lục ở lá trưởng thành. Kết quả phản ánh rằng, ở giai đoạn sau khi ra hoa và bắt đầu nuôi

quả, khả năng sử dụng vi chất sắt của cây đã đạt trạng thái cân bằng sinh lý, nên sự khác biệt giữa các dạng và nồng độ sắt trở nên không rõ rệt. Trong khi đó, chỉ số SPAD tại lá non ở tuần thứ 7 cho thấy sự khác biệt đáng chú ý: CT3 (FeCit 5 ppm) có giá trị SPAD cao hơn so với đối chứng (FeEDDHA 2,5 ppm), trong khi CT2 (FeCit 2,5 ppm) không khác biệt đáng kể so với đối chứng (Hình 1). Kết quả này cho thấy việc bổ sung nano FeCit ở nồng độ cao hơn (5 ppm) có thể thúc đẩy

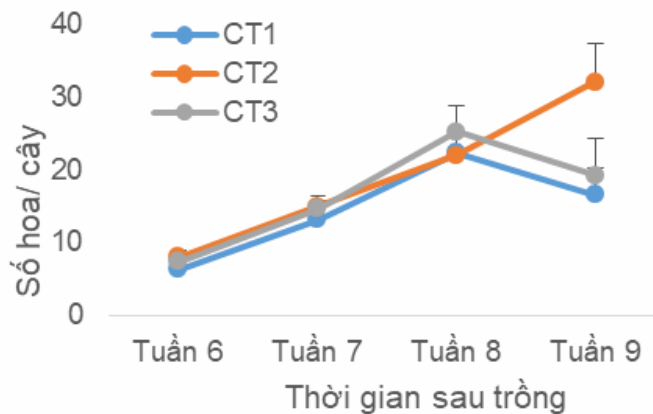
sự hình thành diệp lục ở lá non, qua đó tăng cường khả năng quang hợp ở các cơ quan sinh dưỡng mới phát triển. Điều này có thể liên quan đến đặc tính giải phóng sắt chậm và khả dụng sinh học cao của nano sắt, giúp cung cấp Fe ổn định cho quá trình tổng hợp diệp lục ở mô non, vốn có nhu cầu dinh dưỡng khoáng cao.

Chiều cao cây ở giai đoạn sinh trưởng sinh dưỡng mạnh (tuần 4 - 6) không khác biệt giữa CT1, CT2 và CT3, cho thấy tốc độ phát triển chiều cao đồng đều. Điều này chứng tỏ, ở giai đoạn sinh dưỡng, dạng và nồng độ sắt cung cấp chưa tạo ra sự khác biệt rõ rệt vì cả ba công thức đều đáp ứng đủ nhu cầu dinh dưỡng cho cây.

Ở cây dưa chuột, số hoa cái là một chỉ tiêu quan trọng quyết định năng suất. Sự hình thành hoa cái chịu ảnh hưởng của giống, chế độ dinh dưỡng, ánh sáng, nhiệt độ và điều kiện chăm sóc [14, 15]. Do đó, trong nghiên cứu và sản xuất, người ta dùng số hoa cái để đánh giá tác động của các yếu tố như: phân bón, chất điều hòa sinh trưởng. Trong nghiên cứu này, số hoa cái được ghi nhận từ tuần thứ 6, khi cây bắt đầu ra hoa (Hình 2). Trong giai đoạn tuần 7, CT2 có số hoa cái cao hơn so với đối chứng CT1 và tương

đương CT3; đến tuần 9, CT2 có số hoa cái cao hơn đối chứng CT1, trong khi CT3 không khác biệt nhiều so với CT1. Tính chung, cả giai đoạn tuần 6 đến 9, số hoa cái của CT2 cao hơn khoảng 30% so với đối chứng CT1, trong khi CT3 chỉ cao hơn khoảng 10% so với đối chứng CT1. Điều này cho thấy, nano FeCit ở nồng độ 2,5 ppm (CT2) thúc đẩy hiệu quả quá trình hình thành hoa cái, trong khi nồng độ cao hơn (5 ppm, CT3) không mang lại nhiều lợi ích bổ sung. Như vậy, liều lượng nano sắt thích hợp có thể tối ưu hóa phân hóa giới tính, nâng cao tỷ lệ hoa cái và tiềm năng năng suất. Kết quả này phù hợp với báo cáo trước đây cho rằng, sự phát sinh hoa cái ở dưa chuột đơn tính cùng gốc chịu ảnh hưởng mạnh của điều kiện dinh dưỡng [16].

Kết quả theo dõi sự phát triển số quả theo tuần được trình bày ở hình 3 cho thấy, số quả hình thành trên cây tăng nhanh từ tuần 8 đến 10, đạt giá trị cao nhất ở giai đoạn thu hoạch rộ (tuần 10). Xu hướng tích lũy tổng thể qua các tuần cho thấy, CT2 đạt tổng số quả trung bình cao nhất (13,3 quả/cây), tiếp theo là CT3 (13,1 quả/cây) và thấp nhất là đối chứng CT1 (11,0 quả/cây).



**Hình 2. Ảnh hưởng của các công thức dinh dưỡng đến số lượng hoa cái trên một cây dưa chuột ở các tuần thứ 6 đến tuần thứ 9 sau trồng**

Kết quả ở bảng 2 cho thấy, các công thức dinh dưỡng có ảnh hưởng nhất định đến năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất của dưa chuột. Năng suất trung bình dao động từ 1,54 - 1,94 kg/cây, cao nhất ở công thức CT2, tương ứng với số quả trung bình lớn nhất. Mặc dù có sự khác biệt về giá trị trung bình, phân tích thống kê cho thấy, các khác biệt này không có ý

nghĩa thống kê. Khối lượng quả trung bình đạt 145 - 150 g/quả, chiều dài 14,7 - 14,8 cm và đường kính 3,9 - 4,0 cm. Sự biến động nhỏ giữa các công thức cho thấy tác động của thành phần dinh dưỡng trong các công thức thử nghiệm đến hình thái quả là không đáng kể. Tuy không có khác biệt thống kê rõ rệt, xu hướng tăng nhẹ về số quả và năng suất ở công thức CT2 và CT3 so

với đối chứng CT1 cho thấy, việc điều chỉnh nồng độ hoặc dạng sắt trong dung dịch dinh dưỡng có thể góp phần cải thiện quá trình đậu

quả và tích lũy sinh khối ở cây dưa chuột trong điều kiện thí nghiệm nhà lưới.

**Bảng 2. Ảnh hưởng của các công thức dinh dưỡng lên chỉ số quả và năng suất dưa chuột**

Công thức	Số quả/cây (quả)	Chiều dài quả (cm)	Đường kính quả (cm)	Khối lượng quả (g)	Năng suất (kg/cây)
CT1	11,0 ± 5,7 <sup>a</sup>	14,8 ± 1,0 <sup>a</sup>	3,9 ± 0,3 <sup>a</sup>	140 ± 28 <sup>ab</sup>	1,54
CT2	13,3 ± 4,2 <sup>a</sup>	14,8 ± 1,4 <sup>a</sup>	4,0 ± 0,3 <sup>b</sup>	145 ± 26 <sup>a</sup>	1,94
CT3	13,1 ± 5,1 <sup>a</sup>	14,7 ± 1,3 <sup>a</sup>	3,9 ± 0,3 <sup>a</sup>	140 ± 23 <sup>b</sup>	1,83

*Ghi chú: Các giá trị trung bình mang chữ cái giống nhau trong cùng một cột không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức  $p < 0,05$  (one-way ANOVA và so sánh cặp).*

Kết quả nghiên cứu này phù hợp với các báo cáo gần đây cho thấy, nano sắt khi bổ sung qua lá hoặc rễ, có khả năng cải thiện tình trạng dinh dưỡng và nâng cao năng suất dưa chuột so với dạng muối sắt thông thường [17], [18]. Điểm khác biệt nổi bật trong nghiên cứu này là việc sử dụng nano FeCit, trong đó xitrat vừa ổn định cấu trúc hạt nano vừa đóng vai trò như một hợp chất hữu cơ thân thiện sinh lý, hỗ trợ hiệu quả quá trình vận chuyển và hấp thu sắt trong cây, qua đó góp phần nâng cao năng suất.

### 3.2. Đánh giá hiệu quả của công thức dinh dưỡng thủy canh có thành phần nano sắt xitrat đến sinh trưởng, năng suất và chất lượng quả của cà chua

Trong khoảng từ tuần 2 đến 6 sau trồng, chỉ số SPAD của các công thức dao động từ 32,6 ± 4,9 đến 53,9 ± 3,3 với sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nồng độ nano sắt và đối chứng sử dụng Fe-EDDHA. Tất cả công thức đều thể hiện xu hướng tăng dần SPAD trong giai đoạn sinh trưởng sinh dưỡng, mặc dù giảm nhẹ ở tuần 3 do mưa kéo dài và bức xạ thấp, sau đó phục hồi và tiếp tục tăng đến tuần 6. Vì SPAD có tương quan thuận với hàm lượng diệp lục tố (chlorophyll) [19], kết quả này cho thấy nano sắt duy trì khả năng tổng hợp diệp lục tương đương sắt chelate, đảm bảo sự phát triển bình thường của bộ lá trong giai đoạn sinh dưỡng.

Chiều dài thân dao động từ 3,6 ± 0,3 m (CC3) đến 3,9 ± 0,3 m (CC4), với đối chứng CC1 đạt 3,9 ± 0,1 m; phân tích ANOVA cho thấy chỉ số này khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ( $p = 0,02$ ), nhưng kiểm định Tukey

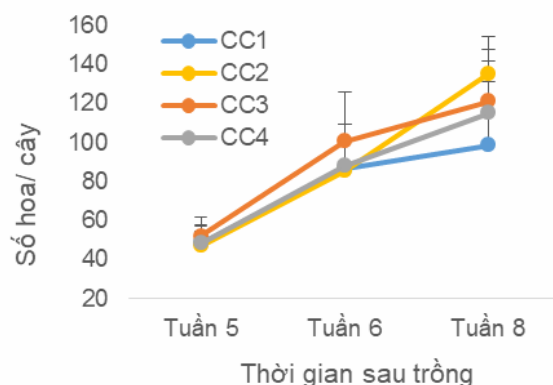
ghi nhận sự khác biệt chủ yếu giữa CC4 so với CC2-CC3, không khác biệt đáng kể với đối chứng. Đường kính thân dao động 0,9 - 1,0 cm, trong khi khối lượng tươi của lá, thân và rễ lần lượt nằm trong khoảng 0,7 - 0,8 kg, 0,6 - 0,7 kg và 60 - 73 g; khối lượng khô dao động 37 - 38 g (lá), 41- 42 g (thân) và 26 - 27 g (rễ); chiều dài rễ 51 - 57 cm. Các chỉ tiêu này không khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các công thức.

Mặc dù khác biệt chưa đạt ý nghĩa thống kê, các công thức nano FeCit, đặc biệt là CC3 và CC4 thường cho giá trị trung bình cao hơn nhẹ so với đối chứng FeEDDHA (CC1) ở hầu hết các chỉ tiêu, phản ánh xu hướng cải thiện sinh trưởng, bao gồm khả năng hấp thu sắt hiệu quả hơn, tăng hàm lượng diệp lục tố và thúc đẩy phát triển lá, thân, rễ.

Kể từ khi xuất hiện chùm hoa đầu tiên (tuần 5), số lượng hoa tăng dần ở tất cả các công thức, phản ánh quá trình sinh thực ổn định của cây cà chua (Hình 3). Tốc độ ra hoa có sự khác biệt nhẹ giữa các nghiệm thức nano FeCit và đối chứng Fe-EDDHA. Ở tuần thứ 5 sau trồng, các công thức nano FeCit đạt mức ra hoa tương đương hoặc cao hơn nhẹ so với đối chứng, cho thấy nano sắt không làm chậm quá trình phân hóa mầm hoa. Sang tuần thứ 6, số hoa tăng mạnh ở tất cả các công thức, trong đó CC3 (0,9 ppm) cho tốc độ tăng cao nhất. Đáng chú ý, ở tuần thứ 3, CC2 (0,6 ppm) ghi nhận số hoa trung bình cao nhất (135 ± 19 hoa), gợi ý rằng liều thấp nano FeCit có thể duy trì phân hóa mầm hoa ổn định hơn so với các nồng độ cao (0,9 - 1,2 ppm). Phân tích ANOVA tại ba thời điểm cho thấy  $p > 0,05$ , song xu hướng

động học cho thấy các công thức nano sắt (đặc biệt CC2 và CC3) có tốc độ tăng số hoa theo thời gian cao hơn đối chứng, phản ánh tác động tích

cực của nano FeCit đến quá trình hình thành cơ quan sinh thực.



**Hình 3. Ảnh hưởng của các công thức dinh dưỡng đến số lượng hoa trên một cây cà chua ở các tuần thứ 5 đến tuần thứ 8 sau trồng**

Số hoa và số chùm hoa thể hiện tương quan thuận mạnh ở tuần 5 và tuần 8 với hệ số Pearson lần lượt là  $r = 0,94$  và  $r = 0,82$ , cho thấy sự đồng bộ giữa quá trình phân hóa và phát triển chùm hoa. Số quả hình thành ở tuần 8 - 9 không khác biệt đáng kể giữa các công thức (Bảng 3). Tuy nhiên, tỷ lệ đậu quả sau ba tuần kể từ khi ra hoa (tuần 8) khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p = 0,02$ ); trong đó, CC4 (FeCit 1,2 ppm) đạt tỷ lệ đậu quả tương đương đối chứng CC1 (Fe-EDDHA 0,9 ppm) nhưng cao hơn đáng kể so với CC3 (FeCit 0,9 ppm) theo kiểm định Tukey. Đến tuần 9, tỷ lệ đậu quả không còn khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p = 0,81$ ), cho thấy giai đoạn hình thành quả đã ổn định.

Chiều dài quả khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các công thức ( $p = 0,01$ ); trong đó, công thức nano sắt xitrat CC3 có giá trị thấp hơn đáng kể so với đối chứng (CC1) và CC2 ( $p = 0,02$ ), cho thấy nồng độ nano sắt ảnh hưởng đến sự phát triển hình thái quả (Bảng 4). Đường kính quả dao động trong khoảng từ  $2,6 \pm 0,1$  cm đến  $2,8 \pm 0,2$  cm, trong khi khối lượng trung bình nằm trong khoảng từ  $33 \pm 19$  g đến  $65 \pm 20$  g. Các biến động này không có sự khác biệt đáng kể giữa các công thức. Tổng số quả đạt  $123 \pm 35$  đến  $162 \pm 43$  quả, năng suất cả thể 1,13 - 1,58 kg. Nhìn chung, sự khác biệt về năng suất chưa rõ rệt, song CC2 và CC3 có xu hướng cho giá trị cao hơn đối chứng CC1 và CC4.

**Bảng 3. Ảnh hưởng của các công thức phân bón sắt đến các chỉ tiêu sinh trưởng sinh thực**

CT	Số quả tuần 8	Số quả tuần 9	Tỷ lệ đậu quả 1 (tuần 8)	Tỷ lệ đậu quả 2 (tuần 9)
CC1	$46,0 \pm 17,5$	$57,8 \pm 11,0$	$0,6 \pm 0,2$	$0,6 \pm 0,2$
CC2	$41,3 \pm 17,6$	$73,8 \pm 33,4$	$0,5 \pm 0,2$	$0,5 \pm 0,4$
CC3	$25,8 \pm 9,6$	$57,8 \pm 25,7$	$0,3 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,2$
CC4	$51,3 \pm 17,8$	$60,7 \pm 27,7$	$0,6 \pm 0,1$	$0,6 \pm 0,2$
ANOVA	NS	NS	0,02	NS
Tukey	-	-	CC4-CC3 ( $p = 0,02$ )	-

Ghi chú: NS: Không khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p > 0,05$ );  $\pm$ : Độ lệch chuẩn (SD); chỉ báo Tukey ghi cặp có khác biệt thống kê.

**Bảng 4. Ảnh hưởng của các công thức phân bón sắt đến các chỉ tiêu quả**

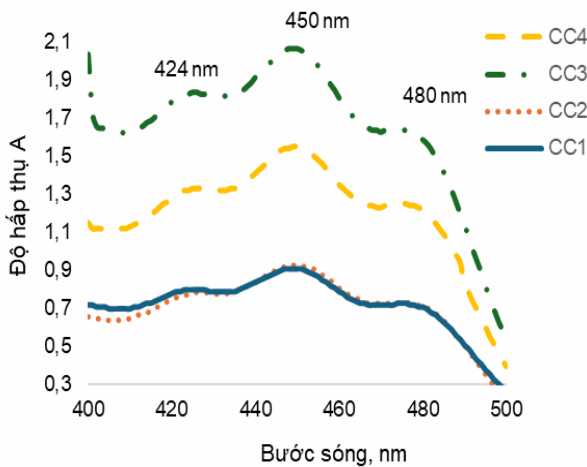
Công thức	Số quả/cây (quả)	Chiều dài quả (cm)	Đường kính quả (cm)	Khối lượng quả (g)	Năng suất cá thể (kg)
CC1	123 ± 35	3,7 ± 0,2	2,8 ± 0,2	65 ± 20	1,13 ± 0,54
CC2	162 ± 43	3,7 ± 0,1	2,6 ± 0,1	50 ± 24	1,58 ± 0,50
CC3	139 ± 26	3,4 ± 0,2	2,6 ± 0,2	34 ± 19	1,25 ± 0,46
CC4	127 ± 20	3,6 ± 0,2	2,7 ± 0,2	54 ± 23	1,07 ± 0,45
ANOVA	NS	p < 0,05	NS	NS	NS
Tukey	-	CC2-CC3 (p = 0,02)	-	-	-

Kết quả cho thấy, quá trình sinh thực của cà chua diễn ra ổn định ở tất cả các công thức. Dù chưa có khác biệt thống kê rõ về số quả, khối lượng hay năng suất, xu hướng động học cho thấy các nghiệm thức nano sắt, đặc biệt CC2 và CC3, có mức tăng số hoa và năng suất tích cực hơn so với đối chứng FeEDDHA, phù hợp với các báo cáo rằng, nano sắt có thể thúc đẩy sinh trưởng, hiệu suất quang hợp và năng suất quả ở liều trung bình [20, 21].

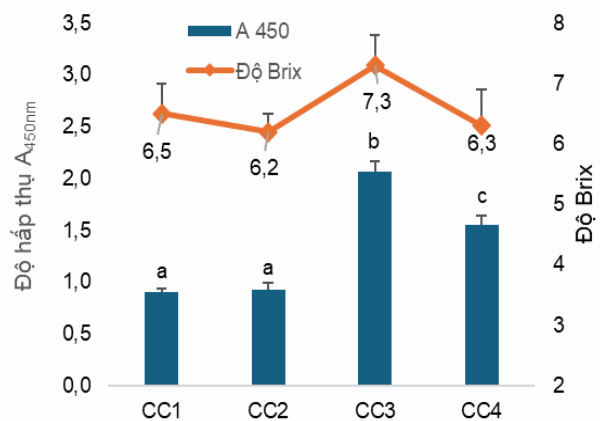
Tỷ lệ đậu quả giai đoạn đầu (tuần 8) khác biệt có ý nghĩa thống kê, trong đó công thức CC4 đạt giá trị cao hơn đáng kể so với CC3, cho thấy nồng độ nano sắt ảnh hưởng đến thụ phấn và phát triển quả non. Fe-NPs đã được chứng minh cải thiện đậu quả và năng suất nhờ tăng quang hợp và hấp thu vi lượng, song hiệu quả phụ thuộc vào dạng

nano, phương thức bón và nồng độ [22, 23]. Cà chua hấp thu sắt theo chiến lược I thông qua AHA2, FRO2 và IRT1 [24], đồng thời có thể tận dụng phức Fe(III) - hữu cơ tương tự cơ chế Fe-coumarin ở Arabidopsis [25, 26]. Nhờ khả năng hòa tan chậm và tạo phức xitrat tự nhiên, nano sắt xitrat có thể cung cấp Fe ổn định trong giai đoạn sinh thực, giúp tăng tỷ lệ đậu quả sớm mà không ảnh hưởng hình thái quả.

Carotenoit là nhóm hợp chất sinh học quan trọng, góp phần quyết định giá trị dinh dưỡng, màu sắc và chất lượng quả cà chua. Do các carotenoit chủ yếu (lycopene, β-carotene, lutein) có khả năng chống oxy hóa và là tiền chất của vitamin, hàm lượng carotenoit tổng số phản ánh mức tích lũy các hợp chất này trong quả.



**Hình 4. Phổ hấp thụ UV-vis của dịch chiết Soxhlet của quả cà chua**



**Hình 5. Độ Brix và độ hấp thụ tại bước sóng 450 nm của dịch chiết Soxhlet của quả cà chua**

Phổ hấp thụ UV-Vis của dịch chiết quả cà chua từ cả bốn công thức đều có ba đỉnh đặc trưng tại 424, 450 và 480 nm, xác nhận sự hiện diện của carotenoit (Hình 4) [27]. Trong đó, đỉnh tại 450 nm ( $A_{450}$ ) có cường độ cao nhất và được dùng để so sánh hàm lượng carotenoit tổng số. Đỉnh 472 nm của lycopene không rõ ràng, phù hợp với màu vàng cam của giống cà chua nghiên cứu, nơi  $\beta$ -carotene chiếm ưu thế [28]. Giá trị  $A_{450}$  của CC3 (2,1) cao hơn CC4 (1,6) và đều vượt CC1 (0,91) và CC2 (0,93) ( $p < 0,05$ ), cho thấy nano FeCit và nồng độ của nó ảnh hưởng đáng kể đến tích lũy carotenoit (Hình 5). Sắt có thể đóng vai trò đồng yếu tố cho các enzym tổng hợp carotenoit, do đó nồng độ thích hợp (CC3) thúc đẩy tổng hợp, trong khi nồng độ thấp (CC2) hoặc cao hơn (CC4) làm giảm hoạt tính enzym [2]. Kết quả này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc lựa chọn dạng và nồng độ sắt tối ưu nhằm nâng cao hàm lượng carotenoit và chất lượng dinh dưỡng quả cà chua, phù hợp với các nghiên cứu gần đây [20, 29]. Bên cạnh đó, độ Brix của quả cà chua cũng cho thấy sự cải thiện rõ rệt khi sử dụng nano FeCit. Cụ thể, công thức CC3 (FeCit, 0,9 ppm) có độ Brix ( $7,3 \pm 0,5$ ) cao hơn có ý nghĩa thống kê so với đối chứng CC1 ( $6,5 \pm 0,5$ ,  $p < 0,05$ ), trong khi CC2 và CC4 không khác biệt đáng kể (Hình 5). Dạng và nồng độ sắt trong dung dịch dinh dưỡng ảnh hưởng rõ rệt đến tích lũy chất rắn hòa tan trong quả cà chua. Sự gia tăng độ Brix ở CC3 có thể phản ánh hiệu quả của nano sắt trong cải thiện quang hợp và chuyển hóa các bon, phù hợp với các kết quả trước đây [20, 30].

#### 4. KẾT LUẬN

Nano sắt có khả năng cải thiện sinh trưởng, sinh thực và chất lượng quả của dưa chuột và cà chua trồng trên giá thể trong nhà lưới. Ở dưa chuột, nồng độ nano sắt trung bình (2,5 ppm, CT2) thúc đẩy hiệu quả quá trình ra hoa và có năng suất trung bình cao hơn so với đối chứng, trong khi nồng độ cao hơn (5 ppm, CT3) chỉ mang lại cải thiện nhẹ. Ở cà chua, nano sắt xitrat ở nồng độ trung bình (0,9 ppm, CC3) duy trì SPAD, phát triển bộ lá, thân và rễ, đồng thời làm tăng số quả trung bình, năng suất cá thể, hàm lượng carotenoit tổng số và độ Brix mà không làm thay đổi hình thái quả. Những kết quả này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc tối ưu hóa dạng và nồng độ nano sắt để nâng cao hiệu quả

hấp thụ sắt, cải thiện năng suất và chất lượng quả, đồng thời mở ra tiềm năng ứng dụng trong các hệ thống nông nghiệp công nghệ cao.

#### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội theo đề tài mã số CN24.02.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hantzis L., Kroh G., Jahn C., Cantrell M., Peers G. (2018) A program for iron economy during deficiency targets specific Fe proteins. *Plant Physiology*, 176(1): 596 - 610.
- [2]. Ruiz-Sola M., Rodríguez-Concepción M. (2012) Carotenoid biosynthesis in Arabidopsis: A colorful pathway. *The Arabidopsis Book*, 10: e0158.
- [3]. Ning X., Lin M., Huang G., Mao J., Gao Z., Wang X. (2023). Research progress on iron absorption, transport, and molecular regulation strategy in plants. *Front plant sci*, 3(14): 1190768.
- [4]. Ahmed N., Zhang B., Chachar Z., Li J., Xiao G. (2024). Micronutrients and their effects on horticultural crop quality, productivity and sustainability. *Scientia Horticulturae*, 323, 112512.
- [5]. Klem-Marciniak E., Huculak-Mączka M., Marecka K., Hoffmann K., Hoffmann J. (2021). chemical stability of the fertilizer chelates Fe-EDDHA and Fe-EDDHA over time. *Molecules*, 26(7): 1933.
- [6]. Dola D., Mannan M., Sarker U., Mamun M., Islam T. (2022). Nano-iron oxide accelerates growth, yield, and quality of glycine max seed in water deficits. *Frontiers in plant science*, 13: 992535.
- [7]. Yousaf N., Ishfaq M., Qureshi H., Saleem A., Yang H. (2023). Characterization of root and foliar-applied iron oxide nanoparticles ( $\alpha$ - $Fe_2O_3$ ,  $\gamma$ - $Fe_2O_3$ ,  $Fe_3O_4$ , and Bulk  $Fe_3O_4$ ) in improving maize (*Zea mays* L.) performance. *Nanomaterials*, 13(23): 3036.
- [8]. Chandrika P., Qureshi A., Singh A., Sarada C., Gopalan B. (2022). Fe and Zn metal nanocitrates as plant nutrients through soil application. *ACS Omega*, 7(49): 45481- 45492.
- [9]. Badgery-Parker J., James L., Parks S. (2019). Greenhouse cucumber production.

*Crop prod*, 216.

10. Nutritional recommendations for tomato - Tomato crop guide. Pioneer future.

11. Disciglio G., Tarantino A., Frabboni L. (2024). Yield and fruit characteristics of tomato crops grown with mineral macronutrients: impact of organo-mineral fertilizers through foliar or soil applications. *Plants*, 13(11): 1458.

12. Sato S., Peet M., Thomas J. (2002). Determining critical pre- and post-anthesis periods and physiological processes in *Lycopersicon esculentum* Mill. exposed to moderately elevated temperatures. *J Exp Bot*, 53(371): 1187 - 95.

13. Akter M.K., Motalab M., Zubair M.A., Haque M.Z., Saha B.K., Mumtaz. B. (2020). Isolation and quantification of lycopene and determination of  $\beta$ -carotene and total phenolic contents from tomato (*Lycopersicum esculentum*) by using various methods. *International Journal of Food Science, Nutrition And Dietetics*. 9(1): 442 - 447.

14. Vaudo, A., Erickson, E., Patch, H.M. (2022). Impacts of soil nutrition on floral traits, pollinator attraction and fitness in cucumbers (*Cucumis sativus* L.). *Science report*, 12, 21802.

15. Nguyễn Thị Loan, Trần Thị Thiêm. (2022). Ảnh hưởng của tăng lượng phân hữu cơ và giảm lượng phân hóa học đến sinh trưởng, năng suất và chất lượng quả của dưa chuột (*Cucumis sativus* L.). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 58(6B): 88 - 97.

16. Gao, L.; Yu, G.; Hu, F.; Li, Z.; Li, W.; Peng, C. (2021). The patterns of male and female flowers in flowering stage may not be optimal resource allocation for fruit and seed growth. *Plants*, 10, 2819.

17. Singh A., Pankaczi F., Rana D., May, Z., Tolnai G. (2023). Coated hematite nanoparticles alleviate iron deficiency in cucumber in acidic nutrient solution and as foliar spray. *Plants*, 12, 3104.

18. Gupta N., Jain S.K., Toma, B.S., Anand A., Singh J. (2022). Impact of foliar application of zno and fe<sub>3</sub>o<sub>4</sub> nanoparticles on seed yield and physio-biochemical parameters of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seed under open field and protected environment *vis a vis* during seed germination. *Plants*, 11, 3211.

19. Chengyao J., Masahumi J., Masaaki H., Satoru T. (2017). A correlation analysis on chlorophyll content and SPAD value in tomato leaves. *Hort. Research*, 71(1): 37 - 42.

20. Rahman A., Harker T., Lewis W., Islam K. (2023). Nano and chelated iron fertilization influences marketable yield, phytochemical properties, and antioxidant capacity of tomatoes. *PLoS One*, 18(11): e0294033.

21. El-Desouky H., Islam K., Bergefurd B., Gao G., Harker T., et al. (2021). Nano iron fertilization significantly increases tomato yield by increasing plants' vegetable growth and photosynthetic efficiency. *J Plant Nutr*, 13; 1 - 15.

22. Raiesi-Ardali T., Mamani L., Chorom M., Moezzi A. (2022). Improved iron use efficiency in tomato using organically coated iron oxide nanoparticles as efficient bioavailable Fe sources. *Chem Biol Technol Agric*, 9(1):59.

23. Tombuloglu G, Tombuloglu H, Slimani Y., Almessiere M. A., Baykal A., Bostancioglu S. M. (2023). Effects of foliar iron oxide nanoparticles (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) application on photosynthetic parameters, distribution of mineral elements, magnetic behaviour, and photosynthetic genes in tomato (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) plants. *Plant Physiol Biochem*, 210: 108616.

24. Curie C, Briat J-F. (2003). Iron Transport and Signaling in Plants. *Annu Rev Plant Biol*, 54(1): 183 - 206.

25. Robe K., Stassen M., Watanabe S, Espadas J, Gonzalez *et al.* (2025). Coumarin-facilitated iron transport: An IRT1-independent strategy for iron acquisition in Arabidopsis thaliana. *Plant Commun*, 6(9): 101431.

26. Paffrath V., Tandron Moya Y. A., Weber G, von Wirén N, Giehl R. (2024). A major role of coumarin-dependent ferric iron reduction in strategy I-type iron acquisition in Arabidopsis. *Plant Cell*, 36(3): 642 - 64.

27. Deineka V., Burzhinskaya T., Deineka L. (2021). Determination of carotenoids of tomato fruits of different colors. *Journal of Analytical Chemistry*, 76, 196 - 203.

28. Yoo H., Park W., Lee G., Oh C., Yeam I. (2017). Inferring the genetic determinants of fruit colors in tomato by carotenoid profiling. *Molecules*, 22, 764.

29. Wala M., Skwarek-Fadecka M., Kołodziejek J., Mazur J., Lasoń-Rydel M. (2022). Effect of the Fe-HBED chelate on the nutritional quality of tomato fruits. *Scientia Horticulturae*, 293, 110670.
30. El-Raie A., Hassan H., Abd El-Rahman A., Arafat A. (2015). Response of tomato plants to different rates of iron nanoparticles spraying as foliar fertilization. *Misr Journal of Agricultural Engineering*, 32(3): 1295 - 1312.

**EVALUATION OF NANO IRON CITRATE AS A MICRONUTRIENT FERTILIZER ON GROWTH, YIELD, AND FRUIT QUALITY OF CUCUMBER (*Cucumis sativus*) AND TOMATO (*Solanum lycopersicum* L.) GROWN ON SUBSTRATE IN GREENHOUSE**

**Nguyen Le Khanh<sup>1</sup>, Nguyen Thi Hong<sup>1</sup>, Le Thi Hien<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Faculty of Agricultural Technology, VNU University of Engineering and Technology*

**Abstract**

Although numerous studies have investigated iron fertilizers, systematic trials on fruit vegetables such as tomato and cucumber grown on substrate in greenhouses, directly comparing the efficacy of nano iron citrate (FeCit) with conventional iron sources such as FeSO<sub>4</sub> and Fe-EDDHA in terms of growth, development, yield and fruit quality, remain limited. This study evaluated the effects of different concentrations of nano FeCit on growth parameters (SPAD, plant height, biomass), reproductive traits (flower number), yield and fruit quality indices of cucumber (*Cucumis sativus*) and tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivated on substrate in greenhouse conditions. The results demonstrated that nano FeCit could enhance both vegetative and reproductive growth as well as fruit quality in both species. In cucumber, 2.5 ppm FeCit (CT2) promoted flowering and achieved higher average yield compared to the control, whereas the higher concentration of 5ppm (CT3) provided only slight improvements. In tomato, 0.9 ppm FeCit (CC3) maintained SPAD values, supported leaf, stem and root development and increased average fruit number, individual fruit yield, total carotenoid content, and °Brix without affecting fruit morphology. These findings highlight the importance of optimizing the form and concentration of nano iron to enhance iron uptake efficiency, improve yield and elevate fruit quality. Furthermore, nano FeCit shows potential as a substitute for commercial iron chelates, offering promising applications in high-tech agriculture and greenhouse cultivation while contributing to enhanced nutritional value and sustainable crop production.

**Keywords:** *Cucumber, micronutrient fertilizer, nano iron citrate, tomato.*

**Ngày nhận bài:** 11/8/2025

**Ngày chuyển phản biện:** 8/9/2025

**Ngày thông qua phản biện:** 25/9/2025

**Ngày duyệt đăng:** 3/4/2026

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ PHỐI TRỘN BỘT NẸN VÀ HYDROCOLLOID ĐẾN ĐẶC TÍNH CỦA BỘT ÁO CHO VIÊN NUGGET THỰC VẬT

Nguyễn Thị Hiền<sup>1,2,\*</sup>, Phạm Hữu Thịnh<sup>1,2</sup>, Phan Quân Bảo<sup>1,2</sup>, Ngô Gia Bảo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Khoa Kỹ thuật Hoá học, Trường Đại học Bách khoa,

Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

<sup>2</sup> Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

\*Email: [nthien@hcmut.edu.vn](mailto:nthien@hcmut.edu.vn)

## TÓM TẮT

Nghiên cứu này tập trung giải quyết các hạn chế về đặc tính kết cấu và khả năng hấp thụ dầu cao của lớp vỏ bột áo cho sản phẩm nugget thực vật bằng cách tối ưu hóa công thức bột nền và hệ phụ gia hydrocolloid. Quá trình nghiên cứu được thực hiện theo 02 giai đoạn: Xác định tỷ lệ phối trộn bột mì - bột gạo - bột bắp và đánh giá hiệu quả của các tổ hợp hydrocolloid (methylcellulose, xanthan gum, guar gum). Kết quả cho thấy, công thức bột nền gồm 50% bột mì, 40% bột gạo và 10% bột bắp đạt sự cân bằng tốt nhất về độ nhớt và tính chất cơ lý, với độ giòn đạt  $18,00 \pm 1,97$  N. Việc bổ sung các hydrocolloid giúp làm tăng đáng kể hiệu suất chế biến, khả năng giữ ẩm và giảm đáng kể lượng dầu giữ lại trong dịch bột áo. Dịch bột áo bổ sung 0,25% methylcellulose và 0,75% guar gum là công thức tốt nhất, đạt hiệu suất chế biến cao nhất ( $90,88 \pm 1,87\%$ ), khả năng giữ ẩm cao ( $1,08 \pm 0,02$  g/g ck) và hàm lượng chất béo tổng thấp ( $0,107 \pm 0,007$ g/g ck), trong khi có sự ổn định màu sắc ( $\Delta E = 2,36 \pm 0,34$ ). Kết quả của nghiên cứu này đã cung cấp cơ sở khoa học và thông số công nghệ để thiết kế công thức lớp bột áo bổ sung hydrocolloid giúp giảm hấp thụ dầu, tăng giữ ẩm và duy trì đặc tính kết cấu và màu sắc của sản phẩm nugget thực vật, từ đó nâng cao tiềm năng thị trường của sản phẩm này.

**Từ khóa:** Viên nugget thực vật, hydrocolloid, giảm dầu, đặc tính kết cấu.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thị trường các sản phẩm thay thế protein thịt bằng protein thực vật đang có sự tăng trưởng đáng kể, dự kiến đạt 30,9 tỷ USD vào năm 2030 [1]. Trong các sản phẩm thay thế này, sản phẩm nugget thực vật là một phân khúc đầy hứa hẹn. Tuy nhiên, hiện có 3 thách thức lớn liên quan đến lớp bột áo phủ cho sản phẩm nugget thực vật: (1) hàm lượng ẩm của protein thực vật cao hơn (45 - 60%) so với protein thịt, do đó tạo hơi nước nhiều hơn trong quá trình chiên, làm phá vỡ độ bám dính [2]; (2) protein thực vật không có các sợi cơ như protein thịt để liên kết tự nhiên với lớp bột áo [3]; (3) đòi hỏi các công thức chuyên biệt để kiểm soát sự hấp thụ dầu và duy trì độ giòn [4].

Trong những năm gần đây, việc ứng dụng hydrocolloid để cải thiện chất lượng lớp bột áo cho viên nugget từ protein động vật đã đạt được nhiều tiến bộ đáng kể. Nghiên cứu của

Pongsawatmanit và cs (2018) [5] đã chứng minh rằng, việc bổ sung các dẫn xuất cellulose giúp tăng cường độ bám dính và hạn chế thất thoát ẩm hiệu quả cho sản phẩm gà tẩm bột chiên. Gần đây hơn, kết quả nghiên cứu của Bhuiyan và Ngadi (2024) [4] cho thấy, các hệ hydrocolloid là rào cản vật lý vững chắc, giúp kiểm soát động học của quá trình giữ dầu và bay hơi nước trong quá trình chiên. Ngược lại, hiện các nghiên cứu về viên nugget thực vật lại đang tập trung vào ứng dụng hydrocolloid để cải thiện phần lõi (nhân) viên nugget mà thiếu hụt các giải pháp bột phủ chuyên biệt dành riêng cho bề mặt của nugget thực vật. Theo Shoaib và cs (2018) [6], nugget từ protein thực vật thiếu mạng lưới gel protein dày đặc. Sự thiếu hụt mạng lưới gel protein này làm cho khả năng giữ nước vật lý kém hơn, đồng thời thúc đẩy độ ẩm di chuyển ra bề mặt viên nugget nhiều hơn đáng kể so với nugget sử dụng protein động vật. Sự thiếu hụt mạng lưới gel protein còn

dẫn đến hàm lượng nước tự do cao hơn, khiến nước dễ dàng bay hơi trong quá trình chiên, tạo ra các khoảng trống lớn hơn trong ma trận lớp bột áo. Các khoảng trống này hoạt động như các ống dẫn hấp thụ dầu, khiến nugget thực vật hấp thụ dầu quá mức và mất độ giòn nhanh chóng [6]. Ngoài ra, viên nugget thực vật còn có bề mặt trơn và kỵ nước. Do đó, khi áp dụng các công thức bột áo truyền thống, tỷ lệ bám bột thường rất thấp, đồng thời mạng lưới không đủ liên kết khiến nước bốc hơi nhanh.

Cho đến nay, chưa có nghiên cứu nào đánh giá toàn diện về tác động hiệp đồng giữa tỷ lệ phối trộn các loại bột nền (bột mì, bột gạo, bột bắp) kết hợp cùng tổ hợp hydrocolloid (methylcellulose, xanthan gum, guar gum) nhằm khắc phục triệt để những nhược điểm đặc thù về cấu trúc và kiểm soát hấp thụ chất béo cho lớp vỏ của nugget thực vật. Đây là khoảng trống mà nghiên cứu này nhắm đến. Nghiên cứu này được thực hiện theo hướng tiếp cận 02 bước: (1) xác định tỷ lệ phối trộn tốt nhất giữa các loại bột nền, làm tiền đề cho (2) xác định loại và tỷ lệ bổ sung hydrocolloid tốt nhất trên công thức phối trộn bột nền đã chọn. Tại mỗi bước, hiệu quả của việc cải thiện lớp bột áo được đánh giá thông qua đặc tính lưu biến của dịch bột áo và đặc tính hóa lý, đặc tính kết cấu và màu sắc của viên nugget thực vật.

## **2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP**

### **2.1. Nguyên liệu và quy trình chuẩn bị mẫu nhân nugget thực vật**

Bột mì, bột gạo và tinh bột bắp được cung cấp bởi Công ty Meizan CLV (Việt Nam). Methylcellulose, xanthan gum và guar gum được cung cấp bởi Công ty S.I.M VN (Việt Nam). Protein thực vật tái cấu trúc từ đậu nành (Texturized Vegetative Protein (TVP), Soya Flakes 25) được mua từ Công ty Sakthi Sugars (Ấn Độ) với thông số: Protein  $\geq 52\%$ , độ ẩm  $\leq 7\%$  và chất xơ thô  $\leq 3\%$ . Gluten bột mì được mua từ Công ty Thực phẩm Anhui Ante (Trung Quốc) với hàm lượng protein  $\geq 82\%$ . Gia vị (nước tương và bột tỏi) được mua từ Công ty Masan (Việt Nam). Các hóa chất (natri bicarbonate, natri clorua và natri pyrophosphate) được mua từ Công ty Rosignano Solvay Li (Italia), đều đạt tiêu chuẩn sử dụng cho thực phẩm.

Mẫu nhân nugget thực vật (chưa áo bột và chiên) được chuẩn bị với quy trình như sau: Đầu tiên, TVP được hydrat hóa trong nước lạnh ( $4^{\circ}\text{C}$ ) theo tỷ lệ 1: 2 trong 1 giờ. TVP đã hydrat hóa (33,43%), wheat gluten (16,77%), nước tương (5,09%), bột tỏi (3,55%) và tinh bột bắp (3,4%) được phối trộn trong 2 phút bằng máy trộn model HD805, UKOEO (Trung Quốc). Tiếp theo, dầu hạt cải (3,39%) và nước (33,43%) được thêm vào hỗn hợp và trộn thêm 2 phút để tạo khối đồng nhất. Hỗn hợp sau trộn được đổ vào các khuôn silicon hình chữ nhật hiệu CB-115RD 24-Cavity Silicone Mini Mold, Freshware (Hoa Kỳ) để tạo thành các khối nugget có kích thước 60 x 30 x 20 mm. Khuôn chứa các khối nugget được hấp ở  $80^{\circ}\text{C}$  trong 10 phút, sau đó làm nguội đến nhiệt độ phòng. Sau khi làm nguội, mẫu nhân nugget thực vật được tách khuôn và bảo quản đông lạnh ở  $-25^{\circ}\text{C}$ . Trước khi tiến hành các thí nghiệm áo bột và chiên, mẫu nhân nugget sẽ được rã đông ở nhiệt độ phòng trong 2 tiếng.

Mẫu được chuẩn bị và các thí nghiệm phân tích được thực hiện tại Phòng thí nghiệm thuộc Bộ môn Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.

### **2.2. Bố trí thí nghiệm**

#### *2.2.1. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ bột mì và bột gạo đến đặc tính của lớp bột áo và nugget*

Thí nghiệm nhằm xác định tỷ lệ phối trộn tốt nhất giữa bột mì và bột gạo để làm cơ sở cho thí nghiệm khảo sát tỷ lệ và hàm lượng hydrocolloid tiếp theo. Mẫu đối chứng (ký hiệu F0) bao gồm 90% bột mì và 10% bột bắp, không chứa bột gạo hoặc hydrocolloid. Các thông số đo đạc và phương pháp phân tích được trình bày ở mục 2.3.

Dịch bột áo được chuẩn bị như sau: Hỗn hợp bột khô gồm bột mì, bột gạo và tinh bột bắp (tỷ lệ trình bày tại bảng 1) được phối trộn bằng máy trộn model HD805, UKOEO (Trung Quốc) trong 2 phút, sau đó bổ sung 2% NaCl và 0,5%  $\text{NaHCO}_3$  so với khối lượng của hỗn hợp bột và tiếp tục phối trộn thêm 2 phút. Tiếp theo, nước cất lạnh ( $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) được bổ sung vào hỗn hợp với tỷ lệ bột - nước là 1: 1,3 (theo khối lượng). Quá trình khuấy trộn được thực hiện cho đến khi thu được hệ huyền phù đồng nhất. Dịch bột áo

sau đó được giữ ổn định ở nhiệt độ phòng trong 5 phút trước khi sử dụng.

Mẫu nhân nugget sau khi rã đông được nhúng ngập hoàn toàn vào dịch bột áo trong 1 phút. Sau đó, mẫu được đặt lên vỉ kim loại trong 30 giây để loại bỏ phần bột thừa. Quá trình chiên được thực hiện bằng thiết bị chiên FF122851, T-fal Compact (Trung Quốc) với các bước như sau: Đầu tiên, dầu cọ được gia nhiệt đến 180°C và duy trì ổn định trong 15 phút để đảm bảo sự đồng đều nhiệt trong toàn bộ khối dầu. Các mẫu nhân nugget sau đó được chiên ngập dầu ở 180°C trong 4 phút. Kết thúc quá trình chiên, mẫu được vớt ra và để ráo dầu trên khay trong 5 phút trước khi phân tích. Dầu chiên được thay mới sau mỗi mẻ (mỗi mẻ tương ứng với số lượng mẫu của 3 lần lặp lại cho một nghiệm thức) nhằm loại bỏ sai số do sự biến đổi chất lượng dầu (như quá trình oxy hóa) gây ra.

**Bảng 1. Công thức phối trộn bột cho thí nghiệm khảo sát tỷ lệ bột**

Mẫu	Bột mì (%)	Bột gạo (%)	Bột bắp (%)
F1	45	45	10
F2	50	40	10
F3	55	35	10
F4	60	30	10
F5	65	25	10
F6	70	20	10
F0	90	0	10

2.2.2. *Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ và loại hydrocolloids đến đặc tính của lớp bột áo và nugget*

Dựa trên kết quả tối ưu từ thí nghiệm 1, công thức nền F2 được lựa chọn để tiếp tục khảo sát ảnh hưởng của việc bổ sung hydrocolloid. Tổng hàm lượng hydrocolloid được cố định ở mức 1% (tính trên tổng khối lượng hỗn hợp bột khô của nền F2). Tỷ lệ phối trộn khác nhau giữa methylcellulose, xanthan gum và guar gum được trình bày trong bảng 2. Quy trình chuẩn bị dịch bột áo và mẫu thực nghiệm được thực hiện đồng nhất theo các bước đã mô tả tại mục 2.2.1. Các thông số đo đặc và phương pháp phân tích được trình bày ở mục 2.3.

**Bảng 2. Công thức phối trộn hydrocolloid cho thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng hydrocolloid**

Mẫu	Methylcellulose (%)	Xanthan gum (%)	Guar gum (%)
F2A	1,00	0	0
F2B	0,75	0,25	0
F2C	0,50	0,50	0
F2D	0,25	0,75	0
F2E	0,75	0	0,25
F2F	0,50	0	0,50
F2G	0,25	0	0,75

### 2.3. Phương pháp phân tích

#### 2.3.1. Phân tích đặc tính của dịch bột áo

Xác định độ nhớt: Độ nhớt của dịch bột áo được đo bằng nhớt kế quay kỹ thuật số WVP-6M (Hàn Quốc) theo quy trình của Steffe (1996) [7]. 250 mL dịch bột được cho vào ống đo mẫu và độ nhớt được ghi nhận với tốc độ quay 100 vòng/phút sử dụng trục khuấy LV3 ở nhiệt độ 25°C. Giá trị đo được tính bằng Pascal giây (Pa·s).

Xác định độ bám bột: Độ bám bột được xác định theo quy trình của Pongsawatmanit và cs (2018) [5]. Đầu tiên, miếng nugget được cân khối lượng ban đầu ( $m_1$ ). Sau khi cân, miếng nhân nugget thực vật được nhúng ngập vào dịch bột trong 10 giây. Sau khi lấy ra khỏi dịch bột, miếng nugget được giữ yên trong 20 giây để phần dịch bột không bám chảy ra trước khi tiến hành cân để xác định khối lượng sau khi áo bột ( $m_2$ ). Độ bám bột (%) được tính theo công thức:

$$\text{Độ bám bột (\%)} = (m_2 - m_1) / m_1 \times 100\%$$

#### 2.3.2. Phân tích mẫu nugget thực vật sau khi chiên

Xác định hiệu suất chế biến: Hiệu suất chế biến được cải tiến dựa trên phương pháp của Aaslyng và cs (2003) [8]. Tiến hành cân khối lượng mẫu nugget sau khi áo bột ( $m_2$ ) và khối lượng mẫu nugget sau khi chiên ( $m_3$ ). Hiệu suất chế biến được tính theo công thức:

$$\text{Hiệu suất chế biến (\%)} = m_3 / m_2 \times 100\%$$

Xác định hàm lượng ẩm: Hàm lượng ẩm được xác định bằng phương pháp sấy đến khối lượng không đổi ở nhiệt độ 105°C (AOAC 950.46), sử dụng máy phân tích ẩm hồng ngoại MB 45, OHAUS (Hoa Kỳ). 2 g mẫu được nghiền

nhỏ và dàn đều trên đĩa nhôm và sấy đến khi mức thay đổi khối lượng < 0,01 g. Kết quả được biểu thị dưới dạng g nước/g chất khô.

Xác định hàm lượng chất béo tổng: Hàm lượng chất béo tổng được phân tích theo phương pháp Weibull-Stoldt (AOAC 963.15). 2 g mẫu nugget được nghiền nhỏ và thủy phân với 100 mL HCl 3N trong 60 phút, sau đó tiến hành lọc và sấy khô phần không thủy phân ở 105°C trong 2 giờ. Sau khi sấy, phân chất béo được trích ly bằng hệ thống Soxhlet sử dụng dung môi petroleum ether ở 50°C trong 5 giờ. Phần chất béo sau khi trích ly được thu hồi bằng cách làm bay hơi dung môi và cân khối lượng. Hàm lượng chất béo tổng được tính toán dưới dạng g chất béo/g chất khô.

Xác định độ giòn: Độ giòn của mẫu được xác định thông qua thiết bị phân tích đặc tính kết cấu TA-XT Plus, Surrey (Anh) trang bị đầu dò lưỡi dao TA-42 (góc 45°), dựa trên quy trình đã được cải tiến từ kết quả nghiên cứu của Mah & Brannan (2009) [9]. Các thông số vận hành của thiết bị bao gồm: Tốc độ trước, trong và sau khi cắt được thiết lập lần lượt là 10 mm/s, 1 mm/s và 1 mm/s. Các miếng nugget được đặt ở chính giữa của đĩa chịu lực và lưỡi dao cắt đến độ sâu 20 mm (bằng với chiều cao của mẫu). Độ giòn của mẫu được tính toán theo công thức:

Độ giòn (N) = Lực cắt (N/mm) × Độ dày mẫu (mm)

Đánh giá màu sắc: Màu sắc lớp áo bột sau khi chiên được xác định theo phương pháp của McGuire (1992) [10], sử dụng máy quang phổ Konica Minolta CM-3500A, Minolta (Nhật Bản) theo hệ màu CIE và xác định 3 chỉ số L\* (độ sáng), a\* (sắc xanh lá/đỏ) và b\* (sắc xanh dương/vàng). Mỗi mẫu được đo tại 3 điểm khác nhau, giá trị trung bình của 3 điểm này được tính là kết quả cho một lần lặp. Sự khác biệt màu sắc ΔE giữa mẫu thí nghiệm và mẫu đối chứng được tính theo công thức sau:

$$\Delta E = \sqrt{(L_t - L_o)^2 + (a_t - a_o)^2 + (b_t - b_o)^2}$$

Trong đó: Các giá trị  $L_t$ ,  $a_t$ ,  $b_t$  là các chỉ số màu của mẫu thí nghiệm và  $L_o$ ,  $a_o$ ,  $b_o$  là chỉ số màu của mẫu đối chứng.

#### 2.4. Xử lý số liệu

Tất cả các thí nghiệm được thực hiện với 3 lần lặp lại để tính toán kết quả trung bình. Kết quả được trình bày dưới dạng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. Kết quả thí nghiệm được xử lý bằng phân tích phương sai (ANOVA) trên phần mềm Statgraphics Centurion XV. Sự khác biệt có ý nghĩa giữa các kết quả thí nghiệm được so sánh bằng kiểm định multiple range test ( $p \leq 0,05$ ).

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

#### 3.1. Ảnh hưởng của việc tỷ lệ bột mì - bột gạo đến đặc tính của dịch bột áo và nugget

##### 3.1.1. Đặc tính của dịch bột áo

**Bảng 3. Độ nhớt và độ bám bột của dịch bột áo với tỷ lệ bột mì - bột gạo khác nhau**

Mẫu	Độ nhớt (Pa.s)	Độ bám bột (%)
F1	0,94 ± 0,02 <sup>a</sup>	8,49 ± 0,14 <sup>a</sup>
F2	1,21 ± 0,01 <sup>ab</sup>	11,03 ± 0,22 <sup>b</sup>
F3	1,25 ± 0,01 <sup>ab</sup>	11,88 ± 0,23 <sup>bc</sup>
F4	1,32 ± 0,02 <sup>ab</sup>	12,39 ± 0,19 <sup>bcd</sup>
F5	1,47 ± 0,01 <sup>b</sup>	12,82 ± 0,20 <sup>cd</sup>
F6	1,59 ± 0,01 <sup>b</sup>	13,44 ± 0,14 <sup>d</sup>
F0	2,86 ± 0,41 <sup>c</sup>	20,44 ± 0,85 <sup>e</sup>

Ghi chú: Các giá trị trong cùng một cột có cùng ký tự thì sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).

Kết quả ở bảng 3 cho thấy, độ nhớt và độ bám bột của mẫu đối chứng F0 cao hơn hẳn các mẫu có bổ sung bột gạo (F1 - F6). Độ nhớt giảm mạnh từ mẫu F6 (1,59 ± 0,01 Pa.s) xuống mức

thấp nhất tại F1 (0,94 ± 0,02 Pa.s) khi thay thế 45% bột mì bằng bột gạo. Nguyên nhân của sự sụt giảm này là do thiếu hụt gluten, dẫn đến việc hình thành mạng lưới protein kém bền vững hơn

do thiếu các liên kết hydro và liên kết chéo disulfide [11]. Về khả năng bám dính, mẫu F1 có độ bám bột ( $8,49 \pm 0,14\%$ ) thấp hơn hẳn so với các công thức còn lại (dao động từ 11,03 - 13,44%). Sự khác biệt này phản ánh đặc tính hydrat hóa nhanh chóng của gluten trong bột mì, yếu tố giúp gia tăng độ nhớt và tính liên kết nội tại của màng, qua đó cải thiện đáng kể khả năng bám dính trên bề mặt cơ chất [12]. Ngược lại, hàm lượng protein thấp trong bột gạo tạo ra hệ bột có độ nhớt thấp, dễ bị chảy dòng, dẫn đến lớp vỏ bao hình thành mỏng hơn. Mặc dù vậy, tỷ lệ bám bột đã tăng dần từ 11,03% (mẫu F2) lên 13,44% (mẫu F6) tương ứng với sự gia tăng hàm lượng bột mì trong công thức, quá trình này được thúc đẩy bởi sự củng cố lại mạng lưới gluten trong đặc tính kết cấu bột.

### 3.1.2. Đặc tính của mẫu nugget thực vật

Bảng 4 cho thấy hiệu suất chế biến có mối tương quan thuận rõ rệt với hàm lượng bột mì trong công thức. Cụ thể, giá trị này tăng dần từ mức thấp nhất  $75,23 \pm 1,37\%$  ở mẫu F1 lên  $87,20 \pm 2,17\%$  ở mẫu F6, phản ánh vai trò của mạng lưới gluten và tương tác protein - tinh bột trong việc tăng cường khả năng giữ nước và hạn chế sự rò rỉ dịch bào trong quá trình xử lý nhiệt [13]. Đáng chú ý, hàm lượng ẩm và hàm lượng chất béo tổng có mối quan hệ nghịch biến. Mẫu F6 với độ ẩm  $0,96 \pm 0,02$  g/g ck có hàm lượng chất béo thấp hơn đáng kể ( $0,109 \pm 0,009$  g/g ck) so với mẫu F1 (độ ẩm  $0,63 \pm 0,02$  g/g ck; chất béo  $0,146 \pm 0,013$  g/g ck). Xu hướng này củng cố cơ chế "thay thế nước" (water replacement theory) [9], trong đó độ ẩm cao được duy trì bên trong đặc tính kết cấu sản phẩm đóng vai trò như một rào

cản vật lý, chiếm chỗ các khoảng trống đặc tính kết cấu mao quản và ngăn cản sự xâm nhập của dầu vào sản phẩm trong quá trình chiên.

Kết quả phân tích đặc tính kết cấu ở bảng 4 cho thấy sự thay đổi rõ rệt trong các độ giòn của mẫu nugget thực vật với lớp bột áo có tỷ lệ bột mì - bột gạo khác nhau. Cụ thể hơn, với các mẫu F1 - F6, độ giòn có xu hướng giảm khi tỷ lệ bột mì trong lớp vỏ áo tăng lên, điển hình là mẫu F6 chỉ đạt  $9,6 \pm 1,74$  N. Nguyên nhân chính là do bột gạo có khả năng hút dầu tốt hơn bột mì, khiến mẫu sau khi chiên có độ giòn tăng [14].

Kết quả phân tích màu sắc ở bảng 5 cho thấy, việc gia tăng tỷ lệ bột gạo đã tác động đáng kể đến các chỉ số màu sắc của lớp vỏ sản phẩm, thể hiện qua sự biến thiên trái chiều giữa độ sáng ( $L^*$ ) với độ đỏ ( $a^*$ ). Cụ thể, giá trị  $L^*$  giảm có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) từ mẫu F6 với 20% bột gạo ( $64,43 \pm 1,41$ ) xuống mức thấp nhất ở mẫu F1 với 45% bột gạo ( $52,81 \pm 1,24$ ). Hiện tượng sẫm màu này đi kèm với sự gia tăng của chỉ số  $a^*$ , đạt mức cao nhất tại mẫu F1 ( $12,26 \pm 2,59$ ), phản ánh sự chuyển dịch màu sắc sang tông đỏ nâu rõ rệt. Việc chuyển màu này là do mẫu dịch bột áo có hàm lượng bột gạo cao sẽ hút dầu nhiều hơn trong quá trình chiên (thể hiện qua hàm lượng chất béo tổng cao hơn như số liệu trong bảng 4). Do dầu có hệ số dẫn nhiệt cao hơn nước, lớp vỏ hút nhiều dầu hơn sẽ được truyền nhiệt hiệu quả hơn, làm cho nhiệt độ bề mặt tăng nhanh và duy trì ở mức cao trong quá trình chiên. Nhiệt độ cao này thúc đẩy cường độ phản ứng Maillard và quá trình caramel hóa, dẫn đến lớp vỏ sẫm màu hơn [15].

**Bảng 4. Hiệu suất chế biến, hàm lượng ẩm, hàm lượng chất béo tổng và độ giòn của các mẫu nugget thực vật với lớp áo bột có tỷ lệ bột mì - bột gạo khác nhau**

Mẫu	Hiệu suất chế biến (%)	Hàm lượng ẩm (g/g ck)	Hàm lượng chất béo tổng (g/g ck)	Độ giòn (N)
F1	$75,23 \pm 1,37^a$	$0,63 \pm 0,02^a$	$0,146 \pm 0,013^a$	$17,92 \pm 0,34^b$
F2	$76,46 \pm 0,97^a$	$0,72 \pm 0,01^b$	$0,135 \pm 0,007^{ab}$	$18,00 \pm 1,97^b$
F3	$78,72 \pm 1,84^{ab}$	$0,81 \pm 0,01^c$	$0,130 \pm 0,012^{ab}$	$17,71 \pm 0,36^b$
F4	$81,14 \pm 1,59^{abc}$	$0,83 \pm 0,02^c$	$0,121 \pm 0,009^{bc}$	$17,07 \pm 0,81^b$

F5	84,54 ± 1,23 <sup>bcd</sup>	0,93 ± 0,01 <sup>d</sup>	0,118 ± 0,010 <sup>bc</sup>	11,33 ± 1,22 <sup>a</sup>
F6	87,20 ± 2,17 <sup>d</sup>	0,96 ± 0,02 <sup>e</sup>	0,109 ± 0,009 <sup>c</sup>	9,60 ± 1,74 <sup>a</sup>
F0	89,04 ± 4.10 <sup>d</sup>	1,0 ± 0,02 <sup>e</sup>	0,098 ± 0,008 <sup>c</sup>	22,79 ± 1,63 <sup>c</sup>

*Ghi chú: Các giá trị trong cùng một cột có cùng ký tự thì sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).*

**Bảng 5. Màu sắc của các mẫu nugget thực vật với lớp áo bột có tỷ lệ bột mì - bột gạo khác nhau**

Mẫu	L*	a*	b*	ΔE
F1	52,81 ± 1,24 <sup>a</sup>	12,26 ± 2,59 <sup>a</sup>	24,34 ± 1,31 <sup>a</sup>	7,24 ± 0,69 <sup>d</sup>
F2	54,47 ± 3,58 <sup>a</sup>	11,80 ± 1,10 <sup>a</sup>	25,83 ± 1,45 <sup>a</sup>	5,40 ± 3,96 <sup>c</sup>
F3	56,59 ± 3,14 <sup>a</sup>	10,95 ± 1,88 <sup>a</sup>	25,98 ± 1,14 <sup>ab</sup>	5,37 ± 3,93 <sup>c</sup>
F4	58,17 ± 3,42 <sup>ab</sup>	8,28 ± 1,76 <sup>b</sup>	24,72 ± 1,98 <sup>ab</sup>	5,05 ± 3,72 <sup>c</sup>
F5	64,17 ± 3,27 <sup>b</sup>	8,64 ± 2,41 <sup>b</sup>	27,19 ± 1,00 <sup>b</sup>	4,59 ± 3,02 <sup>b</sup>
F6	64,43 ± 1,41 <sup>b</sup>	7,93 ± 1,33 <sup>b</sup>	26,78 ± 1,58 <sup>b</sup>	3,09 ± 3,08 <sup>a</sup>
F0	59,40 ± 4.93 <sup>a</sup>	9,68 ± 2,59 <sup>a</sup>	25,89 ± 1,45 <sup>a</sup>	-

*Ghi chú: Các giá trị trong cùng một cột có cùng ký tự thì sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).*

Kết quả nghiên cứu này phù hợp với các nghiên cứu trước đây về ảnh hưởng của tỷ lệ bột mì và bột gạo lên chất lượng lớp bột áo. Nghiên cứu của Adedeji và Ngadi (2011) [16] đã khảo sát vi cấu trúc của nugget gà chiên với hỗn hợp bột mì và bột gạo ở các tỷ lệ khác nhau (100: 0; 70: 30; 50: 50; 30: 70; 0: 100), kết quả cho thấy tỷ lệ bột gạo giảm dần sẽ làm tăng đáng kể hàm lượng dầu hấp thụ do cấu trúc lớp vỏ nhiều lỗ xốp hơn. Nghiên cứu của Nakamura và Ohtsubo (2010) [14] trên hệ bột gạo cho lớp bột tempura cũng cho thấy, tỷ lệ bột gạo cao giúp giảm hàm lượng dầu và duy trì độ giòn tốt hơn so với bột mì, nhờ khả năng kháng dầu vượt trội của tinh bột gạo giàu amylose.

Tổng hợp lại, khi cân nhắc toàn diện các đặc tính của dịch bột áo và của viên nugget thực vật, công thức F2 là điểm cân bằng tối ưu. Mẫu nugget với lớp bột áo theo công thức F2 có độ giòn cao nhất đạt  $18,00 \pm 1,97$  N, tương đương 79% so với mẫu đối chứng ( $22,79 \pm 1,63$  N), thông số đặc tính kết cấu then chốt với thị hiếu

người tiêu dùng [17]. Mặc dù F4 có một số chỉ tiêu nhỉnh hơn F2 (độ giòn, hiệu suất chế biến, hàm lượng chất béo tổng), các khác biệt này đều không có ý nghĩa thống kê ( $p > 0,05$ ). Ngoài ra, F2 có độ nhớt dịch bột thấp hơn F4. Đây là lợi thế của mẫu F2 do khi bổ sung hydrocolloid sẽ làm tăng đáng kể độ nhớt, có nguy cơ gây khó khăn cho quá trình bám dịch đồng đều. Mặc dù các đặc tính dịch bột áo và màu sắc của công thức F2 chưa được tốt như công thức khác, các thông số này hoàn toàn có thể được cải thiện thông qua việc tối ưu hóa loại và nồng độ hydrocolloid ở thí nghiệm tiếp theo.

### 3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ và loại hydrocolloids đến đặc tính của dịch bột áo và nugget

#### 3.2.1. Đặc tính của dịch bột áo

Kết quả ở bảng 6 cho thấy, việc bổ sung hydrocolloid đã làm tăng đáng kể độ nhớt của dịch bột. Cụ thể, mẫu nền sử dụng methylcellulose (F2A) đạt độ nhớt  $1,74 \pm 0,18$  Pa.s, tăng 1,5 lần so với mẫu đối chứng không bổ sung (mẫu F2), chủ yếu nhờ vào khả năng tạo

mạng lưới gel nhiệt và sự xoắn rối giữa các mạch polymer của methylcellulose [18].

Những mẫu dịch bột áo có sự kết hợp giữa methylcellulose và xanthan gum (F2B, F2C, F2D) thì độ nhớt có xu hướng tăng tỷ lệ thuận với hàm lượng xanthan gum. Trong các mẫu này, mẫu F2D đạt độ nhớt cực đại với giá trị  $3,03 \pm 0,10$  Pa.s. Sự gia tăng đáng kể độ nhớt này là do tương tác hiệp trợ giữa các vùng kỵ nước của phân tử methylcellulose và mạch sườn tích điện âm của xanthan gum [19]. Tương tự, những mẫu dịch bột áo có sự kết hợp giữa methylcellulose và guar gum cũng có độ nhớt tăng khi tăng tỷ lệ guar gum do tương tác hiệp trợ, trong đó mẫu F2G với 0,25% methylcellulose và 0,75% guar gum có độ nhớt cao nhất trong 3 mẫu bổ sung guar gum (đạt  $2,77 \pm 0,19$  Pa.s). Tuy nhiên, giá trị cực đại của hệ chứa guar gum vẫn thấp hơn so với hệ chứa xanthan gum; nguyên nhân có thể là do đặc tính kết cấu cuộn ngẫu nhiên của guar gum tạo ra thể

tích thủy động nhỏ hơn so với đặc tính kết cấu trật tự cứng nhắc của xanthan gum [20].

Độ bám bột có xu hướng tương tự như độ nhớt. Việc kết hợp methylcellulose với xanthan gum giúp nâng cao đáng kể độ bám dính của lớp vỏ bột (đạt 34,12 - 38,33%), vượt trội hơn so với nhóm phối trộn guar gum (19,59 - 23,20%) và vượt hơn cả mẫu đối chứng ( $20,44 \pm 0,85\%$ ). Công thức F2D (0,25% methylcellulose và 0,75% xanthan gum) có độ bám bột cao nhất ( $38,33 \pm 1,06\%$ ), phản ánh hiệu quả hiệp trợ trong việc tăng độ nhớt, khi đặc tính kết cấu mạch cứng của xanthan gum liên kết với methylcellulose tạo thành màng bao có tính kết dính cao. Các công thức chứa guar gum chỉ đạt độ bám bột ở mức trung bình dù có độ nhớt tương đương với các mẫu chứa xanthan gum. Điều này cho thấy, độ nhớt không phải là yếu tố duy nhất quyết định khả năng bám dính vật lý của dịch bột áo.

**Bảng 6. Độ nhớt và độ bám bột của dịch bột áo với tỷ lệ bổ sung hydrocolloid khác nhau**

Mẫu	Độ nhớt (Pa.s)	Độ bám bột (%)
F2A	$1,74 \pm 0,18^a$	$23,49 \pm 1,09^c$
F2B	$2,40 \pm 0,10^{bc}$	$34,12 \pm 2,02^c$
F2C	$2,53 \pm 0,11^{bcd}$	$34,87 \pm 2,66^d$
F2D	$3,03 \pm 0,10^d$	$38,33 \pm 1,06^d$
F2E	$1,97 \pm 0,21^{ab}$	$19,59 \pm 0,86^b$
F2F	$2,36 \pm 0,47^{bc}$	$21,02 \pm 1,39^{bc}$
F2G	$2,77 \pm 0,19^{cd}$	$23,20 \pm 2,76^c$
F2	$1,21 \pm 0,01^a$	$11,03 \pm 0,22^a$
F0	$2,86 \pm 0,41^c$	$20,44 \pm 0,85^b$

*Ghi chú: Các giá trị trong cùng một cột có cùng ký tự thì sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).*

### 3.2.2. Đặc tính của mẫu nugget thực vật

Bảng 7 cho thấy, hiệu suất chế biến và khả năng giữ ẩm của các mẫu sử dụng hệ hydrocolloid methylcellulose - guar gum vượt trội hơn hẳn so với các mẫu sử dụng hệ hydrocolloid methylcellulose - xanthan gum. Ngoài ra, hiệu suất chế biến và khả năng giữ ẩm có xu hướng tăng tỷ lệ thuận theo hàm lượng guar gum. Công thức F2G (0,25% methylcellulose và 0,75% guar gum) đạt giá trị cao nhất ở hiệu suất chế biến ( $90,88 \pm 1,87\%$ ), còn công thức F2E giữ được

lượng ẩm nhiều nhất ( $1,25 \pm 0,02$  g/g ck). Điều này là do khả năng liên kết nước mạnh mẽ của mạng lưới galactomannan trong guar gum kết hợp hiệp trợ với tính chất tạo gel nhiệt của methylcellulose giúp hạn chế tối đa sự bay hơi [21]. Ngược lại, nhóm methylcellulose - xanthan gum cho hiệu suất thấp hơn đáng kể ( $77,37 - 82,08\%$ ), có thể là do đặc tính kết cấu xoắn cứng nhắc của xanthan gum tạo ra mạng lưới kém linh động, dễ bị nứt vỡ dưới áp lực giãn nở nhiệt, dẫn đến thất thoát ẩm ra bên ngoài [22].

Đối với khả năng hấp thụ chất béo, toàn bộ các mẫu bổ sung hydrocolloid đều giảm được từ 14 - 24% lượng dầu so với mẫu chưa bổ sung (F2), trong đó mẫu F2E (0,75% methylcellulose và 0,25% guar gum) có hàm lượng chất béo tổng thấp nhất ( $0,099 \pm 0,006$  g/g ck). Điều này

là kết quả của cơ chế đa chiều: Sự hình thành mạng lưới gel vật lý bền vững giúp giảm kích thước lỗ xốp bề mặt, kết hợp với độ nhớt cao tạo ra rào cản hiệu quả ngăn chặn sự xâm nhập của dầu trong cả quá trình chiên và giai đoạn làm nguội.

**Bảng 7. Hiệu suất chế biến, hàm lượng ẩm, hàm lượng chất béo tổng và độ giòn của các mẫu nugget thực vật với lớp áo bột có tỷ lệ bổ sung hydrocolloid khác nhau**

Mẫu	Hiệu suất chế biến (%)	Độ ẩm (g/g ck)	Hàm lượng chất béo tổng (g/g ck)	Độ giòn (N)
F2A	$83,38 \pm 2,62^{abc}$	$0,92 \pm 0,02^e$	$0,101 \pm 0,014^a$	$20,87 \pm 0,80^d$
F2B	$77,37 \pm 6,35^a$	$1,06 \pm 0,02^c$	$0,105 \pm 0,009^{ab}$	$17,86 \pm 0,82^c$
F2C	$79,29 \pm 4,51^{ab}$	$1,18 \pm 0,01^b$	$0,115 \pm 0,007^{ab}$	$17,02 \pm 0,32^{bc}$
F2D	$82,08 \pm 0,84^{abc}$	$0,84 \pm 0,01^f$	$0,112 \pm 0,011^{ab}$	$14,38 \pm 0,73^a$
F2E	$89,75 \pm 1,69^{bc}$	$1,25 \pm 0,02^a$	$0,099 \pm 0,006^a$	$18,12 \pm 0,20^c$
F2F	$89,06 \pm 2,55^{bc}$	$1,01 \pm 0,01^d$	$0,111 \pm 0,008^{ab}$	$17,45 \pm 0,31^{bc}$
F2G	$90,88 \pm 1,87^c$	$1,08 \pm 0,02^c$	$0,107 \pm 0,007^{ab}$	$15,54 \pm 0,20^{ab}$
F2	$76,46 \pm 0,97^a$	$0,72 \pm 0,01^b$	$0,135 \pm 0,007^{ab}$	$18,00 \pm 1,97^c$
F0	$89,04 \pm 4,10^d$	$1,0 \pm 0,02^e$	$0,098 \pm 0,008^c$	$22,79 \pm 1,63^d$

*Ghi chú: Các giá trị trong cùng một cột có cùng ký tự thì sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).*

**Bảng 8. Màu sắc của các mẫu nugget thực vật với lớp áo bột với tỷ lệ bổ sung hydrocolloid khác nhau**

Mẫu	L*	a*	b*	$\Delta E$
F2A	$63,97 \pm 2,24^b$	$8,46 \pm 1,93^a$	$30,24 \pm 2,32^{bc}$	$3,82 \pm 2,50^a$
F2B	$69,71 \pm 0,67^c$	$7,08 \pm 0,62^a$	$32,65 \pm 1,01^c$	$7,97 \pm 1,00^{bc}$
F2C	$67,26 \pm 1,75^{bc}$	$7,19 \pm 0,83^a$	$32,07 \pm 0,39^c$	$6,07 \pm 1,37^{bc}$
F2D	$66,76 \pm 2,38^{bc}$	$9,69 \pm 1,30^{ab}$	$36,17 \pm 0,99^d$	$9,68 \pm 0,58^c$
F2E	$64,75 \pm 2,05^b$	$8,93 \pm 0,51^a$	$31,85 \pm 1,20^c$	$4,99 \pm 1,38^{ab}$
F2F	$64,07 \pm 2,76^b$	$8,60 \pm 1,45^a$	$29,68 \pm 1,49^{bc}$	$3,40 \pm 2,00^a$
F2G	$62,72 \pm 1,67^b$	$7,89 \pm 1,15^a$	$26,72 \pm 0,16^a$	$2,36 \pm 0,34^a$
F2	$54,47 \pm 3,58^a$	$11,80 \pm 1,10^b$	$25,83 \pm 1,45^a$	$5,40 \pm 3,96^{ab}$
F0	$59,40 \pm 4,93^a$	$9,68 \pm 2,59^{ab}$	$25,89 \pm 1,45^a$	-

*Ghi chú: Các giá trị trong cùng một cột có cùng ký tự thì sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).*

Kết quả phân tích màu sắc (Bảng 8) cho thấy, công thức F2B (0,75% methylcellulose và 0,25% xanthan gum) đạt độ sáng ( $L^*$ ) cao nhất ( $69,71 \pm 0,67$ ), tăng 8,6% so với mẫu đối chứng F0 ( $59,40 \pm 4,93$ ). Nhóm công thức chứa guar gum có độ sáng  $L^*$  thấp hơn nhóm công thức sử dụng xanthan gum, mặc dù hàm lượng chất béo tổng giữa hai nhóm không có khác biệt có ý nghĩa thống kê. Sự khác biệt về màu sắc này có thể được giải thích bởi sự khác nhau về cơ chế tạo màng của hai loại hydrocolloid. Xanthan gum tạo ra màng gel liên tục và bền vững trên bề mặt vỏ bột, giúp kiểm soát tốt hơn sự bay hơi ẩm trong quá trình chiên và duy trì nhiệt độ bề mặt ở mức thấp hơn, từ đó ức chế phản ứng Maillard hiệu quả hơn. Ngược lại, guar gum có cấu trúc cuộn ngẫu nhiên và tạo màng kém liên tục, khiến ẩm bề mặt thoát ra nhanh hơn, nhiệt độ bề mặt tăng cao hơn và phản ứng Maillard xảy ra mạnh hơn, dẫn đến lớp vỏ sẫm màu hơn. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Varela và Fiszman (2011) [23] về cấu tạo màng, khả năng giữ dầu và giữ nước của hai loại hydrocolloids này trong các thực phẩm chiên.

Về các chỉ số màu sắc, chỉ số  $a^*$  có sự biến thiên không đáng kể (7,08 - 9,69) và có khác biệt đáng kể với mẫu không bổ sung (F2), cho thấy hydrocolloid làm giảm đáng kể cường độ của phản ứng Maillard. Tuy nhiên, chỉ số  $b^*$  tăng rõ rệt ở các mẫu chứa xanthan gum (32,07 - 36,17) so với mẫu không bổ sung ( $25,83 \pm 1,45$ ), có thể do sự thay đổi động học truyền nhiệt qua lớp vỏ dày. Khi xét về độ lệch màu  $\Delta E$ , công thức F2G (0,25% methylcellulose và 0,75% guar gum) có giá trị thấp nhất ( $2,36 \pm 0,34$ ), trong khi vẫn duy trì khả năng giữ ẩm vượt trội (1,25 g/g ck). Điều này chứng minh rằng, việc tối ưu hóa tính chất chức năng hoàn toàn có thể đạt được mà không làm thay đổi đáng kể ngoại quan đặc trưng của sản phẩm.

Tóm lại, công thức F2G (0,25% methylcellulose và 0,75% guar gum) đã thể hiện hiệu quả toàn diện trên tất cả các chỉ tiêu quan trọng: Đạt hiệu suất chế biến cao nhất (90,88  $\pm$  1,87%), khả năng giữ ẩm cao (1,08  $\pm$  0,02 g/g ck) và hàm lượng chất béo tổng thấp (0,107  $\pm$  0,007g/g ck), trong khi có sự ổn định màu sắc ( $\Delta E = 2,36 \pm 0,34$ ). Tuy nhiên, xét riêng về đặc tính cảm quan độ giòn, mẫu F2G chỉ đạt được

khoảng 70% so với mẫu đối chứng F0. Sự chênh lệch này có thể được giải thích, do guar gum với khả năng liên kết nước mạnh mẽ giúp duy trì hàm lượng ẩm cao trong lớp vỏ (1,08 g/g ck), nhưng chính lượng ẩm giữ lại này làm lớp vỏ mềm hơn. Nói cách khác, đây là sự đánh đổi giữa mục tiêu giữ ẩm - giảm dầu và duy trì độ giòn, vốn là thách thức phổ biến trong thiết kế công thức bột áo cho thực phẩm chiên ngập dầu, như đã được ghi nhận trong kết quả nghiên cứu của Bhuiyan và Ngadi (2024) [4]. Hạn chế này mở ra hướng đi tiềm năng cho các nghiên cứu tiếp theo, chẳng hạn như kết hợp thêm các thành phần tạo cấu trúc (texturizing agents) hoặc điều chỉnh điều kiện chiên nhằm cân bằng tốt hơn giữa độ giòn và khả năng kiểm soát hấp thụ dầu, hướng đến trải nghiệm cảm quan tối ưu cho người tiêu dùng.

#### 4. KẾT LUẬN

Kết quả thực nghiệm đã khẳng định tính ưu việt của công thức phối trộn F2G với tỷ lệ bột là 50% bột mì, 40% bột gạo và 10% bột bắp, bổ sung thêm 0,25% methylcellulose và 0,75% guar gum cho viên nugget thực vật. Đáng chú ý, việc bổ sung hydrocolloid vừa làm tăng khả năng giữ nước, giảm khả năng giữ béo, nhưng không ảnh hưởng nhiều đến màu sắc của viên nugget thực vật. Những kết quả nghiên cứu này tạo tiền đề quan trọng cho việc phát triển các dòng sản phẩm chiên sử dụng protein thực vật tốt cả về đặc tính kết cấu và sức khỏe.

#### LỜI CẢM ƠN

*Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.*

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. S. Prasad, E. Gupta, S. Yadav, K. S. Babulal and S. Mishra (2025). The future of plant protein: Innovations, challenges and opportunities. *Springer Publisher*.
- [2]. W. R. Aimutis (2022). Plant-based proteins: The good, bad, and ugly. *Annu Rev Food Sci Technol*, 13, 1 - 17.
- [3]. M. Kumar *et al.* (2022). Functional characterization of plant-based protein to determine its quality for food applications. *Food Hydrocolloids*, 123(2022): 106 - 126.

- [4]. M. H. R. Bhuiyan and M. Ngadi (2024). Application of batter coating for modulating oil, texture and structure of fried foods: A review. *Food Chemistry*, 453, 139 - 162.
- [5]. R. Pongsawatmanit, S. Ketjarut, P. Choosuk, and P. Hanucharoenkul (2018). Effect of carboxymethyl cellulose on properties of wheat flour-tapioca starch-based batter and fried, battered chicken product. *Agriculture and Natural Resources*, 52(6): 565 - 572.
- [6]. A. Shoaib, A. Sahar, A. Sameen, A. Saleem, and A. T. Tahir (2018). Use of pea and rice protein isolates as source of meat extenders in the development of chicken nuggets. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(9): 137 - 144.
- [7]. J. F. Steffe (1996). Rheological methods in food process engineering. *Freeman Press Publisher*.
- [8]. M. D. Aaslyng, C. Bejerholm, P. Ertbjerg, H. C. Bertram, and H. J. Andersen (2003). Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. *Food Quality and Preference*, 14(4): 277 - 288.
- [9]. E. Mah and R. Brannan (2009). Reduction of oil absorption in deep-fried, battered, and breaded chicken patties using whey protein isolate as a postbreading dip: Effect on flavor, color, and texture. *Journal of Food Science*, 74(1): 9 - 16.
- [10]. R. G. McGuire (1992). Reporting of objective color measurements. *Hort. Science*, 27(12): 1254 - 1255.
- [11]. P. Rocchia, P. D. Ribotta, G. T. Pérez and A. E. León (2009). Influence of soy protein on rheological properties and water retention capacity of wheat gluten. *LWT-Food Science and Technology*, 42(1): 358 - 362.
- [12]. S. H. Cornet, A. J. van der Goot and R. G. van der Sman (2020). Effect of mechanical interaction on the hydration of mixed soy protein and gluten gels. *Current Research in Food Science*, 3(2020): 134 - 145.
- [13]. A. A. Wani, P. Singh, M. A. Shah, U. Schweiggert-Weisz, K. Gul and I. A. Wani (2012). Rice starch diversity: Effects on structural, morphological, thermal, and physicochemical properties - A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11(5): 417 - 436.
- [14]. S. Nakamura and K. Ohtsubo (2010). Influence of physicochemical properties of rice flour on oil uptake of tempura frying batter. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 74(12): 2484 - 2489.
- [15]. S. I. Martins, W. M. Jongen and M. A. Van Boekel (2000). A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends in Food science & Technology*, 11(9 - 10): 364 - 373.
- [16]. A. A. Adedeji and M. O. Ngadi (2011). Microstructural properties of deep-fat fried chicken nuggets coated with different batter formulation. *International Journal of Food Properties*, 14(1): 68 - 83.
- [17]. L. Godschalk-Broers, G. Sala and E. Scholten (2022). Meat analogues: Relating structure to texture and sensory perception. *Foods*, 11(15): 222 - 253.
- [18]. A. Haque and E. R. Morris (1993). Thermogelation of methylcellulose. Part I: Molecular structures and processes. *Carbohydrate Polymers*, 22(3): 161 - 173.
- [19]. F. Garcia-Ochoa, V. Santos, J. Casas and E. Gómez (2000). Xanthan gum: Production, recovery, and properties. *Biotechnology Advances*, 18(7): 549 - 579.
- [20]. M. Majzoobi, S. Talebanfar, M. H. Eskandari and A. Farahnaky (2017). Improving the quality of meat-free sausages using K-carrageenan, konjac mannan and xanthan gum. *International Journal of Food Science and Technology*, 52(5): 1269 - 1275.
- [21]. D. Mudgil, S. Barak and B. S. Khatkar (2014). Guar gum: Processing, properties and food applications - a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(3): 409 - 418.
- [22]. D. Tunnarut, A. Nopwinyuwong and T. Tanakamolpradit (2022). Quality improvement of plant-based patty using methylcellulose,  $\kappa$ -carrageenan and xanthan gum. *Journal of Current Science and Technology*, 12(2): 327 - 335.
- [23]. P. Varela and S. Fiszman (2011). Hydrocolloids in fried foods. A review. *Food hydrocolloids*, 25(8): 1801 - 1812.

**EFFECT OF FLOUR BLENDING RATIOS AND HYDROCOLLOIDS ON PROPERTIES OF COATING BATTER FOR PLANT-BASED NUGGETS**

**Nguyen Thi Hien<sup>1,2</sup>, Pham Huu Thinh<sup>1,2</sup>, Phan Quan Bao<sup>1,2</sup>, Ngo Gia Bao<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> *Faculty of Chemical Engineering, Ho Chi Minh city University of Technology*

<sup>2</sup> *Vietnam National University Ho Chi Minh city*

**Abstract**

This study aims to address the textural limitations and high oil absorption of batter coatings for plant-based nuggets by optimizing the base flour formulation and hydrocolloid addition. The research was conducted in two steps: Determining the optimal wheat - rice - corn flour blending ratios and evaluating the efficacy of hydrocolloid combinations (methylcellulose, xanthan gum and guar gum). Results indicated that a base flour formulation consisting of 50% wheat flour, 40% rice flour and 10% corn starch achieved the best balance between viscosity and physicochemical properties, yielding a crispness value of  $18.00 \pm 1.97$  N. The incorporation of hydrocolloids significantly increased cooking yield and moisture retention while substantially reducing oil uptake in the batter. The formulation supplemented with 0.25% methylcellulose and 0.75% guar gum proved to be the best, achieving the highest process yield ( $90.88 \pm 1.87\%$ ), high moisture retention ( $1.08 \pm 0.02$  g/g dry matter) and low total fat content ( $0.107 \pm 0.007$  g/g dry matter), while maintaining color stability ( $\Delta E = 2.36 \pm 0.34$ ). These findings provide a scientific basis and technological parameters for designing hydrocolloid-enriched batter formulations that reduce oil absorption, enhance moisture retention, and preserve the textural and color quality of plant-based nuggets, thereby improving the market potential of this product.

**Keywords:** *Plant-based chicken nugget, hydrocolloids, oil reduction, texture.*

**Ngày nhận bài:** 15/01/2026

**Ngày chuyển phản biện:** 23/01/2026

**Ngày thông qua phản biện:** 25/02/2026

**Ngày duyệt đăng:** 18/3/2026

# ẢNH HƯỞNG CỦA THỜI GIAN NẤY MẦM ĐẾN THÀNH PHẦN DINH DƯỠNG, HOẠT TÍNH CHỐNG OXY HÓA VÀ CHẤT LƯỢNG CẢM QUAN CỦA BỘT ĐẬU NÀNH (*Glycine max* (L.) Merrill)

Dương Thị Phượng Liên<sup>1, \*</sup>, Trần Minh Phúc<sup>2</sup>, Hà Thanh Toàn<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Viện Công nghệ sinh học và Thực phẩm, Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup> Khoa Sinh hóa Thực phẩm, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

\*Email: dtplien@ctu.edu.vn

## TÓM TẮT

Nghiên cứu này đánh giá tác động của quá trình nảy mầm đến thành phần dinh dưỡng, các hợp chất có hoạt tính chống oxy hóa và chất lượng cảm quan của bột đậu nành. Quá trình nảy mầm được thực hiện ở nhiệt độ 25°C, trong điều kiện tối, với các khoảng thời gian 0, 12, 24, 36, 48, 60 giờ. Kết quả cho thấy, quá trình nảy mầm làm gia tăng đáng kể hàm lượng protein và giảm hàm lượng lipid. Các hợp chất có hoạt tính chống oxy hóa như: Vitamin C,  $\alpha$ -tocopherol, phenolic tăng đáng kể theo thời gian nảy mầm dẫn đến cùng với hoạt tính chống oxy hóa cũng tăng thể hiện qua giá trị IC<sub>50</sub> của bột đậu nành giảm rõ rệt trong quá trình nảy mầm. Chất lượng cảm quan của bột đậu nành cũng bị ảnh hưởng bởi thời gian nảy mầm hạt. Đậu nành được nảy mầm trong tối đa 36 giờ, chất lượng cảm quan của bột đậu nành vẫn duy trì tốt, nên được xem như thời gian nảy mầm thích hợp chế biến bột đậu nành nảy mầm. Bột đậu nành nảy mầm trong 36 giờ có hàm lượng protein, lipid và đường khử lần lượt là 41,52; 18,87; 5,95%, đạt hiệu suất thu hồi chất khô 92,8%. Bột thành phẩm có hàm lượng vitamin C,  $\alpha$ -tocopherol, hợp chất phenolic và giá trị IC<sub>50</sub> lần lượt là 5,97 mg/g; 0,19 mg/g; 5,28 mg GAE/g và 10,1 mg/mL. Quá trình nảy mầm đã cải thiện giá trị dinh dưỡng và hoạt tính chống oxy hóa của bột đậu nành, đồng thời thấy được tiềm năng ứng dụng của bột đậu nành nảy mầm vào các sản phẩm thực phẩm giàu protein và hoạt tính sinh học.

**Từ khóa:** Đậu nành, nảy mầm, hoạt tính chống oxy hóa, hợp chất phenolic, vitamin C.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đậu nành (*Glycine max* L.) là một loại thực phẩm thuộc họ đậu được sử dụng phổ biến ở các nước Đông Nam Á. Đậu nành và đậu xanh nảy mầm thường được tiêu thụ bởi người dân sống ở các quốc gia châu Á do nguồn dinh dưỡng phong phú như: Protein, chất béo, vitamin, chất xơ và các chất có hoạt tính sinh học trong hạt [1]. Tuy nhiên, hàm lượng ban đầu của một số hợp chất chức năng trong đậu không nảy mầm rất thấp và chúng không đủ để đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng cho người tiêu dùng và cho việc sản xuất các sản phẩm chức năng [2]. Đồng thời, đậu nành cũng như các sản phẩm thực phẩm chế biến từ đậu nành vẫn tồn tại mặt hạn chế đối với người tiêu dùng do vị đắng của peptide cùng với sự hiện diện của các yếu tố kháng dinh dưỡng như chất ức chế trypsin, đặt vị trí cùng với các protein dự

trữ chính trong lá mầm, lectin, axit phytic và các oligosaccharide (raffinose và stachyose) khó tiêu hoá, đã hạn chế khả năng tiêu hóa và hấp thụ các chất đối với các sản phẩm từ đậu nành [3].

Ở một số quốc gia, nhiều hạt họ đậu được người dân tiêu thụ dưới dạng sau nảy mầm trong thời gian khác nhau. Quá trình nảy mầm đã được phát triển để khắc phục một số nhược điểm liên quan đến đậu nành không nảy mầm, bao gồm sự thủy phân của raffinose và stachyose có liên quan đến vấn đề đầy hơi, giảm hàm lượng phytate và chất ức chế trypsin, làm tăng tính sử dụng của nhiều chất thiết yếu [4].

Nhiều nghiên cứu cho thấy, họ đậu nảy mầm có chứa chất có hoạt tính sinh học mang lại nhiều lợi ích cho người sử dụng so với đậu không nảy mầm, như tăng hàm lượng L-ascorbic [5], hàm lượng phenolic, isoflavone cùng với hoạt tính

chống oxy hóa [6]. Việc sử dụng đậu nành nảy mầm thay thế nguyên liệu đậu nành trong chế biến các sản phẩm thực phẩm là một hướng nghiên cứu mới giúp gia tăng hoạt tính sinh học cho sản phẩm và mang lại nhiều lợi ích về sức khỏe cho người tiêu dùng. Đậu nành nảy mầm có thể được chế biến thành dạng bột đậu nành nảy mầm tiện lợi cho việc sử dụng, chế biến, vận chuyển và bảo quản. Ngoài việc làm nguồn thực phẩm sử dụng trực tiếp dưới dạng thức uống dinh dưỡng, bột đậu nành còn dùng làm nguyên liệu chế biến các sản phẩm từ đậu nành cũng như có thể được bổ sung vào các thực phẩm chế biến khác (bánh mì, bánh, các sản phẩm thịt...) làm tăng giá trị dinh dưỡng và chức năng cho sản phẩm. Khảo sát ứng dụng đậu nành nảy mầm vào quy trình chế biến bột đậu nành nảy mầm cho bột đậu nành đạt được hàm lượng các chất có hoạt tính sinh học cao là nhu cầu cần thiết góp phần nâng cao giá trị sử dụng của hạt đậu nành, đồng thời tạo nguồn nguyên liệu để chế biến ra các sản phẩm thực phẩm có hoạt tính sinh học cao mang lại nhiều lợi ích về sức khỏe cho người tiêu dùng.

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

### **2.1. Địa điểm và nguyên liệu nghiên cứu**

Đậu nành giống MTĐ 760 được cung cấp từ Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ. Nguyên liệu sau thu hoạch trong vòng tối đa 1 tuần được vận chuyển về Phòng thí nghiệm, Viện Công nghệ sinh học và Thực phẩm, Đại học Cần Thơ.

### **2.2. Bố trí thí nghiệm**

Đậu nành được làm sạch, ngâm trong nước sạch trong 12 giờ (6 giờ thay nước một lần) với tỷ lệ đậu : nước = 1: 5 để hạt hút ẩm đạt đến cân bằng. Quá trình nảy mầm đậu nành sau khi ngâm được thực hiện trong tủ nảy mầm ở nhiệt độ 25°C trong điều kiện tối (đóng kín cửa). Cài đặt chế độ phun nước mỗi lần trong 2 phút với chu kỳ 4 giờ. Sau các khoảng thời gian nảy mầm: 0 (sau ngâm không nảy mầm), 12, 24, 36, 48, 60 giờ đậu nành được rửa và làm chín bằng cách hấp trong 20 phút, đậu nành được làm nguội và sấy bằng không khí nóng đối lưu ở 60°C đến khi độ ẩm đạt  $\leq 10\%$  thì kết thúc quá trình sấy. Đậu nành được nghiền và sàng (kích thước lỗ sàng 0,25 mm) để thu bột mịn. Sản phẩm được giữ trong túi zip phức hợp tráng nhôm ổn định 1 ngày ở nhiệt độ phòng để xác định các thành

phần dinh dưỡng, các hợp chất có hoạt tính chống oxy hóa, hoạt tính chống oxy hóa và chất lượng cảm quan sản phẩm.

### **2.3. Phương pháp xác định các chỉ tiêu**

#### **2.3.1. Xác định hiệu suất thu hồi chất khô (%)**

Hiệu suất thu hồi chất khô được tính bằng tỷ lệ phần trăm chất khô trong bột thành phẩm trên chất khô trong nguyên liệu hạt đậu nành ban đầu.

#### **2.3.2. Xác định thành phần hóa học**

- Xác định độ ẩm (%): Phương pháp sấy đến khối lượng không đổi [7].

- Xác định hàm lượng protein: Phương pháp Kjeldahl [8]. Kết quả được thể hiện theo % chất khô.

- Xác định hàm lượng lipid: Phương pháp Soxhlet [9]. Kết quả được thể hiện theo % chất khô.

- Xác định hàm lượng đường khử: Dựa trên cơ sở phản ứng tạo màu giữa đường khử với thuốc thử 3,5-dinitrosalicylic axit (DNS) [10]. Cường độ màu của hỗn hợp phản ứng tỉ lệ thuận với nồng độ đường khử trong một phạm vi nhất định. Đo độ hấp thụ ở bước sóng 540 nm. Dựa trên đồ thị đường chuẩn của glucose tinh khiết với thuốc thử DNS sẽ tính được hàm lượng đường khử của mẫu, kết quả được thể hiện qua % chất khô.

#### **2.3.3. Xác định các hợp chất có hoạt tính chống oxy hóa và hoạt tính chống oxy hóa**

- Xác định TPC: Theo phương pháp Folin-Ciocalteu [11], với chất chuẩn là axit gallic. TPC được thể hiện qua mg đương lượng axit gallic trên g chất khô mẫu phân tích (mg GAE/g).

- Xác định vitamin C: Dựa vào phản ứng oxy hóa khử và tiêu biểu xảy ra với iod, vitamin C bị oxy hóa bởi iod tạo thành dehydroascorbic. Lượng iod dư sẽ tác dụng với hồ tinh bột tạo thành phức hợp có màu xanh đen và là điểm kết thúc quá trình chuẩn độ [12].

- Xác định  $\alpha$ -tocopherol: Dựa vào phản ứng Emmerie - Engel, trong đó  $\alpha$ -tocopherol khử ion  $Fe^{3+}$  thành ion  $Fe^{2+}$  để phản ứng với 2,2'-bipyridyl tạo thành phức chất có màu đỏ có bước sóng hấp thụ cực đại ở 520 nm [13].

- Xác định hoạt tính chống oxy hóa ( $IC_{50}$ ): Đo hoạt tính loại gốc tự do thông qua sự mất màu của dung dịch màu tím của 2,2-diphenyl-1-

picrylhydrazyl (DPPH) trong methanol khi đo tại bước sóng 517 nm [14]. Tỷ lệ phần trăm của hoạt tính quét gốc tự do được xây dựng đồ thị tương quan với nồng độ của chiết xuất (mg/mL) để có được giá trị IC<sub>50</sub> (mg/mL). IC<sub>50</sub> được định nghĩa là lượng chất chống oxy hóa cần thiết để quét 50% gốc tự do trong hệ thống khảo nghiệm. Giá trị IC<sub>50</sub> tỉ lệ nghịch với các hoạt tính chống oxy hóa.

2.3.4. Xác định màu sắc

Màu sắc của bột đậu nành nảy mầm được đo bằng máy đo màu Konika Minolta CR-20. Kết quả thể hiện qua hệ màu L, a, b. Độ khác biệt màu sắc ΔE so với mẫu đối chứng không nảy mầm được tính theo công thức:

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2}$$

Trong đó: L<sub>0</sub>, a<sub>0</sub>, b<sub>0</sub> và giá trị màu của mẫu đối chứng không nảy mầm và L, a, b là giá trị màu của mẫu cần so sánh.

2.3.5. Đánh giá cảm quan sản phẩm

Mùi cảm quan viên được đào tạo và thảo luận nhóm để phát triển hồ sơ cảm quan của sản phẩm dựa theo bảng thuộc tính của sản phẩm bột đậu nành bổ sung yếm [15] và cuối cùng đạt được sự đồng thuận về thuật ngữ thích hợp cho các

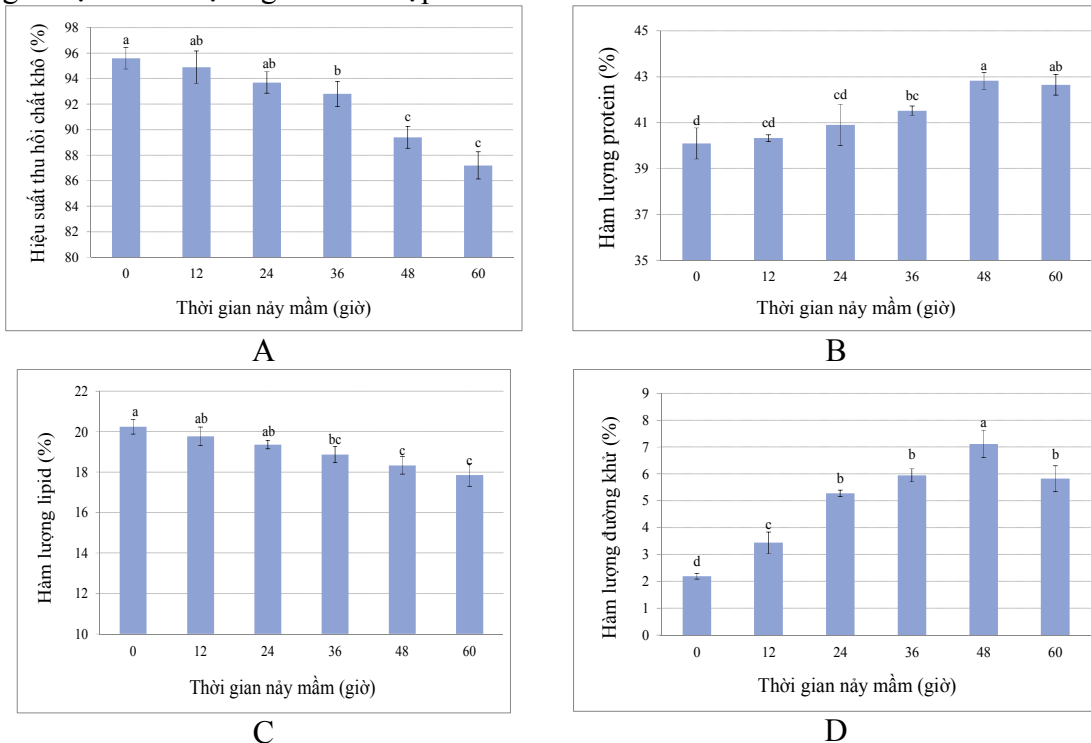
thuộc tính cảm quan sẽ được sử dụng trong QDA. Các cảm quan viên sử dụng thang đo cường độ từ 0 điểm (không xuất hiện thuộc tính) đến 5 điểm (thuộc tính xuất hiện cực độ) để chấm điểm mức độ xuất hiện các thuộc tính cảm quan. Sản phẩm được đánh giá 12 thuộc tính cảm quan về màu sắc, trạng thái (màu vàng nâu, màu sắc lạ, trạng thái vón cục, độ tách dầu), mùi thơm (đậu nành, mùi nấu, mùi bột cũ, mùi ôi), vị (vị đậu, vị chát và vị khét đắng). Chất lượng tổng thể của sản phẩm cũng được ghi nhận theo thang điểm từ 0 - 5 từ kém đến tốt. Điểm số của mỗi thuộc tính cảm quan và chất lượng tổng thể được phân tích thành phần chính (PCA).

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Xử lý thống kê số liệu theo phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) và phân tích thành phần chính (PCA). Chương trình phần mềm hỗ trợ xử lý số liệu và vẽ đồ thị: Statgraphics Centurion XVI.I và Microsoft Excel 2007.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của thời gian nảy mầm đến hiệu suất thu hồi chất khô và thành phần dinh dưỡng của bột đậu nành nảy mầm



Hình 1. Ảnh hưởng của thời gian nảy mầm đến hiệu suất thu hồi chất khô (A) và thành phần dinh dưỡng của bột đậu nành nảy mầm: Protein (B), lipid (C), đường khử (D)

Ghi chú: Kết quả thể hiện qua giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn, các giá trị có chữ cái viết phía trên các cột khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05).

Hiệu suất thu hồi chất khô sau quá trình nảy mầm và hàm lượng protein, lipid và đường khử trong bột đậu nành được trình bày trong hình 1.

Hình 1.A cho thấy sự giảm chất khô bắt đầu từ quá trình ngâm do các chất tan hòa tan vào nước ngâm (khoảng trên 4%). Quá trình nảy mầm tiếp tục làm giảm đáng kể chất khô trong đậu nành, đến 60 giờ hiệu suất thu hồi chất khô còn khoảng 87,2%. Quá trình nảy mầm làm tăng hàm lượng protein, sau 36 giờ sự gia tăng hàm lượng protein có ý nghĩa thống kê (Hình 1.B). Sự gia tăng hàm lượng protein trong quá trình nảy mầm cũng được xác nhận theo kết quả nghiên cứu của Uppal và Bains (2012) [16] trên đậu xanh, đậu gà và đậu đũa. Sự gia tăng hàm lượng protein trong quá trình nảy mầm được cho là do sự mất chất khô, chủ yếu là carbohydrate tham gia vào quá trình hô hấp của hạt [16]. Một ý kiến khác cho rằng, gia tăng protein là do sự sản sinh các axit amin cụ thể trong quá trình tổng hợp protein [17]. Hàm lượng lipid giảm có ý nghĩa thống kê sau 36 giờ nảy mầm (Hình 1.C). Nghiên cứu của Inyang và Zakari (2008) [18] cho rằng, quá trình nảy mầm dẫn đến sự gia tăng hoạt động của các enzyme phân giải lipid, thủy phân lipid thành axit béo và glycerol, dẫn đến giảm lượng lipid. Sự nảy mầm cũng tăng cường quá trình thủy phân các hợp chất hữu cơ phức tạp không tan trong hạt và tạo thành các hợp chất hữu cơ đơn giản hơn, tan trong nước. Ngoài ra, năng lượng sử dụng cho quá trình hô hấp trong khi nảy mầm một phần đến từ sự phân hủy lipid [19]. Nghiên cứu của Ahmadzadeh và Prakash (2007) [20] đã công bố hàm lượng lipid trong một số loại hạt họ đậu giảm rõ rệt sau khi nảy mầm và giải thích rằng, lipid được sử dụng làm nguồn năng lượng trong quá trình nảy mầm hạt. Hàm lượng đường khử trong hạt tăng rõ rệt trong quá trình nảy mầm, sự tăng đường khử bắt đầu có ý nghĩa sau 12 giờ và

tiếp tục tăng đến 48 giờ (Hình 1.D). Theo Duong và cs (2018) [21], quá trình nảy mầm làm giảm đáng kể lượng oligosaccharide, chủ yếu do hoạt tính của  $\alpha$ -galactosidase trong hạt đậu nành được kích hoạt trong quá trình ngâm và nảy mầm. Sự thủy phân các oligosaccharide dẫn đến sự gia tăng đường khử được sử dụng làm nguồn năng lượng cho sự phát triển của cây con. Do đó, nảy mầm đến 60 giờ đường khử trong hạt giảm trở lại do lượng đường khử vừa được hình thành trong hạt được chuyển đến phôi cung cấp năng lượng cho sự sinh trưởng mới.

### 3.2. Ảnh hưởng của thời gian nảy mầm đến màu sắc của bột đậu nành

Sự thay đổi màu sắc (biểu thị bằng các giá trị L, a và b) của bột đậu nành nảy mầm được trình bày trong bảng 1. Màu sắc là một trong những thuộc tính quan trọng nhất của thực phẩm vì ảnh hưởng đến sự chấp nhận của người tiêu dùng. Kết quả cho thấy, khi thời gian nảy mầm tăng, độ sáng (L) của bột đậu nành nảy mầm giảm từ 68,2 xuống 55,8, tương tự như kết quả nghiên cứu của Sobowale và cs (2025) [22], cho rằng quá trình nảy mầm làm giảm đáng kể giá trị L của bột đậu sắng (*Cajanus cajan*). Giá trị âm quan sát được đối với sắc đỏ (a) khi hạt nảy mầm từ 24 giờ trở đi, cho thấy khuynh hướng bột có màu xanh lục, tiêu biểu cho sự xuất hiện của mầm, đồng thời kết quả quan sát thấy rằng, quá trình nảy mầm làm tăng giá trị b (biểu thị mức độ vàng) của bột đậu nành từ 11,8 lên 23,8. Kết quả nghiên cứu của Tian và cs (2010) [23] cho rằng, sự giảm giá trị L và tăng giá trị b trong bột nảy mầm là do sự hình thành tinh bột và protein, cùng với phản ứng Maillard giữa hai thành phần này trong quá trình sấy bột. Sự giảm độ sáng L và tăng màu vàng của giá trị b dẫn đến sự gia tăng độ khác biệt màu ( $\Delta E$ ) của các mẫu bột đậu nành nảy mầm so với mẫu bột đậu nành không nảy mầm (Bảng 1).

**Bảng 1. Biến đổi màu sắc của các mẫu bột đậu nành nảy mầm**

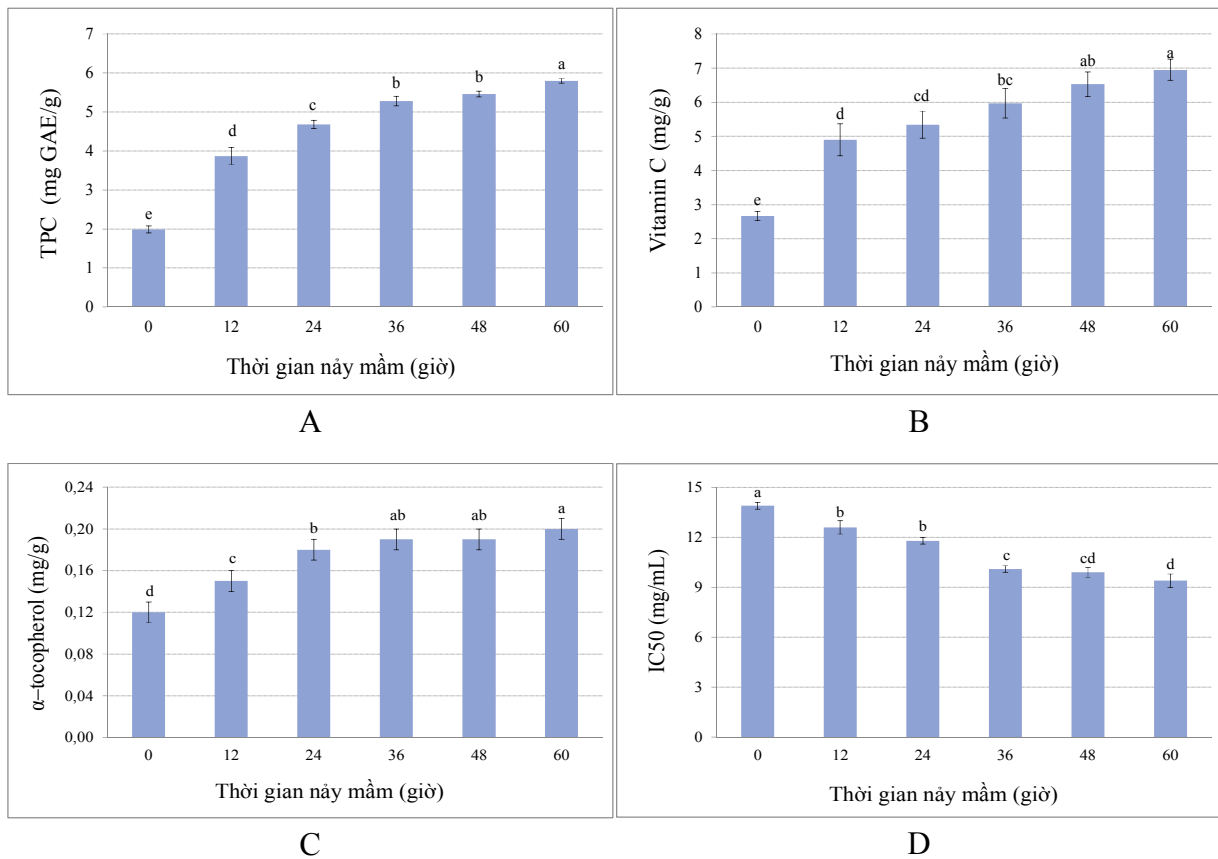
Thời gian nảy mầm (giờ)	L	a	b	$\Delta E$
0	68,2 ± 3,8 <sup>a</sup>	1,0 ± 0,7 <sup>a</sup>	11,8 ± 2,4 <sup>c</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>d</sup>
12	66,4 ± 4,9 <sup>a</sup>	1,6 ± 0,9 <sup>a</sup>	10,4 ± 1,9 <sup>c</sup>	4,8 ± 2,7 <sup>c</sup>
24	64,2 ± 6,1 <sup>a</sup>	-0,8 ± 0,8 <sup>b</sup>	18,8 ± 3,9 <sup>b</sup>	10,4 ± 1,6 <sup>b</sup>
36	63,4 ± 3,9 <sup>a</sup>	-0,6 ± 0,5 <sup>b</sup>	19,8 ± 1,5 <sup>b</sup>	9,9 ± 2,5 <sup>b</sup>
48	56,2 ± 3,3 <sup>b</sup>	-0,4 ± 0,5 <sup>b</sup>	20,6 ± 1,3 <sup>b</sup>	15,0 ± 3,3 <sup>a</sup>
60	55,8 ± 4,9 <sup>b</sup>	-1,2 ± 0,8 <sup>b</sup>	23,8 ± 1,9 <sup>a</sup>	17,7 ± 4,0 <sup>a</sup>

Ghi chú: Kết quả thể hiện qua giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn, các giá trị có chữ cái viết phía trên khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).

**3.3. Ảnh hưởng của thời gian nảy mầm đến các chất chống oxy hóa trong bột đậu nành**

Các thành phần tham gia vào khả năng chống oxy hóa của đậu nành gồm hợp chất polyphenol, vitamin C và  $\alpha$ -tocopherol (vitamin E). Sự thay đổi các thành phần này cùng với khả năng chống oxy hóa ( $IC_{50}$ ) trong bột đậu nành trong quá trình nảy mầm được thể hiện ở hình 2. Kết quả cho thấy, nảy mầm làm gia tăng TPC, hàm lượng vitamin C,  $\alpha$ -tocopherol và khả năng chống oxy hóa trong bột đậu nành. Theo Cevallos-Casals và Cisneros-Zevallos (2010) [6], quá trình nảy mầm hạt làm gia tăng các hợp chất có hoạt tính

sinh học bao gồm hợp chất polyphenol. Trong nghiên cứu này, TPC bột đậu nành có xu hướng đạt giá trị cực đại khi đậu nành nảy mầm trong 60 giờ (Hình 2.A). Nhiều kết quả nghiên cứu trước đã công bố hàm lượng polyphenol tăng phụ thuộc vào thời gian nảy mầm. Ví dụ, TPC gia tăng từ 1.341,1 mg GAE/100 g chất khô trong hạt đậu lăng đến giá trị cực đại 1.630,2 mg GAE/100 g chất khô sau ngày thứ 5 của quá trình nảy mầm [24]. Sự gia tăng TPC trong quá trình nảy mầm bởi sự sinh tổng hợp và tích tụ sinh học của các hợp chất polyphenol như cơ chế phòng vệ đối với các tác động từ môi trường [25].



**Hình 2. Ảnh hưởng của thời gian nảy mầm đến: TPC (A), vitamin C (B),  $\alpha$ -tocopherol (C) và giá trị  $IC_{50}$  (D) của các mẫu bột đậu nành nảy mầm**

*Ghi chú: Kết quả thể hiện qua giá trị trung bình  $\pm$  độ lệch chuẩn, các giá trị có chữ cái viết phía trên các cột khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).*

Hàm lượng vitamin C trong bột đậu nành tăng có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) trong quá trình nảy mầm và đạt giá trị tối đa trong khoảng thời gian nảy mầm từ 48 - 60 giờ (Hình 2.B). Nhiều nghiên cứu đã công bố rằng, quá trình nảy mầm làm tăng hàm lượng vitamin C trong hạt họ đậu [26, 27]. Hàm lượng vitamin C của đậu nành tăng 91,3% sau khi nảy mầm 3 ngày [26]. Hàm

lượng vitamin C không được tìm thấy trong hạt đậu xanh và đậu gà, nhưng nó hiện diện với hàm lượng 37,0 và 20,0 mg/100 g, tương ứng trong đậu xanh và đậu gà sau 120 giờ nảy mầm [27]. Theo Davey và cs (2000) [28], sự khác biệt khả năng sinh tổng hợp vitamin C trong quá trình nảy mầm bị ảnh hưởng bởi loại hạt, độ chín, điều kiện khí hậu, điều kiện ánh sáng, phương pháp thu

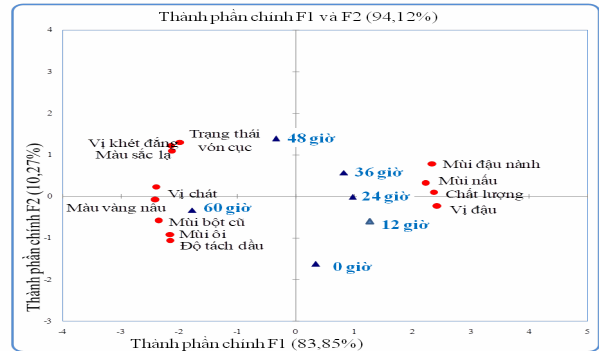
hoạch và bảo quản hạt. Sự tích tụ vitamin C trong quá trình nảy mầm có thể do bởi sự hoạt hóa của enzyme L-Galactono- $\gamma$ -lactone dehydrogenase liên quan đến sự oxy hóa L-galactono-1, 4-lactone tạo thành axit ascorbic (vitamin C). Enzyme này tăng hoạt tính trong quá trình nảy mầm của hạt [29].

Hàm lượng  $\alpha$ -tocopherol trong bột đậu nành gia tăng theo thời gian nảy mầm và đạt giá trị tối đa sau khoảng thời gian nảy mầm từ 36 - 60 giờ (Hình 3.C). Gia tăng hàm lượng  $\alpha$ -tocopherol trong quá trình nảy mầm cũng được công bố bởi Kou và Zhou (2016) [30] trên đậu xanh, đậu nành và đậu đen; bởi Vasantharuba và cs (2007) [31] trên đậu nành. Theo Vasantharuba và cs (2007) [31], sự gia tăng hàm lượng  $\alpha$ -tocopherol trong quá trình nảy mầm có thể do bởi sự gia tăng hoạt tính enzyme lipoxigenase trong hạt.

Hoạt tính chống oxy hóa của bột đậu nành nảy mầm thể hiện qua giá trị  $IC_{50}$  và được minh họa ở đồ thị hình 2.D. Bột đậu nành nảy mầm thể hiện khả năng chống oxy hóa khá cao và giá trị  $IC_{50}$  của bột đạt giá trị cực tiểu (tức khả năng chống oxy hóa cực đại), tương ứng với sản phẩm bột đậu nành nảy mầm sau 60 giờ (Hình 2.D). Sự gia tăng khả năng chống oxy hóa trong bột đậu nành nảy mầm là kết quả từ sự sinh tổng hợp các hợp chất polyphenol và vitamin C trong quá trình nảy mầm.

Nhiều nghiên cứu đã tìm thấy có mối tương quan giữa khả năng loại gốc tự do và TPC [32 - 34]. Trong nghiên cứu này, TPC tương quan nghịch biến với giá trị  $IC_{50}$  với giá trị  $R^2 = 0,922$ . Nghiên cứu của Giannakoula và cs (2012) [34] đã công bố TPC trong hạt đậu lăng tương quan ý nghĩa thống kê với tổng khả năng chống oxy hóa của hạt ( $R^2 = 0,99$ ). Bên cạnh đó, trong nghiên cứu này cũng cho thấy vitamin C góp phần vào hoạt tính chống oxy hóa của bột đậu nành nảy mầm, thể hiện qua mối tương quan nghịch với  $IC_{50}$  ( $R^2 = 0,917$ ). Có mối tương quan thuận giữa hoạt tính chống oxy hóa và hàm lượng polyphenol và vitamin C trong các chiết xuất từ các giống kiwi khác nhau ( $R^2 \geq 0,712$ ,  $p < 0,05$ ) [35]. Giá trị TPC và khả năng chống oxy hóa cao trong bột đậu nành nảy mầm là một kết quả rất khả quan làm tiền đề cho việc sử dụng sản phẩm trong khẩu phần ăn uống hàng ngày cho con người.

### 3.4. Ảnh hưởng của thời gian nảy mầm đến chất lượng cảm quan sản phẩm bột đậu nành nảy mầm



Hình 3. Biểu đồ thể hiện sự tương quan giữa các thuộc tính cảm quan của sản phẩm bột đậu nành theo thời gian nảy mầm

Kết quả phân tích thành phần chính PCA các thuộc tính cảm quan của sản phẩm được thể hiện ở hình 3. Kết quả phân tích các thuộc tính sản phẩm trên cho thấy, các thuộc tính thể hiện chất lượng sản phẩm như mùi đậu nành, vị đậu nành gần điểm chất lượng chung, các thuộc tính thể hiện chất lượng này chủ yếu nằm về phía chiều dương của trục thành phần thứ nhất. Trong vùng này hiện diện sản phẩm bột đậu nành có thời gian nảy mầm 0 giờ, 12 giờ, 24 giờ và 36 giờ, nên các mẫu sản phẩm này thể hiện chất lượng cảm quan tốt. Ngược lại, các thuộc tính làm giảm chất lượng sản phẩm như: Mùi bột cũ, mùi ôi, màu vàng nâu, vị khét đắng, vị chát, màu sắc lạ, trạng thái vón cục nằm xa điểm chất lượng. Các thuộc tính này có khuynh hướng nằm về phía chiều âm của trục thành phần thứ nhất. Các mẫu sản phẩm còn lại (nảy mầm ở 48 giờ và 60 giờ) nằm trong vùng này nên có chất lượng cảm quan kém. Kết quả đo màu đã thảo luận ở trên cho thấy, sản phẩm với thời gian nảy mầm 48 và 60 giờ thể hiện màu sắc sậm rõ và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các sản phẩm còn lại.

Sản phẩm bột đậu nành không nảy mầm (0 giờ), nảy mầm trong 12 giờ và 24 giờ có hàm lượng protein, polyphenol, khả năng quét gốc tự do DPPH, vitamin C và vitamin E không cao, dinh dưỡng thấp hơn so với ba sản phẩm còn lại. Sản phẩm bột đậu nành nảy mầm 48 và 60 giờ do thời gian nảy mầm quá dài nên hai mẫu sản phẩm ở 48 và 60 giờ có chất lượng kém hơn. Thời gian càng dài tỉ lệ hư hỏng càng cao do các phản ứng phân hủy và thủy phân một số chất dinh dưỡng do

enzyme và một số vi sinh vật gây ra trong đậu nành làm phát ra mùi ôi gây khó chịu, không thích hợp để chế biến sản phẩm sữa đậu nành. Mặt khác, hiệu quả về kinh tế không cao do tỉ lệ hư hỏng nhiều. Do đó, sản phẩm bột đậu nành nảy mầm ở 36 giờ được chọn làm sản phẩm bột đậu nành nảy mầm chức năng đáp ứng nhu cầu về thực phẩm dinh dưỡng của người tiêu dùng hiện nay. Kết quả nghiên cứu này cũng tương tự như kết quả nghiên cứu của Cornejo và Rosell (2015) [36], cho thấy gạo lứt nảy mầm sau 48 giờ sẽ làm giảm chất lượng của bột mì và bánh mì không chứa gluten.

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã chứng minh tác động của quá trình nảy mầm đối với sự thay đổi thành phần dinh dưỡng, hoạt tính chống oxy hóa và chất lượng cảm quan của sản phẩm bột đậu nành. Kết quả cho thấy, quá trình nảy mầm đã nâng cao giá trị dinh dưỡng cho hạt, thông qua sự gia tăng hàm lượng protein và giảm hàm lượng lipid. Các hợp chất có hoạt tính chống oxy hóa (hợp chất phenolic, vitamin C,  $\alpha$ -tocopherol) và hoạt tính chống oxy hóa của bột đậu nành gia tăng sau quá trình nảy mầm. Ngoài ra, các đặc tính màu sắc của bột đậu nành bị ảnh hưởng tích cực bởi thời gian nảy mầm. Nhìn chung, nghiên cứu này nhấn mạnh tiềm năng đầy hứa hẹn của bột đậu nành nảy mầm như một nguồn thực phẩm giàu dinh dưỡng bền vững trong việc giải quyết tình trạng suy dinh dưỡng protein-năng lượng và tính linh hoạt của nó trong việc phát triển các sản phẩm thực phẩm dinh dưỡng và giàu hoạt tính chống oxy hóa.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Huang, X., Cai, W. & Xu, B. (2014). Kinetic changes of nutrients and antioxidant capacities of germinated soybean (*Glycine max L.*) and mung bean (*Vigna radiata L.*) with germination time. *Food Chemistry*, 143, 268 - 276.

[2]. Cho, S. Y., Lee, Y. N. & Park, H. J. (2009). Optimization of ethanol extraction and further purification of isoflavones from soybean sprout cotyledon. *Food Chemistry*, 117(2): 312 - 317.

[3]. Kumar, V., Rani, A., Pandey, V. & Chauhan, G. (2006). Changes in lipoxygenase isozymes and trypsin inhibitor activity in soybean

during germination at different temperatures. *Food Chemistry*, 99(3): 563 - 568.

[4]. Reddy, N., Sathe, S. & Salunkhe, D. (1982). Phytates in legumes and cereals. *Advances in Food Research*, 28, 1 - 92.

[5]. Guo, X., Li, T., Tang, K. & Liu, R. H. (2012). Effect of germination on phytochemical profiles and antioxidant activity of mung bean sprouts (*Vigna radiata*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(44): 11050 - 11055.

[6]. Cevallos-Casals, B. A. & Cisneros-Zevallos, L. (2010). Impact of germination on phenolic content and antioxidant activity of 13 edible seed species. *Food Chemistry*, 119(4): 1485 - 1490.

[7]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 10788:2015. Malt - Xác định độ ẩm - Phương pháp khối lượng.

[8]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8125:2015 (ISO 20483:2013). Ngũ cốc và đậu đỗ - Xác định hàm lượng nitơ và tính hàm lượng protein thô - Phương pháp Kjeldahl.

[9]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 10730:2015. Sản phẩm cacao - Xác định hàm lượng chất béo - Phương pháp chiết Soxhlet.

[10]. Mao, C., He, G., Du, X., Cui, M. & Gao, S. (2013). Biochemical changes in the fermentation of the soy sauce prepared with bitter. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 5(2): 144 - 147.

[11]. Jiang, S., Cai, W. & Xu, B. (2013). Food quality improvement of soy milk made from short-time germinated soybeans. *Foods*, 2(2): 198 - 212.

[12]. Mussa, S. B. & Sharaa, I. (2014). Analysis of vitamin C (ascorbic acid) contents packed fruit juice by UV-spectrophotometry and redox titration methods. *IOSR Journal of Applied Physics*, 6(5): 46 - 52.

[12]. Rutkowski, M. & Grzegorzczak, K. (2007). Modifications of spectrophotometric methods for antioxidative vitamins determination convenient in analytic practice. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 6(3): 17 - 28.

[14]. Liu, J., Wang, C., Wang, Z., Zhang, C., Lu, S. & Liu, J. (2011). The antioxidant and

- free-radical scavenging activities of extract and fractions from corn silk (*Zea mays* L.) and related flavone glycosides. *Food Chemistry*, 126(1): 261 -269.
- [15]. Mohd-Kasim, Z., Zubairi, S., Aris, H. & Babji, A. (2023). Antioxidant capacity and sensory quality of soy-based powder drink mix enriched with functional hydrolysates of swiftlet (*Aerodramus fuciphagus*). *Arabian Journal of Chemistry*, 16, 104553.
- [16]. Uppal, V. & Bains, K. (2012). Effect of germination periods and hydrothermal treatments on in vitro protein and starch digestibility of germinated legumes. *Journal of Food Science and Technology (Mysore)*, 49(2): 184-191.
- [17]. Chauhan, A., Kumari, N. & Saxena, D. (2022). Effect of germination on fatty acid profile, amino acid profile and minerals of amaranth (*Amaranthus* spp.) grain. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16, 1 - 10.
- [18]. Inyang, C. & Zakari, U. (2008). Effect of germination and fermentation of pearl millet on proximate, chemical and sensory properties of instant "Fura" - A Nigerian cereal food. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7(1): 9 - 12.
- [19]. El-Adawy, T. A. (2002). Nutritional composition and antinutritional factors of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination. *Plant Foods Hum Nutr*, 57(1): 83 - 97.
- [20]. Ahmadzadeh G. R. & Prakash, J. (2007). The impact of germination and dehulling on nutrients antinutrients *in vitro* iron and calcium bioavailability and *in vitro* starch and protein digestibility of some legume seed. *LWT - Food Science and Technology*, 40, 1292 - 1299.
- [21]. Duong, T. P. L., Phan, T. B. T., Trang, S. T. & Ha, T. T. (2018). Changes in  $\alpha$ -galactosidase activity and oligosaccharides during germination of soybean seeds. *CTU Journal of Innovation and Sustainable Development*, 54(Special issue on Agriculture): 8 - 15.
- [22]. Sobowale, S. S., Olatunji, B. F. & Fayemi, O. E. (2025). Effect of germination and subsequent fermentation period on the functional, color, and antinutrients of pigeon pea (*Cajanus cajan*) flour and its structural parts. *Food Science & Nutrition*, 13(8): e70750.
- [23]. Tian, B., Xie, B., Shi, J., Wu, J., Cai, Y., Xu, T., Xue, S. & Deng, Q. (2010). Physicochemical changes of oat seeds during germination. *Food Chemistry*, 119, 1195 - 1200.
- [24]. Fouad, A. A. & Rehab, F. A. (2015). Effect of germination time on proximate analysis, bioactive compounds and antioxidant activity of lentil (*Lens culinaris* Medik.) sprouts. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 14(3): 233 - 246.
- [25]. Randhir, R., Lin, Y.-T. & Shetty, K. (2004). Stimulation of phenolics, antioxidant and antimicrobial activities in dark germinated mung bean sprouts in response to peptide and phytochemical elicitors. *Process Biochemistry*, 39(5): 637 - 646.
- [26]. Ahmad, S. & Pathak, D. (2000). Nutritional changes in soybean during germination. *Journal of Food Science and Technology*, 37(6): 665 - 666.
- [27]. Masood, T., Shah, H. & Zeb, A. (2014). Effect of sprouting time on proximate composition and ascorbic acid level of Mung bean (*Vigna radiata* L.) and Chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 24, 850 - 859.
- [28]. Davey, M. W., Montagu, M. V., Inzé, D., Sanmartin, M., Kanellis, A., Smirnoff, N., Benzie, I. J. J., Strain, J. J., Favell, D. & Fletcher, J. (2000). Plant L-ascorbic acid: Chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7): 825 - 860.
- [29]. Xu, M. J., Dong, J. F. & Zhu, M. Y. (2005). Effects of germination conditions on ascorbic acid level and yield of soybean sprouts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(6): 943 - 947.
- [30]. Kou, X. & Zhou, F. (2016). Bioactive compounds and antioxidant activity of mung bean (*Vigna radiata* L.), soybean (*Glycine max* L.) and black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during the germination process. *Czech Journal Food Science*, 34(1): 68 - 78.
- [31]. Vasantharuba, S., Wijesinghe, D. & Sivakanesan, R. (2007). Changes in vitamin E

and essential fatty acid contents and their interrelationship in soybean (*Glycine max* L. Merr.) seeds during germination and storage. *Tropical Agricultural Research*, 19, 119 - 127.

[32]. Gao, H., Cheng, N., Zhou, J., Wang, B., Deng, J. & Cao, W. (2014). Antioxidant activities and phenolic compounds of date plum persimmon (*Diospyros lotus* L.) fruits. *Journal of Food Science and Technology*, 51(5): 950 - 956.

[33]. Arabshahi-Delouee, S. & Urooj, A. (2007). Antioxidant properties of various solvent extracts of mulberry (*Morus indica* L.) leaves. *Food Chemistry*, 102(4): 1233 - 1240.

[34]. Giannakoula, A. E., Ilias, I. F., Maksimović, J. J. D., Maksimović, V. M. & Živanović, B. D. (2012). The effects of plant

growth regulators on growth, yield, and phenolic profile of lentil plants. *Journal of Food Composition and Analysis*, 28(1): 46 - 53.

[35]. Zuo, L.-L., Wang, Z.-Y., Fan, Z.-L., Tian, S.-Q. & Liu, J.-R. (2012). Evaluation of antioxidant and antiproliferative properties of three actinidia (*Actinidia kolomikta*, *Actinidia arguta*, *Actinidia chinensis*) extracts *in vitro*. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(5): 5506 - 5518.

[36]. Cornejo, F. & Rosell, C. (2015). Influence of germination time of brown rice in relation to flour and gluten free bread quality. *Journal of Food Science and Technology*, 52(10): 6591 - 6598.

## **EFFECT OF GERMINATION TIME ON NUTRITIONAL COMPOSITION, ANTIOXIDANT ACTIVITY AND SENSORY QUALITY OF SOYBEAN (*Glycine max* (L.) Merrill) POWDER**

**Duong Thi Phuong Lien<sup>1</sup>, Tran Minh Phuc<sup>2</sup>, Ha Thanh Toan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Cantho University

<sup>2</sup>Vinh Long University of Technology Education

### **Abstract**

This study assessed the impact of germination on the nutritional composition, antioxidant compounds and sensory quality of soybean flour. Germination was conducted at 25°C in darkness for 0, 12, 24, 36, 48, 60 hours. The results showed that germination significantly increased protein content while reducing lipid content. Antioxidant compounds, including vitamin C,  $\alpha$ -tocopherol and phenolic compounds, increased markedly with germination time, leading to enhanced antioxidant activity, as evidenced by a substantial decrease in the IC<sub>50</sub> value of soybean flour during germination. The sensory quality of soybean flour was also influenced by germination duration. Germination for up to 36 hours maintained acceptable sensory quality for the product and was therefore considered the suitable germination time for producing germinated soybean flour. Soybean flour germinated for 36 hours contained 41.52% protein, 18.87% lipid and 5.95% reducing sugars, with a dry matter recovery yield of 92.8%. The finished product exhibited vitamin C,  $\alpha$ -tocopherol and phenolic contents of 5.97 mg/g, 0.19 mg/g and 5.28 mg GAE/g, respectively, along with an IC<sub>50</sub> value of 10.1 mg/mL. Overall, germination improved the nutritional value and antioxidant activity of soybean flour, supporting its potential incorporation into protein-rich and bioactive food products.

**Keywords:** Soybean, sprouting, antioxidant activity, phenolic compounds, vitamin C.

**Ngày nhận bài:** 20/01/2026

**Ngày chuyển phản biện:** 02/02/2026

**Ngày thông qua phản biện:** 26/02/2026

**Ngày duyệt đăng:** 18/3/2026

# NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT HOÁ LÝ VÀ HOẠT TÍNH CHỐNG OXY HOÁ CỦA MẬT ONG HOA DỪA VÀ MẬT HOA DỪA CÔ ĐẶC CÓ NGUỒN GỐC TỪ TỈNH BẾN TRE (CŨ), NAY LÀ TỈNH VĨNH LONG

Nguyễn Thị Quỳnh Như<sup>1,\*</sup>, Trần Văn Nguyên<sup>3,4</sup>, Nguyễn Thị Ngọc Quỳnh<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Khoa Du lịch và Ẩm thực, Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh

<sup>3</sup> Khoa Kỹ thuật Hoá học, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

<sup>4</sup> Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

\*Email: nhuntq@huit.edu.vn

## TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm so sánh các tính chất hóa lý, thành phần hoạt chất sinh học và khả năng chống oxy hóa của mật ong hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc có nguồn gốc từ tỉnh Bến Tre (cũ), nay là tỉnh Vĩnh Long. Mười hai mẫu đại diện cho hai nhóm sản phẩm đã được phân tích theo các chỉ tiêu: Độ ẩm, axit tự do, HMF, diastase, đường tổng, saccharose, màu sắc, phenolic tổng, flavonoid tổng và hoạt tính chống oxy hóa. Kết quả cho thấy, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai sản phẩm ở hầu hết các chỉ tiêu. Mật ong hoa dừa thể hiện độ ẩm thấp (18,3%) và hàm lượng saccharose thấp (4,8%); hoạt tính enzyme diastase (3,0 °DN) và hàm lượng phenolic - flavonoid cao; cùng khả năng quét gốc tự do DPPH vượt trội. Ngược lại, mật hoa dừa cô đặc có hàm lượng HMF cao (174,2 mg/kg) và saccharose rất cao (45,7%), màu sẫm hơn (123,5 mm Pfund) và giá trị FRAP lớn, phản ánh ảnh hưởng mạnh của quá trình cô đặc nhiệt. Phân tích thành phần chính (PCA) cho thấy, có thể phân tách hoàn toàn hai nhóm mẫu, với các biến đặc trưng cho mật ong hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc. Những kết quả này cung cấp bằng chứng rõ ràng về sự khác biệt bản chất giữa hai sản phẩm và đề xuất các chỉ tiêu quan trọng có thể dùng để nhận diện và kiểm soát chất lượng.

**Từ khoá:** Mật ong hoa dừa, mật hoa dừa cô đặc, tính chất hoá lý, khả năng kháng oxy hoá.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tỉnh Bến Tre (cũ), nay là tỉnh Vĩnh Long có nguồn tài nguyên hoa dừa dồi dào, tạo điều kiện phát triển các sản phẩm giá trị gia tăng từ dịch hoa dừa. Trong nhóm sản phẩm này, mật hoa dừa cô đặc và mật ong hoa dừa đang được quan tâm nhờ giá trị kinh tế và tiềm năng dinh dưỡng, đồng thời góp phần đa dạng hóa sinh kế cho người trồng dừa.

Mật hoa dừa không chỉ là sản phẩm có giá trị dinh dưỡng cao thu được từ bấp hoa dừa non mà còn là nguyên liệu đa năng có thể chế biến được khoảng 60 sản phẩm có giá trị cao [1]. Mật hoa dừa giàu carbohydrate, với saccharose chiếm 14,8 - 16,6% hàm lượng và nhiều chất dinh dưỡng thiết yếu khác bao gồm 14 loại axit amin, 12 loại vitamin khác nhau và các khoáng chất khác nhau,

từ 0,3 - 0,4% [2]. Bên cạnh giá trị truyền thống, mật hoa dừa ngày càng được quan tâm nhờ xu hướng tiêu dùng thực phẩm tự nhiên, ít tinh luyện và có lợi cho sức khỏe [3]. Mật hoa dừa cô đặc từ nhựa hoa tươi cũng đang trở thành một sản phẩm nổi tiếng của người trồng dừa và được xem như một loại thực phẩm chức năng đầy hứa hẹn [3, 4]. Trong khi đó, mật ong hoa dừa là một chất ngọt tự nhiên do ong mật tạo ra từ mật hoa dừa. Mật ong là một trong những loại thực phẩm phức tạp nhất được sản xuất bởi tự nhiên, là chất làm ngọt duy nhất mà con người có thể sử dụng mà không cần chế biến [5]. Nhờ vào hương vị thơm ngon, giá trị dinh dưỡng và các đặc tính chống oxy hóa, kháng khuẩn và kháng viêm, mật ong rất được ưa chuộng và tiêu thụ rộng rãi trên toàn thế giới [6, 7].

Đối với mật ong hoa dứa, hiện tại chỉ ghi nhận một số thông tin rời rạc về thành phần phenolic so với các loại mật ong đơn hoa khác [8]. Còn đối với mật hoa dứa cô đặc, nghiên cứu chỉ tập trung đánh giá tiềm năng thành phần giá trị dinh dưỡng và phương pháp sản xuất của mật hoa dứa thô và mật hoa dứa cô đặc [1]. Tuy nhiên, việc so sánh có hệ thống giữa mật ong hoa dứa và mật hoa dứa cô đặc - hai sản phẩm cùng nguồn gốc hoa dứa nhưng khác cơ chế hình thành (sinh học bởi ong so với chế biến nhiệt) vẫn còn hạn chế. Do đặc điểm cảm quan (độ sệt và màu) có thể tương đối giống nhau, hai sản phẩm dễ bị nhầm lẫn hoặc bị lợi dụng trong gian lận thương mại. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm: (i) so sánh các chỉ tiêu hóa lý, hợp chất hoạt tính sinh học và khả năng chống oxy hóa của hai sản phẩm tại tỉnh Bến Tre (cũ); và (ii) sử dụng phân tích thành phần chính (PCA) để xác định các chỉ dấu phân biệt phục vụ nhận diện và kiểm soát chất lượng.

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

### **2.1. Vật liệu**

Mật ong hoa dứa và mật hoa dứa cô đặc được thu thập tại các cơ sở khai thác/sản xuất ở vùng trồng dứa thuộc tỉnh Bến Tre (cũ) trong vụ mùa năm 2025. Tổng cộng 12 mẫu được thu thập, gồm 6 mẫu mật ong hoa dứa và 6 mẫu mật hoa dứa cô đặc. Mẫu mật ong được cam kết nguyên chất, không pha trộn, không gia nhiệt và không qua xử lý/bảo quản công nghiệp. Mật hoa dứa cô đặc được sản xuất bằng phương pháp cô đặc có gia nhiệt theo quy mô truyền thống hoặc bán công nghiệp. Các mẫu được chia vào lọ thủy tinh tối màu (100 mL/lọ) và bảo quản ở 20°C trong điều kiện tối, tối đa 3 tháng cho đến khi phân tích.

### **2.2. Phương pháp nghiên cứu**

#### *2.2.1. Phân tích các chỉ tiêu hoá lý*

Các chỉ tiêu hóa lý như độ ẩm, hàm lượng axit, HMF (5-Hydroxymethylfurfural) và đường được xác định dựa trên các phương pháp đã được công bố bởi Nguyen và cs (2024) [9]. Độ ẩm của mẫu được đo bằng khúc xạ kế kỹ thuật số (RM 40, Thụy Sĩ), theo phương pháp AOAC 969.38 [10]. Hàm lượng axit tự do được xác định thông qua phương pháp chuẩn độ kiềm [10]. Hàm lượng HMF được phân tích bằng kỹ

thuật sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC) với đầu dò từ ngoại (Agilent Technologies 1290, Hoa Kỳ). Tổng hàm lượng đường được xác định bằng phương pháp phenol-axit sulfuric [11]. Phân tích HPLC được sử dụng để xác định hàm lượng saccharose bằng thiết bị Dionex UltiMate (Thermo Fisher Scientific, Hoa Kỳ) với cột Sugar SC1011 (Showa Denko K.K., Nhật Bản) và đầu dò chỉ số khúc xạ Shodex RI-101 (Showa Denko K.K., Nhật Bản). Chỉ số màu được xác định theo thang Pfund bằng phương pháp đo quang (HI 96785, Hanna Instruments, Woonsocket, RI, Hoa Kỳ) [12].

#### *2.2.2. Xác định hàm lượng phenolic tổng, flavonoid tổng và hoạt tính chống oxy hóa*

Tổng hàm lượng phenolic được xác định bằng phương pháp đo quang phổ sử dụng thuốc thử Folin-Ciocalteu. Kết quả được biểu thị bằng mg gallic axit tương đương (GAE)/100 g [13]. Hàm lượng flavonoid tổng được xác định theo phương pháp  $AlCl_3$ , dựa trên phản ứng tạo phức giữa flavonoid và  $AlCl_3$  và đo độ hấp thụ tại bước sóng 415 nm. Quercetin được sử dụng làm chất chuẩn và kết quả được biểu thị theo mg quercetin tương đương (mg QE/100 g) [14]. Hoạt tính chống oxy hóa được đánh giá thông qua: (i) phép thử quét gốc tự do DPPH và (ii) phép thử khả năng khử sắt FRAP [15].

### **2.3. Xử lý số liệu**

Tất cả các thí nghiệm được tiến hành 3 lần; kết quả được báo cáo là giá trị trung bình  $\pm$  độ lệch chuẩn (SD). Sự khác biệt giữa hai nhóm sản phẩm (mật ong hoa dứa và mật hoa dứa cô đặc) được đánh giá bằng phân tích phương sai một chiều (one-way ANOVA), kết hợp với phép kiểm định hậu kiểm Tukey ở mức ý nghĩa  $p < 0,05$ , sử dụng phần mềm Minitab 16 (Minitab Co., State College, PA, Hoa Kỳ). Phân tích thành phần chính (PCA) được thực hiện bằng phần mềm Statistica 12.0 (StatSoft, Tulsa, Oklahoma, Hoa Kỳ) nhằm đánh giá khả năng phân biệt giữa mật ong hoa dứa và mật hoa dứa cô đặc dựa trên tổ hợp các chỉ tiêu phân tích bao gồm: Độ ẩm, axit tự do, HMF, diastase, đường tổng, saccharose, chỉ số màu, phenolic tổng, flavonoid tổng và hoạt tính chống oxy hóa (DPPH và FRAP). Kết quả PCA được thể hiện thông qua biểu đồ điểm (score plot) và biểu đồ hệ số tải (loading plot).

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

#### 3.1. Tính chất hoá lý của mật ong hoa dứa và mật ong hoa dứa cô đặc

Bảng 1 trình bày sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) đối với các chỉ tiêu hoá lý của mật ong hoa dứa và mật hoa dứa cô đặc, phản ánh bản chất khác nhau về quá trình hình thành và chế biến của chúng.

**Bảng 1. Tính chất hoá lý của mật ong hoa dứa và mật hoa dứa cô đặc**

Thông số	Mật ong hoa dứa	Mật hoa dứa
Độ ẩm (%)	18,3 ± 0,3 <sup>a</sup>	22,7 ± 3,2 <sup>b</sup>
Axit tự do (meq/kg)	20,7 ± 3,1 <sup>a</sup>	44,3 ± 2,1 <sup>b</sup>
HMF (mg/kg)	34,8 ± 1,9 <sup>a</sup>	174,2 ± 39,4 <sup>b</sup>
Diastase (°DN)	3,0 ± 0,9 <sup>a</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>b</sup>
Đường tổng (%)	81,5 ± 2,9 <sup>a</sup>	72,3 ± 1,9 <sup>b</sup>
Saccharose (%)	4,8 ± 0,7 <sup>b</sup>	45,7 ± 1,3 <sup>a</sup>
Màu (mm Pfund)	70,7 ± 0,9 <sup>b</sup>	123,5 ± 3,3 <sup>a</sup>

*Ghi chú: Dữ liệu được trình bày dưới dạng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn (n = 3). Các chữ cái khác nhau (a, b, c) trong cùng một hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nhóm ở mức  $p < 0,05$ .*

Mật ong hoa dứa có độ ẩm thấp hơn đáng kể so với mật hoa dứa cô đặc (Bảng 1). Giá trị độ ẩm của mật ong hoa dứa nằm trong ngưỡng cho phép theo tiêu chuẩn Codex Alimentarius đối với mật ong ( $\leq 20\%$ ), cho thấy khả năng bảo quản tốt và hạn chế nguy cơ lên men vi sinh vật [16]. Trong khi đó, mật hoa dứa cô đặc không chỉ có độ ẩm vượt ngưỡng mà còn thể hiện độ lệch chuẩn lớn ( $\pm 3,2\%$ ), phản ánh sự thiếu đồng nhất trong quá trình cô đặc. Sự khác biệt này cho thấy, độ ẩm của mật ong hoa dứa ổn định hơn so với mật hoa dứa được cô đặc bằng phương pháp gia nhiệt nhân tạo.

Hàm lượng axit tự do của mật hoa dứa cô đặc cao hơn hai lần so với mật ong hoa dứa. Cả hai giá trị đều nằm trong giới hạn cho phép của Codex ( $\leq 50$  meq/kg) [17], nhưng mật hoa dứa cô đặc tiệm cận ngưỡng giới hạn trên. Hàm lượng axit cao trong mật hoa dứa cô đặc có thể do quá trình lên men vi sinh vật xảy ra trong giai đoạn thu hoạch và xử lý dịch mật hoa dứa trước khi cô đặc [18], cũng như sự tích lũy các axit hữu cơ do phản ứng phân hủy đường dưới tác động của nhiệt độ cao [19].

Hydroxymethylfurfural (HMF) là chỉ tiêu thể hiện sự khác biệt rõ rệt nhất giữa hai sản phẩm. Mật hoa dứa cô đặc có hàm lượng HMF cao gấp khoảng năm lần so với mật ong hoa dứa. Trong khi giá trị HMF của mật ong hoa dứa đạt tiêu chuẩn Codex dành cho mật ong vùng nhiệt đới ( $\leq 80$  mg/kg), mật hoa dứa cô đặc vượt quá ngưỡng

cho phép. HMF là sản phẩm của phản ứng phân hủy đường fructose trong môi trường axit và ở nhiệt độ cao, đồng thời là chỉ dấu đặc trưng cho mức độ xử lý nhiệt của sản phẩm [20]. Kết quả này cho thấy, quá trình cô đặc nhiệt đã gây ra sự suy giảm đáng kể về chất lượng hóa học của mật hoa dứa.

Hoạt tính enzyme diastase của mật ong hoa dứa đạt khoảng 3 °DN, trong khi mật hoa dứa cô đặc hoàn toàn không phát hiện hoạt tính diastase. Kết quả này hoàn toàn phù hợp bởi diastase là enzyme có nguồn gốc từ tuyến hạ hầu của ong mật và do đó không hiện diện trong mật hoa dứa cô đặc - một sản phẩm không trải qua quá trình chế biến sinh học bởi ong. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng, giá trị diastase của mật ong hoa dứa thấp hơn ngưỡng tối thiểu theo Codex ( $\geq 8$  °DN). Điều này có thể liên quan đến đặc tính tự nhiên của mật ong hoa dứa vùng nhiệt đới, nơi nhiệt độ môi trường cao có thể gây bất hoạt enzyme trong quá trình bảo quản, hoặc do hàm lượng enzyme nội sinh trong loại mật ong này vốn thấp [9].

Về hàm lượng đường tổng, mật ong hoa dứa có hàm lượng đường tổng cao hơn có ý nghĩa thống kê so với mật hoa dứa cô đặc. Điều này có thể do độ ẩm thấp hơn của mật ong hoa dứa so với mật hoa dứa cô đặc. Đáng chú ý, sự khác biệt về hàm lượng saccharose giữa hai sản phẩm là rất lớn: Mật ong hoa dứa chỉ chứa 4,8% saccharose, trong khi mật hoa dứa cô đặc lên đến 45,7%, cao gấp khoảng 9,5 lần. Sự chênh lệch này được giải

thích bởi hoạt tính enzyme invertase mà ong tiết vào mật hoa trong quá trình chế biến, giúp thủy phân saccharose thành glucose và fructose [5, 21]. Mật hoa dừa cô đặc không trải qua quá trình chuyển hóa enzyme này nên vẫn giữ lại phần lớn saccharose nguyên thủy từ dịch hoa. Hàm lượng saccharose thấp của mật ong hoa dừa đáp ứng tiêu chuẩn Codex ( $\leq 5\%$ ), trong khi mức saccharose rất cao trong mật hoa dừa cô đặc là đặc điểm phân biệt rõ ràng nhất giữa hai sản phẩm.

Chỉ số màu đo bằng thang Pfund cho thấy, mật hoa dừa cô đặc ( $123,5 \pm 3,3$  mmPfund, tương đương mức "dark amber") có màu sẫm hơn đáng kể so với mật ong hoa dừa ( $70,7 \pm 0,9$  mmPfund, mức "light amber"). Màu sẫm hơn của mật hoa dừa cô đặc có mối tương quan thuận với hàm lượng HMF cao, phản ánh sự hình thành các hợp chất melanoidin thông qua phản ứng Maillard và phản ứng caramel hóa đường trong quá trình xử lý nhiệt kéo dài [20].

Tóm lại, kết quả phân tích cho thấy, mật ong hoa dừa có chất lượng vượt trội hơn so với mật hoa dừa cô đặc trên hầu hết các chỉ tiêu hóa lý, nhờ quá trình chuyển hóa sinh học đặc trưng của ong mật. Ba chỉ tiêu gồm: HMF, hoạt tính diastase và hàm lượng saccharose thể hiện sự khác biệt rõ rệt nhất, có thể được sử dụng làm chỉ thị hiệu quả để phân biệt mật ong hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc trong công tác kiểm soát chất lượng và phòng chống gian lận thương mại.

### 3.2. Hàm lượng phenolic tổng, flavonoid tổng, carotenoid và khả năng chống oxy hoá

Bảng 2 trình bày hàm lượng các hợp chất có hoạt tính sinh học (phenolic tổng, flavonoid tổng) và khả năng chống oxy hoá (hoạt tính bắt gốc DPPH và khả năng chống oxy hóa khử sắt - FRAP) của mật ong hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc. Kết quả cho thấy, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) giữa hai sản phẩm trên tất cả bốn chỉ tiêu được khảo sát, tuy nhiên xu hướng khác biệt không đồng nhất giữa hai phương pháp đo khả năng chống oxy hoá.

Về hàm lượng các hợp chất hoạt tính sinh học, mật ong hoa dừa thể hiện ưu thế rõ rệt so với mật hoa dừa cô đặc. Cụ thể, hàm lượng phenolic tổng của mật ong hoa dừa cao hơn có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) so với mật hoa dừa cô đặc, tương ứng mức chênh lệch khoảng 25%. Tương tự, hàm lượng flavonoid tổng của mật ong hoa dừa cao gấp khoảng 1,7 lần so với mật hoa dừa cô đặc. Sự vượt trội này có thể được giải thích bởi hai yếu tố chính: Thứ nhất, mật ong có đa dạng thành phần phấn hoa do ong mật tiếp xúc trong quá trình thu thập mật hoa [22], góp phần làm giàu thêm thành phần phenolic và flavonoid trong sản phẩm cuối cùng; thứ hai, quá trình cô đặc nhiệt kéo dài có thể gây phân hủy một phần các hợp chất phenolic và flavonoid vốn nhạy cảm với nhiệt trong mật hoa dừa cô đặc [23].

**Bảng 2. Hàm lượng phenolic, flavonoid, carotenoid tổng và khả năng chống oxy hóa của mật ong hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc**

Mật ong	Mật ong hoa dừa	Mật hoa dừa
Hàm lượng phenolic tổng (mg GAE/100 g)	$87,4 \pm 5,1^b$	$69,7 \pm 1,4^a$
Hàm lượng flavonoid tổng (mg QE/100 g)	$53,59 \pm 2,07^b$	$31 \pm 1,9^a$
Hoạt tính bắt gốc DPPH ( $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ )	$346,1 \pm 15,5^b$	$224,2 \pm 18,3^a$
Khả năng chống oxy hóa sắt (FRAP) ( $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ )	$219,3 \pm 14,5^b$	$390,2 \pm 10,1^a$

*Ghi chú: Dữ liệu được trình bày dưới dạng giá trị trung bình  $\pm$  độ lệch chuẩn ( $n = 3$ ). Các chữ cái khác nhau (a, b, c) trong cùng một hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nhóm ở mức  $p < 0,05$ .*

Về khả năng chống oxy hóa, hai phương pháp DPPH và FRAP cho kết quả theo hai xu hướng ngược nhau, phản ánh sự khác biệt về cơ chế hoạt động của từng phép thử. Đối với phương

pháp DPPH - đánh giá khả năng quét gốc tự do, mật ong hoa dừa thể hiện hoạt tính cao hơn 54% so với mật hoa dừa cô đặc. Kết quả này tương quan thuận với hàm lượng phenolic tổng và

flavonoid tổng cao hơn trong mật ong hoa dứa, phù hợp với nhiều nghiên cứu trước đây đã chứng minh mối tương quan chặt giữa hàm lượng polyphenol và khả năng quét gốc tự do DPPH trong mật ong [24].

Ngược lại, đối với phương pháp FRAP - đánh giá khả năng khử ion sắt (III), mật hoa dứa cô đặc lại cho giá trị cao hơn 1,8 lần so với mật ong hoa dứa. Kết quả có thể được giải thích, do sự đóng góp của các sản phẩm phản ứng Maillard hình thành trong quá trình xử lý nhiệt cô đặc. Như đã phân tích ở bảng 1, mật hoa dứa cô đặc có hàm lượng HMF rất cao ( $174,2 \pm 39,4$  mg/kg) và màu sẫm ( $123,5 \pm 3,3$  mmPfund), cho thấy sự hiện diện đáng kể của các melanoidin và các sản phẩm phản ứng Maillard giai đoạn cuối. Các hợp chất này được biết đến với khả năng khử kim loại chuyển tiếp mạnh, do đó làm tăng giá trị FRAP mà không nhất thiết phản ánh hoạt tính chống oxy hoá sinh học thực sự của sản phẩm [25]. Ngoài ra, phương pháp FRAP hoạt động theo cơ chế chuyển electron đơn (single electron transfer - SET), không đánh giá được khả năng quét gốc tự do trực tiếp như DPPH, nên sự đóng góp của các hợp chất phi phenolic có tính khử cao trong mật hoa dứa cô đặc có thể là nguyên nhân chính dẫn đến sự bất tương đồng giữa hai phép thử [26].

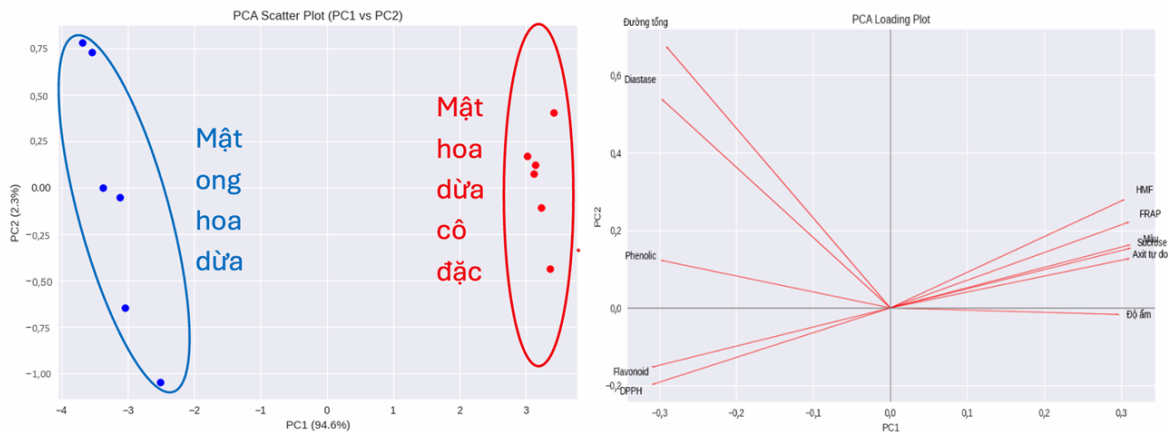
Nhìn chung, mật ong hoa dứa có hàm lượng các hợp chất phenolic và flavonoid cao hơn cùng khả năng quét gốc tự do DPPH vượt trội, phản ánh tiềm năng chống oxy hóa sinh học thực sự tốt hơn so với mật hoa dứa cô đặc. Giá trị FRAP cao

của mật hoa dứa cô đặc chủ yếu xuất phát từ các sản phẩm phản ứng Maillard do xử lý nhiệt, hơn là từ các hợp chất chống oxy hóa tự nhiên.

### 3.3. Phân tích thành phần chính (PCA)

Kết quả phân tích thành phần chính cho thấy, thành phần chính thứ nhất (PC1) giải thích 94,6% tổng phương sai của bộ dữ liệu và phân tách hoàn toàn hai sản phẩm trên một trục duy nhất. Mật ong hoa dứa nằm ở phía âm trong khi mật hoa dứa cô đặc nằm ở phía dương của PC1, với khoảng cách lớn, cho thấy sự khác biệt toàn diện về đặc tính hoá lý và sinh học giữa hai sản phẩm.

Phân tích hệ số tải (loading) trên PC1 cho phép phân chia các biến thành hai nhóm đặc trưng rõ rệt. Nhóm thứ nhất, với hệ số tải âm, bao gồm các chỉ tiêu: Diastase, đường tổng, phenolic tổng, flavonoid tổng và hoạt tính quét gốc tự do DPPH - đây là những biến đặc trưng cho mật ong hoa dứa. Các chỉ tiêu này phản ánh quá trình chuyển hoá sinh học đặc trưng của ong mật (hoạt tính enzyme, chuyển hoá saccharose thành đường đơn) cũng như hàm lượng cao các hợp chất chống oxy hóa tự nhiên có nguồn gốc thực vật. Nhóm thứ hai, với hệ số tải dương, bao gồm: Độ ẩm, axit tự do, HMF, saccharose, chỉ số màu và giá trị FRAP - là những biến đặc trưng cho mật hoa dứa cô đặc. Nhóm biến này phản ánh các đặc tính liên quan đến xử lý nhiệt (HMF cao, màu sẫm), sự thiếu vắng quá trình chuyển hoá enzyme (hàm lượng saccharose cao) và sự đóng góp của sản phẩm phản ứng Maillard vào năng lực khử sắt (FRAP).



**Hình 1. Biểu đồ phân tích thành phần chính (PCA): (a) Biểu đồ điểm PCA của mật hoa dứa và mật ong hoa dứa cô đặc; (b) Biểu đồ phân tích PCA của các chỉ tiêu hóa lý và hoạt tính kháng oxy hóa của các mẫu mật ong**

Sự đối lập giữa hai nhóm biến trên PC1 mang ý nghĩa sinh học rõ ràng: Phía âm của trục đại diện cho "dấu ấn sinh học của ong mật" trong khi phía dương đại diện cho "dấu ấn xử lý nhiệt". Điều đáng chú ý là giá trị FRAP và DPPH - cùng là chỉ tiêu chống oxy hoá lại nằm ở hai phía đối lập của PC1, khẳng định thêm nhận định rằng, hoạt tính FRAP cao trong mật hoa dừa cô đặc chủ yếu bắt nguồn từ các sản phẩm phản ứng Maillard chứ không phải từ hợp chất chống oxy hoá tự nhiên.

#### **4. KẾT LUẬN**

Kết quả nghiên cứu đã chứng minh sự khác biệt rõ rệt giữa mật ong hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc trên cả phương diện hóa lý lẫn hoạt tính sinh học. Mật ong hoa dừa thể hiện các đặc tính điển hình của sản phẩm được ong chuyển hóa tự nhiên, bao gồm: Độ ẩm thấp, hàm lượng saccharose thấp, hoạt tính diastase hiện diện và hàm lượng phenolic-flavonoid cao, khả năng quét gốc tự do DPPH vượt trội. Ngược lại, mật hoa dừa cô đặc mang dấu ấn đặc trưng của quá trình xử lý nhiệt, thể hiện qua hàm lượng HMF rất cao, màu sắc sẫm, saccharose không được thủy phân và giá trị FRAP lớn. Kết quả phân tích PCA củng cố kết luận này khi cho thấy, "dấu ấn sinh học của ong mật" ở mật ong hoa dừa và "dấu ấn xử lý nhiệt" ở mật hoa dừa cô đặc. Các chỉ tiêu như: HMF, saccharose, diastase, phenolic tổng, flavonoid tổng và DPPH được xác định là những biến quan trọng nhất để phân biệt hai sản phẩm. Nhìn chung, mật ong hoa dừa có chất lượng vượt trội hơn về mặt dinh dưỡng và hoạt tính sinh học, trong khi mật hoa dừa cô đặc chịu ảnh hưởng mạnh của quá trình gia nhiệt. Các chỉ tiêu được xác định trong nghiên cứu có thể được sử dụng như công cụ hiệu quả trong kiểm soát chất lượng và truy xuất nguồn gốc đối với các sản phẩm từ hoa dừa trên thị trường.

#### **LỜI CẢM ƠN**

Nghiên cứu này do Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh bảo trợ và cấp kinh phí theo Hợp đồng số 23/HD-DCT, ký ngày 17 tháng 01 năm 2025.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1]. Ngo-Hoang, D.-L. (2023). Coconut flower - market potential and future forecast in

the coconut land (Ben Tre), Vietnam. *SSRN Electronic Journal*, 67KO3K, 1 - 8. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4394317>

[2]. Sudha, R., Niral, V., Hebbar, K. B. & Samsudeen, K. (2019). Coconut Inflorescence Sap. *Current Science*, 116(11), 1809. <https://doi.org/10.18520/cs/v116/i11/1809-1817>

[3]. Saraiva, A., Carrascosa, C., Ramos, F., Raheem, D., Lopes, M. & Raposo, A. (2023). Coconut Sugar: Chemical analysis and nutritional profile; health impacts; safety and quality control; food industry applications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 3671. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043671>

[4]. Trinidad, T., Mallillin, A., Avena, E., Rodriguez, R., Borlagdan, M., Cid, K. B. & Biona, K. (2015). Coconut sap sugar and syrup: A promising functional food/ingredient. *Acta Manilana*, 63, 25 - 32. <https://doi.org/10.53603/actamanil.63.2015.wgey3066>

[5]. Da Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O. & Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196, 309 - 323. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051>

[6]. Alzahrani, H. A., Boukraa, L., Bellik, Y., Abdellah, F., Bakhotmah, B. A., Kolayli, S. & Sahin, H. (2012). Evaluation of the antioxidant activity of three varieties of honey from different botanical and geographical origins. *Global Journal of Health Science*, 4(6), p191. <https://doi.org/10.5539/gjhs.v4n6p191>

[7]. Edo, G. I., Onoharigho, F. O., Akpoghelie, P. O., Akpoghelie, E. O., Agbo, J. J., Agoh, E. & Lawal, R. A. (2023). Natural honey (raw honey): Insights on quality, composition, economic and health effects: A comprehensive review. *Food Science and Engineering*, 7(1): 265 - 293. <https://doi.org/10.37256/fse.4220232713>

[8]. Pham, T. N., Le, H. T., Vinh, N. Q., Toan, T. Q. & Phat, T. M. (2021). Physicochemical properties, phenolic contents and antioxidant activity of Vietnamese honey. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 10 (4), 427 - 438. <https://doi.org/10.22101/jrifst.2021.295084.1258>

[9]. Nguyen, T. Q. N., Kružik, V., Škorpirová, T., Javůrková, Z., Pospiech, M., Anh,

- L. T. H., ... Čížková, H. (2024). Physicochemical, sugar, and volatile profile characterization of blong song, bidens, coffee, and mint honeys originating from Vietnam. *Journal of Apicultural Research*, 63(5): 946 - 958. <https://doi.org/10.1080/00218839.2024.2378514>.
- [10]. AOAC (2000). Official Methods of analysis. 17th edition. The association of official analytical chemists. Gaithersburg, MD, USA.
- [11]. Nielsen, S. S. (2010). Phenol-sulfuric acid method for total carbohydrates. In S. S. Nielsen (Ed.), *Food Analysis Laboratory Manual* (pp. 47 - 53). Boston, MA: Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1463-7\\_6](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1463-7_6)
- [12]. Castro, R. M., Escamilla, M. J. & Reig, F. B. (1992). Evaluation of the color of some Spanish Unifloral honey types as a characterization parameter. *Journal of AOAC International*, 75(3): 537 - 542. <https://doi.org/10.1093/jaoac/75.3.537>
- [13]. Ferreira, I. C. F. R., Aires, E., Barreira, J. C. M. & Estevinho, L. M. (2009). Antioxidant activity of Portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract. *Food Chemistry*, 114(4): 1438 - 1443. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.028>
- [14]. Bueno-Costa, F. M., Zambiasi, R. C., Bohmer, B. W., Chaves, F. C., Silva, W. P. D., Zanusso, J. T. & Dutra, I. (2016). Antibacterial and antioxidant activity of honeys from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *LWT*, 65, 333 - 340. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.018>
- [15]. Benzie, I. F. F. & Strain, J. J. (1999). [2] Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. In *Methods in Enzymology* (299, 15 - 27). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99005-5](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99005-5)
- [16]. Thakur, M., Gupta, N., Devi, D., Bajjiya, M. R., Sharma, R. & Sharma, D. (2022). Variations in physicochemical characteristics of honey: A review. *The Pharma Innovation Journal*, 11(7S): 337 - 348.
- [17]. Codex Alimentarius Commission (2001). Report of the seventh session of the codex committee on sugars. Joint Fao/Who Food Standard Programme.
- [18]. Pandiselvam, R., Manikantan, M. R., Binu, S. M., Ramesh, S. V., Beegum, S., Gopal, M., ... Shil, S. (2021). Reaction kinetics of physico-chemical attributes in coconut inflorescence sap during fermentation. *Journal of Food Science and Technology*, 58(9): 3589 - 3597. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05088-3>
- [19]. Kongkaew, S., Chaijan, M. & Riebroy, S. (2014). Some characteristics and antioxidant activity of commercial sugars produced in Thailand, *Current Applied Science and Technology*, 14(1): 1 - 9. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/cast/article/view/135496>
- [20]. Swasti, Y. R., Purwijantiningsih, E. & Pranata, F. S. (2024). Antioxidant activities and mutagenic compounds in coconut and palm sugar from special region of Yogyakarta Indonesia. *Food Research*, 8(4): 336 - 342. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.8\(4\).251](https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(4).251)
- [21]. Bogdanov, S., Lüllmann, C., Martin, P., Von Der Ohe, W., Russmann, H., Vorwohl, G., ... Vit, P. (1999). Honey quality and international regulatory standards: Review by the International Honey Commission. *Bee World*, 80(2): 61 - 69. <https://doi.org/10.1080/0005772X.1999.11099428>.
- [22]. Harif Fadzilah, N., Jaapar, M. F., Jajuli, R. & Wan Omar, W. A. (2017). Total phenolic content, total flavonoid and antioxidant activity of ethanolic bee pollen extracts from three species of Malaysian stingless bee. *Journal of Apicultural Research*, 56(2): 130 - 135. <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1287996>
- [23]. Haryanti, P., Supriyadi, Marseno, D. W. & Santoso, U. (2020). The changes of chemical composition and antioxidant activity of coconut sap during heating process. *Rasayan Journal of Chemistry*, 13(03): 2010 - 2019. <https://doi.org/10.31788/RJC.2020.1335443>
- [24]. Moniruzzaman, M., Sulaiman, S. A., Azlan, S. A. M. & Gan, S. H. (2013). Two-year variations of phenolics, flavonoids and antioxidant contents in acacia honey. *Molecules*,

18(12): 14694 - 14710. <https://doi.org/10.3390/molecules181214694>

[25]. Brudzynski, K. & Miotto, D. (2011). The recognition of high molecular weight melanoidins as the main components responsible for radical-scavenging capacity of unheated and heat-treated Canadian honeys. *Food Chemistry*, 125(2): 570 - 575. <https://doi.org/10.1016/j.>

foodchem.2010.09.049

[26]. Donoso-Bustamante, V., Osorio, E., Arias-Santé, M. F., De Camargo, A. C., Rincón-Cervera, M. Á., Amalraj, J., ... Araya-Maturana, R. (2025). Antioxidant activity of sinapic acid anilides: DPPH, ABTS, FRAP, electrochemical and theoretical analysis. *LWT*, 222, 117656. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.117656>.

**STUDY OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF COCONUT FLOWER HONEY AND CONCENTRATED COCONUT FLOWER NECTAR FROM BEN TRE PROVINCE (FORMER), NOW VINH LONG PROVINCE**

**Nguyen Thi Quynh Nhu<sup>1</sup>, Tran Van Nguyen<sup>3,4</sup>, Nguyen Thi Ngoc Quynh<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Faculty of Food Science and Technology,*

*Ho Chi Minh city University of Industry and Trade*

<sup>2</sup>*Faculty of Tourism and Culinary Arts,*

*Ho Chi Minh city University of Industry and Trade*

<sup>3</sup>*Faculty of Chemical Engineering, Ho Chi Minh city University of Technology*

<sup>4</sup>*Viet Nam National University Ho Chi Minh City*

**Abstract**

This study compared the physicochemical properties, bioactive compounds, and antioxidant capacity of two coconut-flower-derived products from Vinh Long province (formerly known as Ben Tre province): coconut blossom honey and concentrated coconut blossom nectar. Twelve samples (n = 6 per group) were analyzed for moisture content, free acidity, 5-hydroxymethylfurfural (HMF), diastase activity, total sugars, saccharose, Pfund color, total phenolics, total flavonoids and antioxidant activity (DPPH and FRAP assays). The two products differed significantly in most parameters. Coconut blossom honey showed lower moisture (18.3%) and saccharose (4.8%), measurable diastase activity (3.0 °DN), higher phenolic-flavonoid levels and stronger DPPH radical scavenging activity. In contrast, concentrated coconut blossom nectar exhibited much higher HMF (174.2 mg/kg) and saccharose (45.7%), darker color (123.5 mmPfund) and higher FRAP values, indicating a strong influence of the thermal concentration process. Principal component analysis (PCA) clearly separated the two product groups; HMF, saccharose, diastase, DPPH, total phenolics and total flavonoids were identified as key discriminant indicators for product identification and quality control.

**Keywords:** *Coconut honey, coconut honeydew, physicochemical properties, antioxidant capacity.*

**Ngày nhận bài:** 28/01/2026

**Ngày chuyển phản biện:** 10/02/2026

**Ngày thông qua phản biện:** 11/3/2026

**Ngày duyệt đăng:** 18/3/2026

# CHUYỂN DỊCH MÔ HÌNH QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG NƯỚC TẠI VIỆT NAM SANG GIÁM SÁT DỰA TRÊN DỮ LIỆU SỐ THỜI GIAN THỰC

Nguyễn Thanh Giao<sup>1, \*</sup>, Lý Quốc Sử<sup>2</sup>, Lê Vũ Trường<sup>2</sup>, Lê Đức Thừa<sup>2</sup>,  
Nguyễn Thị Mộng Tuyền<sup>2</sup>, Trần Văn Thom<sup>2</sup>, Hà Nguyễn<sup>2</sup>,  
Hà Thảo Nguyên<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Cẩm Diên<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> Sở Nông nghiệp và Môi trường thành phố Cần Thơ

\*Email: ntgiao@ctu.edu.vn

## TÓM TẮT

Nghiên cứu này phân tích quá trình chuyển đổi số trong công tác quản lý môi trường nước tại Việt Nam thông qua việc nghiên cứu hệ thống văn bản quy phạm pháp luật, với trọng tâm là Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 và Luật Tài nguyên nước năm 2023. Bằng phương pháp phân tích chính sách, nghiên cứu làm sáng tỏ sự thay đổi căn bản trong tư duy lập pháp từ kiểm soát nồng độ ô nhiễm đơn thuần qua lấy mẫu định kỳ sang kiểm soát tổng tải lượng dựa trên hệ thống quan trắc tự động, liên tục và dữ liệu thời gian thực. Đồng thời, làm rõ nguyên tắc xác định tổng tải lượng, thông qua việc tích hợp nồng độ chất ô nhiễm và lưu lượng xả thải. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, việc ban hành Nghị định số 05/2025/NĐ-CP và Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia mới vừa chuẩn hóa dữ liệu đầu vào, vừa cung cấp cơ sở pháp lý vững chắc cho cơ chế xử phạt vi phạm hành chính dựa trên chứng cứ điện tử. Nghiên cứu cho thấy, việc tích hợp dữ liệu quan trắc nguồn thải và môi trường xung quanh vào hệ thống cơ sở dữ liệu quốc gia thống nhất là giải pháp then chốt để chuyển dịch từ ứng phó sự cố thụ động sang kiểm soát chủ động nguồn ô nhiễm, phục vụ hiệu quả cho quản trị sức chịu tải lưu vực sông và phát triển kinh tế tuần hoàn.

**Từ khóa:** An ninh nguồn nước, dữ liệu số, Luật Bảo vệ môi trường, quan trắc tự động, quản trị nước thông minh.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

An ninh nguồn nước và kiểm soát ô nhiễm môi trường nước đang trở thành những thách thức an ninh phi truyền thống nghiêm trọng nhất đối với sự phát triển bền vững toàn cầu [1]. Trong kỷ nguyên công nghiệp 4.0, tư duy quản lý tài nguyên nước trên thế giới đang chứng kiến cuộc cách mạng về phương pháp luận: Chuyển dịch từ mô hình giám sát thụ động, định kỳ sang mô hình quản trị chủ động, thời gian thực dựa trên dữ liệu số [2, 3]. Đối với Việt Nam, quốc gia đang trong giai đoạn tăng tốc công nghiệp hóa nhưng đồng thời phải đối mặt với nguy cơ suy thoái nguồn nước mặt nghiêm trọng tại các lưu vực sông lớn [4], việc hiện đại hóa khung pháp lý về quan trắc môi trường không chỉ là yêu cầu kỹ thuật mà còn là mệnh lệnh chính trị để bảo đảm chất lượng cuộc sống người dân. Bước ngoặt mang tính nền tảng cho quá trình chuyển đổi này chính là sự ra

đòi của Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [5], văn bản luật lần đầu tiên quy định một cách hệ thống về quan trắc môi trường như một công cụ giám sát hữu hiệu và minh bạch hóa thông tin. Luật đã đặt nền móng pháp lý cho việc bắt buộc lắp đặt hệ thống quan trắc nước thải tự động, liên tục đối với các nguồn thải lớn, thay vì chỉ dựa vào việc lấy mẫu thủ công định kỳ vốn tiềm ẩn nhiều rủi ro về sai số và tiêu cực.

Để cụ thể hóa tư duy này, Chính phủ và các Bộ chuyên ngành đã ban hành một loạt các văn bản dưới luật, tạo nên một hành lang pháp lý đồng bộ và chặt chẽ. Cụ thể, Nghị định số 08/2022/NĐ-CP [6] và Nghị định số 05/2025/NĐ-CP [7] sửa đổi Nghị định số 08/2022/NĐ-CP [6] đã quy định chi tiết về đối tượng, tần suất và thông số quan trắc nước thải. Điểm tiến bộ của Nghị định số 05/2025/NĐ-CP [7] là việc phân cấp mạnh mẽ quyền hạn thẩm định và giám sát hệ

thống quan trắc cho địa phương, đồng thời tích hợp chặt chẽ quy trình vận hành thử nghiệm công trình xử lý chất thải với dữ liệu quan trắc trực tuyến, đảm bảo nước thải đầu ra phải đạt chuẩn trước khi xả ra môi trường tiếp nhận.

Về mặt tiêu chuẩn kỹ thuật, Việt Nam đã thiết lập được hệ thống thước đo chuẩn mực thông qua Thông tư số 01/2023/TT-BTNMT [8], ban hành Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng môi trường xung quanh. Bộ quy chuẩn này (bao gồm QCVN 08:2023/BTNMT về chất lượng nước mặt) không chỉ cập nhật các giới hạn cho phép của các chất ô nhiễm theo hướng tiệm cận quốc tế mà còn quy chuẩn hóa phương pháp quan trắc để đảm bảo tính đồng nhất của dữ liệu. Đáng chú ý, năm 2025 đánh dấu sự mở rộng phạm vi giám sát sang các thành phần môi trường liên quan mật thiết với nước mặt thông qua Thông tư số 01/2025/TT-BNNMT [9] của Bộ Nông nghiệp và Môi trường. Việc hoàn thiện Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng trầm tích (QCVN 43:2025/BNNMT [10]) giúp hoàn thiện việc đánh giá tình trạng của các dòng sông, nơi mà các chất ô nhiễm tích tụ lâu dài (như kim loại nặng) được giám sát chặt chẽ hơn.

Hơn nữa, xu hướng số hóa công tác quản lý được thể hiện rõ qua việc ứng dụng công nghệ viễn thám. Thông tư số 41/2024/TT-BTNMT [11] quy định kỹ thuật vận hành hệ thống cơ sở dữ liệu ảnh viễn thám quốc gia đã mở ra cơ hội sử dụng dữ liệu vệ tinh để giám sát diễn biến chất lượng nước và sự cố ô nhiễm trên diện rộng, hỗ trợ hiệu quả cho các trạm quan trắc mặt đất. Sự kết hợp giữa dữ liệu quan trắc tự động tại nguồn và dữ liệu quan trắc môi trường xung quanh tạo thành một hệ sinh thái dữ liệu lớn, phục vụ đắc lực cho công tác ra quyết định. Tuy nhiên, thực tiễn triển khai cho thấy, quá trình chuyển dịch từ thủ công sang số hóa đang gặp phải những thách thức lớn về chi phí đầu tư, sự thiếu đồng bộ trong công nghệ kết nối và năng lực phân tích dữ liệu tại các cấp quản lý địa phương. Các quy định về chia sẻ dữ liệu dù đã ban hành nhưng việc khai thác giá trị thông tin để dự báo, cảnh báo ô nhiễm vẫn còn hạn chế. Trong bối cảnh đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục tiêu: (1) Phân tích cấu trúc khung pháp lý về quan trắc chất lượng nước mặt và nước thải tại Việt Nam giai đoạn 2020 - 2025; (2) Thảo luận xu hướng chuyển đổi từ giám sát

thủ công sang hệ thống quan trắc tự động, liên tục dưới tác động của Nghị định số 05/2025/NĐ-CP [7]; (3) Đề xuất các giải pháp hoàn thiện cơ chế quản trị dữ liệu tích hợp. Trong đó, nghiên cứu nhấn mạnh việc kết hợp giữa quan trắc định kỳ trầm tích (vốn có tính chất không liên tục) với dữ liệu quan trắc tự động chất lượng nước để hình thành hệ thống dữ liệu tin cậy, giúp nâng cao hiệu quả bảo vệ và quản trị an ninh nguồn nước. Kết quả nghiên cứu sẽ góp phần hoàn thiện chính sách môi trường, hướng tới mục tiêu quản lý nước thông minh và bền vững.

## **2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

Nghiên cứu này vận dụng khung phân tích chính sách dựa trên phương pháp so sánh quá trình chuyển đổi số trong lĩnh vực quan trắc môi trường nước. Dữ liệu đầu vào được sàng lọc từ hệ thống văn bản quy phạm pháp luật giai đoạn từ năm 2020 đến năm 2025, bao gồm: Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [5], Luật Tài nguyên nước năm 2023 [12] và các văn bản hướng dẫn thi hành như Nghị định số 05/2025/NĐ-CP [7]. Trọng tâm nghiên cứu còn thảo luận về các QCVN về chất lượng nước mặt và trầm tích với năng lực hạ tầng thực tế tại địa phương. Thông qua quá trình phân tích và đánh giá, nghiên cứu định vị các thách thức về công nghệ kết nối dữ liệu và cơ chế tài chính khi chuyển dịch từ mô hình lấy mẫu thủ công định kỳ sang hệ thống quan trắc tự động thời gian thực. Cách tiếp cận này giúp nhận diện những thách thức trong quản trị dữ liệu lớn, từ đó đề xuất các giải pháp kiến tạo hệ sinh thái quan trắc thông minh và bền vững.

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

### **3.1. Chuyên biệt hóa và chuẩn hóa hệ thống tiêu chuẩn kỹ thuật phục vụ quản trị dữ liệu số**

Sự thay đổi căn bản nhất là ở cách tiếp cận đối với chất lượng nước mặt. Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [5] và Luật Tài nguyên nước năm 2023 [12] đều nhấn mạnh đến nguyên tắc quản lý dựa trên sức chịu tải của môi trường tiếp nhận. Cụ thể hóa nguyên tắc này, Thông tư số 01/2023/TT-BTNMT [8] ban hành QCVN 08:2023/BTNMT về chất lượng nước mặt đã thay thế cách phân loại mục đích sử dụng trước đây bằng tư duy bảo vệ sức khỏe con người và hệ sinh thái thủy sinh. Thay vì chỉ đưa ra một con số giới

hạn chung, QCVN mới yêu cầu xác định giá trị giới hạn dựa trên mục tiêu bảo vệ cụ thể của từng đoạn sông. Điều này có ý nghĩa lớn đối với hệ thống quan trắc tự động: Các trạm quan trắc online không chỉ truyền về dữ liệu thô (nồng độ mg/L) mà hệ thống phần mềm trung tâm sẽ tự động đối chiếu dữ liệu đó với "ngưỡng chịu tải" đặc thù của từng lưu vực để đưa ra chỉ số chất lượng nước (WQI) theo thời gian thực. Đây là bước chuyển mang tính đột phá từ việc có dữ liệu sang hiểu dữ liệu.

Đối với nguồn thải (nước thải công nghiệp và đô thị), Nghị định số 05/2025/NĐ-CP [7] đã thiết lập một hàng rào kỹ thuật kép phục vụ công tác kiểm soát ô nhiễm. Thứ nhất, tiêu chuẩn kỹ thuật về nước thải được phân hóa dựa trên đặc thù vùng tiếp nhận. Nghị định cho phép cơ quan quản lý địa phương (UBND cấp tỉnh) ban hành các quy chuẩn kỹ thuật địa phương nghiêm ngặt hơn quy chuẩn quốc gia trong trường hợp lưu vực sông đã vượt ngưỡng sức chịu tải môi trường. Thứ hai, việc giám sát không chỉ dựa vào nồng độ (C) mà chuyển sang kiểm soát tổng tải lượng (L). Nguyên tắc xác định tổng tải lượng được thực hiện thông qua việc tích hợp đồng thời giá trị nồng độ tức thời và lưu lượng xả thải (Q) thời gian thực theo công thức  $L = C \times Q$ . Trong đó, các trạm quan trắc nước thải tự động (CEMS) bắt buộc phải đo đặc lưu lượng với độ chính xác cao và sai số kỹ thuật tối thiểu. Sự tích hợp này ngăn chặn triệt để hành vi "pha loãng nước thải" để đối phó với nồng độ giới hạn cho phép, vốn là một lỗ hổng lớn của phương pháp lấy mẫu thủ công trước đây. Dữ liệu từ CEMS trở thành bằng chứng có giá trị pháp lý để thực thi cơ chế xử phạt hoặc áp dụng phí bảo vệ môi trường theo nguyên tắc "Người gây ô nhiễm trả tiền".

Một vấn đề hoàn toàn mới trong giai đoạn năm 2025 là việc chuẩn hóa quy trình quan trắc chất lượng trầm tích. Trong khi nước mặt phản ánh tình trạng ô nhiễm tức thời (dễ biến động theo dòng chảy), thì trầm tích là nơi lưu giữ lịch sử ô nhiễm tích tụ qua nhiều năm, đặc biệt là các kim loại nặng và chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy (POPs). Thông tư số 01/2025/TT-BNNMT [9] của Bộ Nông nghiệp và Môi trường ban hành Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng trầm tích nước ngọt, nước mặn và nước lợ đã lấp đầy khoảng trống kỹ thuật này. Việc chuẩn hóa phương pháp lấy mẫu và phân tích trầm tích là rất quan trọng để đánh giá rủi ro sinh thái dài hạn - điều mà các trạm quan trắc nước mặt online chưa thể thực hiện được. Sự kết hợp giữa dữ liệu biến thiên nhanh (nước mặt tự động) và dữ liệu tích lũy chậm (trầm tích định kỳ) tạo nên một bức tranh toàn cảnh về tình trạng nguồn nước, hỗ trợ đắc lực cho các mô hình dự báo lan truyền ô nhiễm.

Cuối cùng, tiêu chuẩn kỹ thuật trong kỷ nguyên số không chỉ là tiêu chuẩn hóa học mà còn là tiêu chuẩn tin học. Thông tư số 15/2023/TT-BTNMT [13] quy định về cung cấp, chia sẻ thông tin dữ liệu quan trắc đã đặt ra các yêu cầu khắt khe về định dạng dữ liệu, giao thức truyền tin và bảo mật dữ liệu. Sự chuẩn hóa này giải quyết bài toán khi hàng trăm trạm quan trắc từ các nhà cung cấp thiết bị khác nhau (Đức, Nhật Bản, Hoa Kỳ...) đều có thể tương thích khi truyền dữ liệu về trung tâm điều hành thông minh (IOC) của Sở và Bộ. Tóm lại, quá trình chuyên biệt hóa tiêu chuẩn kỹ thuật không chỉ nhằm nâng cao rào cản môi trường mà thực chất là quá trình làm sạch và chuẩn hóa dữ liệu ngay từ nguồn. Đây là nền móng không thể thiếu để xây dựng hệ sinh thái quản trị nước thông minh.

**Bảng 1. Chuyển dịch mô hình quản lý chất lượng nước Việt Nam: Từ tiếp cận tĩnh sang quản trị tích hợp số**

Tiêu chí	Mô hình giám sát truyền thống (trước năm 2023)	Mô hình quản trị số tích hợp (giai đoạn 2023 - 2025)	Tác động đến quản trị dữ liệu và chuyển đổi số
Cơ sở pháp lý	Luật Bảo vệ môi trường năm 2014 [14]; các QCVN cũ (ví dụ: QCVN 08-MT:2015/BTNMT [15])	Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [5]; Luật Tài nguyên nước năm 2023 [12]; Thông tư số 01/2023/TT-BTNMT [8]; Nghị định số 05/2025/NĐ-CP [7]	Pháp lý hóa chứng cứ điện tử và dữ liệu thời gian thực

Kiểm soát nguồn thải	Nồng độ chất ô nhiễm (C) đơn thuần	Kiểm soát tổng tải lượng (L) thông qua CEMS	Ngăn chặn hành vi pha loãng; tính toán chính xác hạn ngạch xả thải
Phân vùng chất lượng	Phân loại cứng nhắc (A1, A2, B1, B2) cho toàn lưu vực	Giá trị giới hạn xác định dựa trên sức chịu tải và mục tiêu bảo vệ cụ thể (QCVN 08:2023/BTNMT [9])	Cho phép thuật toán tính toán WQI thời gian thực theo từng phân đoạn sông
Phạm vi giám sát	Giám sát nước mặt (tức thời)	Tích hợp dữ liệu tức thời (nước mặt) và tích lũy (trầm tích)	Xây dựng mô hình rủi ro sinh thái đa chiều (không gian 3D và thời gian)
Giao thức dữ liệu	Báo cáo thủ công hoặc file Excel rời rạc; bảo mật thấp	Chuẩn hóa JSON/XML, bảo mật đa lớp, chữ ký số (Thông tư số 15/2023/TT-BTNMT [13])	Đồng bộ hóa dữ liệu quốc gia; đảm bảo tính toàn vẹn của dữ liệu
Mục tiêu quản trị	Đối chiếu thông số để xử phạt hành chính (thụ động)	Dự báo, cảnh báo sớm và hỗ trợ ra quyết định quy hoạch (chủ động)	Chuyển từ "phản ứng sự vụ" sang "kiến tạo và phòng ngừa"

*Nguồn: Tác giả tổng hợp.*

**3.2. Thể chế hóa hạ tầng quan trắc số và cơ chế tích hợp dữ liệu thời gian thực**

Bước ngoặt lớn nhất trong tư duy lập pháp là việc chuyển trách nhiệm quan trắc từ Nhà nước sang chủ nguồn thải và từ khuyến khích sang bắt buộc. Theo quy định tại Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [5], các dự án có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường mức trung bình trở lên bắt buộc phải lắp đặt hệ thống quan trắc nước thải tự động, liên tục. Quy định này được cụ thể hóa và thắt chặt hơn tại Nghị định số 05/2025/NĐ-CP [7] (sửa đổi Nghị định số 08/2022/NĐ-CP [6]). Theo đó, phạm vi đối tượng phải lắp đặt trạm quan trắc tự động không chỉ dựa trên lưu lượng xả thải mà còn dựa trên yếu tố nhạy cảm của môi trường tiếp nhận. Điểm tiến bộ vượt bậc của Nghị định này là yêu cầu tích hợp thiết bị lấy mẫu tự động. Khi hệ thống phát hiện thông số vượt ngưỡng quy chuẩn (ví dụ: COD hoặc amoni tăng đột biến), thiết bị sẽ tự động lấy và lưu mẫu nước vào tủ lạnh bảo quản để phục vụ công tác hậu kiểm. Cơ chế này loại bỏ hoàn toàn khả năng can thiệp, sửa đổi số liệu, đảm bảo tính khách quan của dữ liệu đầu vào.

Thách thức lớn nhất của dữ liệu lớn trong môi trường không phải là thu thập mà là kết nối và xác thực. Trước đây, dữ liệu quan trắc thường

bị phân mảnh, lưu trữ cục bộ tại doanh nghiệp hoặc Sở Tài nguyên và Môi trường (nay là Sở Nông nghiệp và Môi trường), tạo ra các dữ liệu đơn lẻ. Để giải quyết vấn đề này, Thông tư số 15/2023/TT-BTNMT [13] quy định về cung cấp, chia sẻ thông tin, dữ liệu quan trắc tài nguyên và môi trường đã thiết lập một kiến trúc kết nối dữ liệu thống nhất trên toàn quốc. Văn bản này pháp lý hóa giao thức truyền tin (FTP/sFTP) và cấu trúc tệp dữ liệu (JSON/XML), yêu cầu dữ liệu từ trạm quan trắc cơ sở phải được truyền trực tiếp về Sở Nông nghiệp và Môi trường và từ Sở Nông nghiệp và Môi trường truyền về Bộ Nông nghiệp và Môi trường trong thời gian thực (độ trễ không quá 5 phút). Quan trọng hơn, Thông tư số 15/2023/TT-BTNMT [13] yêu cầu áp dụng chữ ký số cho từng gói dữ liệu truyền đi. Điều này có ý nghĩa pháp lý quan trọng: Dữ liệu điện tử sau khi được ký số sẽ có giá trị chứng cứ tương đương với biên bản quan trắc giấy. Cơ quan quản lý nhà nước có quyền sử dụng dữ liệu này để xử phạt vi phạm hành chính "ngươi" mà không cần phải tổ chức đoàn thanh tra trực tiếp lấy mẫu lại, trừ trường hợp dữ liệu có dấu hiệu bất thường về kỹ thuật.

Bên cạnh các cảm biến đo thông số lý - hóa, hệ thống pháp luật hiện hành cũng coi camera

giám sát là một thành phần bắt buộc của trạm quan trắc. Theo Nghị định số 08/2022/NĐ-CP [6], hình ảnh camera phải bao quát được cửa xả và hệ thống xử lý, đảm bảo giám sát trực quan 24/7. Dữ liệu hình ảnh này kết hợp với số liệu đo đạc tạo thành bằng chứng kép. Đặc biệt, Luật Tài nguyên nước năm 2023 [12] và Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [5] đều thúc đẩy quyền tiếp cận thông tin của cộng đồng. Các bảng điện tử hiển thị chỉ số chất lượng nước (VN\_WQI) tại các khu

vực công cộng và trên cổng thông tin điện tử giúp người dân tham gia vào quá trình giám sát. Sự minh bạch này tạo áp lực xã hội buộc doanh nghiệp phải tuân thủ quy định môi trường nghiêm túc hơn. Có thể thấy, việc thể chế hóa hạ tầng quan trắc số đã chuyển đổi phương thức quản lý từ "tiền kiểm" (cấp phép xả thải dựa trên hồ sơ) sang "hậu kiểm thời gian thực" (giám sát dựa trên dữ liệu online). Bảng 2 so sánh sự khác biệt cơ bản giữa hai mô hình quản trị này.

**Bảng 2. So sánh mô hình quản trị môi trường nước**

Tiêu chí	Mô hình giám sát truyền thống (thủ công)	Mô hình quản trị số tích hợp (tự động)	Giá trị pháp lý và hiệu quả quản lý
Thu thập dữ liệu	Lấy mẫu định kỳ (ví dụ: 3 tháng/lần); phụ thuộc vào con người	Cảm biến đo liên tục (ví dụ 5 phút/lần); tự động 100%	Khắc phục “điểm mù” thời gian; loại bỏ sai số chủ quan
Độ trễ thông tin	Cao (vài ngày đến vài tuần qua phân tích PTN)	Thấp (thời gian thực); độ trễ truyền tin < 5 phút	Cảnh báo sớm và ứng phó sự cố tức thời
Kiểm soát gian lận	Dễ bị đối phó (pha loãng, tắt máy khi đoàn kiểm tra đến)	Tích hợp camera 24/7 và máy lấy mẫu tự động niêm phong	Tạo bằng chứng khách quan, ngăn chặn can thiệp vào số liệu
Kết nối dữ liệu	Rời rạc, lưu trữ thủ công trên giấy hoặc file Excel cục bộ	Liên thông: Doanh nghiệp → Sở → Bộ (FTP/sFTP)	Hình thành cơ sở dữ liệu quốc gia; phục vụ phân tích xu hướng
Chứng cứ pháp lý	Biên bản hiện trường giấy có chữ ký các bên	Dữ liệu điện tử có chữ ký số (Thông tư số 15/2023/TT-BTNMT [13])	Cơ sở để xử lý phạt nguội; giảm chi phí thanh kiểm tra trực tiếp
Vai trò cộng đồng	Hạn chế (chỉ tiếp cận khi có kết luận thanh tra)	Công khai VN-WQI trực tuyến (Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [5])	Tăng cường tính minh bạch và giám sát xã hội

*Nguồn: Tác giả tổng hợp.*

### 3.3. Thiết lập cơ chế giám sát chất lượng nước mặt và trầm tích theo tư duy quản trị sức chịu tải lưu vực

Cơ sở pháp lý nền tảng cho sự chuyển dịch này là Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [5] và Luật Tài nguyên nước năm 2023 [12], trong đó yêu cầu việc quản lý chất lượng nước phải gắn liền với mục đích sử dụng và chức năng của nguồn nước. Cụ thể hóa tư duy này, Thông tư số

01/2023/TT-BTNMT [8] ban hành Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước mặt (QCVN 08:2023/BTNMT) đã loại bỏ cách phân loại cứng nhắc cũ (A1, A2, B1, B2) để thay thế bằng cơ chế xác định giá trị giới hạn linh hoạt dựa trên mục tiêu bảo vệ cụ thể của từng đoạn sông. Điều này có ý nghĩa chiến lược đối với công tác quy hoạch lưu vực sông. Thay vì áp đặt một ngưỡng quy chuẩn chung, cơ quan quản lý nhà nước sử dụng

dữ liệu quan trắc để phân vùng chức năng dựa trên đặc thù sinh thái địa phương. Ví dụ, đoạn sông chảy qua khu bảo tồn thiên nhiên sẽ áp dụng ngưỡng bảo vệ nghiêm ngặt nhất đối với các chỉ số sinh học, trong khi đoạn sông chảy qua khu công nghiệp tập trung có thể chấp nhận ngưỡng nói lỏng hơn nhưng vẫn phải đảm bảo không gây chết hệ sinh thái thủy sinh. Dữ liệu từ mạng lưới quan trắc tự động trở thành đầu vào không thể thiếu để cập nhật bản đồ phân vùng này theo thời gian thực, giúp nhà quản lý điều chỉnh quy hoạch linh hoạt ứng với các biến động của biến đổi khí hậu.

Một bước tiến đột phá trong cấu trúc quy định giai đoạn này là sự mở rộng phạm vi giám sát từ cột nước sang tầng đáy. Thực tế, chất lượng nước mặt thường biến động nhanh và chịu ảnh hưởng tức thời của thủy văn, nên chưa phản ánh toàn diện mức độ ô nhiễm tích lũy. Trong khi đó, trầm tích là nơi có thể lưu giữ lịch sử ô nhiễm, đặc biệt là các chất độc hại bền vững như kim loại nặng (Hg, Pb, Cd), hay các hợp chất hữu cơ khó phân hủy (POPs) [16, 17]. Sự ra đời của Thông tư số 01/2025/TT-BNNMT [10] ban hành Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng trầm tích là mảnh ghép then chốt để hoàn thiện công tác giám sát. Việc bắt buộc quan trắc trầm tích định kỳ tại các lưu vực sông trọng điểm và vùng cửa sông ven biển cung cấp cơ sở dữ liệu quan trọng để phân tích rủi ro sinh thái dài hạn - điều mà các trạm quan trắc nước mặt tự động chưa thể đáp ứng được. Sự kết hợp giữa dữ liệu biến thiên nhanh (quan trắc nước mặt) và dữ liệu tích lũy chậm (từ quan trắc trầm tích) tạo ra cơ chế giám sát 4 chiều (không gian 3 chiều và thời gian), giúp nhận diện sớm các nguy cơ ô nhiễm tiềm ẩn mà các chỉ số lý hóa cơ bản trong nước có thể bỏ sót.

Mục tiêu cuối cùng của việc giám sát chất lượng môi trường xung quanh không chỉ là để biết mà là để hành động. Nghị định số 05/2025/NĐ-CP [7] (sửa đổi Nghị định số 08/2022/NĐ-CP [6] đã thể chế hóa nguyên tắc quản trị dựa trên sức chịu tải môi trường vào quy trình cấp phép môi trường. Để hiện thực hóa điều này, tải lượng tối đa của từng thông số chất lượng nước đối với từng đoạn sông cụ thể được xác định làm căn cứ khoa học để phân bổ hạn ngạch xả thải cho các doanh nghiệp. Trong đó, tải lượng tối đa được tính toán dựa trên quy chuẩn kỹ thuật

và đặc tính thủy văn của nguồn nước tiếp nhận thông qua công thức [18]:

$$L_{td} = C_{qc} \times Q_s \times 86,4$$

Trong đó:  $C_{qc}$  là giá trị giới hạn của thông số chất lượng nước mặt theo quy chuẩn kỹ thuật về chất lượng nước mặt (mg/l);  $Q_s$  là lưu lượng dòng chảy của đoạn sông đánh giá ( $m^3/s$ ); giá trị 86,4 là hệ số chuyển đổi thứ nguyên (được chuyển đổi từ đơn vị tính là mg/l,  $m^3/s$  thành đơn vị tính là kg/ngày).

Theo đó, dữ liệu quan trắc môi trường xung quanh là căn cứ pháp lý để quyết định việc cấp phép môi trường cho các dự án đầu tư mới. Trong trường hợp dữ liệu quan trắc (tích hợp cả nước mặt và trầm tích) cho thấy lưu vực sông đã vượt ngưỡng sức chịu tải hoặc không còn khả năng tự làm sạch, cơ quan quản lý có quyền từ chối tiếp nhận các dự án phát thải mới hoặc yêu cầu các nguồn phát thải hiện hữu phải áp dụng công nghệ xử lý tiên tiến nhằm cắt giảm tải lượng (như tái sử dụng nước thải hoặc thực hiện cơ chế xả thải bằng không). Đây là sự liên kết chặt chẽ giữa hệ thống quy chuẩn kỹ thuật bắt buộc áp dụng và hoạt động quan trắc nguồn thải phục vụ mục đích kiểm soát tuân thủ, tạo nên một chu trình quản trị khép kín: Dữ liệu môi trường xung quanh xác định hạn ngạch xả thải; hạn ngạch xả thải định hướng lựa chọn công nghệ xử lý của doanh nghiệp; dữ liệu quan trắc nguồn thải kiểm chứng mức độ tuân thủ quy chuẩn kỹ thuật và hiệu quả cuối cùng là cải thiện chất lượng môi trường nền. Tóm lại, thông qua việc hoàn thiện hệ thống quy chuẩn kỹ thuật về nước mặt và trầm tích, khung pháp lý Việt Nam đã chuyển dịch từ tư duy ứng phó sự cố sang quản trị chất lượng nước dựa trên dữ liệu, đặt sức khỏe hệ sinh thái dòng sông vào trung tâm của các quyết định phát triển kinh tế - xã hội.

### **3.4. Chuyển đổi phương thức thực thi pháp luật thông qua cơ chế xử phạt dựa trên dữ liệu quan trắc số**

Sự thay đổi về bản chất trong công tác thực thi bắt đầu từ Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [5], trong đó lần đầu tiên quy định dữ liệu từ hệ thống quan trắc môi trường tự động, liên tục được sử dụng làm căn cứ pháp lý để xử lý vi phạm. Quy định này đã phá bỏ rào cản pháp lý lớn nhất trước đây, khi doanh nghiệp thường chối bỏ trách nhiệm bằng cách đổ lỗi cho sai số thiết bị. Để

đảm bảo tính xác thực và giá trị chứng cứ của dữ liệu số, Nghị định số 05/2025/NĐ-CP [7] và Thông tư số 15/2023/TT-BTNMT [13] đã thiết lập một quy trình xác thực kép. Về mặt kỹ thuật, các trạm quan trắc phải được kiểm định, hiệu chuẩn định kỳ và dữ liệu truyền đi phải được xác thực bằng chữ ký số. Về mặt hiện trường, việc niêm phong thiết bị lấy mẫu tự động kết hợp với hệ thống camera giám sát 24/7 đảm bảo rằng, mẫu nước lưu tại trạm là đại diện trung thực cho thời điểm xảy ra vi phạm. Khi hệ thống quan trắc tự động phát hiện thông số vượt ngưỡng quy chuẩn (QCVN), thiết bị lấy mẫu sẽ tự động kích hoạt để lưu giữ mẫu đối chứng phục vụ công tác hậu kiểm tại phòng thí nghiệm. Sự tương thích giữa kết quả phân tích mẫu lưu và dữ liệu online tạo thành bằng chứng điện tử, doanh nghiệp không còn cơ sở để khiếu nại.

Cơ chế thực thi được cụ thể hóa mạnh mẽ qua Nghị định số 45/2022/NĐ-CP [19] quy định về xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực bảo vệ môi trường. Nghị định này cho phép cơ quan chức năng sử dụng dữ liệu, hình ảnh từ phương tiện, thiết bị kỹ thuật nghiệp vụ để xác định hành vi vi phạm. Sự chuyển dịch này giúp giảm tải đáng kể áp lực cho bộ máy thanh tra, kiểm tra. Thay vì triển khai các đoàn kiểm tra đột xuất vốn tốn kém nguồn lực và dễ bị rò rỉ thông tin, cơ quan quản lý nhà nước có thể thực hiện giám sát tập trung tại các trung tâm điều hành thông minh (IOC). Khi phát hiện các chỉ số ô nhiễm bất thường kéo dài vượt ngưỡng cho phép, hệ thống sẽ tự động thiết lập hồ sơ vi phạm điện tử. Điều này tạo ra hiệu ứng răn đe thường trực, buộc các cơ sở phát thải phải duy trì vận hành hệ thống xử lý chất thải ổn định và liên tục 24/7.

Bên cạnh chế tài hành chính, công cụ quản lý dựa trên áp lực dư luận và trách nhiệm xã hội cũng được phát huy hiệu quả. Việc công khai chỉ số chất lượng nước và danh sách các cơ sở gây ô nhiễm nghiêm trọng trên cổng thông tin điện tử theo quy định của Luật Tài nguyên nước năm 2023 [12] tạo ra rủi ro danh tiếng đối với doanh nghiệp. Trong bối cảnh các yêu cầu về ESG (Môi trường - Xã hội - Quản trị) ngày càng khắt khe từ phía nhà đầu tư và đối tác quốc tế, việc dữ liệu vi phạm bị công khai trên hệ thống quốc gia có thể gây thiệt hại kinh tế lớn hơn cả các khoản tiền phạt. Như vậy, việc pháp lý hóa dữ liệu quan trắc

đã chuyển trạng thái quản lý từ tuân thủ thụ động sang tự giác tuân thủ. Hệ thống pháp luật môi trường hiện nay không chỉ đơn thuần là công cụ trừng phạt, mà trở thành nền tảng giám sát minh bạch, nơi mọi hành vi xả thải đều để lại dấu bằng các “dấu chân số” khách quan và chính xác.

### **3.5. Tích hợp dữ liệu quan trắc liên ngành phục vụ công tác quy hoạch và xúc tiến đầu tư xanh**

Giá trị quan trọng của hệ thống quan trắc số không chỉ dừng lại ở việc kiểm soát tuân thủ và xử phạt vi phạm hành chính mà còn là công cụ then chốt phục vụ quản trị môi trường vĩ mô. Phân tích Luật Tài nguyên nước năm 2023 [12] cho thấy một tư duy quản lý mới về an ninh nguồn nước, trong đó yêu cầu bắt buộc phải tích hợp dữ liệu quan trắc chất lượng nước với dữ liệu thủy văn và thủy lợi vào hệ thống thông tin tài nguyên nước quốc gia.

Sự đồng bộ hóa cơ sở dữ liệu này cho phép các nhà hoạch định chính sách xây dựng các bản đồ quy hoạch không gian biển và lưu vực sông với độ chính xác cao. Dữ liệu lịch sử về sức chịu tải môi trường trở thành thông số đầu vào định hướng phân vùng phát triển kinh tế. Các dự án công nghiệp nặng sẽ bị hạn chế cấp phép tại các lưu vực sông có chỉ số chất lượng nước (WQI) thấp hoặc trầm tích có dấu hiệu ô nhiễm tích lũy. Trong khi các khu vực có chất lượng nước tốt sẽ được ưu tiên cho quy hoạch với mục đích cấp nước sinh hoạt và phát triển du lịch sinh thái. Hơn nữa, sự công khai, minh bạch hóa dữ liệu quan trắc theo Nghị định số 08/2022/NĐ-CP [6] đóng vai trò là hạ tầng thông tin cho thị trường tài chính xanh. Các định chế tài chính và nhà đầu tư quốc tế hiện nay ưu tiên sử dụng dữ liệu môi trường độc lập, thời gian thực để thẩm định mức độ tuân thủ các tiêu chuẩn ESG của dự án. Một hệ thống quan trắc tự động vận hành ổn định và kết nối thông suốt chính là chứng chỉ tín nhiệm giúp doanh nghiệp và địa phương tiếp cận các dòng vốn tín dụng xanh ưu đãi, thúc đẩy đầu tư vào công nghệ xử lý nước tiên tiến hướng tới kinh tế tuần hoàn và bền vững.

### **4. KẾT LUẬN**

Khung pháp lý về quan trắc chất lượng nước tại Việt Nam đang thay đổi quan trọng về phương thức quản trị: Chuyển dịch từ mô hình giám sát

thủ công, bị động sang mô hình quản trị thông minh dựa trên dữ liệu số và thời gian thực. Việc thể chế hóa hạ tầng quan trắc tự động tại nguồn theo Nghị định số 05/2025/NĐ-CP, kết hợp với các chuẩn mực kỹ thuật mới về chất lượng nước mặt và trầm tích đã tạo lập nên một hệ sinh thái dữ liệu minh bạch, có giá trị chứng cứ pháp lý cao. Dữ liệu quan trắc không còn nằm im trong các báo cáo lưu trữ mà đã trở thành công cụ quyền lực để thực thi pháp luật, điều tiết quy hoạch dựa trên sức chịu tải môi trường và dẫn dắt dòng vốn đầu tư xanh. Tuy nhiên, để hiện thực hóa tầm nhìn về an ninh nguồn nước bền vững, thách thức đặt ra trong giai đoạn tiếp theo không chỉ là đầu tư "phần cứng" (thiết bị) mà là nâng cấp "phần mềm" (năng lực phân tích dữ liệu và cơ chế chia sẻ thông tin liên ngành). Do đó, chiến lược quản lý nước trong tương lai cần tập trung vào việc kiến tạo thị trường dịch vụ dữ liệu môi trường và hoàn thiện hành lang pháp lý cho việc tích hợp dữ liệu lớn quốc gia, đảm bảo rằng công nghệ số thực sự phục vụ cho mục tiêu phát triển bao trùm và bảo vệ hệ sinh thái.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Hoang, P. D. & Tran, N. T. (2025). Applying nontraditional security management to address critical local water challenges: The case of Hanoi, Vietnam. *Water Policy*, 27(4): 400 - 428.
- [2]. Nagal, B. & Prabhakar, A. K. (2025). Sustainable water management in the digital age: Intelligent solutions for a precious resource. In *Intelligent Infrastructure and Smart Materials: Sustainable Technologies for a Greener Future* (pp. 91 - 114). Cham: Springer Nature Switzerland.
- [3]. El-Shafeiy, E., Alsabaan, M., Ibrahim, M. I. & Elwahsh, H. (2023). Real-time anomaly detection for water quality sensor monitoring based on multivariate deep learning technique. *Sensors*, 23(20): 1 - 21.
- [4]. Pham, Q. N., Nguyen, N. H., Ta, T. T. & Tran, T. L. (2023). Vietnam's water resources: Current status, challenges, and security perspective. *Sustainability*, 15(8): 1 - 25.
- [5]. Quốc hội (2020). *Luật Bảo vệ môi trường. Luật số 72/2020/QH14, ngày 17 tháng 11 năm 2020.*
- [6]. Chính phủ (2022). *Nghị định số 08/2022/NĐ-CP ngày 10 tháng 01 năm 2022, quy định chi tiết một số điều của Luật Bảo vệ môi trường.*
- [7]. Chính phủ (2025). *Nghị định số 05/2025/NĐ-CP ngày 6 tháng 01 năm 2025, sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 08/2022/NĐ-CP ngày 10 tháng 01 năm 2022, quy định chi tiết một số điều của Luật Bảo vệ môi trường.*
- [8]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2023). *Thông tư số 01/2023/TT-BTNMT ngày 13 tháng 3 năm 2023, ban hành Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng môi trường xung quanh.*
- [9]. Bộ Nông nghiệp và Môi trường (2025). *Thông tư số 01/2025/TT-BNNMT ngày 15 tháng 5 năm 2025 ban hành 3 Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về Chất lượng môi trường xung quanh.*
- [10]. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 43:2025/BNNMT về Chất lượng trầm tích.
- [11]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2024). *Thông tư số 41/2024/TT-BTNMT ngày 30 tháng 12 năm 2024, quy định kỹ thuật vận hành hệ thống cơ sở dữ liệu ảnh viễn thám quốc gia.*
- [12]. Quốc hội (2023). *Luật Tài nguyên nước. Luật số 28/2023/QH15, ngày 27 tháng 11 năm 2023.*
- [13]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2023). *Thông tư số 15/2023/TT-BTNMT ngày 30 tháng 10 năm 2023, quy định về cung cấp, chia sẻ thông tin, dữ liệu quan trắc tài nguyên và môi trường.*
- [14]. Quốc hội (2014). *Luật Bảo vệ môi trường. Luật số 55/2014/QH13, ngày 23 tháng 6 năm 2014.*
- [15]. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 08-MT:2015/BTNMT về Chất lượng nước mặt.
- [16]. Muoi, L. V., Srilert, C., Tri, V. P. D. & Van, T. P. (2022). Spatial and temporal variabilities of surface water and sediment pollution at the main tidal-influenced river in Ca Mau Peninsular, Vietnamese Mekong Delta. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 41, 1 - 17.
- [17]. Nguyen Xuan Thuy, Nguyen Nhat Nhu Thuy, Le Hung Phu, Le Trong Dung, Dao Viet Ha, Nguyen Xuan Vy (2024). Heavy metals in surface seawater and sediment from the coast of Khanh Hoa province: Levels and ecological risk assessment. *Dalat University Journal of Science*, 14(3): 124 - 142.

[18]. Bộ Nông nghiệp và Môi trường (2025). *Thông tư số 95/2025/TT-BNNMT ngày 31 tháng 12 năm 2025, hướng dẫn đánh giá khả năng chịu tải của môi trường nước mặt đối với sông, hồ.*

[19]. Chính phủ (2022). *Nghị định số 45/2022/NĐ-CP ngày 07 tháng 07 năm 2022, quy định về xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực bảo vệ môi trường.*

**TRANSITIONING THE WATER QUALITY MANAGEMENT MODEL IN VIETNAM TOWARDS REAL-TIME DIGITAL DATA-BASED MONITORING**

**Nguyen Thanh Giao<sup>1</sup>, Ly Quoc Su<sup>2</sup>, Le Vu Truong<sup>2</sup>, Le Duc Thua<sup>2</sup>,  
Nguyen Thi Mong Tuyen<sup>2</sup>, Tran Van Thom<sup>2</sup>, Ha Nguyen<sup>2</sup>,  
Ha Thao Nguyen<sup>1</sup>, Nguyen Thi Cam Dien<sup>1</sup>**

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

<sup>2</sup>*Department of Agriculture and Environment, Can Tho city*

**Abstract**

This study analyzes the digital transformation in water environmental management in Vietnam by examining the legal framework, with a primary focus on the 2020 Law on Environmental Protection and the 2023 Law on Water Resources. Employing policy analysis, the research elucidates a fundamental paradigm shift in legislative logic: moving from basic pollution concentration control via periodic sampling to total pollutant load management utilizing continuous, automated monitoring and real-time data. Furthermore, the paper clarifies the principles for calculating this total load by integrating contaminant concentrations with discharge flow rates. Findings indicate that the enactment of Decree 05/2025/ND-CP alongside updated National Technical Regulations not only standardizes input metrics but also establishes a robust legal foundation for administrative penalization mechanisms reliant on electronic evidence. Ultimately, the investigation highlights that synthesizing monitoring statistics from emission sources and the ambient environment into a unified national database is a pivotal solution. This integration facilitates the transition from passive incident response to proactive pollution regulation, thereby effectively supporting river basin carrying capacity governance and circular economy advancement.

**Keywords:** *Water security, digital data, Law on Environmental Protection, automatic monitoring, smart water governance.*

**Ngày nhận bài:** 15/01/2026

**Ngày chuyển phản biện:** 27/02/2026

**Ngày thông qua phản biện:** 12/3/2026

**Ngày duyệt đăng:** 24/3/2026

# SỬ DỤNG ĐẤT NÔNG NGHIỆP ĐA MỤC ĐÍCH TẠI HUYỆN ĐỨC TRỌNG (CŨ), TỈNH LÂM ĐỒNG: THỰC TRẠNG, THÁCH THỨC VÀ GIẢI PHÁP

Nguyễn Đình Trung<sup>1</sup>, Trương Mỹ Hoa<sup>2</sup>, Trần Thái Yên<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup> Học viện Nông nghiệp Việt Nam

<sup>2</sup> UBND xã Đức Trọng, tỉnh Lâm Đồng

<sup>3</sup> Trường Đại học Nghệ An

\*Email: tranthaiyen@naue.edu.vn

## TÓM TẮT

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu, áp lực gia tăng dân số và yêu cầu phát triển nông thôn bền vững, việc sử dụng đất nông nghiệp đa mục đích (SDĐNNĐMĐ) trở thành xu hướng tất yếu nhằm tối ưu hóa nguồn lực đất đai, đa dạng hóa sinh kế và giảm thiểu rủi ro môi trường. Mặc dù đã được nghiên cứu ở nhiều quốc gia, tại Việt Nam, các phân tích toàn diện về hiệu quả và các yếu tố tác động đến mô hình này vẫn còn hạn chế, đặc biệt ở huyện Đức Trọng (cũ), tỉnh Lâm Đồng - khu vực có tiềm năng lớn về nông nghiệp kết hợp dịch vụ. Mục đích nghiên cứu nhằm phân tích thực trạng, đánh giá hiệu quả và xác định các yếu tố ảnh hưởng đến SDĐNNĐMĐ, từ đó đề xuất giải pháp phù hợp với điều kiện địa phương. Khảo sát ngẫu nhiên 120 hộ gia đình (HGD) trong giai đoạn 2022 - 2024 được tiến hành bằng thang đo Likert 5 mức độ kết hợp phân tích SWOT. Kết quả cho thấy, diện tích SDĐNNĐMĐ tăng từ 142,24 ha lên 187,78 ha, số hộ tham gia tăng từ 317 hộ lên 348 hộ. Hiệu quả sử dụng đất đạt mức cao với điểm trung bình 4,17 điểm, trong đó hiệu quả kinh tế nổi bật nhất, đồng thời các khía cạnh xã hội và môi trường cũng được cải thiện. Phân tích các yếu tố tác động đến mô hình xác định nhân lực và chính sách - pháp luật là hai nhóm ảnh hưởng mạnh nhất, tiếp theo là điều kiện tự nhiên, thị trường - công nghệ và vốn đầu tư. Các giải pháp đề xuất tập trung vào hoàn thiện khung pháp lý, nâng cao chất lượng nhân lực, cải thiện cơ chế vốn, khai thác lợi thế tự nhiên và tăng cường liên kết thị trường - công nghệ. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho việc hoạch định chính sách và nhân rộng mô hình ở những địa phương khác có điều kiện tương tự.

**Từ khóa:** *Bền vững, đa mục đích, đất nông nghiệp, Đức Trọng, Lâm Đồng, sử dụng.*

## 1. BẶT VẤN ĐỀ

Theo Điều 218, Luật Đất đai năm 2024 [1], SDĐNNĐMĐ được hiểu là sử dụng đất nông nghiệp kết hợp với các mục đích khác như: Thương mại, dịch vụ, chăn nuôi, trồng cây dược liệu. Như vậy, SDĐNNĐMĐ là sử dụng một phần diện tích của thửa đất có mục đích sử dụng đất chính như trồng cây hàng năm, cây lâu năm vào một hoặc nhiều mục đích khác như: Thương mại, dịch vụ, chăn nuôi mà không làm thay đổi loại đất chính của thửa đất đó. SDĐNNĐMĐ đã trở thành một xu hướng phát triển nông thôn bền vững trên toàn cầu, tích hợp sản xuất nông nghiệp với các chức năng phi nông nghiệp [2, 3]. SDĐNNĐMĐ góp phần cải thiện sinh kế cho cộng đồng nông thôn [4, 5]. Tại Việt Nam, nhiều

HGD kết hợp sản xuất nông nghiệp với chăn nuôi và cung cấp dịch vụ du lịch nông nghiệp, hay nghỉ dưỡng, khám chữa bệnh... trên đất nông nghiệp [6 - 8].

Cũng như cả nước, huyện Đức Trọng (cũ), nay là các xã: Đức Trọng, Tân Hội, Hiệp Thạnh, Tà Năng, Tà Hine, Đình Văn Lâm Hà thuộc tỉnh Lâm Đồng, với khí hậu đa dạng, cảnh quan thiên nhiên phong phú và tiềm năng nông nghiệp lớn, nên có điều kiện thuận lợi cho SDĐNNĐMĐ. Mặc dù vậy, huyện Đức Trọng (cũ) vẫn đối mặt với những thách thức đáng kể trong SDĐNNĐMĐ. Biến đổi khí hậu, năng lực sản xuất còn hạn chế, biến động thị trường nông sản, thiếu hụt vốn đầu tư và năng lực quản lý nhân sự chưa đồng bộ là rào cản đối với việc

SDĐNNĐMĐ [9]. Do vậy, nghiên cứu nhằm phân tích thực trạng SDĐNNĐMĐ tại huyện Đức Trọng (cũ), tỉnh Lâm Đồng nhằm chỉ ra những điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức trong SDĐNNĐMĐ, các yếu tố ảnh hưởng SDĐNNĐMĐ làm cơ sở đề xuất một số giải pháp SDĐNNĐMĐ hiệu quả, phù hợp với điều kiện đặc thù của địa phương. Cụ thể, nghiên cứu tập trung đánh giá mô hình SDĐNNĐMĐ của các HGĐ trong giai đoạn 2022 - 2024 trên địa bàn các xã: Đức Trọng, Tân Hội, Hiệp Thạnh, Tà Năng, Tà Hine, Đình Văn Lâm Hà (6 xã sau sáp nhập thuộc huyện Đức Trọng (cũ), tỉnh Lâm Đồng).

## **2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

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

Số liệu thứ cấp về điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội, trong đó có SDĐNNĐMĐ của các HGĐ được thu thập từ UBND các xã nghiên cứu.

Nghiên cứu phỏng vấn trực tiếp, ngẫu nhiên bằng phiếu điều tra in sẵn những HGĐ đang SDĐNNĐMĐ trên địa bàn nghiên cứu. Nội dung phiếu điều tra gồm: Thông tin cơ bản về người trả lời điều tra, các vấn đề liên quan diện tích SDĐNNĐMĐ, công trình trên đất, ô nhiễm môi trường, tác động của SDĐNNĐMĐ đến mặt nước, hệ thống giao thông, thủy lợi và các yếu tố ảnh hưởng, hiệu quả, những thuận lợi, khó khăn trong quá trình SDĐNNĐMĐ. Cỡ mẫu điều tra được xác định theo công thức 1 [10].

$$n = \frac{N}{1 + e^2 \cdot N} \quad (1)$$

Trong đó: n là cỡ mẫu điều tra (số HGĐ cần trả lời phiếu điều tra); N là tổng số gia đình SDĐNNĐMĐ năm 2024 (N = 348); e là sai số cho phép (e = 1 - 15%), chọn e = 7,5% (bằng 1/2 giá trị cao nhất). Thay vào công thức được n = 117,7 phiếu. Nghiên cứu điều tra 120 phiếu (mỗi HGĐ trả lời 01 phiếu). Hiệu quả SDĐNNĐMĐ và các yếu tố ảnh hưởng được đánh giá theo thang đo Likert 5 mức độ (rất thấp, thấp, trung bình, cao, rất cao với điểm tương ứng 1 - 5) [11]. Người trả lời được đề nghị cho ý kiến về mức độ hiệu quả kinh tế, xã hội, môi trường theo từng tiêu chí cụ thể (Bảng 3). Để phân tích mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đến SDĐNNĐMĐ, người trả lời phỏng vấn được đề nghị cho ý kiến về các

yếu tố ảnh hưởng và mức độ ảnh hưởng của chúng đến SDĐNNĐMĐ theo 5 mức độ.

Kết quả xử lý số liệu cho thấy, có 20 yếu tố ảnh hưởng và được chia thành 5 nhóm yếu tố theo đặc tính của yếu tố, bao gồm: Chính sách - pháp luật, nhân lực, loại vốn đầu tư, điều kiện tự nhiên, thị trường và công nghệ (Bảng 4).

### **2.2. Phương pháp tổng hợp, xử lý, phân tích, so sánh số liệu, SWOT**

Số liệu được tổng hợp, xử lý bằng phần mềm SPSS 25.0. Phân tích hiệu quả SDĐNNĐMĐ và mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đến SDĐNNĐMĐ bằng thang đo Likert với 5 mức độ (rất thấp, thấp, trung bình, cao, rất cao với điểm đánh giá tương ứng từ 1,00 - 1,80; từ 1,81 - 2,60; từ 2,61 - 3,40; từ 3,41 - 4,20; từ 4,21 - 5,00) [11]. SDĐNNĐMĐ được phân tích, so sánh theo từng tiêu chí đánh giá cụ thể (Bảng 1 - 4). Phương pháp phân tích SWOT được sử dụng để đánh giá các điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội, thách thức trong SDĐNNĐMĐ.

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

### **3.1. Sử dụng đất nông nghiệp đa mục đích giai đoạn 2022 - 2024**

Khảo sát cho thấy, diện tích SDĐNNĐMĐ chiếm tỷ lệ nhỏ (từ 0,18 - 0,24%) so với tổng diện tích đất nông nghiệp của các xã. Các mô hình sử dụng đất chủ yếu là trồng cây ăn quả, cây công nghiệp kết hợp với du lịch và chăn nuôi. Bảng 1 và hình 1 cho thấy, trong giai đoạn 2022 - 2024, tại các xã nghiên cứu, diện tích đất và số HGĐ SDĐNNĐMĐ có xu hướng tăng, mặc dù mức độ tăng chưa rõ rệt (tương ứng từ 142,24 lên 187,78 ha và từ 317 lên 348 HGĐ). Diện tích đất nông nghiệp trung bình của HGĐ chưa đến 1 ha (cao nhất 0,73 ha năm 2024 tại xã Tà Hine) do mô hình sử dụng đất mới manh nha trong những năm gần đây, vì vậy người dân đang trong quá trình thử nghiệm và chờ đợi quy định pháp lý rõ ràng hơn.

Kết quả điều tra cũng cho thấy, các HGĐ có tỷ lệ diện tích đất sử dụng đa mục đích nhỏ hơn 50% diện tích của thửa đất (Bảng 2). Như vậy, tỷ lệ này tuân thủ quy định của Luật Đất đai năm 2024. Các công trình phục vụ sử dụng đất là nhà tạm, cổng tường rào được làm bằng tre, nứa, gỗ và có thể tháo dỡ dễ dàng nhằm trả lại mục đích

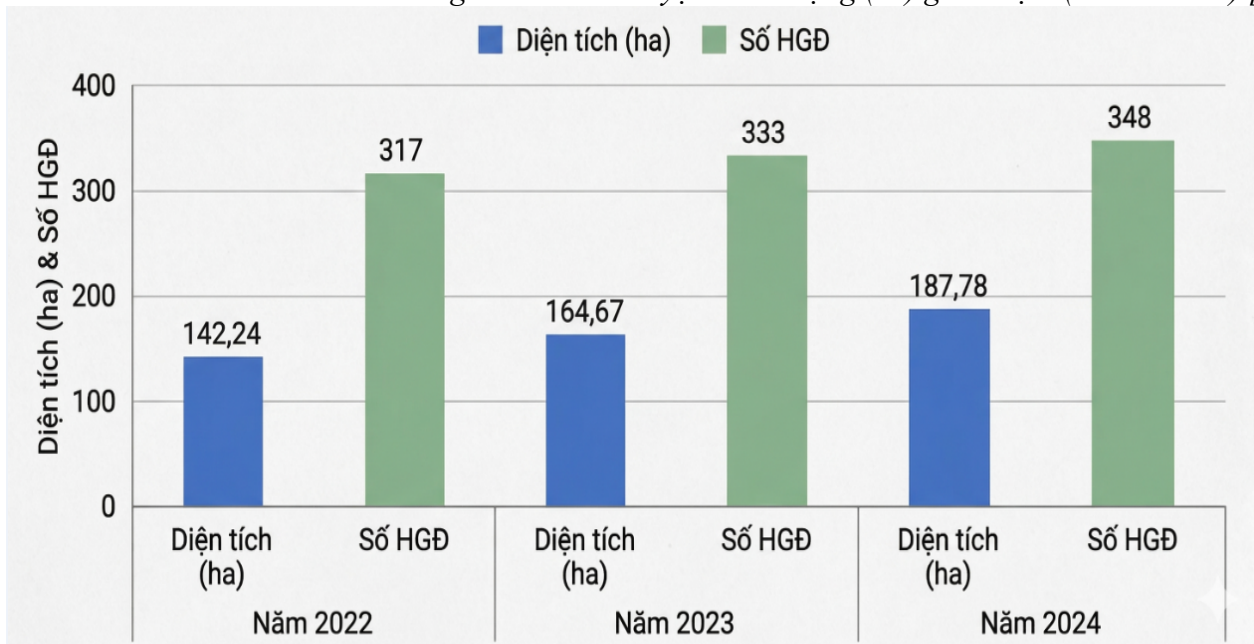
sử dụng chính của đất. Mặc dù vậy, số lượng HGD làm công trình tạm trên thửa đất nông nghiệp chiếm tỷ lệ không đáng kể so với tổng số HGD sử dụng đất đa mục đích (Bảng 2) do lượng khách du lịch chưa lớn. Để thuận lợi cho việc đi lại của du khách, 11 HGD (chiếm 3,16% tổng số HGD) đã làm đường tạm trên đất nông nghiệp bằng đá nhỏ và có thể dọn đi dễ dàng khi cần thiết. Bên cạnh đó, 34 HGD (chiếm 9,77% tổng số HGD) còn để xảy ra tình trạng ô nhiễm môi trường đất, nước, không khí và tiếng ồn. Tình trạng ô nhiễm môi trường đất chủ yếu bắt nguồn từ hoạt động sản xuất nông nghiệp, chiếm tỷ lệ 2,30%. Nguyên nhân chính là việc sử dụng phân

bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật quá mức, dẫn đến tồn dư hóa chất trong đất, làm suy giảm độ phì nhiêu và ảnh hưởng đến chất lượng nông sản. Phần còn lại của ô nhiễm môi trường tập trung vào nước, không khí và tiếng ồn, chủ yếu liên quan đến các hoạt động du lịch. Ví dụ, nước thải từ các cơ sở lưu trú và dịch vụ ăn uống chưa được xử lý triệt để đã gây ô nhiễm nguồn nước mặt; khí thải từ phương tiện vận chuyển khách du lịch làm gia tăng bụi và khí độc hại trong không khí; đồng thời, tiếng ồn từ các hoạt động vui chơi, lễ hội và dịch vụ giải trí ảnh hưởng đến đời sống sinh hoạt của cộng đồng dân cư.

**Bảng 1. Diện tích và HGD SDDNNĐMĐ tại địa bàn nghiên cứu**

Xã	Năm 2022			Năm 2023			Năm 2024		
	Diện tích (ha)	Đối tượng sử dụng đất (hộ)	Diện tích trung bình của HGD (ha)	Diện tích (ha)	Đối tượng sử dụng đất (hộ)	Diện tích trung bình của HGD (ha)	Diện tích (ha)	Đối tượng sử dụng đất (hộ)	Diện tích trung bình của HGD (ha)
Đức Trọng	26,51	58	0,46	29,79	59	0,50	36,60	62	0,59
Tân Hội	21,36	57	0,37	25,77	60	0,43	29,13	65	0,45
Hiệp Thành	24,86	71	0,35	29,29	74	0,40	33,12	77	0,43
Tà Năng	24,3	52	0,47	27,79	54	0,51	30,43	56	0,54
Tà Hine	22,72	35	0,65	26,47	39	0,68	29,13	40	0,73
Đình Văn Lâm Hà	22,49	44	0,51	25,56	47	0,54	29,37	48	0,61
Tổng	142,24	317	0,45	164,67	333	0,49	187,78	348	0,54

*Nguồn: UBND huyện Đức Trọng (cũ) giai đoạn (2022 - 2024) [9].*



**Hình 1. Biến động diện tích và số HGD SDDNNĐMĐ tại địa bàn nghiên cứu**

*Nguồn: UBND huyện Đức Trọng (cũ) (2022 - 2024) [9].*

**Bảng 2. Thực trạng SĐĐNNĐMĐ**

Tiêu chí	Số lượng (hộ)	Tỷ lệ (%)
<b>1. Tỷ lệ diện tích SĐĐNNĐMĐ</b>		
HGD có diện tích SĐĐNNĐMĐ không quá 50% diện tích thửa đất nông nghiệp	348	100,00
HGD có diện tích SĐĐNNĐMĐ lớn hơn 50% tổng diện tích đất nông nghiệp	0	0,00
<b>2. Công trình trên đất</b>		
HGD làm nhà tạm	40	11,49
HGD làm công tường rào	60	17,24
<b>3. Loại đường giao thông phục vụ SĐĐNNĐMĐ</b>		
HGD làm đường tạm	11	3,16
HGD làm đường kiên cố	0	0,00
<b>4. Ô nhiễm môi trường</b>		
HGD gây ô nhiễm môi trường đất	8	2,30
HGD gây ô nhiễm môi trường nước	8	2,30
HGD gây ô nhiễm môi trường không khí	13	3,74
HGD gây tiếng ồn	5	1,44
<b>5. Biến đổi mặt nước, hệ thống tưới tiêu, ảnh hưởng đến sử dụng đất liền kề</b>		
HGD làm thay đổi mặt nước	14	4,02
HGD làm biến đổi hệ thống tưới tiêu	0	0,00
HGD làm ảnh hưởng đến sử dụng đất liền kề	6	1,72

*Nguồn: Kết quả xử lý số liệu khảo sát (2025).*

### **3.2. Đánh giá hiệu quả SĐĐNNĐMĐ**

Kết quả phân tích số liệu khảo sát cho thấy, hiệu quả SĐĐNNĐMĐ tại huyện Đức Trọng (cũ) đạt mức cao, với điểm trung bình 4,17 điểm (Bảng 3). Về kinh tế, nhóm chỉ tiêu đạt mức rất cao 4,22 điểm, nổi bật ở tỷ suất lợi nhuận và hiệu quả vốn đầu tư 4,53 điểm, cho thấy mô hình ĐNNĐMĐ có khả năng tạo ra giá trị gia tăng vượt trội khi kết hợp sản xuất nông nghiệp với các hoạt động dịch vụ bổ trợ như du lịch sinh thái

và thương mại. Về xã hội, hiệu quả được ghi nhận ở mức cao 4,12 điểm, trong đó mức độ tham gia cộng đồng và sự hài lòng của người dân, khách du lịch đạt điểm rất cao 4,23 - 4,33 điểm, chứng minh rằng mô hình này không chỉ cải thiện thu nhập mà còn thúc đẩy gắn kết xã hội và nâng cao chất lượng sống nông thôn. Về môi trường, hiệu quả cũng đạt mức cao 4,16 điểm, với các chỉ tiêu như: Độ che phủ đất 4,35 điểm, chất lượng nước 4,23 điểm và giảm phát thải khí nhà kính

4,10 điểm đều được đánh giá tích cực, phản ánh xu hướng sử dụng đất thân thiện với sinh thái.

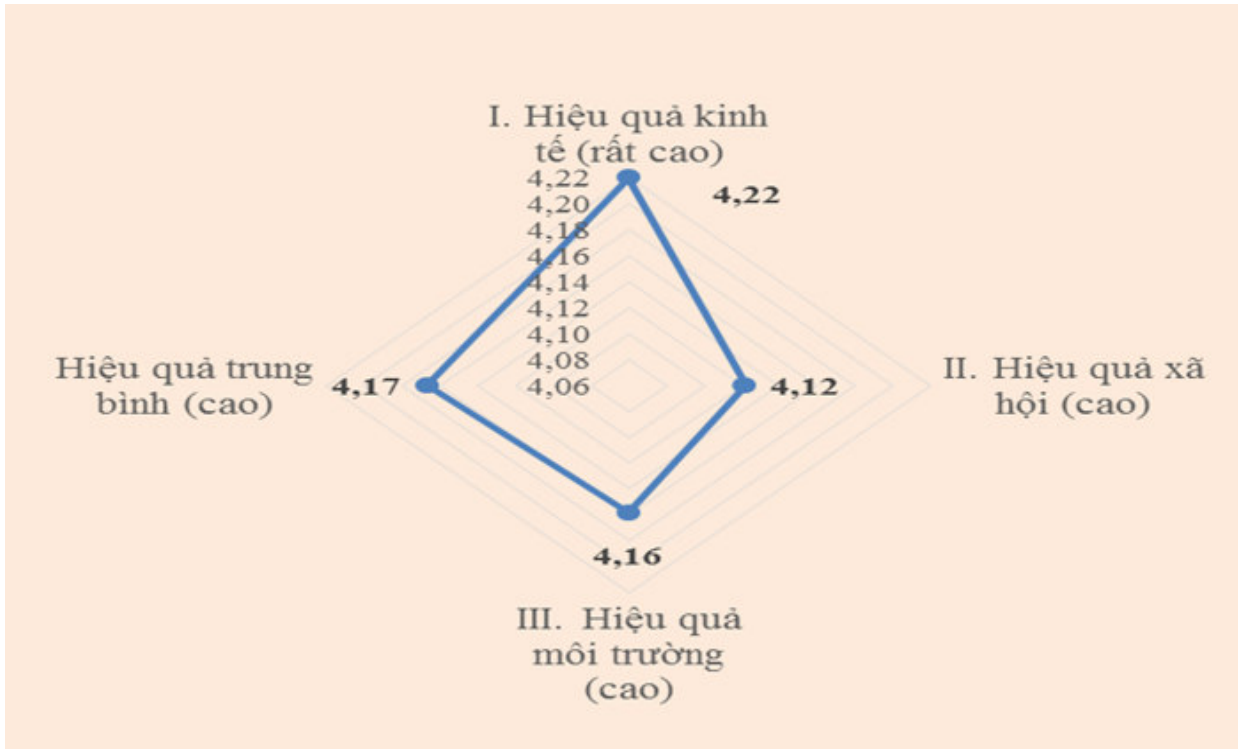
Sự tương đồng về điểm số giữa 3 nhóm chỉ tiêu (kinh tế: 4,22 điểm; xã hội: 4,12 điểm; môi trường: 4,16 điểm - hình 2), chứng tỏ hiệu quả của SĐĐNNĐMĐ không bị lệch về một khía cạnh đơn lẻ, mà mang tính toàn diện, định hướng phát triển đa chiều và bền vững. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Liu và cs (2023) [5], khẳng định việc khai thác đất đa chức năng thông qua các chương trình cải tạo và tích hợp có thể đồng thời nâng cao hiệu quả kinh tế và cải thiện sinh kế nông thôn. So sánh với kết quả nghiên cứu của Song và cs (2023) [12] tại vùng ven đô Trung Quốc, hiệu quả xã hội ở huyện Đức Trọng (cũ) được đánh giá nổi trội hơn, đặc biệt ở khía cạnh tăng cường gắn kết cộng đồng. Trong

khi đó, kết quả nghiên cứu của Song và cs (2023) [12] chỉ ra rằng, nông dân ven đô thường chịu ảnh hưởng mạnh từ biến động chính sách và điều kiện kinh tế - xã hội. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu tại huyện Đức Trọng (cũ) cũng tương đồng với kết quả nghiên cứu của Liu và cs (2023) [5] về mối quan hệ cộng hưởng giữa các chức năng đất canh tác, khi kết quả có thể đồng thời tạo ra lợi ích kinh tế và môi trường. Tuy nhiên, so với kết quả nghiên cứu của Wang và cs (2023) [3] thì hiệu quả môi trường tại huyện Đức Trọng (cũ) vẫn chưa đạt mức tối ưu do tồn tại tình trạng ô nhiễm đất, nước và tiếng ồn từ hoạt động du lịch. Điều này đặt ra yêu cầu cần có các giải pháp quản lý và kiểm soát chặt chẽ hơn nhằm tiệm cận mục tiêu phát triển bền vững toàn diện.

**Bảng 3. Hiệu quả SĐĐNNĐMĐ**

Hiệu quả SĐĐNNĐMĐ	Đánh giá theo mức độ tác động (phiếu điều tra)					Điểm trung bình	Mức độ tác động trung bình
	Rất thấp	Thấp	Trung bình	Cao	Rất cao		
I. Hiệu quả kinh tế						4,22	Rất cao
Năng suất/ha, sản lượng	3	5	22	34	56	4,13	Cao
Giá trị sản xuất, lợi nhuận/ha	8	9	7	15	81	4,27	Rất cao
Tỷ suất lợi nhuận, hiệu quả vốn đầu tư	1	3	12	20	84	4,53	Rất cao
Thu nhập bình quân hộ nông dân	0	3	40	21	56	4,08	Cao
Giá trị gia tăng từ dịch vụ (du lịch, bán hàng, giáo dục, giải trí)	0	7	34	19	60	4,10	Cao
II. Hiệu quả xã hội						4,12	Cao
Số việc làm tạo ra (nông nghiệp + dịch vụ)	0	3	15	78	24	4,03	Cao
Mức thu nhập bình quân lao động	0	5	23	69	23	3,92	Cao
Tỷ lệ hộ thoát nghèo, cải thiện đời sống	0	6	16	57	41	4,11	Cao
Mức độ tham gia của cộng đồng và hợp tác xã	1	9	13	23	74	4,33	Rất cao
Mức độ hài lòng của người dân và khách du lịch	4	15	10	12	79	4,23	Rất cao
III. Hiệu quả môi trường						4,16	Cao
Độ che phủ đất, hạn chế xói mòn	0	8	12	30	70	4,35	Rất cao
Chất lượng nước, mức độ ô nhiễm	5	3	23	17	72	4,23	Rất cao
Tỷ lệ sử dụng phân hữu cơ, giảm hóa chất	1	5	30	24	60	4,14	Cao
Mức giảm phát thải khí nhà kính	7	5	23	19	66	4,10	Cao
Bảo tồn đa dạng sinh học, cảnh quan	9	7	17	33	54	3,97	Cao
Hiệu quả trung bình						4,17	Cao

*Nguồn: Kết quả xử lý số liệu khảo sát (2025).*



Hình 2. So sánh các loại hiệu quả SDNNĐMĐ

Nguồn: Kết quả xử lý số liệu khảo sát (2025).

### 3.3. Đánh giá ảnh hưởng của các nhóm yếu tố đến hiệu quả SDNNĐMĐ

Số liệu ở bảng 4 cho thấy, có 5 nhóm yếu tố chính tác động đến hiệu quả SDNNĐMĐ tại huyện Đức Trọng (cũ) gồm: Chính sách - pháp luật; nhân lực; loại vốn đầu tư; điều kiện tự nhiên và thị trường - công nghệ. Trong đó, nhóm chính sách - pháp luật; nhân lực được đánh giá có mức độ ảnh hưởng rất cao 4,20 - 4,22 điểm, tiếp theo là điều kiện tự nhiên 4,08 điểm và thị trường - công nghệ 4,03 điểm ở mức cao, trong khi loại vốn đầu tư chỉ đạt mức trung bình 3,64 điểm.

Nhóm chính sách - pháp luật có tác động mạnh đến hiệu quả SDNNĐMĐ, đặc biệt ở các yếu tố như hỗ trợ tín dụng 4,43 điểm và phát triển du lịch - dịch vụ 4,22 điểm. Điều này cho thấy, khung pháp lý và chính sách hỗ trợ đóng vai trò nền tảng trong việc thúc đẩy mô hình SDNNĐMĐ. Nhóm nhân lực cũng có ảnh hưởng rất cao, với sự tham gia của nông dân 4,24 điểm, cán bộ quản lý 4,27 điểm và doanh nghiệp dịch vụ 4,33 điểm, phản ánh vai trò trung tâm của nguồn nhân lực trong việc triển khai và duy trì mô hình. Ngược lại, nhóm loại vốn đầu tư có sự phân hóa rõ rệt: Vốn tự có của nông dân đạt mức rất cao 4,61 điểm, nhưng vốn hỗ trợ và vốn góp của doanh nghiệp chỉ ở mức trung bình 2,95 -

3,14 điểm, cho thấy hạn chế trong việc huy động nguồn lực bên ngoài. Nhóm điều kiện tự nhiên được đánh giá cao 4,08 điểm, trong đó đất 4,23 điểm và khí hậu 4,20 điểm có tác động rất cao, phản ánh lợi thế tự nhiên của tỉnh Lâm Đồng, song đa dạng sinh học chỉ đạt mức cao 3,87 điểm, cho thấy nguy cơ suy giảm nếu không có biện pháp bảo tồn. Cuối cùng, nhóm thị trường và công nghệ đạt mức cao 4,03 điểm, với nhu cầu tiêu thụ sản phẩm được đánh giá rất cao 4,28 điểm, nhưng khả năng áp dụng công nghệ cao chỉ ở mức trung bình 3,82 điểm, phản ánh thách thức trong việc hiện đại hóa sản xuất.

Sự khác biệt về mức độ ảnh hưởng giữa các nhóm yếu tố (Hình 3) chứng tỏ hiệu quả của SDNNĐMĐ phụ thuộc nhiều vào sự kết hợp giữa chính sách, nhân lực và điều kiện tự nhiên, trong khi vốn đầu tư và công nghệ vẫn là điểm nghẽn. Kết quả này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Liu và cs (2023) [5], khẳng định rằng việc tích hợp chính sách đất đai và nâng cao năng lực nhân lực là điều kiện tiên quyết để phát triển sử dụng đất đa chức năng. So sánh với kết quả nghiên cứu của Song và cs (2023) [12] tại Trung Quốc cho thấy, yếu tố thị trường được đánh giá có vai trò quyết định trong việc duy trì mô hình nông nghiệp đa chức năng ở vùng

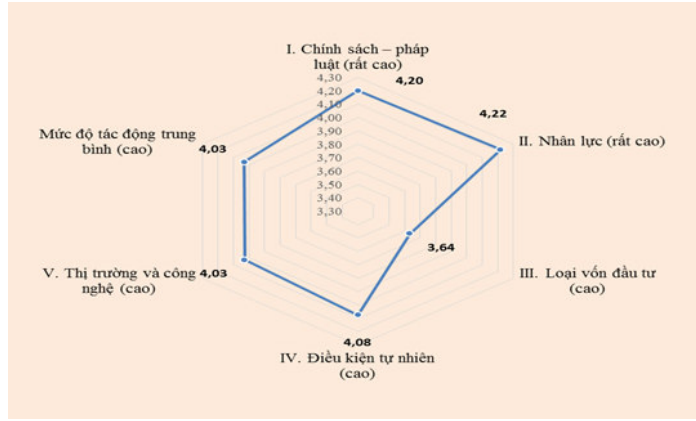
ven đô, tương tự như kết quả nghiên cứu tại huyện Đức Trọng (cũ). Ngoài ra, nghiên cứu của Liu và cs (2023) [5] cũng chỉ ra rằng, điều kiện tự nhiên và khả năng áp dụng công nghệ có mối quan hệ cộng hưởng, song nếu thiếu vốn đầu tư thì hiệu quả tổng thể sẽ bị hạn chế. Tuy nhiên, so

với kết quả nghiên cứu của Wang và cs (2023) [3] thì yếu tố môi trường tại huyện Đức Trọng (cũ) chưa được phản ánh đầy đủ trong nhóm điều kiện tự nhiên, cho thấy cần bổ sung các chính sách bảo tồn đa dạng sinh học và kiểm soát ô nhiễm để nâng cao hiệu quả bền vững.

**Bảng 4. Ảnh hưởng của các yếu tố đến SDDNNĐMĐ**

Nhân tố quyết định hiệu quả SDDNNĐMĐ	Đánh giá theo mức độ tác động (phiếu điều tra)					Điểm trung bình	Mức độ tác động trung bình
	Rất thấp	Thấp	Trung bình	Cao	Rất cao		
<b>I. Chính sách - pháp luật</b>						4,20	Cao
Đất đai	0	6	20	30	64	4,27	Rất cao
Hỗ trợ tín dụng	7	3	6	20	84	4,43	Rất cao
Khuyến nông	1	7	25	45	42	4,00	Cao
Môi trường	0	5	30	34	51	4,09	Cao
Phát triển du lịch - dịch vụ	2	11	17	19	71	4,22	Rất cao
<b>II. Nhân lực</b>						4,22	Rất cao
Nông dân	0	7	18	34	61	4,24	Rất cao
Cán bộ quản lý	1	12	14	20	73	4,27	Rất cao
Nhân lực cung cấp dịch vụ du lịch	1	8	10	32	69	4,33	Rất cao
Nhân lực quảng bá, tiêu thụ sản phẩm	0	5	28	45	42	4,03	Cao
<b>III. Loại vốn đầu tư</b>						3,64	Cao
Vốn tự có của nông dân	0	0	13	21	86	4,61	Rất cao
Vốn vay	1	24	17	29	49	3,84	Cao
Vốn hỗ trợ	29	27	13	23	28	2,95	Trung bình
Vốn góp của doanh nghiệp	13	23	34	34	16	3,14	Trung bình
<b>IV. Điều kiện tự nhiên</b>						4,08	Cao
Đất	3	12	10	25	70	4,23	Rất cao
Nước	7	10	21	19	63	4,01	Cao
Khí hậu	3	9	16	25	67	4,20	Rất cao
Đa dạng sinh học	6	18	19	20	57	3,87	Cao
<b>V. Thị trường và công nghệ</b>						4,03	Cao
Nhu cầu tiêu thụ sản phẩm	0	4	24	27	65	4,28	Rất cao
Giá cả hàng hóa	1	12	29	23	55	3,99	Cao
Khả năng áp dụng công nghệ cao vào sản xuất, cung cấp dịch vụ	2	13	32	31	42	3,82	Cao
<b>Mức độ tác động trung bình</b>						4,03	Cao

*Nguồn: Kết quả xử lý số liệu khảo sát (2025).*



**Hình 3. So sánh mức độ ảnh hưởng của các nhóm yếu tố đến SDĐNNĐMĐ**

*Nguồn: Kết quả xử lý số liệu khảo sát (2025).*

**3.4. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội, thách thức SDĐNNĐMĐ**

**3.4.1. Phân tích điểm mạnh**

Theo ý kiến của các nông hộ tham gia khảo sát, mô hình SDĐNNĐMĐ tại huyện Đức Trọng (cũ) tạo ra giá trị kinh tế bổ sung trên cùng một thửa đất, giúp nâng cao thu nhập và cải thiện sinh kế cho nông hộ. Việc ứng dụng công nghệ trong chế biến, bảo quản sau thu hoạch đã được triển khai, góp phần nâng cao giá trị sản phẩm. Ngoài ra, điều kiện tự nhiên thuận lợi của huyện Đức Trọng (cũ) (khí hậu đa dạng, cảnh quan phong phú) là nền tảng vững chắc cho phát triển mô hình tích hợp. Kết quả khảo sát cho thấy, diện tích SDĐNNĐMĐ tăng từ 142,24 ha năm 2022 lên 187,78 ha năm 2024, số hộ tham gia tăng từ 317 hộ lên 348 hộ, phản ánh xu hướng mở rộng mô hình.

**3.4.2. Phân tích điểm yếu**

Hiệu quả tổng thể chỉ đạt mức trung bình cao 4,17 điểm, cho thấy tiềm năng chưa được khai thác tối đa, quy mô sản xuất nhỏ lẻ, diện tích trung bình mỗi hộ chưa đến 1 ha, hạn chế khả năng mở rộng. Tình trạng ô nhiễm môi trường do hoạt động sản xuất và du lịch 9,77% số HGD gây ô nhiễm đất, nước, không khí, tiếng ồn là vấn đề đáng quan tâm. Ngoài ra, sự gắn kết cộng đồng giữa các HGD còn hạn chế, làm giảm hiệu quả hợp tác và chia sẻ dịch vụ. So sánh với kết quả nghiên cứu của Song và cs (2023) [12] tại vùng ven đô Trung Quốc cho thấy, điểm yếu về quy mô nhỏ lẻ và thiếu sự phối hợp cộng đồng cũng được ghi nhận, khi nông dân thường gặp khó khăn trong việc duy trì mô hình đa chức năng do thiếu liên kết xã hội và biến động chính sách.

**3.4.3. Phân tích cơ hội**

Luật Đất đai năm 2024 đã chính thức luật hóa mô hình SDĐNNĐMĐ, qua đó thiết lập nền tảng pháp lý vững chắc cho định hướng phát triển lâu dài. Thị trường hiện ghi nhận nhu cầu cao đối với các sản phẩm nông nghiệp kết hợp dịch vụ du lịch, mở ra triển vọng đa dạng hóa sinh kế cho cộng đồng địa phương. Việc ứng dụng công nghệ trong khâu chế biến và bảo quản sau thu hoạch được đánh giá tích cực trong nhóm khoa học - công nghệ, minh chứng cho tiềm năng nâng cao giá trị gia tăng của sản phẩm nông nghiệp. Bên cạnh đó, xu hướng phát triển du lịch sinh thái tại khu vực nghiên cứu tạo điều kiện thuận lợi để tích hợp nông nghiệp với dịch vụ, thúc đẩy mô hình phát triển đa ngành. Ở góc độ so sánh quốc tế, kết quả nghiên cứu của Liu và cs (2023) [5] cho thấy, tại Trung Quốc, sự kết hợp giữa công nghệ cao và nhu cầu thị trường đã tạo ra hiệu ứng cộng hưởng giữa lợi ích kinh tế và môi trường. Điều này gợi mở rằng, cơ hội tại huyện Đức Trọng (cũ) hoàn toàn có thể được nhân rộng nếu khai thác hiệu quả các yếu tố công nghệ và thị trường.

**3.4.4. Phân tích thách thức**

Kết quả khảo sát cho thấy, biến đổi khí hậu (hạn hán, mưa trái mùa, lũ lụt), cùng với đặc điểm địa hình dốc đã và đang tạo ra nguy cơ xói mòn đất, đồng thời dẫn đến sự phân bố nguồn nước không đồng đều là những thách thức lớn đối với phát triển nông nghiệp đa mục đích. Bên cạnh đó, biến động thị trường nông sản, chi phí đầu vào ở mức cao và tình trạng thiếu hụt vốn đầu tư được các nông hộ nhận định là những rào cản đáng kể. Một số trường hợp lấn chiếm đất giao

thông nội đồng cũng gây ra xung đột trong quá trình sử dụng đất, làm gia tăng áp lực quản lý. Đặc biệt, hệ thống chính sách và pháp luật hiện hành vẫn cần được cụ thể hóa và hoàn thiện hơn nhằm tạo dựng môi trường thể chế thuận lợi cho việc triển khai mô hình. Những vấn đề này cũng tương đồng với nhận định của Wang và cs (2023) [3], khi nghiên cứu tại Trung Quốc, cho thấy các mô hình sử dụng đất đa chức năng thường phải đối mặt với thách thức môi trường, sự suy giảm đa dạng sinh học và tình trạng ô nhiễm nguồn nước.

### **3.5. Giải pháp nâng cao hiệu quả SDĐNNĐMĐ**

Các nhóm giải pháp nâng cao hiệu quả SDĐNNĐMĐ trong nghiên cứu này được xây dựng dựa trên 3 căn cứ khoa học và thực tiễn chính. Thứ nhất, các đề xuất bám sát kết quả khảo sát, đánh giá tại địa bàn huyện Đức Trọng (cũ), nhằm trực tiếp tháo gỡ những hạn chế về nguồn vốn, quy mô sản xuất và các tác động môi trường đang tồn tại. Thứ hai, nghiên cứu căn cứ vào khung pháp lý mới về nông nghiệp đa chức năng trong Luật Đất đai năm 2024 cùng các định hướng về phát triển nông thôn bền vững tại Việt Nam. Cuối cùng, các giải pháp có sự tiếp thu kinh nghiệm quốc tế, đặc biệt là những bài học về sự phối hợp giữa chính sách, nguồn lực và công nghệ từ các mô hình tương đồng [3, 5, 12]. Trên cơ sở tích hợp các nguồn thông tin này, nghiên cứu đề xuất 5 nhóm giải pháp phù hợp với đặc thù và tiềm năng của địa phương.

#### *3.5.1. Hoàn thiện chính sách - pháp luật*

Các cơ quan chức năng cần cụ thể hóa hơn các quy định về SDĐNNĐMĐ trong Luật Đất đai năm 2024 nhằm bảo đảm tính minh bạch, khả thi và phù hợp với thực tiễn địa phương, đồng thời bổ sung các chính sách tín dụng, thuê và khuyến nông để khuyến khích HGĐ mở rộng quy mô sản xuất, gắn kết nông nghiệp với dịch vụ du lịch - sinh thái. Bên cạnh đó, có thể tham chiếu kinh nghiệm quốc tế, điển hình như Trung Quốc, nơi các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, cải cách chính sách đất đai kết hợp với hỗ trợ tài chính là nền tảng quan trọng để phát triển mô hình đa chức năng [5], qua đó gợi mở định hướng áp dụng phù hợp cho bối cảnh Việt Nam.

#### *3.5.2. Nâng cao chất lượng nhân lực*

Các cấp, các ngành cần chú trọng nâng cao năng lực quản lý của đội ngũ cán bộ địa phương cũng như kỹ năng sản xuất của nông dân thông qua các chương trình đào tạo và tập huấn về canh tác bền vững, quản lý sản xuất và tiếp thị sản phẩm. Song song với đó, việc khuyến khích sự tham gia của doanh nghiệp dịch vụ và hợp tác xã sẽ góp phần củng cố chuỗi giá trị nông sản, tạo nền tảng cho phát triển lâu dài. Kinh nghiệm quốc tế, điển hình là nghiên cứu của Song và cs (2023) [12] đã khẳng định rằng, nguồn nhân lực và sự gắn kết cộng đồng là những yếu tố then chốt để duy trì mô hình nông nghiệp đa chức năng, qua đó cho thấy sự phù hợp với định hướng phát triển tại huyện Đức Trọng (cũ).

#### *3.5.3. Đơn giản hóa cơ chế vốn đầu tư*

Tiếp tục thúc đẩy đơn giản hóa thủ tục vay vốn và mở rộng khả năng tiếp cận các nguồn tín dụng ưu đãi, đồng thời khuyến khích sự tham gia đầu tư của doanh nghiệp vào mô hình SDĐNNĐMĐ là định hướng quan trọng. Việc hình thành quỹ tín dụng cộng đồng cũng được xem là giải pháp thiết thực nhằm giảm bớt gánh nặng tài chính cho các nông hộ. Kết quả nghiên cứu của Liu và cs (2023) [5] cho thấy, thiếu vốn đầu tư là một trong những rào cản lớn đối với việc triển khai đất đa chức năng và thực tiễn đã chứng minh rằng, việc đơn giản hóa cơ chế vốn có thể mang lại hiệu quả rõ rệt trong việc mở rộng mô hình này.

#### *3.5.4. Nâng cao hiệu quả khai thác điều kiện tự nhiên*

Cần tiếp tục tạo điều kiện để nâng cao khả năng sử dụng hợp lý các nguồn lực tự nhiên như đất, nước và khí hậu, đồng thời chú trọng công tác bảo tồn đa dạng sinh học và quản lý nguồn nước một cách bền vững. Việc áp dụng các biện pháp canh tác thích ứng với biến đổi khí hậu được xem là giải pháp quan trọng nhằm giảm thiểu rủi ro xói mòn và suy thoái đất. Theo kết quả nghiên cứu của Wang và cs (2023) [3], việc khai thác lợi thế tự nhiên kết hợp với phát triển du lịch nông nghiệp tạo ra giá trị kinh tế - xã hội cao, qua đó gợi mở định hướng phù hợp cho huyện Đức Trọng (cũ) trong tiến trình phát triển nông nghiệp đa mục đích.

#### *3.5.5. Hoàn thiện thị trường và nâng cao công nghệ*

Các tổ chức cần tập trung hoàn thiện hệ thống tiêu thụ nông sản, đồng thời xây dựng và phát triển thương hiệu địa phương nhằm củng cố một chuỗi giá trị ổn định, bền vững. Song song với đó, việc nâng cao khả năng ứng dụng công nghệ cao trong các khâu sản xuất, chế biến và bảo quản sẽ góp phần gia tăng giá trị sản phẩm, đồng thời giảm thiểu sự phụ thuộc vào biến động giá cả trên thị trường. Theo Wang và cs (2023) [3], sự kết hợp giữa thị trường và công nghệ không chỉ giúp giảm ô nhiễm, hạn chế phát thải carbon mà còn nâng cao sản lượng, qua đó khẳng định đây là giải pháp then chốt để thúc đẩy mô hình phát triển nông nghiệp đa mục đích tại huyện Đức Trọng (cũ).

#### **4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ**

##### **4.1. Kết luận**

Nghiên cứu về SDĐNNĐMĐ tại huyện Đức Trọng (cũ), tỉnh Lâm Đồng cho thấy, mô hình này đang có xu hướng mở rộng cả về diện tích và số hộ tham gia, với hiệu quả sử dụng đất đạt mức cao 4,17 điểm, hiệu quả kinh tế nổi bật nhất, song các khía cạnh xã hội và môi trường cũng được cải thiện đáng kể, phản ánh tính toàn diện và bền vững của mô hình. Phân tích các yếu tố ảnh hưởng, nghiên cứu xác định nhân lực và chính sách - pháp luật là hai nhóm tác động mạnh nhất, tiếp theo là điều kiện tự nhiên, thị trường - công nghệ, trong khi vốn đầu tư vẫn là điểm hạn chế. Từ kết quả này, nghiên cứu khẳng định, SDĐNNĐMĐ là hướng đi phù hợp để nâng cao hiệu quả sử dụng đất, đa dạng hóa sinh kế và phát triển nông thôn bền vững. Các giải pháp trọng tâm cần tập trung vào hoàn thiện khung pháp lý, nâng cao năng lực nhân lực, cải thiện cơ chế vốn, khai thác lợi thế tự nhiên và phát triển thị trường công nghệ. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở thực tiễn cho việc hoạch định chính sách và nhân rộng mô hình SDĐNNĐMĐ ở các địa phương khác có điều kiện tương đồng.

##### **4.2. Đề nghị**

Nghiên cứu mới dừng lại ở việc phân tích hiệu quả tổng thể và đề xuất giải pháp, chưa lượng hóa đầy đủ tác động môi trường như chất lượng đất, nước, không khí và chưa đánh giá chi tiết hiệu quả kinh tế theo từng loại hình sử dụng đất. Những vấn đề này cần được giải quyết trong thời gian tới, đồng thời mở rộng khảo sát sang

các vùng sinh thái khác và áp dụng các phương pháp phân tích định lượng hiện đại như mô hình kinh tế lượng, GIS, phân tích đa tiêu chí để làm rõ hơn mối quan hệ giữa hiệu quả kinh tế, xã hội và môi trường, qua đó củng cố cơ sở khoa học cho việc nhân rộng mô hình SDĐNNĐMĐ.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1]. Quốc hội (2024). *Luật Đất đai. Luật số 31/2024/QH15, ngày 18/01/2024.*

[2]. Tran, D. X., Pearson, D., Palmer, A., Dominati, E. J., Gray, D. & Lowry, J. (2023). Integrating ecosystem services with geodesign to create multifunctional agricultural landscapes: A case study of a New Zealand hill country farm. *Ecological Indicators*, 146, 109762.

[3]. Wang, X., Wang, D., Wu, S., Yan, Z. & Han, J. (2023). Cultivated land multifunctionality in undeveloped peri-urban agriculture areas in China: Implications for sustainable land management. *Journal of Environmental Management*, 325, 116500.

[4]. Baldwin, C., Hamerlinck, J. & McKinlay, A. (2023). Institutional support for building resilience within rural communities characterised by multifunctional land use. *Land Use Policy*, 132, 106808.

[5]. Liu, Y., Dai, L. & Long, H. (2023). Theories and practices of comprehensive land consolidation in promoting multifunctional land use. *Habitat International*, 142, 102964.

[6]. Vũ Văn Huân & Châu Hoàng Thân (2023). Pháp luật về sử dụng đất kết hợp đa mục đích với yêu cầu phát triển bất động sản du lịch ở Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Kiểm sát*, 7(69): 43 - 51.

[7]. Nguyễn Thị Kim Yến (2015). Nghiên cứu các loại hình sử dụng đất nông nghiệp phục vụ phát triển du lịch ở huyện Điện Biên, tỉnh Điện Biên. Luận án Tiến sĩ, chuyên ngành Quản lý đất đai. Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

[8]. Nguyễn Thị Hà Phương (2023). Một số mô hình sử dụng đất đa mục đích tại Việt Nam và đề xuất giải pháp về chính sách quản lý. *Tạp chí Tài nguyên và Môi trường*, (2)20: 12 - 13.

[9]. UBND huyện Đức Trọng (2022, 2023, 2024). *Báo cáo công tác quản lý đất đai trên địa bàn huyện Đức Trọng.*

[10]. Yamane T. (1967). *Statistics: An Introductory Analysis*, 2<sup>nd</sup> Edition, New York: Harper and Row.

[11]. Likert R. A. (1932). A technique for the measurement of attitudes, *Archives of Psychology*, 140(55): 5 - 55.

[12]. Song, B., Robinson, G. M., Bardsley, D. K., Xue, Y. & Wang, B. (2023). Multifunctional agriculture in a peri-urban fringe: Chinese farmers' responses to shifts in policy and changing socio-economic conditions. *Land Use Policy*, 133, 106869.

**MULTI-PURPOSE AGRICULTURAL LAND USE IN DUC TRONG DISTRICT (FORMER), LAM DONG PROVINCE: CURRENT STATUS, CHALLENGES AND SOLUTIONS**

**Nguyen Dinh Trung<sup>1</sup>, Truong My Hoa<sup>2</sup>, Tran Thai Yen<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Vietnam National University of Agriculture*

<sup>2</sup> *Duc Trong commune, Lam Dong province*

<sup>3</sup> *Nghe An University*

**Abstract**

Climate change, population pressure and the demand for sustainable rural development highlight the need for multi-purpose agricultural land use (MPALU) to optimize resources, diversify livelihoods and reduce environmental risks. In Vietnam, comprehensive studies on the effectiveness and influencing factors of this model remain limited, particularly in the former Duc Trong district, Lam Dong province - an area with significant potential for agriculture combined with services. The objective of this study is to analyze the current situation, evaluate effectiveness and identify factors affecting MPALU, thereby proposing solutions suitable to local conditions. A random survey of 120 households was conducted during 2022 - 2024, using a five-point Likert scale and SWOT analysis. Results show that the MPALU area increased from 142.24 ha to 187.78 ha, while the number of participating households rose from 317 to 348. Land use efficiency reached a high level with an average score of 4.17, in which economic efficiency was most prominent, alongside improvements in social and environmental aspects. Analysis of influencing factors revealed that human resources and policies - laws exerted the most tremendous impact, followed by natural conditions, market - technology and investment capital. The proposed solutions focus on improving the legal framework, enhancing human resource capacity, reforming capital mechanisms, leveraging natural advantages and strengthening market-technology linkages. The findings confirm that MPALU is an appropriate approach to improve land-use efficiency and provide a scientific basis for policy-making and for scaling up the model in other localities with similar conditions.

**Keywords:** *Sustainability, multi-purpose, agricultural land, Duc Trong - Lam Dong, efficiency.*

**Ngày nhận bài:** 26/12/2025

**Ngày chuyển phản biện:** 13/01/2026

**Ngày thông qua phản biện:** 17/02/2026

**Ngày duyệt đăng:** 6/3/2026

## 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. It emphasizes that every entry, no matter how small, should be recorded to ensure the integrity of the financial data. This includes not only sales and purchases but also expenses, income, and any other financial activities.

The second part of the document provides a detailed breakdown of the company's revenue. It lists the various products and services sold, along with the corresponding sales figures. This information is crucial for understanding the company's primary sources of income and for identifying areas of growth.

The third part of the document details the company's expenses. It categorizes these into fixed costs, such as rent and salaries, and variable costs, such as materials and utilities. This breakdown helps in understanding the cost structure and in identifying opportunities to reduce expenses.

The fourth part of the document presents a summary of the company's overall financial performance. It includes key metrics such as net income, profit margins, and return on investment. These metrics provide a clear picture of the company's financial health and its ability to generate profit.

The fifth part of the document discusses the company's financial projections for the upcoming period. It outlines the expected revenue, expenses, and profit, based on current market conditions and the company's strategic plans. This information is essential for planning and for making informed decisions about the company's future.

The sixth part of the document provides a detailed analysis of the company's financial ratios. It includes the current ratio, debt-to-equity ratio, and other key indicators. These ratios help in assessing the company's liquidity, solvency, and overall financial stability.

The seventh part of the document discusses the company's financial policies and procedures. It outlines the guidelines for recording transactions, managing cash, and handling accounts receivable and payable. These policies are essential for ensuring the accuracy and consistency of the financial records.

The eighth part of the document provides a detailed analysis of the company's financial statements. It includes a balance sheet, an income statement, and a cash flow statement. These statements provide a comprehensive overview of the company's financial position and performance.

The ninth part of the document discusses the company's financial risks and opportunities. It identifies the key risks that could impact the company's financial performance and outlines strategies to mitigate these risks. It also identifies opportunities for growth and expansion.

The tenth part of the document provides a detailed analysis of the company's financial performance over the long term. It includes a historical review of the company's financial statements and a comparison of its performance to industry benchmarks. This analysis helps in understanding the company's financial trends and its competitive position.