

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

8
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 527 NĂM 2026
XUẤT BẢN 1 THÁNG 2 KỲ**

**TỔNG BIÊN TẬP
TS. ĐÀO XUÂN HÙNG
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

- ❑ KHUẤT THỊ MAI LƯƠNG, NGUYỄN VĂN DƯƠNG, NGUYỄN THỊ LAN ANH, KHƯƠNG THỊ THU HƯƠNG, NGUYỄN THỊ HỒNG LĨNH, HOÀNG DIỆU LINH, LÊ HÙNG LĨNH. Nghiên cứu nhân giống *in vitro* cây bình vôi đỏ (*Stephania dielsiana* Y.C. Wu) thông qua con đường tái sinh chồi 3-13
- ❑ VÕ THỊ PHƯƠNG THẢO, PHẠM NGỌC HÂN, NGUYỄN NGỌC HÂN, TÔN THIÊN GIÁP, NGUYỄN MINH NGỌC, NGUYỄN CHÂU THANH TÙNG, NGÔ THỤY DIỄM TRANG. Ảnh hưởng của thời điểm xử lý mặn đến sinh trưởng của cải bẹ xanh (*Brassica juncea*) và cải ngọt (*Brassica integrifolia*) 14-22
- ❑ NGUYỄN HỒNG SƠN, ĐẶNG THỊ THANH LÊ, BÙI THỊ HẢI YẾN. Nghiên cứu hiệu quả sử dụng một số thuốc bảo vệ thực vật sinh học trong sản xuất rau an toàn trên địa bàn thành phố Hà Nội 23-34
- ❑ PHAN CÔNG KIÊN, PHẠM VĂN PHƯỚC, VÕ MINH THU, ĐỖ TỶ, NGUYỄN THỊ LIỄU, NGUYỄN THỊ THÚY HẰNG, NGUYỄN THỊ HÀ GIANG. Ảnh hưởng của phân hữu cơ sinh học thay thế một phần phân vô cơ đến tính chất đất, năng suất và chất lượng giống nho NH01-26 35-43
- ❑ ÔNG VĨNH AN, TRẦN THỊ BÌNH. Tình hình nhiễm ký sinh trùng ở các loài thằn lằn bóng (họ Scincidae) tại tỉnh Nghệ An 44-50
- ❑ LÊ THỊ HỒNG ÁNH, NGUYỄN LÊ TRÂM, HOÀNG THỊ NGỌC NHƠN. Nghiên cứu tối ưu hóa trích ly anthocyanin từ gạo nếp than (*Oryza rufipogon*) 51-59
- ❑ PHÙ THỊ THANH KHIẾT, TRƯƠNG THỊ TÚ TRÂN, TRẦN VIỆT QUYỀN, KONG NARIN, LÊ THÁI ANH THU. Tối ưu hóa quy trình chiết xuất trong điều chế cao lá giang (*Aganonerion polymorphum* Pierre ex Spire) bằng mô hình Box-Behnken 60-68
- ❑ NGUYỄN VĂN LỢI, LÊ ANH TUẤN, TRẦN VĂN QUY, NGUYỄN NGỌC DUY, VŨ KIỀU SÂM, BÙI PHƯƠNG THẢO. Nghiên cứu xây dựng quy trình chế biến khoai lang sấy dẻo 69-80
- ❑ HUỖNH VĂN TIỀN, NGUYỄN DUY TÙNG, LƯU NGỌC THÙY TRANG, ĐINH THỊ BÉ HIỀN, HÀ THANH TOÀN. Đa dạng thành phần loài động vật phù du ở bãi bồi ven biển tỉnh An Giang 81-88
- ❑ NGUYỄN KIM KHOA, NGUYỄN THỊ HỒNG ĐIỆP, NGUYỄN TRỌNG NGUYỄN. Đánh giá nguy cơ xâm nhập mặn theo các kịch bản biến đổi khí hậu trên hiện trạng sử dụng đất thành phố Cần Thơ. 89-96

**VIETNAM JOURNAL OF
AGRICULTURE AND
ENVIRONMENT**

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

**THE TWENTY SIXTH YEAR
No. 527 - 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

- ❑ KHUAT THI MAI LUONG, NGUYEN VAN DUONG, NGUYEN THI LAN ANH, KHUONG THI THU HUONG, NGUYEN THI HONG LINH, HOANG DIEU LINH, LE HUNG LINH. *In vitro* propagation of red *Stephania* (*Stephania dielsiana* Y.C. Wu) via shoot regeneration 3-13
- ❑ VO THI PHUONG THAO, PHAM NGOC HAN, NGUYEN NGOC HAN, TON THIEN GIAP, NGUYEN MINH NGOC, NGUYEN CHAU THANH TUNG, NGO THUY DIEM TRANG. Effects of saline treatment timepoints on growth of mustard greens (*Brassica juncea*) and leaf mustard (*Brassica integrifolia*) 14-22
- ❑ NGUYEN HONG SON, DANG THI THANH LE, BUI THI HAI YEN. Research on the effectiveness of using some biological pesticides in safe vegetable production in Hanoi 23-34
- ❑ PHAN CONG KIEN, PHAM VAN PHUOC, VO MINH THU, DO TY, NGUYEN THI LIEU, NGUYEN THI THUY HANG, NGUYEN THI HA GIANG. Effects of partially replacing inorganic fertilizers with bio-organic fertilizers on soil properties, yield, and quality of NH01-26 grape variety 35-43
- ❑ ONG VINH AN, TRAN THI BINH. The infection of parasites in skinks (Scincidae) from Nghe An province, Vietnam 44-50
- ❑ LE THI HONG ANH, NGUYEN LE TRAM, HOANG THI NGOC NHON. Optimization of anthocyanin extraction from black glutinous rice (*Oryza rufipogon*) 51-59
- ❑ PHU THI THANH KHIET, TRUONG THI TU TRAN, TRAN VIET QUYEN, KONG NARIN, LE THAI ANH THU. Optimization of the extraction process for *Aganonerion polymorphum* Pierre ex Spire leaf extract using the Box-Behnken design 60-68
- ❑ NGUYEN VAN LOI, LE ANH TUAN, TRAN VAN QUY, NGUYEN NGOC DUY, VU KIEU SAM, BUI PHUONG THAO. Study on the developing a process for processing dried chewy sweet potato 69-80
- ❑ HUYNH VAN TIEN, NGUYEN DUY TUNG, LUU NGOC THUY TRANG, DINH THI BE HIEN, HA THANH TOAN. Species diversity of zooplankton in the coastal mudflats of An Giang province, Vietnam 81-88
- ❑ NGUYEN KIM KHOA, NGUYEN THI HONG DIEP, NGUYEN TRONG NGUYEN. Assessment of saline intrusion risk under climate change scenarios on land use in Can Tho city 89-96

NGHIÊN CỨU NHÂN GIỐNG *in vitro* CÂY BÌNH VÔI ĐỎ (*Stephania dielsiana* Y.C. Wu) THÔNG QUA CON ĐƯỜNG TÁI SINH CHỒI

Khuất Thị Mai Lương^{1, *}, Nguyễn Văn Dương², Nguyễn Thị Lan Anh²,
Khương Thị Thu Hương², Nguyễn Thị Hồng Lĩnh², Hoàng Diệu Linh³, Lê Hùng Lĩnh¹

¹ Viện Di truyền Nông nghiệp

² Trường Đại học Dược Hà Nội

³ Viện Dược liệu

*Email: hoamoclantt_36@yahoo.com

TÓM TẮT

Cây bình vôi đỏ (*Stephania dielsiana* Y.C. Wu) là loài dược liệu có giá trị, được sử dụng rộng rãi trong y học cổ truyền nhưng đang có nguy cơ suy giảm do khai thác quá mức. Nghiên cứu này nhằm xây dựng quy trình nhân giống *in vitro* thông qua tái sinh chồi từ đốt thân mang mắt ngủ. Kết quả cho thấy, quy trình khử trùng sử dụng javel 5% (15 phút) kết hợp cồn 70% và HgCl₂ 0,1% (mỗi loại 5 phút) cho tỉ lệ mẫu sạch và sống đạt 75,6%. Môi trường MS bổ sung BAP 1,5 mg/l thích hợp cho cảm ứng chồi, trong khi BAP 1,5 mg/l kết hợp NAA 0,1 mg/l cho hiệu quả nhân nhanh cao nhất, với hệ số nhân đạt 2,5 lần và tỉ lệ tạo cụm chồi trên 90%. Kinetin 1,5 mg/l kết hợp NAA 0,1 mg/l góp phần cải thiện chiều cao chồi. Ở giai đoạn ra rễ, IBA 0,25 mg/l cho tỉ lệ ra rễ đạt 87,8%. Việc bổ sung 1,0 g/l than hoạt tính cùng BAP 1,5 mg/l giúp nâng cao chất lượng cây hoàn chỉnh. Nghiên cứu đã bước đầu xác định các điều kiện phù hợp cho các giai đoạn nhân giống *in vitro*, góp phần làm cơ sở cho việc xây dựng quy trình nhân giống nhằm bảo tồn và phát triển nguồn gen loài bình vôi đỏ (*Stephania dielsiana*).

Từ khóa: *Stephania dielsiana*, nhân giống *in vitro*, tái sinh chồi, bảo tồn.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bình vôi đỏ (*Stephania dielsiana* Y.C. Wu) là loài cây thân leo thuộc chi *Stephania* Lour., họ Tiết dê (*Menispermaceae*), còn được gọi là củ dôm, củ gà ấp [1]. Theo Nguyễn Quốc Huy và cs (2025) [2], ở Việt Nam hiện ghi nhận 22 loài thuộc chi *Stephania*, trong đó có 9 loài đã được mô tả chi tiết đặc điểm thực vật kèm hình minh họa. Các loài trong chi *Stephania* có rễ phình to dạng củ và hình thái bên ngoài tương đối giống nhau, nên thường được gọi chung là “bình vôi”. Dựa trên đặc điểm hình thái và khóa phân loại, củ dôm (*S. dielsiana*) được nhận biết bởi cành, cuống lá, lá non và cụm hoa có màu tím, khi cắt mô cây tiết ra dịch màu tím hồng. Củ dôm (*S. dielsiana*) là loài đơn tính khác gốc. Trong tự nhiên, số lượng cá thể cái thường được ghi nhận thấp hơn cá thể đực, điều này có thể làm hạn chế khả năng tạo hạt và từ đó ảnh hưởng đến tái sinh tự nhiên của loài. Loài này phân bố tại các tỉnh

Lào Cai, Yên Bái, Bắc Kạn, Thái Nguyên, Sơn La, Hòa Bình, Phú Thọ, Hà Tây, Bắc Giang, Bắc Ninh và Quảng Ninh (theo địa danh hành chính trước đây) [2].

Các loài thuộc chi *Stephania* được biết đến là nguồn giàu alkaloid, với hơn 150 hợp chất đã được xác định, thể hiện nhiều hoạt tính sinh học như: Chống viêm, chống oxy hóa, kháng khuẩn và bảo vệ thần kinh [3, 4]. Trong y học dân gian, các loài trong chi này được sử dụng để điều trị nhiều bệnh lý như: Hen suyễn, sốt, kiết lỵ, rối loạn thần kinh và sốt rét [3]. Tại Việt Nam, nghiên cứu thành phần hóa học của một số loài bình vôi cũng cho thấy sự đa dạng về các nhóm chất, trong đó alkaloid là thành phần đặc trưng. Nghiên cứu của Nguyễn Quốc Huy và cs (2025) [2] đã phân lập được 33 alkaloid từ 8 loài *Stephania* (*S. brachyandra*, *S. dielsiana*, *S. glabra*, *S. kuinanensis*, *S. pierreii*, *S. sinica*, *S. venosa*, *S. viridiflavens*), với nhiều hoạt tính dược

lý quan trọng như độc tế bào, kháng viêm và giảm đau...

Riêng đối với củ dòm (*S. dielsiana*), thành phần hóa học đặc trưng là các alkaloid chủ yếu thuộc nhóm isoquinoline và aporphine. Một số hợp chất tiêu biểu đã được phân lập như oxostephanine, stephanine và crebanine [5, 6]. Hàm lượng và thành phần các hợp chất này có thể biến động tùy thuộc vào loài, kiểu gen, điều kiện sinh thái và thời điểm thu hoạch [7]. Các nghiên cứu dược lý cho thấy, dịch chiết và các hợp chất phân lập từ củ dòm (*S. dielsiana*) có nhiều hoạt tính sinh học. Cụ thể, stephanine và crebanine thể hiện hoạt tính kháng khuẩn rõ rệt, đặc biệt đối với vi khuẩn Gram dương [6]. Oxostephanine có khả năng ức chế sự phân chia tế bào thông qua việc gây dừng chu kỳ tế bào ở pha G2/M, từ đó thể hiện hoạt tính gây độc tế bào trên một số dòng tế bào ung thư. Ngoài ra, các hợp chất từ loài này cũng cho thấy khả năng ức chế ký sinh trùng sốt rét *Plasmodium falciparum*, gợi ý tiềm năng trong nghiên cứu hỗ trợ điều trị sốt rét [5]. Tại Việt Nam, rotundin từ cây bình vôi đã được ghi nhận có tác dụng an thần, giảm đau và hỗ trợ giấc ngủ, đồng thời còn cho thấy một số hoạt tính khác như bảo vệ thần kinh, chống co giật và hạ huyết áp [8].

Hiện nay, nguồn dược liệu bình vôi chủ yếu vẫn dựa vào việc khai thác từ tự nhiên với sản lượng ngày càng tăng để đáp ứng nhu cầu sản xuất dược phẩm. Tuy nhiên, tình trạng khai thác quá mức theo phương thức tận diệt, kết hợp với tốc độ sinh trưởng tự nhiên rất chậm, đã khiến nguồn tài nguyên này có nguy cơ suy giảm nghiêm trọng. Tại Việt Nam, các loài bình vôi được xếp vào nhóm IIA - Thực vật rừng hạn chế khai thác, sử dụng vì mục đích thương mại. Vì vậy, việc nghiên cứu bảo tồn nguồn gen cây bình vôi và nhân giống là hết sức cần thiết và cấp bách. Nuôi cấy mô thực vật được coi là giải pháp hữu hiệu để nhân giống các loài cây thuốc quý hiếm. Kỹ thuật nuôi cấy mô cho phép sản xuất nhanh số lượng lớn cây con sạch bệnh, không phụ thuộc mùa vụ, điều kiện ngoại cảnh, đồng thời có thể duy trì, bảo tồn nguồn gen trong điều kiện kiểm soát [9]. Đặc biệt, đối với những loài có khả năng tái sinh tự nhiên hạn chế như bình vôi, phương pháp nuôi cấy mô từ các phần cơ quan sinh dưỡng (chồi, đỉnh sinh trưởng, mô sẹo...) sẽ rút ngắn chu kỳ nhân giống. Ngoài ra, nuôi cấy

mô còn mở ra hướng tạo sinh khối tế bào để sản xuất các hợp chất thứ cấp quý từ cây bình vôi (như oxostephanine, stephanine, crebanine ...) trong điều kiện *in vitro* [10, 11].

Tại Việt Nam, các nghiên cứu nhân giống *in vitro* đã được thực hiện trên một số loài thuộc chi *Stephania* như bình vôi trắng/củ một (*Stephania glabra*), bình vôi trắng (*Stephania rotunda*) và bình vôi hoa đầu (*Stephania cepharantha*), với các bước tạo chồi, cảm ứng mô sẹo và tái sinh cây con [8, 12, 13]. Trên thế giới, các nghiên cứu tương tự cũng đã được triển khai trên các loài như dây đồng tiền (*Stephania pierrei*) và thiên kim đằng (*Stephania japonica*), bình vôi (*Stephania dentifolia*), mở ra hướng ứng dụng nuôi cấy sinh khối và sản xuất hợp chất dược liệu theo hướng bền vững [14 - 16]. Đối với củ dòm (*S. dielsiana*), kết quả nghiên cứu của Nguyễn Văn Việt và cs (2018) [1] đã bước đầu ghi nhận khả năng tạo chồi và cảm ứng mô sẹo từ thân cây. Tuy nhiên, các nghiên cứu về nhân giống *in vitro* thông qua mắt ngủ nhằm tạo cây con hoàn chỉnh với đặc điểm sinh trưởng tốt và hình thái ổn định vẫn còn hạn chế, cho thấy cần tiếp tục hoàn thiện quy trình nhằm chủ động nguồn cây giống chất lượng và bền vững phục vụ sản xuất.

Xuất phát từ nhu cầu bảo tồn và khai thác hợp lý loài cây thuốc quý, nghiên cứu nhân giống *in vitro* cây bình vôi đỏ (*S. dielsiana*) thông qua con đường tái sinh chồi được thực hiện. Nghiên cứu nhằm góp phần bảo tồn nguồn gen quý hiếm, đồng thời tạo nguồn cây giống sạch bệnh, đồng nhất về chất lượng phục vụ phát triển vùng trồng và khai thác bền vững.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu thực vật: Đoạn thân chứa mắt ngủ của cây bình vôi đỏ được trồng tại Bộ môn Sinh học phân tử, Viện Di truyền Nông nghiệp. Chiều dài thân từ 30 - 40 cm gồm 7 - 8 mắt ngủ.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thí nghiệm

- Phương pháp khử trùng mẫu tạo vật liệu vô trùng:

Thí nghiệm 1: Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian xử lý bằng javel 5% đến khả năng tạo vật liệu sạch.

Mẫu là đoạn thân mang mắt ngủ chưa phát triển ở nách lá. Lá được cắt bỏ, giữ lại cuống, rửa dưới vòi nước chảy, tiếp theo xử lý bằng dung dịch xà phòng loãng, chải nhẹ bằng bàn chải lông mềm rồi rửa lại bằng nước sạch. Sau đó, mẫu được cắt thành các đoạn dài 3 - 4 cm, tráng nhiều lần bằng nước cất, đặt trong bình Scott và chuẩn bị cho quá trình khử trùng trong điều kiện vô trùng. Các mẫu được xử lý theo thí nghiệm: Ngâm trong cồn 70% trong 5 phút, sau đó xử lý bằng dung dịch javel 5% trong các khoảng thời gian 5, 10, 15, 20 phút. Cuối cùng, mẫu được ngâm trong HgCl₂ 0,1% trong 5 phút. Toàn bộ quá trình khử trùng được thực hiện trong tủ cấy vô trùng. Sau mỗi bước xử lý, mẫu được rửa lại 2 - 3 lần bằng nước cất vô trùng để loại bỏ hóa chất dư. Các phân mô bị thâm đen hoặc mô già được loại bỏ bằng panh và kéo vô trùng trước khi cấy.

Các mẫu dài 2 - 3 cm, có ít nhất một mắt ngủ, được cấy vào môi trường cơ bản MS bổ sung 30 g/l sucrose và 7 g/l agar, không bổ sung chất điều hòa sinh trưởng. Mỗi công thức gồm 30 mẫu/lần lặp lại × 3 lần lặp lại. Mẫu được nuôi cấy trong điều kiện ánh sáng và nhiệt độ tiêu chuẩn của phòng nuôi cấy. Các chỉ tiêu theo dõi sau 2 tuần gồm: Tỷ lệ mẫu sạch sống (%), tỷ lệ mẫu sạch chết (%) và tỷ lệ mẫu nhiễm (%).

- Phương pháp tái sinh chồi:

Thí nghiệm 2: Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ BAP đến khả năng tái sinh chồi từ mắt ngủ.

Các mẫu sạch được cấy chuyển sang môi trường MS bổ sung 30 g/l sucrose và 7 g/l agar, có bổ sung BAP với các nồng độ 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 mg/l nhằm đánh giá khả năng tái sinh chồi từ mắt ngủ. Mỗi công thức gồm 30 mẫu, lặp lại 3 lần.

Sau 4 tuần nuôi cấy, các chỉ tiêu theo dõi gồm: Số chồi/mẫu, chiều cao chồi (cm) và số lá/chồi.

- Phương pháp nhân nhanh chồi:

Thí nghiệm 3: Nghiên cứu ảnh hưởng của BAP và NAA đến khả năng tạo cụm chồi.

Môi trường nhân nhanh chồi gồm MS bổ sung 30 g/l sucrose và 7 g/l agar, kết hợp BAP ở các nồng độ 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 mg/l và NAA 0,1 mg/l. Mỗi công thức gồm 30 mẫu, lặp lại 3 lần.

Các chỉ tiêu đánh giá sau 8 tuần gồm: Tỷ lệ

tạo cụm chồi (%), chiều cao chồi (cm) và hệ số nhân chồi (lần).

Thí nghiệm 4: Nghiên cứu ảnh hưởng của kinetin và NAA đến khả năng tạo cụm chồi.

Môi trường MS bổ sung 30 g/l sucrose và 7 g/l agar, kết hợp kinetin ở các nồng độ 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 mg/l và NAA 0,1 mg/l. Mỗi công thức gồm 30 mẫu, lặp lại 3 lần.

Các chỉ tiêu theo dõi sau 8 tuần gồm: Tỷ lệ tạo cụm chồi (%), chiều cao chồi (cm) và hệ số nhân chồi (lần).

- Phương pháp tạo cây hoàn chỉnh:

Thí nghiệm 5: Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ IBA đến khả năng ra rễ.

Các chồi có chiều cao 2,5 - 3,5 cm được cấy chuyển sang môi trường MS bổ sung 30 g/l sucrose và 7 g/l agar, có bổ sung IBA ở các nồng độ 0,25; 0,5; 1,0; 1,5 mg/l. Mỗi công thức gồm 30 mẫu, lặp lại 3 lần.

Sau 4 tuần nuôi cấy, các chỉ tiêu gồm: Tỷ lệ ra rễ (%), số rễ/cây và chiều dài rễ (cm).

Thí nghiệm 6: Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ than hoạt tính đến sự hình thành cây hoàn chỉnh.

Các chồi cao 2,5 - 3,5 cm được cấy chuyển sang môi trường MS bổ sung 30 g/l sucrose và 7 g/l agar, kết hợp than hoạt tính ở các nồng độ 0; 0,5; 1,0; 1,5 g/l và BAP 1,5 mg/l. Mỗi công thức gồm 30 mẫu, lặp lại 3 lần.

Sau 4 tuần nuôi cấy, các chỉ tiêu theo dõi gồm: Chiều cao cây (cm), diện tích lá (cm²) và chiều dài rễ (cm), đồng thời đánh giá chất lượng hệ rễ.

Điều kiện nuôi cấy

Môi trường nuôi cấy được điều chỉnh pH 5,8. Điều kiện chiếu sáng 12 giờ/ngày với cường độ 2.000 - 3.000 lux; nhiệt độ phòng nuôi 23 ± 2°C và độ ẩm 50 - 60%.

2.2.2. Phương pháp phân tích kết quả và xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm IRRISTAT ver. 5.0 và Microsoft Excel 2010 để phân tích phương sai, hệ số biến động (CV%) và mức sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa (LSD_{0,05}).

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Thời gian nghiên cứu: Từ tháng 3/2025 đến tháng 02/2026.

Địa điểm nghiên cứu: Phòng thí nghiệm thuộc Bộ môn Sinh học phân tử, Viện Di truyền Nông nghiệp.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của thời gian khử trùng bằng javel 5% đến khả năng tạo mẫu sạch của cây bình vôi đỏ

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian khử trùng bằng javel 5% đến khả năng tạo mẫu sạch của cây bình vôi đỏ được thể hiện ở bảng 1. Số liệu cho thấy, hiệu quả của quá trình khử trùng bề mặt mẫu cây phụ thuộc rất lớn vào thời gian xử lý. Khử trùng mẫu thân bình vôi bằng dung dịch javel 5% ở các mốc thời gian khác nhau (5; 10; 15; 20 phút) cho thấy sự biến thiên rõ rệt về tỉ lệ mẫu nhiễm và tỉ lệ mẫu sống. Khi tăng thời gian xử lý mẫu với javel 5% từ 5 - 20 phút, tỉ lệ

mẫu nhiễm có xu hướng giảm mạnh, từ 32,2% (ở 5 phút) xuống còn 7,8% (ở 20 phút). Điều này chứng minh rằng, thời gian tiếp xúc càng dài, khả năng tiêu diệt vi sinh vật bám trên bề mặt mẫu càng triệt để. Tuy nhiên, tỉ lệ mẫu chết cũng tăng tỉ lệ thuận với thời gian xử lý do độc tính của hóa chất khử trùng gây hại đến mô thực vật, tăng từ 8,9% lên đến 27,8%. Công thức 3 (CT3) với thời gian xử lý 15 phút được xác định là điều kiện tối ưu nhất cho quá trình khử trùng mẫu thân bình vôi. Tại công thức này, tỉ lệ mẫu không nhiễm đạt mức cao, đồng thời cho tỉ lệ mẫu sống cao nhất là 75,6%, trong khi tỉ lệ mẫu nhiễm chỉ còn 8,9%. Việc kéo dài thời gian lên 20 phút (CT4) mặc dù làm giảm thêm tỉ lệ nhiễm nhưng lại khiến tỉ lệ mẫu chết tăng cao đáng kể (27,8%), dẫn đến tỉ lệ mẫu sống thực tế giảm xuống chỉ còn 64,4%. Kết quả này phù hợp với nguyên lý chung trong nuôi cấy mô thực vật: Hiệu quả khử trùng là sự cân bằng giữa việc loại bỏ vi sinh vật và bảo tồn sức sống của mô cây.

Bảng 1. Ảnh hưởng của thời gian khử trùng mẫu bằng javel 5% đến khả năng tạo mẫu sạch của cây bình vôi đỏ (sau 2 tuần nuôi cấy)

Công thức	Thời gian xử lý (phút)			Tỉ lệ mẫu nhiễm (%)	Tỉ lệ mẫu không nhiễm (%)	
	Còn 70%	Javel 5%	HgCl ₂ 0,1%		Mẫu chết	Mẫu sống
CT1	5	5	5	32,2	8,9	58,9
CT2		10		21,1	12,2	66,7
CT3		15		8,9	15,6	75,6
CT4		20		7,8	27,8	64,4

Nghiên cứu của Yu và cs (2023) [16] tiến hành khử trùng mẫu cây bình vôi (*S. dentifolia*) bằng còn 70% trong 30 giây, sau đó xử lý bằng javel 2,5% trong 10 phút, đạt tỷ lệ nhiễm 10,6%. So với nghiên cứu này, mặc dù sử dụng nồng độ hóa chất và thời gian xử lý cao hơn, hiệu quả khử trùng trong thí nghiệm hiện tại vẫn tương đương, với tỷ lệ nhiễm 8,9% ở công thức tối ưu CT3, không khác biệt đáng kể. Sự khác biệt về tỷ lệ nhiễm giữa các nghiên cứu có thể liên quan đến nguồn mẫu ban đầu, điều kiện sinh thái hoặc giai

đoạn phát triển của mẫu, từ đó ảnh hưởng đến mức độ nhiễm vi sinh vật. Tương tự, kết quả nghiên cứu của Tangmany và cs (2020) [17] trên cây bình vôi vàng cũng ghi nhận hiệu quả khử trùng cao khi sử dụng HgCl₂ 0,1% trong 5 phút. Từ các kết quả này có thể thấy rằng, việc kết hợp các tác nhân khử trùng như còn 70%, javel và HgCl₂ với nồng độ và thời gian xử lý thích hợp có thể nâng cao hiệu quả khử trùng. Trong nghiên cứu này, công thức khử trùng gồm còn 70% trong 5 phút, javel 5% trong 15 phút và HgCl₂ 0,1%

trong 5 phút được xác định là tối ưu, cho tỷ lệ mẫu sạch và sống cao nhất, đáp ứng yêu cầu cho các bước nhân giống tiếp theo.

3.2. Ảnh hưởng của nồng độ chất điều hòa sinh trưởng BAP đến khả năng tái sinh chồi bình vôi đỏ

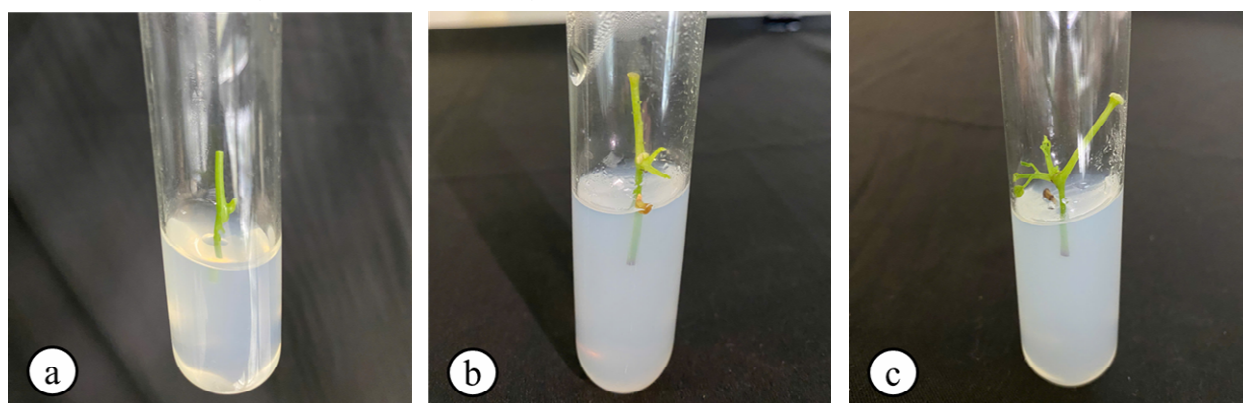
Bảng 2. Ảnh hưởng của nồng độ chất điều hòa sinh trưởng BAP đến khả năng tái sinh chồi bình vôi đỏ (sau 4 tuần nuôi cấy)

Công thức	Nồng độ BAP (mg/l)	Số chồi/mẫu	Chiều cao chồi (cm)	Số lá/chồi
CT1	0,5	1,0	0,8	4,6
CT2	1,0	1,4	1,1	5,3
CT3	1,5	1,8	1,7	6,9
CT4	2,0	1,6	1,4	4,9
<i>LSD</i> _{0,05}		0,1	0,1	0,2
<i>CV</i> %		4,5	4,0	1,5

Kết quả nghiên cứu ghi nhận, trong môi trường nuôi cấy, khi sử dụng BAP ở các nồng độ khác nhau có ảnh hưởng rõ rệt đến chiều cao chồi, số chồi/mẫu và số lá/chồi. Khi tăng từ 0,5 - 1,5 mg/l, các chỉ tiêu đều cải thiện và đạt giá trị cao nhất tại 1,5 mg/l, với số chồi trung bình

Sau 2 tuần nuôi cấy ở giai đoạn tạo mẫu sạch, những mẫu sống khoẻ mạnh, không nhiễm nấm và khuẩn được lấy ra cắt bỏ phần bị đen ở 2 đầu, cấy chuyển sang môi trường kích thích tái sinh chồi. Kết quả thu được sau 4 tuần cấy chuyển được thể hiện ở bảng 2.

1,8 chồi/mẫu, chiều cao chồi 1,7 cm và 6,9 lá/chồi (Hình 1). Tuy nhiên, ở nồng độ 2,0 mg/l, các chỉ tiêu này đều giảm (1,6 chồi/mẫu, 1,4 cm, 4,9 lá/chồi), cho thấy BAP ở mức cao có thể gây ức chế sinh trưởng và làm giảm hiệu quả tái sinh chồi.



Hình 1. Mẫu thân bình vôi in vitro giai đoạn tái sinh chồi trong môi trường MS bổ sung BAP nồng độ 1,5 mg/l ở giai đoạn ban đầu (a), sau 10 ngày nuôi cấy (b), sau 15 ngày nuôi cấy (c)

Kết quả nghiên cứu của Tangmany và cs (2020) [17] trên cây bình vôi vàng (*Stephania spp.*) cho thấy, BAP là chất điều hòa sinh trưởng hiệu quả trong kích thích tái sinh chồi từ đỉnh sinh trưởng, với nồng độ tối ưu 2,0 mg/l, đạt khoảng 1,71 chồi/mẫu và chiều cao chồi 1,39 cm sau 3 tuần nuôi cấy. Các chỉ tiêu như số chồi, chiều cao chồi và số lá tăng khi nồng độ BAP tăng từ thấp đến trung bình, nhưng giảm khi vượt quá ngưỡng tối ưu. Xu hướng này tương đồng với kết quả của nghiên cứu hiện tại, tuy nhiên nồng độ tối ưu có sự khác biệt. Sự sai khác này có thể liên quan đến

đặc điểm loài (bình vôi vàng so với bình vôi đỏ), cũng như các yếu tố thí nghiệm không tương đồng. Tương tự, kết quả nghiên cứu của Phạm Thị Thanh Nhân và cs (2020) [13] trên loài bình vôi hoa đầu cho thấy, nồng độ BAP tối ưu là 1,0 mg/l, với số chồi đạt khoảng 1,67 chồi/mẫu, chiều cao chồi 0,72 cm và chiều dài lá 0,92 cm. Các chỉ tiêu sinh trưởng tăng dần theo nồng độ BAP và đạt cực đại tại 1,0 mg/l, sau đó giảm do hiện tượng ức chế sinh trưởng khi nồng độ chất điều tiết sinh trưởng quá cao. So với nghiên cứu hiện tại, các giá trị này thấp hơn nhưng không chênh

lệch lớn và có thể liên quan đến sự khác biệt về kiểu gen, trạng thái sinh lý của mẫu và điều kiện thí nghiệm. Từ các kết quả trên, có thể khẳng định rằng, việc sử dụng BAP ở nồng độ 1,5 mg/l là hiệu quả nhất cho tái sinh chồi bình vôi đỏ trong nghiên cứu này, góp phần tối ưu hóa cả số lượng và chất lượng chồi.

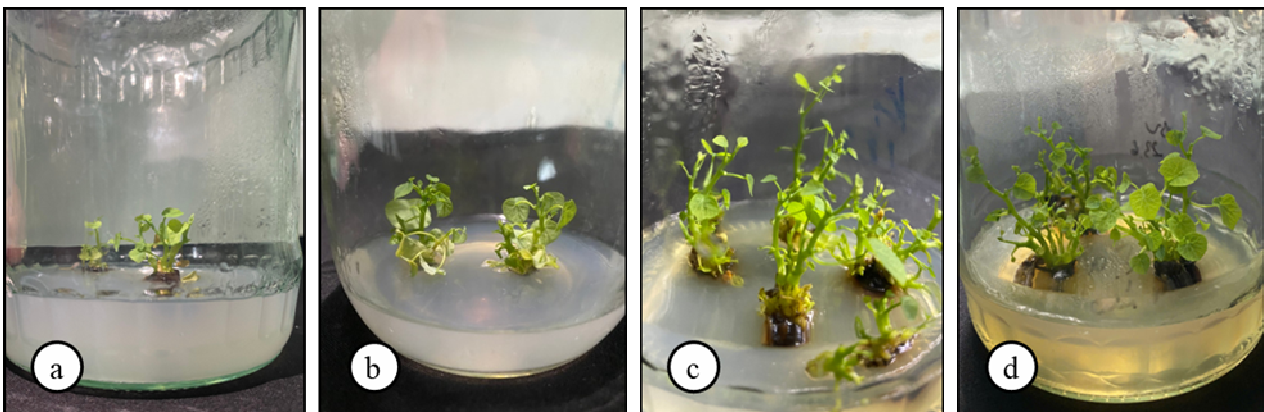
3.3. Ảnh hưởng của nồng độ BAP và NAA đến khả năng tạo cụm chồi bình vôi đỏ

Kết quả sau 8 tuần nuôi cấy cho thấy, BAP và NAA có ảnh hưởng đáng kể đến tỉ lệ tạo cụm chồi, chiều cao chồi và hệ số nhân chồi (Bảng 3). Khi giữ NAA ở mức 0,1 mg/l và tăng BAP từ 0,5 - 1,5 mg/l, các chỉ tiêu này đều tăng và đạt giá trị cao nhất ở công thức CT3 (1,5 mg/l BAP). Cụ thể, tỉ lệ tạo cụm chồi đạt 91,1%, chiều cao chồi trung bình 3,6 cm và hệ số nhân chồi đạt 2,5 lần, gần gấp đôi so với CT1. Kết

quả này cho thấy, sự phối hợp giữa BAP (cytokinin) và NAA (auxin) ở nồng độ thích hợp đã thúc đẩy mạnh quá trình phát sinh hình thái và nhân nhanh chồi. Hình ảnh cụm chồi *in vitro* từ đốt thân bình vôi đỏ trên môi trường MS bổ sung 1,5 mg/l BAP và 0,1 mg/l NAA được trình bày ở hình 2. Khi tăng BAP lên 2,0 mg/l (CT4), hiệu quả nhân chồi giảm rõ rệt, với tỉ lệ tạo cụm chồi đạt 82,2%, chiều cao chồi 3,1 cm và hệ số nhân chồi 2,2 lần. Điều này cho thấy, nồng độ cytokinin cao có thể gây mất cân bằng tương tác auxin - cytokinin, từ đó ức chế sự kéo dài và phân hóa chồi. Ở mức tối ưu, sự kết hợp giữa BAP và NAA giúp tăng hiệu quả tạo cụm chồi và cải thiện chất lượng chồi, đồng thời hạn chế hiện tượng chồi yếu hoặc dị dạng. Các kết quả thu được có độ tin cậy cao, thể hiện qua hệ số biến thiên (CV%) thấp, dao động từ 3,2 - 4,0%.

Bảng 3. Ảnh hưởng của BAP và NAA đến khả năng tạo cụm chồi bình vôi đỏ (sau 8 tuần nuôi cấy)

Công thức	Nồng độ BAP (mg/l)	Nồng độ NAA (mg/l)	Tỉ lệ mẫu tạo cụm chồi (%)	Chiều cao chồi (cm)	Hệ số nhân chồi (lần)
CT1	0,5	0,1	61,1	2,1	1,3
CT2	1,0		76,7	2,6	1,9
CT3	1,5		91,1	3,6	2,5
CT4	2,0		82,2	3,1	2,2
<i>LSD</i> _{0,05}				0,1	0,2
<i>CV</i> %				4,0	3,2



Hình 2. Cụm chồi in vitro bình vôi đỏ trong môi trường MS bổ sung BAP ở nồng độ 1,5 mg/l và NAA ở nồng độ 0,1 mg/l sau lần lượt 1 tuần cấy (a), 2 tuần cấy (b), 6 tuần cấy (c), 8 tuần nuôi cấy (d)

Kết quả nghiên cứu của Yu và cs (2023) [16] trên củ dờm (*S. dielsiana*) cho thấy, việc sử dụng

NAA ở nồng độ 0,1 mg/l được ghi nhận là hiệu quả cho tạo cụm chồi. Kết quả này tương đồng

với kết quả của nghiên cứu hiện tại, khi sự hiện diện của NAA ở nồng độ thấp góp phần thúc đẩy sự sinh trưởng của chồi nách và hình thành nhiều chồi mới. Tương tự, kết quả nghiên cứu của Trịnh Ngọc Nam và Nguyễn Văn Vinh (2011) [12] trên bình vôi trắng (*S. rotunda*) cho thấy, môi trường MS bổ sung BAP 1,0 mg/l kết hợp với NAA 0,2 mg/l là công thức tối ưu cho nhân nhanh chồi. Sự kết hợp giữa auxin ở nồng độ thấp và cytokinin ở nồng độ trung bình được cho là có tác dụng kích thích hình thành chồi non và tăng hoạt động của mô phân sinh. Sự khác biệt về nồng độ tối ưu giữa các nghiên cứu có thể liên quan đến đặc điểm loài, trạng thái sinh lý của mẫu và điều kiện nuôi cấy. Do đó, trong nghiên cứu này, môi trường MS bổ sung 1,5 mg/l BAP và 0,1 mg/l NAA được xác định là tối ưu cho tạo cụm chồi bình vôi đỏ.

3.4. Ảnh hưởng của nồng độ kinetin và NAA đến khả năng tạo cụm chồi bình vôi đỏ

Sau 8 tuần nuôi cấy, kết quả cho thấy, sự phối hợp giữa kinetin và NAA ở các nồng độ khác nhau có ảnh hưởng đáng kể đến khả năng tạo cụm chồi, chiều cao chồi và hệ số nhân chồi

của bình vôi đỏ. Nhìn chung, khi tăng kinetin từ 0,5 - 1,5 mg/l (kết hợp với 0,1 mg/l NAA), các chỉ tiêu sinh trưởng đều cải thiện và đạt giá trị cao nhất ở công thức CT3. Cụ thể, tại nồng độ 1,5 mg/l kinetin, tỉ lệ tạo cụm chồi đạt 85,6%, hệ số nhân chồi 2,4 lần và chiều cao chồi 3,8 cm, cao gần gấp đôi so với CT1 (1,3 lần). Điều này phản ánh vai trò kích thích mạnh của cytokinin trong việc thúc đẩy hoạt động phân chia tế bào và hình thành chồi, trong khi NAA ở nồng độ thấp góp phần duy trì cân bằng sinh lý, hỗ trợ khởi phát cụm chồi mà không gây ưu thế hình thành rễ. Khi tăng kinetin lên 2,0 mg/l (CT4), các chỉ tiêu sinh trưởng có xu hướng giảm, với chiều cao chồi còn 3,2 cm, tỉ lệ tạo cụm chồi 78,9% và hệ số nhân chồi 2,0 lần. Sự suy giảm này cho thấy, việc dư thừa cytokinin có thể làm rối loạn cân bằng nội sinh, ảnh hưởng bất lợi đến quá trình phân chia và kéo dài tế bào. Như vậy, sự kết hợp kinetin và NAA ở mức thích hợp không chỉ thúc đẩy hiệu quả tạo cụm chồi mà còn góp phần duy trì chất lượng chồi tốt, hạn chế hiện tượng sinh trưởng yếu hoặc bất thường hình thái.

Bảng 4. Ảnh hưởng của kinetin và NAA đến khả năng tạo cụm chồi bình vôi đỏ (sau 8 tuần nuôi cấy)

Công thức	Nồng độ kinetin (mg/l)	Nồng độ NAA (mg/l)	Tỉ lệ mẫu tạo cụm chồi (%)	Chiều cao chồi (cm)	Hệ số nhân chồi (lần)
CT1	0,5	0,1	58,9	2,2	1,3
CT2	1		71,1	2,9	1,8
CT3	1,5		85,6	3,8	2,4
CT4	2		78,9	3,2	2,0
<i>LSD_{0,05}</i>				0,2	0,1
<i>CV%</i>				3,0	2,8

Kết quả nghiên cứu của Handique và Sharma (2010) [15] trên bình vôi Nhật Bản (*Stephania japonica*) cho thấy, công thức tối ưu cho tạo cụm chồi là kinetin 0,5 mg/l kết hợp với NAA 0,1 mg/l. Kinetin được ghi nhận có khả năng kích thích tăng sinh chồi, đặc biệt khi phối hợp với auxin ở nồng độ thấp. Tuy nhiên, kết quả này khác với kết quả của nghiên cứu hiện tại về nồng độ kinetin tối ưu. Sự sai khác có thể liên quan đến đặc điểm loài, nhu cầu dinh dưỡng và khả năng sinh trưởng của mẫu, cũng như các điều kiện thí nghiệm. Tương tự, kết quả nghiên cứu của Nguyễn Văn Việt và cs (2018) [1] trên củ dọt (*S.*

dielsiana) cho thấy, sự kết hợp giữa cytokinin (0,2 mg/l kinetin và 0,9 mg/l BAP) và NAA ở nồng độ 0,3 mg/l cho hiệu quả tạo cụm chồi cao (78,3%). Kết quả này nhìn chung phù hợp với xu hướng của nghiên cứu hiện tại, khi sử dụng cytokinin ở mức trung bình kết hợp với auxin nồng độ thấp cho hiệu quả cao. Điểm khác biệt là trong nghiên cứu này chỉ sử dụng kinetin nhằm đánh giá riêng rẽ ảnh hưởng của chất này đến khả năng tạo cụm chồi. Sự khác biệt về nồng độ tối ưu giữa các nghiên cứu có thể liên quan đến sự khác nhau về kiểu gen, trạng thái sinh lý của mẫu và điều kiện nuôi cấy. Từ các kết quả trên, có thể

xác định rằng, môi trường MS bổ sung kinetin 1,5 mg/l và NAA 0,1 mg/l là thích hợp nhất cho tạo cụm chồi bình vôi đỏ trong nghiên cứu này.

3.5. Ảnh hưởng của nồng độ IBA đến khả năng ra rễ tạo cây hoàn chỉnh bình vôi đỏ

Kết quả về ảnh hưởng của nồng độ IBA đến khả năng ra rễ của chồi bình vôi đỏ được trình bày ở bảng 5. Nhìn chung, khi tăng nồng độ IBA, các chỉ tiêu ra rễ (tỉ lệ ra rễ, số rễ và chiều dài rễ) đều có xu hướng giảm, trong đó thấp nhất ở nồng độ 1,5 mg/l. Cụ thể, tỉ lệ ra rễ cao nhất đạt 87,8% tại nồng độ thấp nhất (0,25 mg/l - CT1), cùng với số rễ trung bình 3,6 rễ/cây và

chiều dài rễ 6,0 cm. Khi nồng độ IBA tăng dần, các chỉ tiêu này giảm liên tục và đạt giá trị thấp nhất ở CT4 (1,5 mg/l), với tỉ lệ ra rễ 44,4%, số rễ 1,9 rễ/cây và chiều dài rễ 4,7 cm. Sự suy giảm này có thể liên quan đến tác động ức chế sinh trưởng khi auxin tích lũy ở nồng độ cao, làm giảm khả năng khởi phát và phát triển rễ. Ngoài ra, nồng độ IBA cao có thể gây biến đổi bất lợi trong mô nuôi cấy, như tăng hình thành mô sẹo hoặc hạn chế biệt hóa mạch dẫn, dẫn đến rễ ngắn và kém chức năng. Sự khác biệt về số rễ/cây và chiều dài rễ giữa các công thức có ý nghĩa thống kê ở mức tin cậy 95%.

Bảng 5. Ảnh hưởng của nồng độ IBA đến khả năng ra rễ của bình vôi đỏ (sau 4 tuần nuôi cấy)

Công thức	Nồng độ IBA (mg/l)	Tỉ lệ ra rễ (%)	Số rễ/cây (rễ)	Chiều dài rễ (cm)
CT1	0,25	87,8	3,6	6,0
CT2	0,5	78,9	3,0	5,4
CT3	1,0	65,6	2,3	4,9
CT4	1,5	44,4	1,9	4,7
	<i>LSD</i> _{0,05}		0,2	0,2
	<i>CV</i> %		3,0	1,9

Trong các nghiên cứu trên một số loài có quan hệ họ hàng gần thuộc họ Menispermaceae, vai trò của auxin, đặc biệt là IBA trong cảm ứng hình thành rễ *in vitro* đã được ghi nhận rõ rệt. Nghiên cứu của Fonseka và Kalinga (2020) [18] trên cây tiết dê (*Cissampelos pareira*) cho thấy, môi trường bổ sung IBA ở nồng độ 1 mg/l là tối ưu cho ra rễ, với tỉ lệ đạt 95%, số rễ trung bình 4,15 rễ/cây và chiều dài rễ khoảng 3,96 cm. Khi nồng độ IBA vượt quá ngưỡng này, các chỉ tiêu ra rễ bắt đầu giảm. Xu hướng này tương đồng với kết quả của nghiên cứu hiện tại, mặc dù nồng độ tối ưu có sự khác biệt. Tương tự, kết quả nghiên cứu của Mridula và cs (2017) [19] trên dây thần thông (*Tinospora cordifolia*) cho thấy, nồng độ IBA tối ưu là 0,5 mg/l, với tỉ lệ ra rễ đạt 79,3 - 81,7%, số rễ trung bình 4,0 - 5,8 rễ/cây và chiều dài rễ 4,5 - 5,0 cm. Sự sai khác về giá trị cụ thể có thể liên quan đến nguồn mẫu (lá so với thân),

kiểu gen và điều kiện nuôi cấy. Ngoài ra, nghiên cứu của Pillai và Siril (2019) [20] cũng ghi nhận hiệu quả cao của IBA trong kích thích ra rễ trên dây thần thông (*Tinospora cordifolia*), với tỉ lệ ra rễ đạt khoảng 87,77% và số rễ trung bình 7,29 rễ/cây khi sử dụng IBA ở nồng độ 30 µM. Kết quả này tiếp tục khẳng định vai trò quan trọng của IBA trong cảm ứng hình thành rễ *in vitro*. Từ các kết quả trên, có thể xác định rằng, IBA ở nồng độ thấp là tối ưu cho quá trình ra rễ. Trong nghiên cứu này, nồng độ 0,25 mg/l được xác định là tối ưu cho tạo rễ ở bình vôi đỏ.

3.6. Ảnh hưởng của nồng độ than hoạt tính đến sự hình thành cây hoàn chỉnh.

Nghiên cứu khả năng tạo cây hoàn chỉnh trên môi trường MS bổ sung than hoạt tính ở các nồng độ khác nhau cho kết quả được thể hiện ở bảng 6.

Bảng 6. Ảnh hưởng của nồng độ than hoạt tính đến sự hình thành cây hoàn chỉnh (sau 4 tuần nuôi cấy)

Công thức	Nồng độ than hoạt tính (g/l)	Nồng độ BAP (mg/l)	Chiều cao cây (cm)	Diện tích lá (cm ²)	Chiều dài rễ (cm)
CT1	0	1,5	5,0	2,1	4,8
CT2	0,5		5,1	2,2	4,9
CT3	1,0		5,7	3,3	6,0
CT4	1,5		5,3	2,6	5,4

$LSD_{0,05}$	0,1	0,2	0,2
$CV\%$	1,3	3,1	1,9



Hình 3. Cây bình vôi hoàn chỉnh trong môi trường MS bổ sung BAP nồng độ 1,5 mg/l và than hoạt tính nồng độ lần lượt 1 g/l (a) và 0,5 g/l (b)

Kết quả nghiên cứu cho thấy, việc bổ sung than hoạt tính vào môi trường nuôi cấy (kết hợp với 1,5 mg/l BAP) có ảnh hưởng tích cực đến quá trình hoàn thiện hình thái của cây bình vôi *in vitro*, bao gồm sự phát triển của thân, lá và rễ. Khi tăng nồng độ than hoạt tính từ 0 - 1,0 g/l, các chỉ tiêu sinh trưởng đều tăng và đạt giá trị cao nhất tại CT3. Cụ thể, ở nồng độ 1,0 g/l, chiều cao cây đạt 5,7 cm, diện tích lá 3,3 cm² và chiều dài rễ 6,0 cm. So với công thức đối chứng không bổ sung than hoạt tính (CT1), các chỉ tiêu này đều tăng rõ rệt, trong đó diện tích lá tăng hơn 50% và chiều dài rễ tăng thêm 1,2 cm. Hiệu quả này có thể liên quan đến khả năng hấp phụ các hợp chất phenolic và chất ức chế sinh trưởng, góp phần ổn định môi trường nuôi cấy và thúc đẩy sinh trưởng của cây. Khi tăng nồng độ than hoạt tính lên 1,5 g/l (CT4), các chỉ tiêu bắt đầu giảm, với chiều cao cây còn 5,3 cm, diện tích lá 2,6 cm² và chiều dài rễ 5,4 cm. Điều này cho thấy, ở nồng độ cao, than hoạt tính có thể hấp phụ không chọn lọc, làm giảm hàm lượng các chất điều hòa sinh trưởng và dinh dưỡng cần thiết trong môi trường. Tuy nhiên, các giá trị này vẫn cao hơn so với đối chứng, chứng tỏ việc bổ sung than hoạt tính ở mức phù hợp là cần thiết cho sự hình thành cây hoàn chỉnh. Cây bình vôi hoàn chỉnh trên môi trường MS bổ sung BAP 1,5 mg/l và than hoạt tính ở các nồng độ khác nhau được thể hiện ở hình 3.

Kết quả nghiên cứu của Phạm Thị Thanh Nhân và cs (2020) [13] trên loài bình vôi hoa đầu cho thấy, việc bổ sung than hoạt tính ở nồng độ 1,0 g/l kết hợp với BAP 1,0 mg/l giúp cải thiện hệ rễ và kích thích tạo cụm chồi. Kết quả này tương đồng với công thức CT3 (1,0 g/l than hoạt tính) trong nghiên cứu hiện tại, khi chiều dài rễ đạt giá trị cao nhất (6,0 cm), mặc dù có sự khác biệt về nồng độ BAP sử dụng. Sự sai khác này có thể liên quan đến việc nghiên cứu của Phạm Thị Thanh Nhân và cs (2020) [13] có bổ sung nước dừa (100 ml/l) - nguồn chứa các cytokinin tự nhiên (đặc biệt là zeatin), từ đó có thể làm giảm nhu cầu sử dụng BAP ngoại sinh. Từ các kết quả trên, có thể xác định rằng, việc sử dụng 1,0 g/l than hoạt tính kết hợp với 1,5 mg/l BAP là tối ưu cho tạo cây bình vôi hoàn chỉnh, đảm bảo các đặc điểm hình thái cần thiết cho giai đoạn huấn luyện cây ngoài tự nhiên.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xác định được các điều kiện thích hợp cho nhân giống *in vitro* cây bình vôi đỏ (*Stephania dielsiana* Y.C.Wu) thông qua con đường tái sinh chồi. Xử lý khử trùng mẫu đốt thân mang mắt ngủ bằng dung dịch javel 5% trong 15 phút kết hợp với cồn 70% và HgCl₂ 0,1% (5 phút mỗi loại) cho tỉ lệ mẫu sạch và sống cao nhất (75,6%) sau 2 tuần nuôi cấy. Ở giai đoạn cảm ứng chồi, môi trường MS bổ sung 1,5 mg/l BAP cho hiệu quả tốt nhất, với chiều cao chồi đạt 1,7 cm, trung bình 1,8 chồi/mẫu và 6,9 lá/chồi sau 4 tuần nuôi cấy. Giai đoạn nhân nhanh chồi đạt hiệu quả cao trên môi trường MS bổ sung 1,5 mg/l BAP kết hợp 0,1 mg/l NAA, với tỉ lệ tạo cụm chồi đạt 91,1%, chiều cao chồi đạt 3,6 cm và hệ số nhân chồi đạt 2,5 lần sau 8 tuần nuôi cấy. Trong khi đó, kinetin ở nồng độ 1,5 mg/l kết hợp 0,1 mg/l NAA cho chiều cao chồi vượt trội (3,8 cm), cho thấy sự khác biệt về hiệu quả giữa các loại cytokinin trong điều hòa sinh trưởng chồi. Môi trường MS bổ sung 0,25 mg/l IBA là tối ưu cho cảm ứng ra rễ, với tỉ lệ ra rễ đạt 87,8%, chiều dài rễ trung bình 6,0 cm và số rễ trung bình 3,6 rễ/cây sau 4 tuần nuôi cấy. Việc bổ sung than hoạt tính góp phần cải thiện rõ rệt chất lượng cây hoàn chỉnh, trong đó môi trường MS bổ sung 1,0

g/l than hoạt tính kết hợp với 1,5 mg/l BAP cho sinh trưởng tốt nhất, với chiều cao cây đạt 5,7 cm, chiều dài rễ 6,0 cm và diện tích lá 3,3 cm². Các kết quả thu được cho thấy, việc tối ưu hóa đồng bộ các yếu tố điều hòa sinh trưởng có ý nghĩa quan trọng trong việc nâng cao hiệu quả nhân giống và chất lượng cây con, tạo cơ sở cho việc bảo tồn và phát triển cây bình vôi ở quy mô lớn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Văn Việt, Nguyễn Thị Thùy Dương, Trần Việt Hà, Phạm Thị Huyền (2018). Xây dựng hệ thống tái sinh từ nuôi cấy lát mỏng tế bào cây củ dền (*Stephania dielsiana* Y. C. Wu). *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*, 6, 32 - 39.

[2]. Nguyễn Quốc Huy, Phạm Thanh Kỳ, Vũ Xuân Giang, Nguyễn Tiên Vững, Hoàng Văn Thủy, Trần Thị Thu Hiền, Trần Bình Duyên (2025). Thực vật, hoá thực vật, độc tính, tác dụng dược lý và nguồn gen của Bình vôi (*Stephania* spp.) ở Việt Nam. *Tạp chí Nghiên cứu Dược và Thông tin thuốc*, 26, 39 - 77.

[3]. Semwal D. K., Semwal R. B., Vermaak I. & Viljoen A. (2010). The genus *Stephania*: Chemical and pharmacological perspectives. *Journal of Ethnopharmacology*, 132(2): 369 - 383.

[4]. Wang M., et al. (2022). Alkaloids in genus *Stephania*: Ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology*, 293. DOI: 10.1016/j.jep.2022.115248

[5]. Knockleby J., Pradines B., Gendrot M., Mosnier J., Nguyen T. T., Trinh T. T., Lee H. & Le P. M. (2020). Cytotoxic and anti-plasmodial activities of *Stephania dielsiana* Y.C. Wu extracts and the isolated compounds. *Molecules*, 25(16): DOI:10.3390/molecules25163755.

[6]. Zhang X., et al. (2011). Antimicrobial activity of extract and two alkaloids from *Stephania dielsiana*. *Food Chemistry*, 124(4):1556 - 1560.

[7]. Qi B., et al. (2023). Alkaloid variations within the genus *Stephania*. *Heliyon*, 9(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16344>.

[8]. Nguyễn Thị Sen, Đỗ Tiến Vinh, Mai Thị Phương Hoa (2020). Nhân giống cây Bình vôi

(*Stephania glabra* (Roxb.) Miers) *in vitro*. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành*, 10, 15 - 20.

[9]. Hasnain A., Naqvi S. A. H., Ayesha S. I., Khalid F., Ellahi M., Iqbal S., Hassan M. Z., Abbas A., Adamski R., Markowska D., Baazeem A., Mustafa G., Moustafa M., Hasan M. E. & Abdelhamid M. M. A. (2022). Plants *in vitro* propagation with its applications in food, pharmaceuticals and cosmetic industries; current scenario and future approaches. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1009395>.

[10]. Thiem B., Hermosaningtyas A. A., Budzianowska A. & Kikowska M. (2023). Polish contributions in developing medicinal plant *in vitro* propagation system. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 155, 1 - 28.

[11]. Wawrosch C. & Zotchev S. B. (2021). Production of bioactive plant secondary metabolites through *in vitro* technologies-status and outlook. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 105(17): 6649 - 6668.

[12]. Trịnh Ngọc Nam, Nguyễn Văn Vinh (2011). Nghiên cứu nhân giống *in vitro* và khảo sát hợp chất alkaloid rotundin từ cây bình vôi (*Stephania rotunda* Lour.). *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 49(4): 51 - 58.

[13]. Phạm Thị Thanh Nhàn, Trần Thị Hồng, Hoàng Phú Hiệp, Cao Thị Phương Thảo, Từ Quang Tân, Chu Hoàng Mậu (2020). Nghiên cứu công thức khử trùng mẫu và môi trường nuôi cấy *in vitro* cây bình vôi hoa đầu (*Stephania cepharantha* Hayata). *Tạp chí Khoa học, Đại học Huế: Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 129(5): 914 - 919.

[14]. Laksana C., Sophiphun O., Nualkaew S., Chanprame S. (2025). *In vitro* propagation of *Stephania pierrei* Diels and exploration of its potential as sustainable phytochemical production from tuber and callus. *BMC Plant Biology*, 25, 377.

[15]. Handique P. J., Sharma D. (2010). Micropropagation of *Stephania japonica*, a rare medicinal plant of north-east India. *Journal of Hill Agriculture*, 1(2): 143 - 147.

[16]. Yu L., Duan Y., Zhan H. (2023). An

improved micropropagation of a medicinal plant *Stephania dentifolia*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 153, 219 - 224.

[17]. Tangmany Sysomephone, Ngô Diễm Quỳnh, Santhana Phanthahak, Nongkhan Manisok, Phạm Thị Thanh Nhân (2020). Nghiên cứu công thức khử trùng mẫu và môi trường nuôi cấy *in vitro* cây bình vôi vàng (*Stephania* spp.). *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Thái Nguyên*, 225(08): 239 - 244.

[18]. Fonseka D. L. C. K., Kalinga S. (2020). *In vitro* propagation of *Cissampelos pareira* Linn (Diyamiththa): An important medicinal herb.

Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology, 21(25&26): 105 - 113.

[19]. Mridula K., Parthibhan S., Senthil Kumar T., Rao M. V. (2017). *In vitro* organogenesis from *Tinospora cordifolia* (Willd.) Miers - A highly valuable medicinal plant. *South African Journal of Botany*, 113, 84 - 90.

[20]. Pillai S. K., Siril E. A. (2019). Elite screening and *in vitro* propagation of *Tinospora cordifolia* (Willd.) Miers ex Hook. f. & Thoms. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 89, 551 - 557.

***In vitro* PROPAGATION OF RED *Stephania* (*Stephania dielsiana* Y.C. Wu)
VIA SHOOT REGENERATION**

**Khuat Thi Mai Luong¹, Nguyen Van Duong², Nguyen Thi Lan Anh²,
Khuong Thi Thu Huong², Nguyen Thi Hong Linh², Hoang Dieu Linh³, Le Hung Linh¹**

¹*Agricultural Genetics Institute*

²*Hanoi University Of Pharmacy*

³*National Institute of Medicinal Materials*

Abstract

Stephania dielsiana Y.C. Wu is a valuable medicinal plant that is increasingly threatened due to overexploitation. This study aimed to establish an *in vitro* propagation protocol via shoot regeneration from nodal explants. Surface sterilization using 5% sodium hypochlorite (15 min) combined with 70% ethanol and 0.1% HgCl₂ (5 min each) resulted in the highest percentage of clean and viable explants (75.6%). MS medium supplemented with 1.5 mg/l BAP was optimal for shoot induction, while the combination of 1.5 mg/l BAP and 0.1 mg/l NAA yielded the highest shoot multiplication efficiency (multiplication rate of 2.5 and shoot cluster formation above 90%). Kinetin (1.5 mg/l) combined with 0.1 mg/l NAA significantly improved shoot elongation. For rooting, 0.25 mg/l IBA was most effective, achieving a rooting rate of 87.8%. The addition of 1.0 g/l activated charcoal with 1.5 mg/l BAP markedly enhanced plantlet quality. This study established optimal conditions for each stage of *in vitro* propagation in *S. dielsiana*, providing a scientific basis for large-scale propagation and conservation of this species.

Keywords: *Stephania dielsiana*, *in vitro* propagation, shoot regeneration, conservation.

Ngày nhận bài: 25/02/2026

Ngày chuyển phản biện: 3/3/2026

Ngày thông qua phản biện: 18/3/2026

Ngày thông qua phản biện: 2/4/2026

ẢNH HƯỞNG CỦA THỜI ĐIỂM XỬ LÝ MẶN ĐẾN SINH TRƯỞNG CỦA CẢI BẸ XANH (*Brassica juncea*) VÀ CẢI NGỌT (*Brassica integrifolia*)

Võ Thị Phương Thảo¹, Phạm Ngọc Hân¹, Nguyễn Ngọc Hân^{1,*}

Tôn Thiên Giáp¹, Nguyễn Minh Ngọc¹,

Nguyễn Châu Thanh Tùng², Ngô Thụy Diễm Trang^{1,*}

¹ Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Đại học Cần Thơ

² Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ

*Email: ntdtrang@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của thời điểm xử lý mặn (14, 21, 28 ngày sau khi gieo - NSKG) đến sinh trưởng của cải bẹ xanh và cải ngọt. Cây được tưới nước mặn 6‰ liên tục trong 14 ngày tại từng thời điểm xử lý, sau đó chuyển sang tưới nước ngọt đến khi thu hoạch (42 NSKG). Kết quả cho thấy, thời điểm xử lý mặn ở giai đoạn sinh trưởng càng muộn thì càng ảnh hưởng đáng kể đến sinh trưởng cây như chiều cao, diện tích lá và khối lượng tươi thân. Cây tưới mặn ở 14 NSKG có sinh trưởng tốt hơn và cho sinh khối cao hơn so với cây tưới mặn tại thời điểm 21 và 28 NSKG. Cụ thể, khối lượng tươi thân của cải xanh và cải ngọt ở thời điểm tưới mặn 14 NSKG đạt tương ứng 196,3 và 191,6 g/cây, cao hơn so với cây tưới mặn ở 21 và 28 NSKG (141,9 - 148,1 và 168,3 - 181,6 g/cây), giảm 28,6 - 35,0% so với cây trồng không tưới mặn (218,2 và 254,3 g/cây). Giá trị ECe và Na⁺ tích lũy trong đất trồng cây xử lý mặn ở thời điểm càng muộn thì càng tăng cao, ngược lại hàm lượng K⁺ có xu hướng giảm. Hàm lượng Na⁺ trong đất đạt giá trị cao nhất ở thời điểm tưới mặn 28 NSKG (0,528 - 1,091 g/kg), cao hơn so với thời điểm 14 NSKG (0,240 - 0,795 g/kg). Cải bẹ xanh thể hiện khả năng duy trì sinh trưởng và sinh khối tốt hơn cải ngọt trong điều kiện tưới mặn ở cả 3 thời điểm. Kết quả góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho việc xác định thời điểm tưới phù hợp trong điều kiện xâm nhập mặn tại đồng bằng sông Cửu Long.

Từ khóa: Tưới mặn, thời điểm xử lý mặn, sinh trưởng, cải xanh, cải ngọt.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam là một trong những quốc gia bị ảnh hưởng mạnh bởi biến đổi khí hậu (BĐKH), đặc biệt là khu vực đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Nước biển dâng làm gia tăng nguy cơ ngập lụt, nhiễm mặn và thu hẹp diện tích đất nông nghiệp, từ đó ảnh hưởng đến an ninh lương thực. Theo kịch bản nước biển dâng 1 m, khoảng 38,29% diện tích tự nhiên và 32,16% diện tích đất nông nghiệp tại ĐBSCL có nguy cơ bị ngập. Ước tính đến năm 2100, thiệt hại sản xuất có thể đạt 7,6 triệu tấn lúa/năm (tương đương 40,52% sản lượng vùng) và Việt Nam có nguy cơ mất khoảng 21,39% tổng sản lượng lúa quốc gia [1]. Cùng với đó, tình trạng xâm nhập mặn (XNM) diễn biến ngày càng phức tạp đã tác động mạnh mẽ đến hoạt động canh tác nông nghiệp tại ĐBSCL. Đặc

biệt, trong những tháng mùa khô, thời tiết không có mưa và lưu lượng nước từ thượng nguồn đổ về ít nên vừa thiếu nước ngọt và mặn cũng xâm nhập sâu vào nội đồng. Điều này dẫn đến không đủ lượng nước ngọt tưới tiêu các loại cây ăn quả, cây hoa màu, lương thực... dẫn đến hệ quả việc sản xuất nông nghiệp bị trì trệ.

Mặn được xem là một trong những yếu tố phi sinh học quan trọng hạn chế sinh trưởng, sinh lý và năng suất của cây trồng [2]. Các nghiên cứu cho thấy, mặn có thể ảnh hưởng đến hầu hết các giai đoạn sinh trưởng và phát triển của cây, làm biến đổi hình thái, cấu trúc và các quá trình sinh lý [3]. Trong bối cảnh BĐKH, XNM tại ĐBSCL không chỉ gia tăng về cường độ mà còn có xu hướng xuất hiện sớm hơn trong năm, khiến cây trồng phải tiếp xúc với mặn ngay từ các giai đoạn

đầu sinh trưởng. Điều này cho thấy, tác động của mặn không chỉ phụ thuộc vào mức độ mặn mà còn phụ thuộc đáng kể vào thời điểm mặn xảy ra và giai đoạn sinh trưởng mà cây chịu tác động.

Trước thực trạng đó, bên cạnh việc tìm kiếm các loài và giống cây trồng có khả năng chịu mặn nhằm phục vụ chuyên đổi cơ cấu cây trồng, việc xác định các mốc thời gian mặn tác động đến cây trồng, tương ứng với các giai đoạn sinh trưởng khác nhau trở nên đặc biệt cần thiết. Nhiều giống cây trồng đã được ghi nhận có khả năng chịu mặn trên 4‰ như: Đậu nành, một số giống lúa (OM5451, Pokkali), cải bẹ xanh và đậu bắp [4 - 8]. Trong đó, cải bẹ xanh không chỉ có khả năng chịu mặn mà còn góp phần hấp thu Na^+ và cải thiện các đặc tính mặn của đất [4]. Cải bẹ xanh và cải ngọt là các loại rau họ cải (Brassicaceae) hay còn gọi là họ thập tự (Cruciferae), được trồng phổ biến, có thời gian sinh trưởng ngắn, chi phí đầu tư thấp và mang lại hiệu quả kinh tế cao cho nông hộ. Tuy nhiên, trong điều kiện XNM ngày càng gia tăng và đến sớm, việc đánh giá ảnh hưởng của thời điểm tưới mặn đến sinh trưởng cây trồng vẫn còn hạn chế. Xuất phát từ thực tiễn đó, nghiên cứu được thực hiện nhằm làm rõ ảnh hưởng của mặn tác động tại các giai đoạn sinh trưởng khác nhau đến cải bẹ xanh và cải ngọt, qua đó cung cấp cơ sở khoa học cho việc đề xuất các giải pháp canh tác và quản lý nước tưới phù hợp trong điều kiện XNM, hướng tới phát triển nông nghiệp bền vững tại ĐBSCL.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được thực hiện từ tháng 8 đến tháng 10/2025 tại nhà lưới Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Đại học Cần Thơ. Thí nghiệm 2 nhân tố được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên với 4 lần lặp lại. Nhân tố 1 là thời điểm xử lý mặn bao gồm 3 mốc thời gian: 14, 21, 28 NSKG và nghiệm thức không tưới mặn (đối chứng). Nhân tố 2 là giống cải bao gồm 2 giống: Giống cải bẹ xanh (*Brassica juncea*), cải ngọt (*Brassica integrifolia*) và nghiệm thức không trồng cây, tổng cộng có 16 nghiệm thức (48 chậu thí nghiệm).

Hạt giống cải bẹ xanh mỡ Takumi 26 và cải ngọt TLP 198 được sử dụng trong nghiên cứu, có nguồn gốc từ Công ty TNHH Hạt giống Tân Lộc

Phát (Thành phố Hồ Chí Minh), được thu mua tại cơ sở kinh doanh vật tư nông nghiệp địa phương. Cải bẹ xanh là giống sinh trưởng nhanh, lá to, màu xanh sáng, cho sinh khối cao và có khả năng thích nghi tốt với các điều kiện môi trường; đồng thời đã được ghi nhận có tiềm năng chịu mặn và hấp thu Na^+ trong đất [4, 7]. Trong khi đó, cải ngọt có lá nhỏ hơn, mềm, màu xanh đậm và thời gian sinh trưởng ngắn. Cả hai giống đều thuộc họ Brassicaceae (họ cải), là nhóm rau ăn lá ngắn ngày với thời gian sinh trưởng khoảng 35 - 45 ngày, phù hợp bố trí trong điều kiện thí nghiệm. Đây cũng là các loại rau được trồng phổ biến, có chi phí đầu tư thấp và mang lại hiệu quả kinh tế cao cho nông hộ.

Đất thí nghiệm được thu từ tầng mặt (0 - 20 cm) ở khu đất thí nghiệm trồng lúa trước đây tại nhà lưới Trại thực nghiệm, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ. Đất sau khi thu được trộn đều, để khô tự nhiên trong điều kiện nhà lưới, băm nhỏ loại bỏ tạp chất, lấy mẫu phân tích các chỉ tiêu vật lý đầu vào. Tiến hành cân 10 kg đất vào các chậu nhựa có đường kính mặt chậu là 28 cm, đường kính đáy chậu là 23 cm, chiều cao 25 cm, có lỗ thoát nước. Sử dụng 500 mL nước sông tưới vào đất khoảng 2 tuần (cách 2 ngày tưới một lần) để làm mềm đất, tiến hành xới đất làm cho đất tơi xốp.

Trước khi gieo hạt thực hiện bón lót (Bảng 1), sau đó hạt giống được trộn với thuốc trừ kiến, gieo trực tiếp vào chậu theo hốc, mỗi hốc 1 hạt, gieo 10 hốc. Tưới ẩm đất sau khi gieo và phủ lớp tro trấu mỏng lên hạt cải. Khi cây được 2 - 3 lá thật, tiến hành tỉa cây để cây cách cây với khoảng cách 10 - 12 cm tương ứng 2 cây/chậu [9] (Hình 1). Cây được tỉa thưa dùng để đo các chỉ tiêu sinh trưởng, sinh khối cho cây đại diện ban đầu.

Quản lý nước tưới: Nước tưới cây được lấy ở kênh tưới Trại thực nghiệm, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ. Nước được trữ trong bể composite 1 m³ dùng xuyên suốt quá trình thí nghiệm. Nước nhiễm mặn là nước ót được pha với nước kênh để đạt nồng độ mặn 6‰. Một số đặc tính lý hóa nước trong nước kênh và nước tưới mặn được xác định 2 ngày/lần. Giá trị pH, EC, độ mặn, TDS, Na^+ và K^+ trong nước kênh (n = 28) và nước tưới mặn 6‰ (n = 14) tương ứng là 7,5 và 7,7; 0,6 và 9,0 mS/cm; 0 và 6‰; 424 và 4.503 mg/L; 46 và 2.482 mg/L; 6,5 và 33,7 mg/L.

Giai đoạn gieo hạt và cây con: Tưới ẩm cho cây 2 lần trong ngày buổi sáng và chiều mát bằng nước kênh. Giai đoạn sau tưới mặn cây cũng được tưới lại bằng nước kênh. Tổng lượng nước tưới cho mỗi chậu là 17,9 L.

Giai đoạn tưới mặn: Thời điểm bắt đầu tưới nước mặn là 14, 21, 28 NSKG, tưới liên tục trong

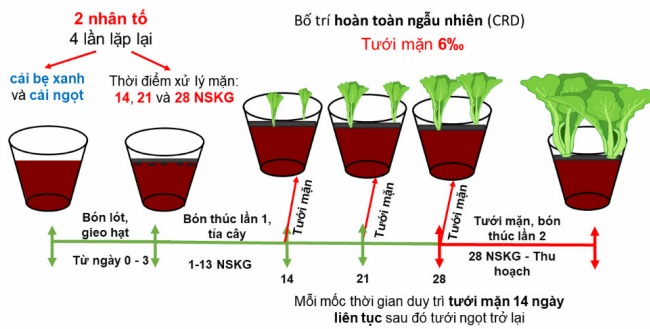
14 ngày cho mỗi nghiệm thức, sau đó tưới nước kênh đến khi thu hoạch 42 NSKG (Hình 1). Tổng lượng nước mặn tưới cho mỗi chậu là 9,3 L.

Liều lượng phân bón được tính toán theo lượng đất thí nghiệm 10 kg/chậu và thời điểm bón phân được mô tả ở bảng 1.

Bảng 1. Lượng phân bón để tưới cho thí nghiệm (g/chậu/10 kg đất)

Số lần bón (loại phân bón)	Bón lót (g) (trước khi trồng)	Bón thúc (g)	
		Lần 1: Sau trồng 5 ngày	Lần 2: Trước thu hoạch 12 ngày
Phân bò hoai	75	-	-
Urê	-	0,30	0,06
DAP	0,65	-	-
KCl	0,175	0,105	0,07

Ghi chú: Urê (46% N); DAP (18% N + 46% P₂O₅); KCl (60% K₂O).



Hình 1. Hình mô phỏng thí nghiệm

2.2. Phương pháp thu và phân tích mẫu

Các chỉ tiêu sinh trưởng, sinh khối và sinh lý cây bao gồm: Chiều cao cây, chiều dài rễ (cm), số lá, diện tích lá (cm²/lá), chỉ số SPAD, khối lượng tươi thân lá và rễ (g/cây) được xác định khi thu hoạch (42 NSKG).

Phương pháp phân tích: Chiều cao cây và chiều dài rễ được đo trực tiếp bằng thước; số lá được xác định bằng phương pháp đếm; diện tích lá được xác định ở lá thứ 3 tính từ trên xuống bằng ứng dụng “Easy Leaf Area”; chỉ số SPAD được đo bằng máy đo SPAD (Konica Minolta SPAD-502, Tokyo, Nhật Bản) cầm tay, thực hiện bấm tại lá thứ 3 tính từ trên xuống, vuông góc với gân lá theo phương pháp của Richardson và cs (2002) [10]. Khối lượng tươi thân lá và rễ được xác định bằng phương pháp cân ngay sau khi thu mẫu.

Mẫu đất được thu trước khi bố trí thí nghiệm (đầu vào) và sau khi thu hoạch. Đất được phơi

khô tự nhiên trong nhà lưới, sau đó nghiền qua rây 0,5 mm. Các chỉ tiêu pHe, ECe, Na⁺ hòa tan và K⁺ hòa tan được xác định bằng phương pháp trích bão hòa [11] và đo bằng máy đo cầm tay chuyên dụng Hanna HI99301 (Rumani) và bút đo Horiba Na-11, K-11.

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

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

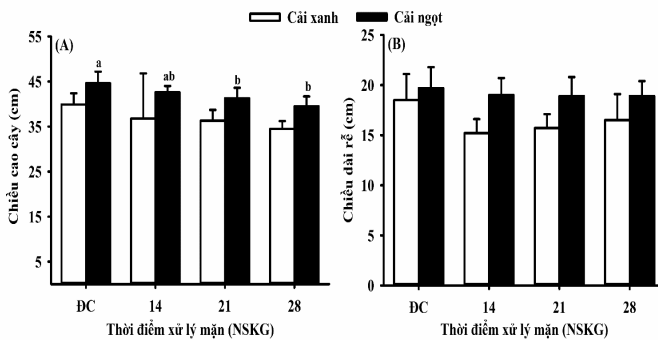
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của thời điểm xử lý mặn đến chiều cao cây và chiều dài rễ của hai giống cải

Khi tưới mặn ở thời điểm 14 ngày, chiều cao của cả hai loài có xu hướng giảm nhẹ, tuy nhiên sự khác biệt giữa hai loài chưa rõ rệt (p > 0,05; Hình 2A). Điều này có thể giải thích, là do sau giai đoạn tưới mặn, khi được chuyển sang tưới nước ngọt, cây có khả năng phục hồi sinh trưởng và tiếp tục phát triển, với mức sinh trưởng không khác biệt so với nghiệm thức không tưới mặn [12]. Đến các thời điểm tưới mặn muộn hơn (21 và 28 NSKG), chiều cao cây của cải ngọt giảm đáng kể so với cây đối chứng (p < 0,05); cải xanh mặc dù có xu hướng giảm nhẹ nhưng vẫn duy trì được chiều cao ở tất cả các thời điểm xử lý mặn (p > 0,05). Qua đó cho thấy, tưới mặn ở giai đoạn

sinh trưởng muộn làm suy giảm rõ rệt chiều cao cây, với mức độ ảnh hưởng phụ thuộc vào khả năng chịu mặn của loài và hạn chế về thời gian phục hồi sau stress.

Không ghi nhận sự khác biệt về chiều dài rễ giữa các thời điểm xử lý mặn của cả 2 giống cải ($p > 0,05$; Hình 2B). Chiều dài rễ trung bình ở các thời điểm xử lý mặn của cải xanh và cải ngọt lần lượt là 15,2 - 18,5 và 18,9 - 19,7 cm. Việc không ghi nhận sự khác biệt về chiều dài rễ có thể liên quan đến tính hình thái của hệ rễ, cây điều chỉnh cấu trúc rễ nhằm duy trì hiệu quả hấp thu nước và dinh dưỡng dưới điều kiện căng thẳng mặn [13 - 14]. Thay vì gia tăng sự kéo dài rễ trực, cây có xu hướng tái cấu trúc hệ rễ theo hướng tăng phát triển rễ bên và rễ mảnh, qua đó bù trừ tác động bất lợi của mặn [14]. Do đó, sự khác biệt về thời gian xử lý mặn chưa phản ánh rõ rệt lên chỉ tiêu chiều dài rễ của hai giống cải xanh và cải ngọt trong nghiên cứu hiện tại.



Hình 2. Chiều cao cây (A) và chiều dài rễ (B) của hai giống cải ở các thời điểm xử lý mặn

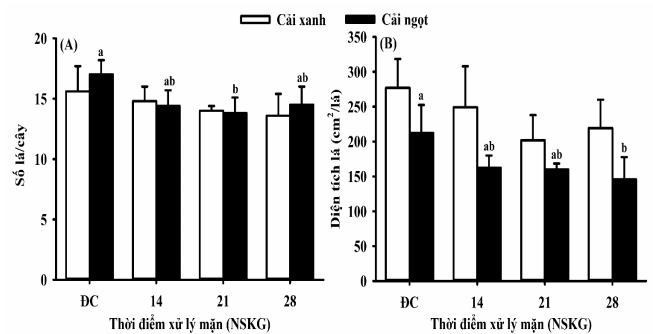
Ghi chú: ĐC: Đối chứng; trong cùng một giống cải, các chữ cái a, b, khác nhau chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các thời điểm tưới mặn dựa vào kiểm định Tukey HSD ở mức 5%.

3.2. Ảnh hưởng của thời điểm xử lý mặn đến số lá và diện tích lá của hai giống cải

Thời điểm tưới mặn không gây ảnh hưởng đến số lá của cải bẹ xanh ($p > 0,05$; Hình 3A), cho thấy loài này có khả năng duy trì quá trình hình thành lá tương đối ổn định dưới các thời điểm xử lý mặn khác nhau. Riêng cải ngọt có số lá biến động không rõ ràng dưới ảnh hưởng của thời điểm tưới mặn, chỉ có số lá ở thời điểm 21 ngày (14 lá/cây) ít hơn so với cây đối chứng. Cải ngọt khá nhạy cảm trong điều kiện stress mặn, đặc biệt khi mặn được áp dụng ở giai đoạn sinh trưởng đang hoạt động mạnh của quá trình phân

hóa và phát triển lá, dẫn đến sự ức chế hình thành lá mới và hạn chế khả năng phục hồi trong giai đoạn sau xử lý mặn.

Diện tích lá có xu hướng giảm khi tưới mặn càng muộn, thể hiện rõ nhất ở cải ngọt, diện tích lá đạt cao nhất ở nghiệm thức không tưới mặn và thấp nhất ở thời điểm tưới mặn 28 NSKG ($p < 0,05$; Hình 3B). Diện tích lá cải xanh ở các mốc thời gian tưới mặn 14, 21, 28 NSKG đạt lần lượt là 249,0; 201,6; 219,3 $cm^2/lá$; giảm 10,1 - 27,3% so với cây không tưới mặn (277,1 $cm^2/lá$) và của cải ngọt đạt tương ứng 162,2; 159,7; 145,9 $cm^2/lá$; giảm 23,6 - 31,2% so với cây đối chứng (212,2 $cm^2/lá$). Điều này có thể lý giải, do ở giai đoạn tưới mặn muộn hơn cây chưa có thời gian phục hồi dẫn đến diện tích lá nhỏ hơn giai đoạn tưới mặn sớm 14 NSKG, ở giai đoạn này cây có thời gian thích nghi phục hồi và phát triển trở lại. Kết quả nghiên cứu của Vũ Ngọc Thắng và cs (2017) [15] cũng ghi nhận diện tích lá giảm đáng kể trong điều kiện stress mặn.



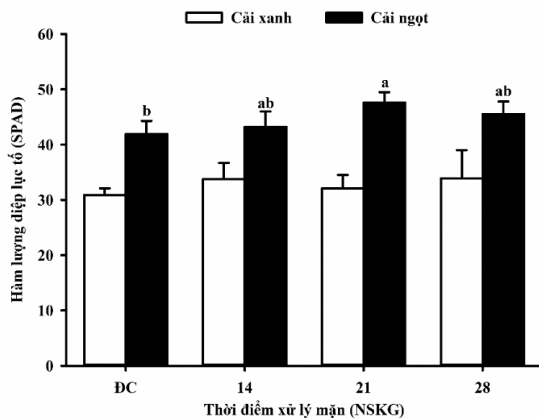
Hình 3. Số lá (A) và diện tích lá (B) của hai giống cải ở các thời điểm xử lý mặn

Ghi chú: ĐC: Đối chứng; trong cùng một giống cải, các chữ cái a, b khác nhau chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các thời điểm tưới mặn dựa vào kiểm định Tukey HSD ở mức 5%.

3.3. Ảnh hưởng của thời điểm xử lý mặn đến hàm lượng diệp lục tố của hai giống cải

Hàm lượng diệp lục (SPAD) của cải ngọt có xu hướng tăng xử lý mặn ở giai đoạn cây sinh trưởng càng muộn (Hình 4), nhưng chỉ có SPAD trong cây tưới mặn ở 21 NSKG cao hơn so với cây đối chứng ($p > 0,05$). Hàm lượng SPAD của cải ngọt ở các nghiệm thức 14, 21, 28 NSKG đạt 43,2; 47,6; 45,5 cao hơn so với đối chứng (41,9), hàm lượng diệp lục tố của cải xanh có xu hướng tăng nhẹ ở các nghiệm thức tưới mặn; tuy nhiên không có sự khác biệt rõ rệt giữa các nghiệm

thức, dao động trong khoảng 30,9 - 33,9. Nghiên cứu của Lê Văn Hòa và Nguyễn Bảo Toàn (2004) [16] cho rằng, hàm lượng diệp lục tố tăng giúp quá trình quang hợp của cây gia tăng, tạo ra nhiều carbohydrate để phục vụ cho sự sống của cây trong điều kiện bất lợi. Điều này chứng tỏ, hai giống cải ngọt và cải xanh đã có những thay đổi cụ thể là gia tăng hàm lượng diệp lục tố lên để thích nghi trong điều kiện muối cao. Kết quả nghiên cứu hiện tại ghi nhận phù hợp với kết quả nghiên cứu của Lê Ngọc Phương và cs (2018) [4]; Nguyễn Thị Ngọc Diệu và cs (2022) [7] trên cây cải xanh.



Hình 4. Hàm lượng diệp lục tố (SPAD) của hai giống cải ở các thời điểm xử lý mặn

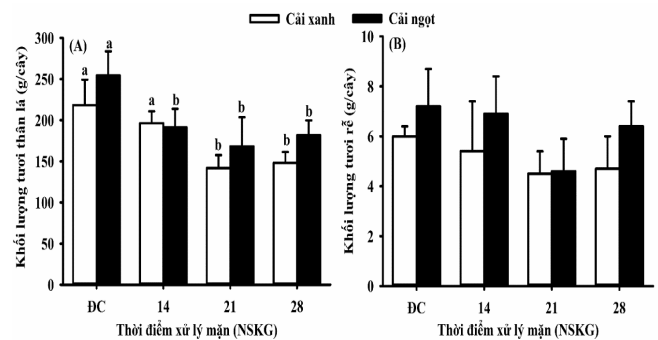
Ghi chú: ĐC: Đối chứng; trong cùng một giống cải, các chữ cái a, b khác nhau chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các thời điểm tưới mặn dựa vào kiểm định Tukey HSD ở mức 5%.

3.4. Ảnh hưởng của thời điểm xử lý mặn đến khối lượng của hai giống cải

Khối lượng tươi thân lá của hai giống cải bị ảnh hưởng rõ rệt bởi thời điểm xử lý mặn ($p < 0,05$; Hình 5A). Cụ thể, cải xanh và cải ngọt được xử lý mặn ở 14 NSKG có khối lượng tươi thân đạt 196,3 và 191,6 g/cây, cao hơn so với cây tưới mặn ở 21 và 28 NSKG, đạt lần lượt là 141,9 - 148,1 và 168,3 - 181,6 g/cây; giảm 28,6 - 35,0% so với cây không tưới mặn (218,2 và 254,3 g/cây). Mặc dù tất cả các thời điểm xử lý mặn đều trải qua cùng một khoảng thời gian stress mặn (14 ngày), nhưng sự khác biệt về giai đoạn sinh trưởng của cây khi stress xảy ra đã dẫn tới các việc tạo sinh khối khác nhau. Kết quả này phù hợp với các báo cáo trước đây, cho thấy giai đoạn sinh trưởng của cây tại thời điểm bị stress đóng vai trò quyết định mức độ nhạy cảm

với mặn [17]. Khi tưới mặn sớm (14 NSKG), cây vẫn đang ở giai đoạn tăng trưởng non, hệ rễ và mô dẫn vẫn ở mức độ phát triển ban đầu, khiến stress thẩm thấu và độc tính ion có tác động hạn chế hơn đến quá trình tổng hợp sinh khối so với khi stress xảy ra ở giai đoạn cây trưởng thành hơn [17].

Ngược lại, khi stress mặn bắt đầu ở 21 và đặc biệt là 28 NSKG, giai đoạn này cây đang tích lũy sinh khối nhanh, stress thẩm thấu do Na^+ và Cl^- làm tăng độ mặn của dung dịch rễ gây ức chế mạnh hơn hoạt động quang hợp, phân chia tế bào và vận chuyển photoassimilate. Những tác động này đã làm giảm tốc độ tích lũy sinh khối thân lá, làm cho khối lượng tươi thân lá ở các nghiệm thức tưới mặn muộn thấp hơn đáng kể (Hình 5A). Ngoài ra, một cơ chế quan trọng thúc đẩy khả năng phục hồi sau stress mặn là khi stress được loại bỏ (tưới nước ngọt trở lại), cây có khả năng điều chỉnh lại áp suất thẩm thấu và cân bằng ion nội bào, từ đó khôi phục phần nào hoạt động quang hợp và tích lũy sinh khối [18 - 19]. Điều này có thể giải thích cho cây xử lý mặn sớm có thời gian phục hồi dài hơn trước khi thu hoạch, góp phần vào việc duy trì khối lượng thân lá cao hơn so với cây được xử lý mặn muộn hơn.



Hình 5. Khối lượng tươi thân lá (A) và rễ (B) của hai giống cải ở các thời điểm xử lý mặn

Ghi chú: ĐC = Đối chứng; Trong cùng một giống cải, các chữ cái a, b khác nhau chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các thời điểm tưới mặn dựa vào kiểm định Tukey HSD ở mức 5%.

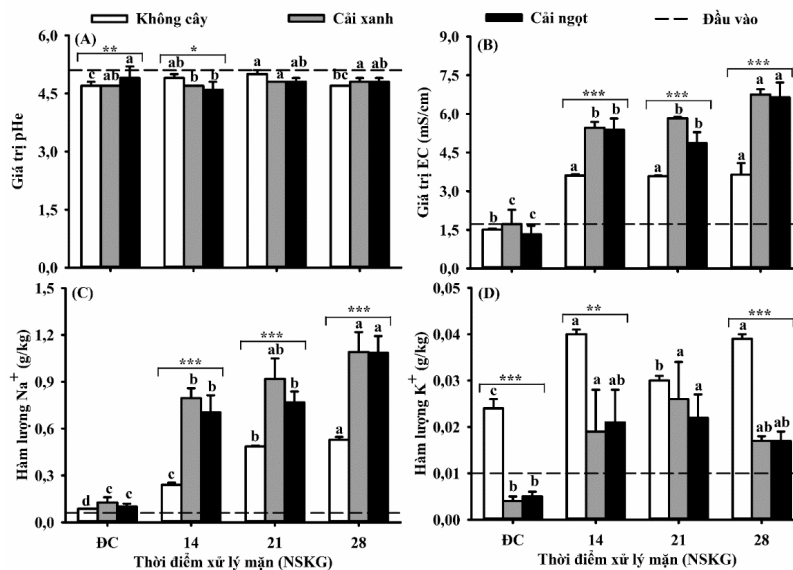
Tương tự chiều dài rễ, chưa ghi nhận sự tác động của thời điểm xử lý mặn lên khối lượng rễ cây ($p > 0,05$). Khối tươi rễ cải xanh và cải ngọt ở các thời điểm xử lý mặn 14, 21, 28 NSKG lần lượt là 5,4; 4,5 và 4,7 và 6,9; 4,6 và 6,4 g/cây (cây đối chứng là 6,0 và 7,2 g/cây). Hệ rễ tiếp xúc trực tiếp với ion Na^+ và Cl^- trong vùng rễ,

do đó chịu tác động sớm của stress mặn hơn các bộ phận khác. Ở giai đoạn sinh trưởng sớm, hệ rễ còn nhỏ và có khả năng tái cân bằng ion nội bào nhanh hơn khi stress được dừng lại, dẫn đến phục hồi phát triển rễ hiệu quả hơn sau khi tưới nước ngọt.

3.5. Đặc tính lý - hóa đất

Giá trị pHe dao động trong khoảng 4,6 - 5,0 và có sự khác biệt giữa các thời điểm xử lý mặn và có xu hướng thấp hơn giá trị pHe đất đầu vào (5,1) ($p < 0,05$; Hình 6A). Tuy nhiên, biên độ biến động không lớn, cho thấy hệ đệm của môi trường trồng vẫn duy trì tương đối ổn định dù EC và Na^+ tăng đáng kể ở các thời điểm xử lý muộn hơn. Sự thay đổi pHe trong điều kiện mặn có thể liên quan đến hoạt động trao đổi ion ở vùng rễ. Sự giảm pH của môi trường rễ có thể được giải thích bởi quá trình rễ cây phóng thích ion H^+ vào môi trường xung quanh, từ đó gây ra hiện tượng axit hóa vùng rễ [20]. Nguồn gốc của các ion H^+ này chủ yếu liên quan đến quá trình hấp thu các ion dinh dưỡng dạng cation và anion thông qua hệ thống rễ của cây [21].

Giá trị ECe tăng rõ rệt theo thời điểm xử lý mặn và đạt mức cao nhất ở nghiệm thức xử lý muộn (28 NSKG). Kết quả này phản ánh sự tích lũy muối hòa tan trong dung dịch đất khi quá trình tưới mặn được áp dụng liên tục trong 14 ngày ở các giai đoạn sinh trưởng khác nhau. Sự gia tăng nồng độ muối trong dung dịch đất trước hết gây ra pha stress thâm thấu, làm ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng hút nước của rễ [22]. Đặc biệt, giá trị ECe trong đất ở nghiệm thức không trồng cây (3,58 - 3,64 mS/cm) thấp hơn so với các nghiệm thức có cây (4,66 - 6,75 mS/cm). Hiện tượng này có thể được giải thích bởi quá trình hấp thu nước và thoát hơi nước liên tục ở các nghiệm thức có cây, làm giảm thể tích dung dịch đất và gây hiệu ứng cô đặc muối trong vùng rễ. Bên cạnh đó, dưới điều kiện stress mặn, sự thay đổi tính thấm màng và động thái trao đổi ion ở rễ có thể làm biến đổi phân bố ion giữa rễ và môi trường [23]. Như vậy, sự gia tăng ECe không chỉ phản ánh lượng muối bổ sung từ bên ngoài mà còn liên quan đến tương tác sinh lý giữa cây và môi trường đất trong điều kiện mặn.



Hình 6. Giá trị pHe (A), ECe (B), hàm lượng Na^+ (C) và K^+ (D) trong đất của các nghiệm thức ở các thời điểm xử lý mặn

Ghi chú: *, **, ***: Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa cải xanh, cải ngọt và nghiệm thức không trồng cây ở mức ý nghĩa lần lượt 5%, 1% và 0,1% dựa vào kiểm định Tukey HSD. Trong cùng một giống cải, các chữ cái a, b, c, d khác nhau chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các thời điểm tưới mặn dựa vào kiểm định Tukey HSD ở mức 5%.

Hàm lượng Na^+ trong đất tăng đáng kể theo thời điểm xử lý mặn và đạt giá trị cao nhất ở nghiệm thức xử lý tại 28 NSKG (0,528 - 1,091

g/kg), cao hơn rõ rệt so với thời điểm 14 NSKG (0,240 - 0,795 g/kg). Sự gia tăng này phản ánh mức độ tích lũy ion Na^+ trong dung dịch đất sau

14 ngày tưới mặn liên tục ở từng giai đoạn sinh trưởng khác nhau. Sự khác biệt về hàm lượng Na^+ trong đất giữa các thời điểm xử lý có liên hệ trực tiếp với biến động sinh khối của cây. Ở nghiệm thức tưới mặn ở 14 NSKG, sau khi kết thúc 14 ngày tưới mặn và chuyển sang tưới ngọt, nồng độ Na^+ trong dung dịch đất giảm tương đối do pha loãng và rửa trôi một phần, đồng thời một phần Na^+ có thể đã được hấp thu và cô lập trong mô thực vật. Điều này cũng được ghi nhận trong kết quả nghiên cứu của Nguyễn Quốc Anh và cs (2025) [24], theo đó hàm lượng Na^+ hòa tan trong đất giảm do quá trình trao đổi và hấp phụ Na^+ trên hạt keo đất, sự thất thoát trong quá trình thí nghiệm do nước rỉ ra thau và một phần được cây hấp thu. Sự giảm áp lực ion trong giai đoạn phục hồi này góp phần hạn chế độc tính Na^+ đối với hệ rễ, tạo điều kiện cho quá trình tái cân bằng Na^+/K^+ và khôi phục hoạt động sinh lý. Khi áp lực thẩm thấu và độc tính ion được giảm bớt, cây có thể phục hồi tăng trưởng nếu thời gian và mức độ stress chưa vượt ngưỡng tổn thương không hồi phục [22]. Việc duy trì cân bằng Na^+/K^+ là yếu tố then chốt giúp ổn định hoạt động enzyme và quang hợp [13], từ đó hỗ trợ tích lũy sinh khối trở lại. Điều này có thể giải thích cho sinh khối cải ở nghiệm thức 14 NSKG cao hơn so với các nghiệm thức xử lý mặn tại thời điểm 21 và 28 NSKG, do thời gian phục hồi sau stress ngắn hơn và hàm lượng Na^+ trong đất vẫn duy trì ở mức cao, làm kéo dài áp lực ion lên hệ rễ. Ngược lại, ở các nghiệm thức xử lý muộn (21 và 28 NSKG), sự tích lũy Na^+ trong đất cao hơn cho thấy cây vẫn đang chịu áp lực ion đáng kể. Stress kéo dài ở giai đoạn sinh trưởng mạnh có thể gây ức chế phân chia tế bào rễ, rối loạn cân bằng ion và giảm khả năng hấp thu nước, từ đó làm suy giảm tích lũy sinh khối so với nghiệm thức xử lý mặn sớm.

Hàm lượng K^+ trong đất có xu hướng giảm tương đối khi hàm lượng Na^+ tăng, đặc biệt ở các nghiệm thức xử lý muộn (28 NSKG đạt 0,017 - 0,039 g/kg so với 0,019 - 0,040 g/kg ở 14 NSKG). Xu hướng này cho thấy sự tương tác đối kháng giữa Na^+ và K^+ trong môi trường đất và tại vùng rễ. Dưới điều kiện mặn, Na^+ cạnh tranh với K^+ tại các kênh vận chuyển trên màng tế bào rễ, làm suy giảm khả năng hấp thu và duy trì cân bằng K^+ [13]. Việc giảm tương đối K^+ trong đất

có thể phản ánh hai quá trình đồng thời: (i) sự cạnh tranh ion làm thay đổi cân bằng hấp thu giữa Na^+ và K^+ và (ii) biến động phân bố K^+ do thay đổi hoạt động sinh lý của rễ dưới stress mặn. Nghiên cứu của Zhu và cs (1998) [13] nhấn mạnh rằng, duy trì tỷ lệ Na^+/K^+ thấp trong mô là yếu tố quyết định tính chống chịu mặn; do đó sự thay đổi động thái K^+ trong đất là chỉ báo gián tiếp về mức độ rối loạn cân bằng ion trong cây. Khi Na^+ tích lũy tăng cao ở các nghiệm thức xử lý muộn, nguy cơ mất cân bằng Na^+/K^+ càng lớn, từ đó có thể ảnh hưởng đến hoạt động enzyme, điều hòa áp suất thẩm thấu và sinh trưởng của cây.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Thời điểm xử lý mặn làm giảm sinh trưởng của cải ngọt. Tưới mặn ở 14 NSKG chưa gây suy giảm sinh trưởng và sinh khối của hai loài cải. Khối lượng tươi thân của cải xanh và cải ngọt ở thời điểm xử lý mặn 14 NSKG đạt 196,3 và 191,6 g/cây, cao hơn so với cây tưới mặn ở 21 và 28 NSKG, đạt lần lượt là 141,9 - 148,1 và 168,3 - 181,6 g/cây; giảm 28,6 - 35,0% so với cây không tưới mặn (218,2 và 254,3 g/cây). Tưới mặn giai đoạn càng muộn làm gia tăng ECe và Na^+ trong đất cao hơn, đồng thời giảm hàm lượng K^+ , từ đó ảnh hưởng bất lợi đến tích lũy sinh khối của cây trồng.

Cải bẹ xanh có khả năng thích nghi tốt hơn cải ngọt trong điều kiện tưới mặn ở các giai đoạn sinh trưởng khác nhau, nên có thể được ưu tiên chọn trồng trong vùng nguồn nước tưới có nguy cơ nhiễm mặn. Cần hạn chế tưới nước nhiễm mặn cho cải ngọt ở giai đoạn sinh trưởng muộn (sau 21 NSKG) nhằm giảm tác động bất lợi đến sinh trưởng và sinh khối.

LỜI CẢM ƠN

Đề tài này được tài trợ bởi Đại học Cần Thơ, Mã số: T2025-44.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2025). *Báo cáo Kế hoạch thích ứng quốc gia giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 (cập nhật)*. Hà Nội. 166 trang.

[2]. Taufiq, A., Wijanarko A. and Kristiono A. (2016). Effect of amelioration on growth and yield of two groundnut varieties on saline soil.

Journal of Degraded and Mining Lands Management, 3(4): 639 - 647.

[3]. Nawaz, K., Khalid H., Abdul M., Farah K., Shahid A. and Kazim A. (2010). Fatality of salt stress to plants: Morphological, physiological and biochemical aspects. Review. *African Journal of Biotechnology*, 9(34): 5475 - 5480.

[4]. Lê Ngọc Phương, Dương Hoàng Sơn, Nguyễn Đỗ Châu Giang, Nguyễn Minh Đông (2018). Tiềm năng chịu mặn và khả năng cải thiện hóa học đất phù sa nhiễm mặn của Cải xanh (*Brassica juncea* L.). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 3(88): 72 - 79.

[5]. Nguyễn Châu Thanh Tùng, Võ Hoàng Việt, Nguyễn Phước Đăng, Huỳnh Kỳ, Ngô Thụy Diễm Trang (2020). Khả năng chịu mặn của 20 giống/dòng đậu nành (*Glycine max* L.) địa phương và nhập nội trong điều kiện thủy canh. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. Số chuyên đề Biến đổi khí hậu và Phát triển nông nghiệp bền vững tháng 11, 250 - 258.

[6]. Vũ Thị Xuân Như, Nguyễn Thiên Minh, Đặng Hữu Trí, Nguyễn Châu Thanh Tùng, Huỳnh Kỳ và Ngô Thụy Diễm Trang (2022). Khả năng chịu mặn của một số giống lúa ở giai đoạn nảy mầm và giai đoạn mạ. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 20(8): 1008 - 1020.

[7]. Nguyễn Thị Ngọc Diệu, Nguyễn Thị Hải Yến, Trần Thị Khánh Ly, Nguyễn Quốc Anh, Trần Thị Đào, Nguyễn Ngọc Yến Vy, Trương Thảo Vy, Nguyễn Hoàng Nguyên, Nguyễn Châu Thanh Tùng, Nguyễn Quốc Khương và Ngô Thụy Diễm Trang (2022). Ảnh hưởng của nước nhiễm mặn đến sinh trưởng và năng suất của hai giống cải xanh tại đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 2, 38 - 46.

[8]. Nguyễn Châu Thanh Tùng, Vũ Thị Xuân Như, Lữ Trương Ngọc Khuê và Ngô Thụy Diễm Trang (2024). Đánh giá khả năng chịu mặn của ba giống đậu bắp giai đoạn nảy mầm trong điều kiện thí nghiệm. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 9, 16 - 25.

[9]. Sở Nông nghiệp và PTNT thành phố Hà Nội (2018). *Quyết định số 2660/QĐ-SNN ngày 29/12/2017 ban hành Quy trình kỹ thuật sản xuất cải xanh hữu cơ*.

[10]. Richardson, A. D., Duigan, S. P. and Berlyn, G. P. (2002). An evaluation of

noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content. *New Phytologist*, 153(1): 185 - 194. DOI:10.1046/j.0028-646x.2001.00289.

[11]. USDA (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Agriculture Handbook no. 60. United States Salinity Laboratory, Riverside, CA.

[12]. Calone, R., Mircea, D.-M., González-Orenga, S., Boscaiu, M., Lambertini, C., Barbanti, L. & Vicente, O. (2022). Recovery from salinity and drought stress in the perennial *Sarcocornia fruticosa* vs. the annual *Salicornia europaea* and *S. veneta*. *Plants*, 11(8), 1058. <https://doi.org/10.3390/plants11081058>.

[13]. Zhu, J. K., Liu, J. & Xiong, L. (1998). Genetic analysis of salt tolerance in *Arabidopsis*: Evidence for a critical role of potassium nutrition. *The Plant Cell*, 10(7): 1181 - 1192. <https://doi.org/10.1105/tpc.10.7.1181>.

[14]. Arif, M. R., Islam, M. T. & Robin, A. H. K. (2019). Salinity stress alters root morphology and root hair traits in *Brassica napus*. *Plants*, 8(7), 192. <https://doi.org/10.3390/plants8070192>.

[15]. Vũ Ngọc Thắng, Nguyễn Ngọc Lãm, Trần Anh Tuấn, Nguyễn Ngọc Quát và Lê Thị Tuyết Châm (2017). Ảnh hưởng của mặn đến khả năng nảy mầm, sinh trưởng và năng suất của hai giống lạc 114 và 127. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ*, 53, 123 - 133. DOI:10.22144/ctu.jvn.2017.165.

[16]. Lê Văn Hòa & Nguyễn Bảo Toàn (2004). *Giáo trình sinh lý thực vật*. Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ. 318 trang.

[17]. Munns, R. & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual review of plant biology*, 59, 651 - 681.

[18]. Zhu, J. K. (2016). Abiotic stress signaling and responses in plants. *Cell*, 167(2): 313 - 324. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.08.029>.

[19]. Li, J., Xu, L., Xuan, P., Tian, Z. & Liu, R. (2024). Thiourea and arginine synergistically preserve redox homeostasis and ionic balance for alleviating salinity stress in wheat. *Scientific Reports*, 14, 21375. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-72614-6>.

- [20]. Keuskamp, D. H., Kimber, R., Bindraban, P. S., Dimkpa, C. O. & Schenkeveld, W. D. C. (2015). *Plant exudates for nutrient uptake*. VFRC Report 2015/4. Virtual Fertilizer Research Center, Washington, D. C. 53p.
- [21]. Tang, C. & Rengel, Z. (2003). Role of plant cation/anion uptake ratio in soil acidification. *In Handbook of soil acidity*. CRC Press. pp. 71 - 96.
- [22]. Acosta-Motos, J. R., Ortuño, M. F., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M. J. & Hernandez, J. A. (2017). Plant responses to salt stress: Adaptive mechanisms. *Agronomy*, 7(1), 18. <https://doi.org/10.3390/plants8070192>.
- [23]. Jbir, N., Chaibi, W., Ammar, S., Jemmali, A. & Ayadi, A. (2001). Root growth and lignification of two wheat species differing in their sensitivity to NaCl, in response to salt stress. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III - Sciences de la Vie*, 324(10): 863 - 868. [https://doi.org/10.1016/S0764-4469\(01\)01368-5](https://doi.org/10.1016/S0764-4469(01)01368-5).
- [24]. Nguyễn Quốc Anh, Nguyễn Châu Thanh Tùng, Võ Thị Phương Thảo và Ngô Thụy Diễm Trang (2025). Khả năng làm giảm Na⁺ trong đất nhiễm mặn của đậu nành, mè và hướng dương trong điều kiện nhà lưới. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 23(7): 889 - 898. <https://doi.org/10.31817/tckhnnvn.2025.23.7.05>.

EFFECTS OF SALINE TREATMENT TIMEPOINTS ON GROWTH OF MUSTARD GREENS (*Brassica juncea*) AND LEAF MUSTARD (*Brassica integrifolia*)

**Vo Thi Phuong Thao¹, Pham Ngoc Han¹, Nguyen Ngoc Han¹,
Ton Thien Giap¹, Nguyen Minh Ngoc¹,
Nguyen Chau Thanh Tung², Ngo Thuy Diem Trang¹**

¹*College of Environment and Natural Resources, Can Tho University*

²*College of Agriculture, Can Tho University*

Abstract

The study was conducted to evaluate the effects of saline treatment timepoints (14, 21, 28 days after sowing, DAS) on the growth of mustard greens and leaf mustard. The plants were continuously irrigated with 6‰ saline water for 14 days at each treated timepoints, and then switched to freshwater irrigation until harvest (42 DAS). The results showed that the later of growth stages the saline treatment timepoints were applied, the more significant the impact on plant growth were recorded such as plant height, leaf area and shoot fresh weight. The plants irrigated with saline water at 14 DAS showed a better growth and a higher biomass compared to the treated plants at 21 and 28 DAS. Specifically, the shoot fresh weight of mustard greens and leaf mustard irrigated with saline water at 14 DAS were 196.3 and 191.6 g/plant, respectively, higher than the treated plants at 21 and 28 DAS (141.9 - 148.1 and 168.3 - 181.6 g/plant), decreased of 28.6 - 35.0% compared to the untreated plants (the control plants) (218.2 and 254.3 g/plant). The E_{Ce} and accumulated Na⁺ values in saline-treated soil were higher at the later saline treatment timepoints, while the K⁺ content tended to decrease. The soil Na⁺ content at the treated timepoint of 28 DAS was the highest (0.528 - 1.091 g/kg), higher than at 14 DAS (0.240 - 0.795 g/kg). Mustard greens showed the better growth and biomass than that of leaf mustard under saline irrigation conditions at all three timepoints. These results contribute to providing a scientific basis for determining appropriate irrigation times under saline intrusion conditions in the Mekong Delta.

Keywords: *Saline irrigation, saline treatment timepoint, growth, Brassica juncea, Brassica integrifolia.*

Ngày nhận bài: 5/02/2026

Ngày chuyển phản biện: 12/02/2026

Ngày thông qua phản biện: 16/3/2026

Ngày duyệt đăng: 6/4/2026

NGHIÊN CỨU HIỆU QUẢ SỬ DỤNG MỘT SỐ THUỐC BẢO VỆ THỰC VẬT SINH HỌC TRONG SẢN XUẤT RAU AN TOÀN TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ HÀ NỘI

Nguyễn Hồng Sơn¹, Đặng Thị Thanh Lê^{2,*}, Bùi Thị Hải Yến³

¹ Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam

² Bộ môn Kỹ thuật Hóa học, Khoa Hóa và Môi trường, Trường Đại học Thủy lợi

³ Viện Bảo vệ Thực vật

* Email: ledtt@thu.edu.vn

TÓM TẮT

Thuốc bảo vệ thực vật (BVTV) sinh học là công cụ quan trọng trong quản lý dịch hại tổng hợp, đặc biệt trong bối cảnh phát triển nông nghiệp hữu cơ. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu hiệu quả sử dụng một số thuốc BVTV sinh học trong sản xuất rau an toàn trên địa bàn Thành phố (TP) Hà Nội. Đã lựa chọn được bộ thuốc BVTV sinh học trong phòng trừ sinh vật gây hại trên rau tại TP Hà Nội, bao gồm: Trico-ĐHCT, Mocabi SL; Biobac 50WP, Actinovate 1SL, Sokupi 0,5SL, Anisaf SH-01 2SL, NeemNim Xoan xanh green 0,3EC; Mectinstar 20EC, Aga 25EC. Đã xây dựng 2 mô hình (0,5 ha/mô hình) áp dụng đồng bộ các biện pháp tổng hợp phòng trừ sâu bệnh hại cải bắp và cải xanh sử dụng thuốc BVTV sinh học (chế phẩm thuốc BVTV thảo mộc mới Sapobug 12SL và bộ thuốc chọn được) tại xã Đông Anh, TP Hà Nội. Mô hình cải bắp, năng suất trong mô hình tăng 13,33% so với ngoài mô hình, lợi nhuận tăng 13,07%. Mô hình cải xanh, năng suất trong mô hình tăng 17,73% so với ngoài mô hình, lợi nhuận tăng 13,99%. Mẫu rau cải bắp, cải xanh trong mô hình đều không có dư lượng thuốc BVTV. Trong cả 2 mô hình cải bắp và cải xanh, hiệu lực phòng trừ sâu tơ và sâu xanh bướm trắng đều đạt trên 80%; hiệu lực kiểm soát nấm *Fusarium* và *Rhizoctonia* đều đạt trên 60%.

Từ khóa: Thuốc bảo vệ thực vật sinh học, Sapobug 12SL, cây rau.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các kết quả nghiên cứu về thuốc BVTV sinh học đã cho thấy tiềm năng của chúng như một giải pháp thay thế hữu ích để quản lý sinh vật gây hại cây trồng. Thuốc BVTV sinh học ít gây hại cho sức khỏe con người, dễ phân hủy sinh học và thân thiện với môi trường; do đó, chúng có thể cải thiện năng suất cây trồng và góp phần giảm khủng hoảng lương thực trong khi vẫn duy trì tính bền vững. Thuốc BVTV sinh học an toàn đối với thực vật, nhanh bị phân hủy nên không tích lũy trong cơ thể sinh vật và môi trường, không tồn dư trong sản phẩm, không gây hiện tượng nhờn thuốc và kháng thuốc của sinh vật gây hại [1, 2]. Ở Việt Nam, khi nghiên cứu về sản xuất rau an toàn, nhiều tác giả đã đề cập đến giải pháp ưu tiên sử dụng thuốc BVTV sinh học vì chúng không gây độc hại cho người sử dụng, gia súc, môi trường; hạn chế việc “giết nhầm” những loại côn trùng hữu ích. Trong nhiều năm qua, Việt Nam đã có nhiều chương trình hỗ trợ tuyên truyền, đào tạo, tập huấn và xây dựng mô hình ứng dụng các

thuốc BVTV trong sản xuất nông sản an toàn, đặc biệt là sản xuất rau an toàn. Nhiều vùng sản xuất, nhiều hộ nông dân đã có chuyển biến tích cực trong nhận thức và hành động để chuyển đổi từ sử dụng thuốc BVTV hóa học sang thuốc BVTV sinh học. Mặc dù vậy, hiện còn nhiều khó khăn, bất cập trong công tác quản lý, đặc biệt là giám sát, quản lý chất lượng nông sản; các biện pháp kỹ thuật sử dụng thuốc BVTV (loại thuốc, thời điểm sử dụng và thời gian cách ly hợp lý) nên người dân chưa thực sự tin tưởng để chuyển đổi sang sử dụng thuốc sinh học [3]. Việc sản xuất rau tại TP Hà Nội hiện vẫn còn nhiều bất cập, chất lượng rau không ổn định, thiếu sự giám sát, nhiều hộ sản xuất vẫn quan tâm đến năng suất và sản lượng, chưa thực sự chú trọng đến vấn đề an toàn thực phẩm. Diện tích trồng rau tại TP Hà Nội khá lớn, trong đó nhóm rau thuộc họ hoa thập tự chiếm trên 50%. Rau họ cải gồm cải bắp, súp lơ, su hào, củ cải, các loại cải không cuốn... được trồng nhiều nhất ở TP Hà Nội, trong đó rau cải bắp là cây đặc trưng cho rau vụ đông còn cải

xanh được trồng khá phổ biến do nhóm cải này có khả năng thích ứng rộng, có thể trồng được nhiều mùa vụ, hiệu quả kinh tế cao. Sự gia tăng về diện tích, cùng với việc thâm canh tăng vụ, thay đổi cơ cấu cây trồng và quy hoạch vùng sản xuất rau chuyên canh làm cho tình hình sâu hại diễn biến phức tạp hơn. Đặc biệt với cây rau họ cải thì sâu tơ, sâu xanh bướm trắng, rệp là đối tượng có mặt thường xuyên và gây thiệt hại về kinh tế. Sâu tơ dễ kháng thuốc và khó phòng trừ. Sâu xanh bướm trắng loài đa thực, chúng gây hại trên hầu hết các loại rau thập tự. Rệp muội đại diện cho nhóm côn trùng chích hút, chúng thường hút dinh dưỡng lá làm bộ lá bị cong queo vàng, mất khả năng quang hợp, không những thế khi cây bị rệp tấn công còn tạo điều kiện cho nấm bệnh phát triển và gây hại [4]. Thuốc BVTV sinh học có thể kiểm soát được sinh vật gây hại theo cơ chế không độc, thân thiện với môi trường và dễ sử dụng. Bởi vậy, trong xu thế phát triển nông nghiệp sạch, loại thuốc BVTV sinh học được nhiều người tin dùng [1, 2]. Sản xuất rau an toàn trên địa bàn TP Hà Nội đang trở thành chủ đề lớn, thu hút sự quan tâm của toàn xã hội, trong đó việc tìm kiếm, phát triển các thuốc BVTV sinh học để sử dụng thay thế thuốc BVTV

hóa học là nội dung cốt lõi để thúc đẩy sản xuất rau an toàn [3]. Tuy nhiên, đánh giá về hiệu quả sử dụng các thuốc BVTV sinh học trong sản xuất rau an toàn tại TP Hà Nội còn chưa nhiều hoặc các kết quả từ những năm trước [5]. Để xác định khả năng, phương pháp sử dụng một số thuốc BVTV sinh học trong phòng trừ sinh vật gây hại trên rau, đề tài đã thực hiện “*Nghiên cứu hiệu quả sử dụng một số thuốc bảo vệ thực vật sinh học trong sản xuất rau an toàn trên địa bàn Thành phố Hà Nội*”. Bài báo này cung cấp các dữ liệu về hiệu quả và phương pháp sử dụng một số thuốc BVTV sinh học trong phòng trừ sinh vật gây hại cây rau trên địa bàn TP Hà Nội.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và vật liệu nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: Rau cải xanh, rau cải bắp

Vật liệu nghiên cứu: Chế phẩm thuốc BVTV thảo mộc mới Sapobug 12SL chứa 12% hoạt chất saponin chiết xuất từ quả bồ hòn *Sapindus mukorossi* Gaertn; các loại thuốc trừ bệnh và các loại thuốc trừ sâu:

Các loại thuốc trừ bệnh		Các loại thuốc trừ sâu	
Tên thuốc	Hoạt chất	Tên thuốc	Hoạt chất
Trico-ĐHCT	<i>Trichoderma virens</i> 80% (8.10 ⁷ bào tử/g) + <i>Trichoderma hamatum</i> 20% (2.10 ⁷ bào tử/g)	Anisaf SH-01 2SL	<i>Hy thiêm</i> , đơn buốt, cúc liên chi đại
<i>Mocabi</i> SL	<i>Cheatomium sp</i> 1,5.10 ⁶ cfu/g + <i>Tricoderma sp</i> 1,2.10 ⁴ cfu/g	NeemNim Xoan xanh green 0,3EC	<i>Azadirachtin</i> (từ cây xoan)
<i>BioBac</i> WP	<i>Bacillus subtilis</i>	Sokupi 0,5SL	<i>Matrine</i> (từ cây khổ sâm)
2S sea & see 12SL	<i>Chitosan</i> 2% + <i>Oligo-Alginate</i> 10%	Aga 25EC	<i>Abamectin</i> 20g/l + <i>Matrine</i> 5g/l: 25g/l
<i>Actinovate</i> 1SP	<i>Streptomyces lydicus</i>	Mectinstar 20EC	<i>Emamectin benzoate</i> 19g/l + <i>Matrine</i> 1g/l: 20 g/l
<i>Zianum</i> 1.00WP	<i>Trichoderma</i>	Bitadin WP	<i>Bacillus thuringiensis var. Kurstaki</i> 16.000IU/mg + <i>Granulosis virus</i> 10 ⁸ PIB
<i>Ridomil gold</i> 68WG (đối chứng)	Metalaxyl + Mancozeb	ABT 2WP	<i>Abamectin</i> 9g/kg + <i>Bacillus thuringiensis var.kurstaki</i> 11g/kg: 20g/kg

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Nghiên cứu lựa chọn một số thuốc BVTV sinh học trong phòng trừ sinh vật gây hại trên rau

Địa điểm: Vùng trồng rau tập trung (cải bắp, cải xanh), thường xuyên bị sâu hại (sâu tơ, sâu xanh bướm trắng) tại xã Đông Anh, xã Mê Linh. Thời vụ: Thử nghiệm trên rau chính vụ.

* Phương pháp đánh giá các chỉ tiêu sâu bệnh:

- Đối với sâu hại: Điều tra 5 điểm, mỗi điểm 1 khung (40 cm × 50 cm).

Mật độ sâu hại (con/m²) = Số sâu điều tra được/khung × 5 (5 khung = 1 m²)

Mật độ rệp gây hại (con/cây) = Tổng số rệp điều tra/Tổng số cây điều tra

Mức độ phổ biến (%) = (Σ điểm có loài sâu hại cần xác định / Σ số điểm điều tra) × 100

Đánh giá mức độ phổ biến của sâu hại: +++: rất phổ biến (Tần suất xuất hiện) TSXH > 50%); ++: phổ biến (TSXH từ 20 - 50%); +: ít phổ biến (TSXH < 20%)

- Đối với bệnh hại: Điều tra theo 5 điểm chéo góc, điều tra 10 lá ngẫu nhiên/điểm. Sự phát sinh phát triển, mức độ bệnh được tính bằng chỉ tiêu tỷ lệ bệnh (TLB)

TLB (%) = [Số cây (bộ phận của cây) bị bệnh/ Tổng số cây (bộ phận của cây) điều tra] × 100

Xác định mức độ phổ biến của bệnh theo thang 4 cấp: + : rất ít phổ biến (< 10% cây hoặc lá bị bệnh); ++: ít phổ biến (10 - 25% cây hoặc lá bị bệnh); +++ : phổ biến (25 - 50% cây hoặc lá bị bệnh); ++++: rất phổ biến (> 50% cây hoặc lá bị bệnh) [6, 7].

Tính hiệu lực của thuốc BVTV, chế phẩm sinh học theo công thức Henderson-Tilton's [8].

Hiệu lực (%) = [1 - (Ta × Cb)/(Tb × Ca)] × 100

Trong đó: Ta là TLB hoặc số sâu sống ở công thức thuốc sau xử lý; Tb là TLB hoặc số sâu sống ở công thức thuốc trước xử lý; Ca là TLB hoặc mật độ sâu sống ở công thức đối chứng sau xử lý; Cb là TLB hoặc mật độ sâu sống ở công thức đối chứng trước xử lý.

Phương pháp xử lý số liệu: Xử lý thống kê bằng phần mềm IRRISTAT 5.0 và thống kê Duncan.

* Phương pháp đánh giá hiệu quả của một số chế phẩm sinh học xử lý đất đến nhóm bệnh hại trong đất

Đánh giá hiệu quả của một số chế phẩm sinh học xử lý đất trồng rau (cải bắp, cải xanh) nhằm hạn chế nhóm bệnh gây hại trong đất. Đất được cày xới, phơi ải, lên luống, bón vôi và bón lót, chế phẩm được xử lý theo hướng dẫn. Thử nghiệm diện rộng với 4 công thức (CT1: Chế phẩm Trico-ĐHCT; CT2: Chế phẩm Mocabi SL; CT3: Đối chứng thuốc hóa học Ridomil Gold 68WP; CT4: Đối chứng - không xử lý); mỗi công thức 500 m² (500 m² × 4 công thức × 2 địa điểm = 4.000 m²). Chỉ tiêu theo dõi: Thành phần vi sinh vật gây hại trong đất trước và sau thử nghiệm 15, 30 và 45 ngày; tỷ lệ bệnh hại (%) và tỷ lệ cây bị chết.

* Phương pháp đánh giá hiệu quả một số thuốc BVTV có nguồn gốc sinh học phòng trừ bệnh hại các bộ phận trên mặt đất của rau tại địa bàn Thành phố Hà Nội

Thử nghiệm diện hẹp: 6 công thức (CT1: BioBac 50WP; CT2: 2S Sea & See 12SL; CT3: Actinovate 1SP; CT4: Zianum 1.00WP; CT5: Ridomil Gold 68WP; CT6: Đối chứng - phun nước lã); 3 lần nhắc lại/công thức, mỗi công thức 30 m² (30 m² × 3 lần nhắc/công thức × 6 công thức × 2 địa điểm = 1.080 m²). Phương pháp xử lý: Phun đều toàn cây. Chỉ tiêu theo dõi: Tỷ lệ bệnh và chỉ số bệnh hại (%) trên cây trước và sau xử lý 7 ngày, 14 ngày.

* Phương pháp đánh giá hiệu quả của một số thuốc BVTV sinh học phòng trừ sâu hại trên rau tại TP Hà Nội

Thuốc BVTV có nguồn gốc thảo mộc: Thí nghiệm diện hẹp với 4 công thức (CT1: Sokupi 0,5SL; CT2: NeemNim Xoan xanh green 0,3EC; CT3: Anisaf SH-01 2SL; CT4: Đối chứng - phun nước lã); 3 lần nhắc lại/công thức, mỗi công thức 30 m² (30 m² × 3 lần nhắc/công thức × 4 công thức × 2 địa điểm = 720 m²).

Thuốc BVTV có nguồn gốc sinh học: Thí nghiệm diện hẹp với 5 công thức (CT1: ABT 2WP; CT2: Aga 25EC; CT3: Bitadin WP; CT4 : Mectinstar 110WG; CT5 : Đối chứng - phun nước lã); 3 lần nhắc lại/công thức, mỗi công thức 30m² (30 m² × 3 lần nhắc/công thức × 5 công thức × 2 địa điểm = 900 m²).

Phương pháp xử lý: Phun đều toàn cây. Chỉ tiêu theo dõi: Mật độ sâu sống ở các CT trước thí nghiệm, sau 1 ngày, 3 ngày, 5 ngày và 7 ngày sau thí nghiệm. Tính hiệu lực phòng trừ sâu hại (sâu tơ, sâu xanh bướm trắng) theo công thức Henderson-Tilton's [8].

2.2.2. Xây dựng mô hình thử nghiệm đồng bộ các biện pháp sử dụng hiệu quả thuốc BVTV sinh học cho rau trên địa bàn TP Hà Nội

- *Mô hình cải bắp*

* Thiết kế mô hình (MH)

Địa điểm thực hiện: Gia đình Ông Vũ Văn Dũng, thôn Quan Âm, Bắc Hồng, xã Đông Anh, Thành phố Hà Nội. Đối tượng: rau cải bắp; Diện tích: 0,5 ha; Thời vụ: Vụ đông xuân; Giống: Cải bắp X. Ngày trồng: 20/12/2024; Thời gian sinh trưởng: 80 ngày. Mật độ trồng: 42.000 cây/ha. Loại đất: Đất thịt nhẹ, giàu mùn và chất dinh dưỡng. Đất được cày bừa kỹ, làm sạch cỏ, lên luống rộng 1 - 1,4 m, rãnh luống 0,3 m, cao 0,2 - 0,25 m. Bón phân: Sử dụng các loại phân hữu cơ

Biện pháp phòng trừ sâu bệnh

+ Trong mô hình: Xử lý đất bằng chế phẩm Trico-ĐHCT với liều lượng 3 kg/sào để phòng trừ bệnh do nấm *Fusarium* và *Rhizoctonia* gây bệnh trong đất. Tưới nước phun mưa vào buổi chiều tối có tác dụng rửa trôi bót trứng, sâu non, sâu tơ và hạn chế trưởng thành sâu tơ đẻ trứng. Ngắt các ổ trứng, bắt giết sâu non khi mật độ thấp, phát hiện và nhổ bỏ những cây bị bệnh đem tiêu hủy. Sử dụng các loại chế phẩm sinh học và thuốc BVTV có nguồn gốc sinh học như Actinovate 1SP để quản lý bệnh lở cổ rễ gây chết rạp cây con cải bắp; Sử dụng chế phẩm Sapobug 12SL nồng độ 5% phòng trừ sâu xanh bướm trắng, sâu tơ (mật độ sâu tơ 12 - 13 con/m², sâu xanh bướm trắng 6 - 7 con/m²); sử dụng các loại thuốc BVTV có nguồn gốc thảo mộc như: Sokupi 0,5SL trừ rệp muội, thuốc BVTV có nguồn gốc sinh học như: Mectinstar 20EC, Aga 25EC trừ sâu khoang, bọ nhảy gây hại trên rau cải bắp

+ Ngoài mô hình: Theo sản xuất đại trà của người dân, không xử lý đất trước trồng, không áp dụng biện pháp thủ công, các loại thuốc BVTV dùng phòng trừ bệnh Daconil 500SC, Antracol 70WP, các loại thuốc BVTV phòng trừ sâu hại: Map Dona 265EC, Sec Saigon 10EC, Pesieu 500SC

* Các chỉ tiêu và phương pháp điều tra, đánh giá kết quả

Chỉ tiêu theo dõi: Thành phần sâu, bệnh hại chính trong mô hình; mật độ sâu hại chính (con/m²), tỷ lệ bệnh (%); hiệu quả phòng trừ của các loại thuốc BVTV trong phòng trừ sâu, bệnh hại; hiệu quả kinh tế

Phương pháp điều tra: điều tra định kỳ 7 ngày/lần, điều tra theo 5 điểm chéo góc trong và ngoài MH. Đánh giá mức độ phổ biến của từng loài sâu hại trong và ngoài MH theo thang 3 cấp. Đánh giá mức độ phổ biến bệnh hại và xác định mức độ phổ biến của bệnh theo thang 4 cấp [6, 7]. Ghi nhận mật độ các loại sâu hại, tỷ lệ bệnh trước và sau khi phun thuốc phòng trừ các đợt để đánh giá hiệu quả phòng trừ theo công thức Henderson-Tilton's [8]

Hiệu quả kinh tế được đánh giá dựa trên năng suất × giá thành - chi phí sản xuất.

Tính % năng suất tăng so với đối chứng (ngoài mô hình) theo công thức:

Năng suất (%) = [Năng suất mô hình - Năng suất đối chứng] / Năng suất đối chứng × 100

- *Mô hình cải xanh*

* Thiết kế mô hình

Địa điểm thực hiện: Gia đình Ông Trần Văn Lẫy, thôn Quan Âm, Bắc Hồng, xã Đông Anh, TP Hà Nội. Đối tượng: rau cải xanh; diện tích: 0,5 ha; thời vụ: Vụ xuân hè năm 2025; giống: cải mơ dăm. Ngày gieo: 15/3/2025 cải thời gian sinh trưởng: 45 ngày. Dùng biện pháp che phủ để trồng cả năm. Chọn đất trồng và làm đất: Đất thịt nhẹ, giàu mùn và chất dinh dưỡng; Đất được cày bừa kỹ, làm sạch cỏ, lên luống rộng 1 - 1,2 m, rãnh luống 0,3 m, cao 0,2 - 0,25 m. Trồng cây và mật độ trồng: Gieo trực tiếp: Tỉa bỏ cây yếu, còi cọc, sâu bệnh hoặc gần nhau không đảm bảo khoảng cách; Trồng trong khay: Cây giống nhỏ đi trồng 2 - 3 lá thật, tưới thật đẫm trước khi nhổ 1 giờ, trồng vào chiều mát; hàng cách hàng 20 cm, cây cách cây 15 - 20 cm. Mật độ trồng: 500.000 cây/ha. Bón phân: Sử dụng các loại phân hữu cơ. Tưới nước: Tưới nước đủ ẩm từ khi trồng đến khi thu hoạch, tiêu nước kịp thời khi ngập úng. Áp dụng biện pháp tưới rãnh hoặc phun để đảm bảo độ ẩm đất, hạn chế sự gây hại của bọ nhảy.

Quản lý tổng hợp sâu bệnh hại cây cải xanh

+ Trong mô hình: Xử lý đất bằng chế phẩm Trico-ĐHCT với liều lượng 3kg/sào để phòng trừ bệnh trong đất do nấm *Fusarium* và *Rhizoctonia*. Sử dụng chế phẩm Sapobug 12SL nồng độ 5% phòng trừ sâu xanh bướm trắng, sâu tơ (mật độ sâu tơ 12 - 13 con/m², sâu xanh bướm trắng 6 - 7 con/m²). Sử dụng các loại thuốc BVTV có nguồn gốc thảo mộc như: Sokupi 0,5SL trừ rệp muội, thuốc BVTV có nguồn gốc sinh học như Mectinstar 20EC, Aga 25EC trừ sâu khoang, bộ nhậy gây hại trên cải xanh.

+ Ngoài mô hình: Theo sản xuất đại trà của người dân, không xử lý đất trước trồng, không áp dụng biện pháp thủ công, các loại thuốc BVTV dùng phòng trừ bệnh Antracol 70WP, các loại thuốc bảo vệ thực vật phòng trừ sâu hại: Map Dona 265EC, Sec Saigon 10EC, Pesieu 500SC.

* Các chỉ tiêu và phương pháp điều tra, đánh giá kết quả: Các chỉ tiêu theo dõi, phương pháp điều tra, đánh giá kết quả thực hiện tương tự như mô hình rau cải bắp.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả nghiên cứu lựa chọn một số thuốc BVTV sinh học phòng trừ sinh vật gây hại trên rau

Bảng 1. Hiệu quả một số chế phẩm sinh học đến nấm *Fusarium* và nấm *Rhizoctonia* gây bệnh trong đất trồng cải bắp (Hà Nội, 2024)

Địa điểm	Công thức	Trước XL		Sau 15 ngày		Sau 30 ngày		Sau 45 ngày	
		Mật độ khuẩn lạc	Mật độ khuẩn lạc	Hiệu lực (%)	Mật độ khuẩn lạc	Hiệu lực (%)	Mật độ khuẩn lạc	Hiệu lực (%)	
Mật độ nấm <i>Fusarium</i> trong đất (khuẩn lạc x 10²/g đất)									
Xã Đông Anh	Trico-ĐHCT	24,44 ^a	12,00 ^b	52,95 ^a	9,44 ^c	67,47 ^a	8,67 ^b	70,65 ^a	
	Mocabi SL	24,89 ^a	14,33 ^b	45,68 ^a	12,78 ^b	55,18 ^b	11,94 ^b	61,33 ^{ab}	
	Ridomil Gold 68WG	24,00 ^a	10,78 ^b	55,67 ^a	9,44 ^c	53,22 ^b	13,11 ^b	50,29 ^b	
	Đối chứng	24,11 ^a	26,89 ^a	-	27,33 ^a	-	31,22 ^a	-	
	CV(%)	15,5	18,0	13,7	10,4	9,8	16,3	14,3	
	LSD _{0,05}	7,11	5,41	14,12	2,88	11,47	4,98	17,29	
Xã Mê Linh	Trico-ĐHCT	30,22 ^a	17,11 ^a	44,60 ^a	11,67 ^c	61,26 ^a	10,78 ^c	69,07 ^a	
	Mocabi SL	29,11 ^a	17,44 ^a	39,66 ^a	13,56 ^c	54,07 ^{ab}	13,22 ^c	59,47 ^{ab}	
	Ridomil Gold 68WG	28,78 ^a	15,56 ^a	47,86 ^a	16,44 ^b	44,56 ^b	19,22 ^b	42,08 ^b	
	Đối chứng	29,44 ^a	32,11 ^a	-	31,78 ^a	-	35,33 ^a	-	
	CV(%)	14,2	14,0	15,8	13,9	12,4	13,0	12,6	
	LSD _{0,05}	7,87	5,41	13,93	4,80	13,25	5,01	14,14	
Mật độ nấm <i>Rhizoctonia</i> trong đất (khuẩn lạc x 10²/g đất)									
Xã Đông Anh	Trico-ĐHCT	15,89 ^a	8,00 ^b	48,62 ^a	6,33 ^b	60,10 ^a	6,78 ^c	66,57 ^a	
	Mocabi SL	13,78 ^a	7,22 ^b	46,23 ^a	6,44 ^b	54,81 ^{ab}	7,67 ^{bc}	57,59 ^{ab}	
	Ridomil Gold 68WG	15,00 ^a	6,11 ^b	56,78 ^a	8,33 ^b	45,65 ^b	10,89 ^b	42,04 ^b	
	Đối chứng	15,33 ^a	16,22 ^a	-	17,22 ^a	-	22,11 ^a	-	
	CV(%)	16,0	14,1	13,3	16,5	12,8	15,2	13,5	

3.1.1. Hiệu quả của một số chế phẩm sinh học xử lý đất đến nhóm bệnh hại trong đất

Nấm gây bệnh cho cây có nguồn gốc trong đất là đối tượng gây nguy hiểm cho các cây trồng nông nghiệp nói chung và cây rau nói riêng. Nấm *Fusarium* và *Rhizoctonia* là hai loại nấm tồn tại trong đất và gây hại nặng cho các vùng sản xuất. Việc phòng trừ bệnh cần phải được tiến hành ngay giai đoạn làm đất trước khi trồng. Hiện nay các thuốc hóa học dùng để xử lý đất cho hiệu quả cao chưa cao với bệnh trong đất và còn làm tồn dư lượng thuốc trong đất, làm đất bị chai, mất cân bằng hệ vi sinh vật có ích trong đất. Việc dùng chế phẩm sinh học là các vi sinh vật (VSV) sống đã được ứng dụng rộng rãi trong những năm vừa qua trên các loại cây trồng nông nghiệp không những đạt hiệu quả cao trong phòng trừ các VSV gây hại có nguồn gốc trong đất, mà còn có tác dụng cải tạo đất, làm cho đất tơi xốp và vẫn giữ được các VSV có ích cho cây trồng có trong đất. Nhóm nghiên cứu đã tiến hành thử nghiệm xử lý đất trước khi trồng cải bắp bằng một số chế phẩm có nguồn gốc là nấm đối kháng *Trichoderma* (Trico-ĐHCT và Mocabi SL) nhằm đánh giá hiệu lực kiểm soát nấm *Fusarium* và *Rhizoctonia* là đối tượng chính gây bệnh cho cây.

	LSD _{0,05}	4,51	2,49	13,45	2,98	13,69	3,39	15,00
Xã Mê Linh	Trico-ĐHCT	19,78 ^a	11,89 ^b	42,52 ^a	8,56 ^c	57,83 ^a	9,67 ^c	62,32 ^a
	Mocabi SL	19,11 ^a	11,11 ^b	41,26 ^a	9,78 ^{bc}	50,69 ^a	11,33 ^{bc}	51,92 ^{ab}
	Ridomil Gold 68WG	19,00 ^a	10,00 ^b	47,86 ^a	12,00 ^b	41,13 ^a	15,67 ^b	40,67 ^b
	Đối chứng	20,44 ^a	22,33 ^a	-	23,22 ^a	-	28,22 ^a	-
	CV(%)	11,7	15,1	13,8	15,8	11,5	18,2	12,9
	LSD _{0,05}	4,31	3,99	12,09	3,40	11,47	5,59	13,48

Ghi chú: XL: Xử lý.

Kết quả thử nghiệm đánh giá hiệu lực của một số chế phẩm sinh học và thuốc hóa học đến các VSV gây bệnh có nguồn gốc trong đất trồng cải bắp tại xã Đông Anh và Mê Linh cho thấy: Chế phẩm sinh học Trico-ĐHCT và Mocabi SL đều cho hiệu lực kiểm soát nấm *Fusarium* gây bệnh trong đất với hiệu lực đạt lần lượt là 67,47%; 55,18% (xã Đông Anh) và 61,26%; 54,07% (xã Mê Linh) sau 30 ngày bón chế phẩm. Sau 45 ngày, hiệu lực của cả hai chế phẩm tăng lên 70,65%; 61,33% (xã Đông Anh) và 69,07%; 59,47% (xã Mê Linh) so với đối chứng không bón và cao hơn so với đối chứng thuốc hóa học Ridomil Gold 68WG, hiệu lực chỉ đạt lần lượt là 50,09% (xã Đông Anh) và 42,08% (xã Mê Linh) (Bảng 1).

Kết quả kiểm soát nấm *Rhizoctonia* gây bệnh trong đất trồng cải bắp có kết quả tương tự

nhau: Hiệu lực đạt cao nhất thời điểm sau 45 ngày bón, với chế phẩm Trico-ĐHCT là 66,57% (xã Đông Anh); 62,32% (xã Mê Linh) và Mocabi SL là 57,59% (xã Đông Anh); 51,62% (xã Mê Linh), đối chứng thuốc hóa học Ridomil gold 68WG chỉ đạt hiệu lực 42,04% (xã Đông Anh); 40,67% (xã Mê Linh) (Bảng 1).

Kết quả thử nghiệm cho thấy sử dụng chế phẩm sinh học Trico-ĐHCT và Mocabi SL cho hiệu quả kiểm soát bệnh trong đất do nấm *Fusarium* và *Rhizoctonia* cao hơn, an toàn và thân thiện hơn so với đối chứng thuốc hóa học Ridomil Gold và đối chứng không xử lý đất.

3.1.2. Hiệu quả một số thuốc BVTV có nguồn gốc sinh học phòng trừ bệnh hại các bộ phận trên mặt đất của rau

Bảng 2. Hiệu lực một số thuốc BVTV có nguồn gốc sinh học phòng trừ bệnh lở cổ rễ trên cải bắp (Hà Nội, 2024)

Địa điểm	Công thức thí nghiệm	Hiệu lực thuốc (%)		
		3NSP	7NSP	14NSP
Xã Đông Anh	Biobac 50WP	25,02 ^b	45,74 ^a	62,51 ^a
	2S sea & see 12SL	21,81 ^b	42,20 ^a	51,18 ^b
	Actinovate 1SL	22,93 ^b	41,87 ^a	51,42 ^b
	Zianum 1SL	25,57 ^b	30,86 ^b	42,13 ^b
	Ridomil Gold 68WG	39,71 ^a	46,19 ^a	63,17 ^a
	Không xử lý	-	-	-
	CV(%)	10,9	11,0	10,7
	LSD _{0,05}	5,33	8,19	10,65
Xã Mê Linh	Biobac 50WP	27,00 ^b	46,51 ^a	61,49 ^a
	2S sea & see 12SL	23,72 ^b	42,54 ^{ab}	50,16 ^b
	Actinovate 1SL	27,82 ^b	42,13 ^{ab}	55,32 ^{ab}
	Zianum 1SL	27,23 ^b	34,30 ^b	41,35 ^c
	Ridomil Gold 68WG	40,43 ^a	46,22 ^a	61,92 ^a
	Không xử lý	-	-	-
	CV(%)	16,0	11,6	8,4
	LSD _{0,05}	8,49	8,45	8,27

Trên cây rau họ hoa thập tự như cải bắp và cải xanh, bệnh lở cổ rễ gây chết rạp cây con rất phổ biến, bệnh xuất hiện ở tất cả các giai đoạn

sinh trưởng của cây, ngay từ giai đoạn mới trồng và gây chết cây ở giai đoạn cây con. Khi cây vào giai đoạn phát triển bắp hoặc phát triển thân lá,

cây bị bệnh sẽ còi cọc, bấp bệ biến dạng và có thể làm cây chết khi bị bệnh nặng. Nấm bệnh tấn công vào cổ rễ của cây làm cây phát triển kém, còi cọc và chết nếu bị nặng. Nhóm nghiên cứu đã tiến hành thử nghiệm một số thuốc BVTV có nguồn gốc sinh học nhằm xác định được loại thuốc có khả năng kiểm soát bệnh lở cổ rễ, các thuốc thử nghiệm được tiến hành phun ngay sau khi trồng cây 7 ngày (sau khi cây hồi phục). Thử nghiệm trên cây cải bắp tại hai vùng nghiên cứu xã Đông Anh và xã Mê Linh thu được kết quả ở bảng 2.

Kết quả thử nghiệm một số thuốc BVTV có nguồn gốc sinh học với bệnh lở cổ rễ do nấm *Rhizoctonia* gây nên cho thấy, các thuốc Biobac 50WP (*Bacillus subtilis*) và Actinovate 1SL (*Streptomyces lydicus*) đều cho hiệu lực phòng trừ bệnh lở cổ rễ cải bắp với hiệu lực đạt trên 50% sau 7 ngày phun thuốc. Tại thời điểm sau 14 ngày phun thuốc, các thuốc Biobac 50WP (*Bacillus subtilis*) và Actinovate 1SL

(*Streptomyces lydicus*) cho hiệu lực tốt, đạt 62,51 - 61,49%; 51,42 - 55,32% so với đối chứng không phun và cho hiệu lực không sai khác nhiều với đối chứng thuốc hóa học Ridomil Gold 68WG, hiệu lực đạt 63,17 - 61,92%.

3.1.3. *Hiệu quả một số thuốc BVTV sinh học phòng trừ sâu hại trên rau tại địa bàn Thành phố Hà Nội*

- *Hiệu quả một số thuốc BVTV có nguồn gốc thảo mộc*

Kết quả thử nghiệm một số thuốc BVTV có nguồn gốc thảo mộc trong phòng trừ sâu tơ hại rau cải bắp tại xã Đông Anh và xã Mê Linh tương tự nhau. Hiệu lực cao nhất là Sokupi 0,5SL, đạt 76,51 - 74,28% và Anisaf SH - 01 2SL, hiệu lực đạt 78,05 - 72,43%. NeemNim Xoan xanh green 0,3EC, hiệu lực đạt 73,77 - 71,75%. Hiệu lực của thuốc trong các công thức thí nghiệm đều đạt cao nhất 7 ngày sau phun (Bảng 3).

Bảng 3. Hiệu lực một số thuốc BVTV có nguồn gốc thảo mộc trong phòng trừ sâu tơ hại rau cải bắp (Hà Nội, 2024)

Địa điểm	Công thức	Hiệu lực thuốc (%) sau phun		
		1 NSP	3 NSP	7 NSP
Xã Đông Anh	Sokupi 0,5SL	47,70 ^a	65,16 ^a	76,51 ^a
	NeemNim Xoan xanh green 0,3EC	41,47 ^a	61,63 ^a	73,77 ^a
	Anisaf SH - 01 2SL	47,02 ^a	64,43 ^a	78,05 ^a
	Đối chứng	-	-	-
	CV(%)	13,3	10,8	10,9
	LSD _{0,05}	12,36	13,69	16,56
Xã Mê Linh	Sokupi 0,5SL	42,26 ^a	63,37 ^a	74,28 ^a
	NeemNim Xoan xanh green 0,3EC	36,88 ^a	54,09 ^a	71,75 ^a
	Anisaf SH - 01 2SL	43,55 ^a	63,11 ^a	72,43 ^a
	Đối chứng	-	-	-
	CV(%)	13,7	13,9	12,1
	LSD _{0,05}	11,18	16,67	17,50

Ghi chú: NSP: Ngày sau phun.

- *Hiệu quả một số thuốc BVTV có nguồn gốc sinh học*

Kết quả đánh giá hiệu lực một số thuốc BVTV có nguồn gốc sinh học trong phòng trừ sâu xanh bướm trắng hại cải xanh tại xã Đông Anh và xã Mê Linh cho thấy: Mectinstar 20EC cho hiệu lực phòng trừ cao nhất, 82,00 - 84,92%; tiếp theo là Aga 25EC hiệu lực đạt 84,24 - 80,10%; thấp nhất là ABT 2WP, hiệu lực từ 80,29 - 78,39%.

Các loại thuốc đều đạt hiệu quả cao nhất ở thời điểm 7 ngày sau phun (Bảng 4).

Các kết quả nghiên cứu cho thấy: Chế phẩm sinh học Trico-ĐHCT và Mocabi SL xử lý đất trước trồng cải bắp cho hiệu lực kiểm soát nấm *Fusarium* và *Rhizoctonia* cao nhất ở thời điểm sau 45 ngày sau xử lý, đạt 59,47 - 70,65% (*Fusarium*) và 51,62 - 66,57% (*Rhizoctonia*) so với đối chứng không xử lý và đối chứng thuốc hóa học Ridomil Gold 68WG; các thuốc trừ bệnh

Biobac 50WP (*Bacillus subtilis*) và Actinovate 1SL (*Streptomyces lydicus*) đều cho hiệu lực phòng trừ cao nhất, đạt 62,5 - 61,49% và 51,42 - 55,32% sau 14 ngày phun thuốc.

Bảng 4. Hiệu lực một số thuốc BVTV có nguồn gốc sinh học trong phòng trừ sâu xanh bướm trắng hại cải xanh (Hà Nội, 2024)

Địa điểm	Công thức	Hiệu lực thuốc (%) sau phun		
		1NSP	3NSP	7NSP
Xã Đông Anh	ABT 2WP	40,49 ^a	63,07 ^a	80,29 ^a
	Aga 25EC	48,74 ^a	68,74 ^a	84,24 ^a
	Bitadin WP	39,82 ^a	61,94 ^a	81,17 ^a
	Mectinstar 20EC	45,05 ^a	67,22 ^a	82,00 ^a
	Đối chứng	-	-	-
	CV(%)	16,0	12,0	11,8
	LSD _{0,05}	13,14	14,60	18,11
Xã Mê Linh	ABT 2WP	39,16 ^a	61,25 ^a	78,39 ^a
	Aga 25EC	47,06 ^a	66,92 ^a	80,10 ^a
	Bitadin WP	38,46 ^a	60,00 ^a	81,56 ^a
	Mectinstar 20EC	43,44 ^a	65,27 ^a	84,92 ^a
	Đối chứng	-	-	-
	CV(%)	17,6	12,7	9,0
	LSD _{0,05}	13,93	15,21	13,77

Ghi chú: NSP: Ngày sau phun.

Từ các kết quả thực nghiệm thu được, nhóm nghiên cứu đã lựa chọn được bộ thuốc BVTV sinh học trong phòng trừ sinh vật gây hại trên rau bao gồm: Trico-ĐHCT, Mocabi SL; Biobac 50WP, Actinovate 1SL; Sokupi 0,5SL, Anisaf SH-01 2SL, NeemNim Xoan xanh green 0,3EC; Mectinstar 20EC, Aga 25EC.

3.2. Kết quả mô hình thử nghiệm đồng bộ các biện pháp sử dụng hiệu quả thuốc BVTV sinh học cho rau trên địa bàn thành phố Hà Nội

Trong giai đoạn 2020 - 2024, nhóm nghiên cứu Trường Đại học Thủy lợi đã tạo dựng được chế phẩm thuốc BVTV thảo mộc mới Sapobug 12SL chứa 12% hoạt chất Saponin, thử nghiệm hiệu lực sinh học của chế phẩm Sapobug 12SL với sâu tơ và sâu xanh bướm trắng hại rau họ thập tự và xác định được nồng độ sử dụng phù hợp trong phòng trừ sâu hại là 5% [9]. Do vậy, nhóm tác giả tiến hành xây dựng mô hình áp dụng đồng bộ các biện pháp tổng hợp phòng trừ sâu bệnh hại rau cải bắp và rau cải xanh sử dụng chế phẩm thuốc BVTV thảo mộc mới Sapobug 12SL và thuốc BVTV sinh học (bộ thuốc chọn

được ở mục 3.1). Phun chế phẩm Sapobug 12SL khi mật độ trung bình sâu tơ 12 - 13 con/m², mật độ trung bình sâu xanh bướm trắng 6 - 7 con/m², ở giai đoạn sớm (sau trồng 15 - 20 ngày). Khi sâu hại xuất hiện với mật độ cao có thể tiến hành phun kép lần 2 sau lần 1 khoảng 3 ngày. Với rau cải xanh phun phòng trừ sâu xanh bướm trắng, sâu tơ từ 2 - 3 lần/lúa; với cải bắp phun trừ sâu xanh bướm trắng, sâu tơ từ 3 - 4 lần/vụ. Phun vào lúc sáng sớm và phun đều toàn bộ cây. Tên mô hình “Mô hình thử nghiệm đồng bộ các biện pháp sử dụng hiệu quả thuốc BVTV sinh học cho rau trên địa bàn Thành phố Hà Nội”. Địa điểm: Khu trồng rau thôn Quan Âm, Bắc Hồng, xã Đông Anh, thành phố Hà Nội.

3.2.1. Kết quả theo dõi thành phần sâu bệnh hại chính trên rau cải bắp và rau cải xanh

Kết quả điều tra thành phần sâu bệnh hại chính trên rau cải bắp và rau cải xanh trong và ngoài mô hình cho thấy, xuất hiện 8 loại sâu bệnh hại cây cải bắp trong mô hình và 10 loại sâu bệnh hại ngoài mô hình, mức độ xuất hiện các loài sâu bệnh này trong mô hình thấp hơn

rõ rệt so với ngoài mô hình, không thấy xuất hiện bệnh thối hạch và thối nhũn trong mô hình, bệnh lở cổ rễ và sâu xanh bướm trắng trong mô hình xuất hiện với tỷ lệ thấp hơn rõ rệt so với ngoài mô hình; xuất hiện 7 loại sâu bệnh hại cải xanh trong mô hình và 8 loại sâu bệnh hại ngoài

mô hình; mức độ xuất hiện các loài sâu bệnh này trong mô hình thấp hơn rõ rệt so với ngoài mô hình, không thấy xuất hiện bệnh hại trong mô hình, bọ nhảy và sâu xanh bướm trắng trong mô hình xuất hiện với tỷ lệ thấp hơn rõ rệt so với ngoài mô hình (Bảng 5).

Bảng 5. Thành phần sâu bệnh hại chính trên rau cải bắp, rau cải xanh trong và ngoài mô hình

TT	Tên Việt Nam	Tên khoa học	Mức độ phổ biến	
			Trong mô hình	Ngoài mô hình
Mô hình cải bắp (Vụ đông xuân, Hà Nội, 2025)				
1	Sâu tơ	<i>Plutella xylostella</i>	+	+
2	Sâu xanh bướm trắng	<i>Pieris rapae</i>	++	++++
3	Rệp cải	<i>Brevicoryne brassicae</i>	+	+++
4	Sâu khoang	<i>Spodoptera litura</i>	+	++
5	Bọ nhảy	<i>Phyllotetra striolata</i>	+	++
6	Đốm vòng	<i>Alternaria brassicae</i>	+	++
7	Thối nhũn	<i>Erwinia carotovora</i>	-	+
8	Cháy bìa lá	<i>Xanthomonas campestris</i>	+	++
9	Thối hạch	<i>Sclerotinia sclerotirum</i>	-	++
10	Lở cổ rễ	<i>Rhizoctonia solani</i>	+	+++
Mô hình cải xanh (Vụ xuân hè, Hà Nội, 2025)				
1	Sâu tơ	<i>Plutella xylostella</i>	+	+
2	Sâu xanh bướm trắng	<i>Pieris rapae</i>	++	++++
3	Rệp cải	<i>Brevicoryne brassicae</i>	+	+++
4	Sâu khoang	<i>Spodoptera litura</i>	+	++
5	Bọ nhảy	<i>Phyllotetra striolata</i>	+	+++
6	Thối nhũn	<i>Erwinia carotovora</i>	-	+
7	Cháy bìa lá	<i>Xanthomonas campestris</i>	+	++
8	Lở cổ rễ	<i>Rhizoctonia solani</i>	+	+++

Ghi chú: +: Rất ít gặp hay hiếm gặp, độ bắt gặp <10%. ++: Ít gặp, độ bắt gặp từ 11% đến 25%. +++: Gặp trung bình, độ bắt gặp 26% đến 50%; ++++: gặp nhiều, độ bắt gặp >50%

3.2.2. Kết quả đánh giá hiệu quả phòng trừ một số đối tượng gây hại rau cải bắp và rau cải xanh

- Hiệu lực kiểm soát một số bệnh hại rau cải bắp và rau cải xanh có nguồn gốc trong đất

Đánh giá khả năng kiểm soát các nấm gây bệnh trên rau cải bắp và trên rau cải xanh có nguồn gốc trong đất trên vườn mô hình và vườn ngoài mô hình cho thấy, sau 1 tháng triển khai mô hình, hiệu lực kiểm soát nấm *Fusarium* và *Rhizoctonia* gây bệnh cải bắp đạt 53,23 - 52,64%

so với vườn ngoài mô hình; sau 45 ngày, hiệu lực kiểm soát các nấm gây bệnh trên vườn mô hình đạt 72,11 - 65,46% với mật độ khuẩn lạc là 12,67-7,56 cfu/g đất so với vườn ngoài mô hình là 35,89 - 17,44 cfu/g đất. Đối với mô hình cải xanh, sau 1 tháng triển khai mô hình, hiệu lực kiểm soát nấm *Fusarium* và *Rhizoctonia* gây bệnh cải xanh đạt 63,81 - 60,40% so với ngoài mô hình; sau 45 ngày, hiệu lực kiểm soát các nấm gây bệnh trên vườn mô hình đạt 73,70 - 64,62% (Bảng 6).

Bảng 6. Hiệu quả quản lý một số bệnh hại trong đất trồng cải bắp, cải xanh trong và ngoài mô hình

Công thức	Trước XL	Sau 15 ngày		Sau 30 ngày		Sau 45 ngày	
	Mật độ khuẩn lạc (cfu)	Mật độ khuẩn lạc (cfu)	Hiệu lực (%)	Mật độ khuẩn lạc (cfu)	Hiệu lực (%)	Mật độ khuẩn lạc (cfu)	Hiệu lực (%)
Mô hình cải bắp (Vụ Đông Xuân, Hà Nội, 2025)							

Mật độ khuẩn lạc nấm <i>Fusarium</i> trong đất (x 10 ² /g đất)							
Mô hình	28,67	23,44	22,37	16,00	53,23	12,67	72,11
Ngoài mô hình	27,22	27,56	-	29,22	-	35,89	-
Mật độ khuẩn lạc <i>Rhizoctonia</i> trong đất (x 10 ² /g đất)							
Mô hình	11,67	9,67	20,61	7,22	52,64	7,56	65,46
Ngoài mô hình	11,00	11,89	-	15,78	-	17,44	-
Mô hình cải xanh (Vụ Xuân Hè, Hà Nội, 2025)							
Mật độ khuẩn lạc <i>Fusarium</i> trong đất (x 10 ² /g đất)							
Mô hình	26,40	15,60	45,90	10,30	63,81	8,27	73,70
Ngoài mô hình	26,33	30,96	-	33,00	-	37,78	-
Mật độ khuẩn lạc <i>Rhizoctonia</i> trong đất (x 10 ² /g đất)							
Mô hình	18,69	12,64	40,26	7,76	60,40	6,87	64,62
Ngoài mô hình	17,60	20,85	-	20,40	-	21,36	-

Ghi chú: NSP: Ngày sau phun.

- Hiệu lực kiểm soát sâu tơ, sâu xanh bướm trắng hại rau cải bắp và rau cải xanh

Kết quả đánh giá hiệu lực một số loại thuốc BVTV sinh học phòng trừ sâu tơ, sâu xanh bướm

trắng trong mô hình cải bắp và mô hình cải xanh cho thấy: hiệu lực kiểm soát các loại sâu chính của thuốc BVTV sinh học đều trên 80% so với đối chứng ngoài mô hình (Bảng 7).

Bảng 7. Hiệu quả phòng trừ sâu tơ, sâu xanh bướm trắng trên cải bắp, cải xanh trong và ngoài mô hình

Công thức	Mật độ trung bình sâu tơ (con/m ²)		Hiệu quả phòng trừ (%)	Mật độ trung bình sâu xanh bướm trắng (con/m ²)		Hiệu quả phòng trừ (%)
	Trước phun	Sau phun		Trước phun	Sau phun	
Mô hình cải bắp (Vụ đông xuân, Hà Nội, 2025)						
Mô hình	7,76	1,12	84,58	4,12	0,79	82,49
Ngoài mô hình	16,6	17,82	-	6,84	7,04	-
Mô hình cải xanh (Vụ xuân hè, Hà Nội, 2025)						
Mô hình	8,48	2,08	85,00	5,20	1,80	83,06
Ngoài mô hình	17,65	18,02	-	7,04	7,68	-

3.2.3. Hiệu quả kinh tế của mô hình cải bắp và mô hình cải xanh

Trong mô hình, do áp dụng đúng theo quy trình phòng trừ sinh vật gây hại tổng hợp giúp quản lý tốt các đối tượng sinh vật gây hại. Mô hình đã chú trọng biện pháp canh tác, xử lý đất trồng bằng cả biện pháp canh tác và chế phẩm sinh học *Trichoderma* phòng trừ nấm gây bệnh trong đất, kiểm soát kịp thời sâu bệnh hại bằng cách sử dụng các thuốc BVTV sinh học có hiệu quả cao, phòng trừ đúng đối tượng, đúng thời điểm, giúp giảm rõ rệt mức độ gây hại của sâu

bệnh, giúp cây sinh trưởng và phát triển tốt, tăng năng suất sản phẩm thu hoạch. Kết quả ở bảng 8 cho thấy, mô hình khi áp dụng quản lý dịch hại tổng hợp sâu bệnh hại trên cải bắp, năng suất trong mô hình tăng 13,33% so với ngoài mô hình, lợi nhuận tăng 52.600.000 đồng/ha, (tăng 13,07% so với ngoài mô hình); đối với mô hình khi áp dụng quản lý dịch hại tổng hợp sâu bệnh hại trên cải xanh, năng suất trong mô hình tăng 17,73% so với ngoài mô hình; lợi nhuận tăng 13.850.000 đồng/ha, (tăng 13,99% so với ngoài mô hình).

Bảng 8. Hiệu quả kinh tế của mô hình quản lý dịch hại tổng hợp trên cải bắp và cải xanh

Nội dung	Mô hình cải bắp (Vụ đông xuân, Hà Nội, 2025)		Mô hình cải xanh (Vụ xuân hè, Hà Nội, 2025)	
	Trong mô hình (kg/ha)	Ngoài mô hình (kg/ha)	Trong mô hình (kg/ha)	Ngoài mô hình (kg/ha)
Thu hoạch				

Năng suất (kg)	68.000	60.000	16600	14100
Tổng thu (giá 8.000/kg)	544.000.000	480.000.000	166.000.000	141.000.000
Tăng năng suất (%)	13,33		17,73	
Chi phí				
Hạt giống (đồng)	14.000.000	14.000.000	11.000.000	11.000.000
Phân bón (đồng)	22.000.000	22.000.000	13.500.000	13.500.000
Chế phẩm nấm đất <i>Trichoderma</i> (đồng)	12.500.000	-	12.500.000	-
Thuốc BVTV sinh học (đồng)	7.000.000	8.100.000	2.700.000	4.050.000
Công lao động (đồng)	33.600.000	33.600.000	13.500.000	13.500.000
Tổng chi phí (đồng)	89.100.000	77.700.000	53.200.000	42.050.000
Lợi nhuận (đồng)	454.900.000	402.300.000	112.800.000	98.950.000
Chênh lệch mô hình và ngoài mô hình (đồng)	52.600.000		13.850.000	
Lợi nhuận tăng (%)	13,07		13,99	

4. KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ

Đánh giá hiệu quả của một số chế phẩm sinh học, thuốc BVTV có nguồn gốc sinh học, thảo mộc và lựa chọn được bộ thuốc BVTV sinh học trong phòng trừ sinh vật gây hại trên rau tại địa bàn TP Hà Nội cho thấy chế phẩm sinh học Trico-ĐHCT và Mocabi SL có hiệu lực kiểm soát nấm *Fusarium* và *Rhizoctonia* sau xử lý 45 ngày đạt 70,65 - 59,47% (*Fusarium*) và 66,57 - 51,62% (*Rhizoctonia*). Các thuốc trừ bệnh Biobac 50WP và Actinovate 1SL đều cho hiệu lực phòng trừ bệnh lở cổ rễ trên cải bắp cao ở thời điểm 14 ngày sau phun, đạt 62,51 - 61,49%; 51,42-55,32%. Các thuốc phòng trừ sâu tơ và sâu xanh bướm trắng đều đạt cao nhất ở thời điểm 7 ngày sau phun, trong đó hiệu lực phòng trừ cao nhất là Mectinstar 20EC đạt 82,00 - 84,92% và Aga 25EC đạt 84,24 - 80,10%.

Đã xây dựng 2 mô hình ứng dụng thử nghiệm đồng bộ các biện pháp sử dụng hiệu quả thuốc BVTV sinh học (bộ thuốc chọn được và chế phẩm thuốc BVTV thảo mộc mới Sapobug 12SL) tại Bắc Hồng, xã Đông Anh, TP Hà Nội. Mô hình cải bắp, năng suất trong mô hình tăng 13,33% so với ngoài mô hình, lợi nhuận tăng 13,07%. Mô hình cải xanh, năng suất trong mô hình tăng 17,73% so với ngoài mô hình, lợi nhuận tăng 13,99%. Mẫu cải bắp và cải xanh trong mô hình đều không có dư lượng thuốc BVTV. Trong cả 2 mô hình cải bắp và cải xanh, hiệu lực phòng trừ sâu tơ và sâu xanh bướm trắng đều đạt trên 80%; hiệu lực kiểm soát nấm *Fusarium* và *Rhizoctonia* đều đạt trên 60%.

Cần đẩy mạnh khuyến cáo sử dụng thuốc BVTV sinh học và chế phẩm thảo mộc mới Sapobug 12SL chứa hoạt chất saponin trong phòng trừ sinh vật gây hại trên rau và giảm thiểu sử dụng thuốc hóa học.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện nhờ sự hỗ trợ một phần kinh phí từ đề tài KHCN mã số CT04/01-2023-3 của Sở Khoa học và Công nghệ Hà Nội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Augusto Lopes Souto, Muriel Sylvestre, Elisabeth Dantas Tölke, Josean Fachine Tavares, José Maria Barbosa-Filho and Gerardo Cebrián-Torrejón (2021). Plant-Derived Pesticides as an alternative to pest management and sustainable agricultural production: Prospects, applications and challeng. *Molecules*. 26, 4835. <https://doi.org/10.3390/molecules26164835>.

[2]. Rajni Yadav, Siril Singh, Anand Narian Singh (2022). Biopesticides: Current status and future prospects. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 12(3): 211 - 233

[3]. Mai Tiến Thành (2025). Nghiên cứu hiện trạng sử dụng và tiềm năng phát triển một số thuốc BVTV từ hoạt chất saponin trong các loài thực vật sẵn có ở Việt Nam phục vụ sản xuất rau an toàn tại Hà Nội và vùng phụ cận. Luận án Tiến sĩ Nông nghiệp, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam.

[4]. Chi cục Trồng trọt và BVTV Hà Nội (2021). Mô hình thử nghiệm kỹ thuật phòng trừ tổng hợp sâu bệnh hại trong sản xuất rau họ thập tự trái vụ tại Văn Đức, Gia Lâm, Hà Nội.

[5]. Nguyễn Hồng Sơn (2008). *Ứng dụng các sản phẩm công nghệ sinh học bảo vệ thực vật trong sản xuất rau an toàn*. Báo cáo tổng kết dự án sản xuất thử nghiệm, Viện Môi trường nông nghiệp.

[6]. Nguyễn Văn Liêm, Hà Minh Thanh, Nguyễn Thị Bích Ngọc, Lê Mai Nhất, Trịnh Xuân Hoạt (2023). Phương pháp nghiên cứu bảo vệ thực vật IV, phương pháp điều tra, chuẩn đoán giám định một số loài sinh vật gây hại quan trọng

trên cây trồng và nấm ăn ở Việt Nam. Nxb Nông nghiệp, 207 trang.

[7]. Tiêu chuẩn Quốc gia Việt Nam TCVN 13268-2:2021: Bảo vệ thực vật - Phương pháp điều tra sinh vật gây hại - Phần 2: Nhóm cây rau.

[8]. Henderson, C.F. and E.W. Tilton (1955). Tests with acaricides against the brow wheat mite, *Journal of Economic Entomology*, 48(2), pp. 157-161.

[9]. Mai Tiến Thành, Đặng Thị Thanh Lê, Bùi Thị Hải Yến (2025). Nghiên cứu hiệu quả sử dụng chế phẩm Sapobug 12SL chứa hoạt chất saponin làm thuốc trừ sâu trên rau tại Hà Nội. *Tạp chí Bảo vệ thực vật*, 2, 15-21

RESEARCH ON THE EFFECTIVENESS OF USING SOME BIOLOGICAL PESTICIDES IN SAFE VEGETABLE PRODUCTION IN HA NOI

Nguyen Hong Son¹, Dang Thi Thanh Le², Bui Thi Hai Yen³

¹ *Academy of Agricultural Sciences*

² *Department of Chemical Engineering,*

Faculty of Chemistry and Environment, Thuyloi University

³ *Protection Research Institute*

Abstract

Biological pesticides are an important tool in integrated pest management, especially in the context of organic agriculture development. This article presents the results of a study on the effectiveness of using some biological pesticides in safe vegetable production in Hanoi. A set of biological pesticides has been selected to control pests on vegetables in Hanoi, including: Trico-DHCT, Mocabi SL; Biobac 50WP, Actinovate 1SL, Sokupi 0.5SL, Anisaf SH-01 2SL, NeemNim Xoan xanh green 0.3EC; Mectinstar 20EC, Aga 25EC. Two models (0.5 ha/model) have been built to apply comprehensive measures to prevent and control pests and diseases on cabbage and green vegetables using biological pesticides (new herbal pesticide Sapobug 12SL and selected pesticides) in Dong Anh, Hanoi. In the cabbage model, the yield in the model increased by 13.33% compared to the outside model, and the profit increased by 13.07%. In the green mustard model, the yield in the model increased by 17.73% compared to the outside model, and the profit increased by 13.99%. The cabbage and green vegetables in the model did not have pesticide residues. In both *Brassica oleracea var. capitata* L. and *Brassica juncea* L. models, the effectiveness in controlling *Plutella xylostella* and *Pieris rapae* was over 80%; the effectiveness in controlling *Fusarium* and *Rhizoctonia* fungi was also over 60%.

Keywords: *Biological pesticides, Sapobug 12SL, vegetables.*

Ngày nhận bài: 4/12/2025

Ngày chuyển phản biện: 17/1/2026

Ngày thông qua phản biện: 1/4/2026

Ngày duyệt đăng: 6/4/2026

ẢNH HƯỞNG CỦA PHÂN HỮU CƠ SINH HỌC THAY THẾ MỘT PHẦN PHÂN VÔ CƠ ĐẾN TÍNH CHẤT ĐẤT, NĂNG SUẤT VÀ CHẤT LƯỢNG GIỐNG NHO NH01-26

Phan Công Kiên¹, Phạm Văn Phước^{1*}, Võ Minh Thu¹, Đỗ Ty¹,
Nguyễn Thị Liễu¹, Nguyễn Thị Thuý Hằng¹, Nguyễn Thị Hà Giang²

¹Viện Nghiên cứu Bông và Phát triển Nông nghiệp Nha Hồ

²Phân hiệu Trường Đại học Nông lâm Thành phố Hồ Chí Minh

*Email: phuoc_1978@yahoo.com

TÓM TẮT

Nghiên cứu sử dụng phân hữu cơ thay thế một phần lượng phân vô cơ đến tính chất đất và năng suất, chất lượng của giống nho NH01-26 nhằm xác định công thức phân bón phù hợp thông qua tính chất đất, năng suất, chất lượng và hiệu quả kinh tế. Nghiên cứu được thực hiện ở 2 vụ liên tiếp trên cùng nền đất (vụ hè thu năm 2024 và đông xuân năm 2024/2025) tại thôn Thái An, xã Vĩnh Hải, huyện Ninh Hải, tỉnh Ninh Thuận (nay là thôn Thái An, xã Vĩnh Hải, tỉnh Khánh Hòa), thí nghiệm bố trí theo khối đầy đủ hoàn toàn ngẫu nhiên (RCBD), gồm 4 công thức phân bón và 3 lần nhắc lại. Kết quả nghiên cứu cho thấy, các công thức sử dụng phân hữu cơ thay thế phân vô cơ 25, 50 và 75% đã cải thiện tính chất của đất: pH của đất tăng từ 5,36 lên > 6,02; tổng chất hữu cơ trong đất gia tăng từ 4,57 g/kg (trước thí nghiệm) lên đến 17,5 - 23,1 g/kg (sau khi kết thúc thí nghiệm), khả năng sinh trưởng, phát triển khỏe, tăng về chiều dài cành từ 5,7 - 10,5 cm; đường kính cành từ 0,02 - 0,08 cm và bệnh mốc sương nhẹ hơn so với đối chứng. Mặc dù, ngay vụ đầu tiên (hè thu năm 2024) các công thức sử dụng phân hữu cơ thay thế một phần lượng phân vô cơ chưa thể hiện vượt trội so với đối chứng; tuy nhiên trong vụ đông xuân năm 2024/2025, các chỉ tiêu cấu thành năng suất, năng suất và chất lượng đã thể hiện ưu điểm rõ rệt so với đối chứng; năng suất ổn định (từ 14.545 - 15.818 kg/ha), chất lượng được cải thiện (từ 16,7 - 17,1 °Brix), hiệu quả kinh tế tăng từ 18,2 - 26% so với đối chứng.

Từ khóa: Nho, NH01-26, phân hữu cơ, tính chất đất.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây nho (*Vitis vinifera* L.) là cây ăn quả có giá trị kinh tế cao và được trồng thương mại chủ yếu tại vùng Nam Trung bộ. Sự phát triển và năng suất của nho phần lớn phụ thuộc vào chất lượng đất và lượng dinh dưỡng cung cấp cho cây; trong đó, phân bón đóng vai trò quan trọng [1], là một yếu tố không thể thiếu để duy trì chất lượng của vườn cây ăn quả nói chung và cây nho nói riêng. Bón phân phù hợp với nhu cầu sử dụng của cây trồng giúp bảo vệ môi trường và nâng cao năng suất, chất lượng quả và hơn hết chất lượng của quả là một khía cạnh quan trọng của giá trị hàng hóa.

Thực tế trong sản xuất, phân hữu cơ và vô cơ đều có vai trò tiềm năng đối với sự tăng trưởng và năng suất của nho. Trong canh tác, để đạt được năng suất cao, các loại phân bón hóa học đã được

áp dụng; nhưng theo kết quả nghiên cứu của Yan và cs (2008) [2], việc lạm dụng phân vô cơ làm thay đổi tính chất vật lý, hóa học và sinh học của đất và tạo ra vấn đề đối với môi trường và sức khỏe con người. Trên cây nho, tổng lượng nitrogen tích lũy khoảng 50 - 55 g N/cây, với năng suất khoảng 30 kg quả trên mỗi cây, với mật độ 1.500 cây/ha và sản lượng 40 - 50 tấn/ha thì nhu cầu đạm lên tới 53 g N/cây. Kết quả nghiên cứu của Zhao và cs (2022) [3] trên vườn cây ăn quả cho thấy, việc bón phân hóa học quá mức, đặc biệt là bón thừa N thường xuyên xảy ra. Việc sử dụng quá nhiều phân khoáng có thể có tác động tiêu cực đến sự phát triển của cây trồng và môi trường đất, nhưng bón phân hữu cơ có thể làm giảm bớt những vấn đề này. Vì vậy, tác động của việc bón phân hữu cơ lên năng suất cây trồng và tính chất của đất cần được nghiên cứu [4, 5]. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu hiệu quả

của việc sử dụng phân hữu cơ trong sử dụng thay thế một phần phân hóa học đến tính chất của đất, khả năng sinh trưởng, tiềm năng năng suất và chất lượng của giống nho NH01-26 trồng tại xã Vĩnh Hải, tỉnh Khánh Hòa (trước đây là tỉnh Ninh Thuận).

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

- Giống nho NH01-26 được ghép trên gốc ghép Couderc 1613, đã được công bố lưu hành theo Luật Trồng trọt năm 2018 [6] và Nghị định số 94/2019/NĐ-CP [7] từ tháng 4 năm 2024, vườn nho giai đoạn 3 năm tuổi.

Công thức	Tỷ lệ (%) phân hữu cơ sinh học thay thế phân vô cơ	Lượng phân hữu cơ thương phẩm (kg/ha/vụ)	Lượng phân vô cơ thương phẩm		
			Phân đạm (kg/ha/vụ)	Super lân (kg/ha/vụ)	Kali clorua (kg/ha/vụ)
CT 1	Đối chứng (100% phân hóa học): 235 kg N + 160 kg P ₂ O ₅ + 210 kg K ₂ O/ha/vụ	0	511	1.000	350
CT 2	25% phân hữu cơ + 75% phân vô cơ	2.350	383	706	272
CT 3	50% phân hữu cơ + 50% phân vô cơ	4.700	254	413	193
CT 4	75% phân hữu cơ + 25% phân vô cơ	7.050	128	119	115

Các công thức thí nghiệm đều được xây dựng theo lượng phân nguyên chất 235 kg N + 160 kg P₂O₅ + 210 kg K₂O/ha/vụ. Đồng thời, bón thêm lượng phân chuồng hoai mục 20 tấn/ha/năm, đây là lượng phân chuồng nền được bón theo Quy trình kỹ thuật canh tác giống nho NH01-26 của

- Phân hữu cơ sinh học Đầu Trâu HCMK6 (hữu cơ 22%; axit humic 3%; Nts 2,5%; P₂O₅hh 2%; K₂Ohh 2%; Zn 500 ppm; Cu 300 ppm; B 300 ppm. Các loại phân hóa học, gồm: Phân đạm Urea (N) Phú Mỹ (46%), super lân (16%), kali clorua (60%).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Thí nghiệm được bố trí theo phương pháp khối đầy đủ ngẫu nhiên (RCBD), 4 công thức bón phân, nhắc lại 3 lần, diện tích ô thí nghiệm là 105 m²/ô, tổng diện tích thí nghiệm là 2.400 m² (bao gồm cả diện tích đường băng và bảo vệ thí nghiệm). Gồm các công thức bón phân như sau:

Viện Nghiên cứu Bông và Phát triển nông nghiệp Nha Hồ (theo Quyết định số 44/QĐ-VNCP ngày 28/3/2024) [8].

- Phương pháp bón phân: Phân được rải đều trên bề mặt và lấp lại. Liều lượng phân bón qua các thời kỳ như sau:

Đợt bón	Thời điểm bón	Phân chuồng (%)	Phân hữu cơ sinh học (%)	Urê (%)	Super lân (%)	Kali clorua (%)
1	Ngay sau kết thúc thu hoạch vụ trước	100	0	0	100	0
2	Trước cắt cành 10 - 15 ngày	0	45	35	0	40
3	Sau cắt cành 10 - 15 ngày	0	35	25	0	5
4	Sau cắt cành 35 - 45 ngày	0	20	40	0	10
5	Sau cắt cành 60 - 70 ngày	0	0	0	0	45

- *Kỹ thuật canh tác*: Ngoài các yếu tố thí nghiệm, các biện pháp kỹ thuật canh tác khác được thực hiện theo quy trình kỹ thuật canh tác trên cây nho tại Quyết định số 44/QĐ-VNCP ngày 28/3/2024 của Viện Nghiên cứu Bông và Phát triển nông nghiệp Nha Hồ [8].

- *Các chỉ tiêu và phương pháp theo dõi*:

+ Phân tích các chỉ tiêu về tính chất đất:

Phân tích trước khi thực hiện thí nghiệm và ngay sau khi kết thúc vụ thứ 2, gồm: pH_(KCl) 5979-2007 [9]; kali dễ tiêu (mg/Kg) theo TCVN 8662:2011 [10]; Photpho dễ tiêu (mg/Kg) theo

phương pháp thử TCVN 8661:2011 [11]; nitơ tổng số theo TCVN 6498:1999 [12]; tổng chất hữu cơ (g/Kg) theo TCVN 6644:2000 [13].

+ Thời gian sinh trưởng qua các giai đoạn: Từ cắt cành đến vảy chồi, thời gian từ cắt cành đến thu hoạch, cột đánh dấu cố định và theo dõi 5 điểm/lần nhắc, 10 chum/điểm.

+ Đánh giá khả năng sinh trưởng và phát triển: Chiều dài cành quả (cm), đường kính cành quả. Theo dõi vào thời điểm thu hoạch, mỗi công thức theo dõi 5 điểm, mỗi điểm theo dõi 10 cành đại diện.

+ Các yếu tố cấu thành năng suất: Số chùm/m²: Mỗi công thức chọn 4 điểm đại diện, mỗi điểm đếm số chùm có trong khung 0,25m²; khối lượng chùm (g): Chọn 5 điểm/công thức, mỗi điểm chọn 5 chùm; năng suất lý thuyết (kg/ha) = (số chùm/m² x khối lượng chùm (g)/100; năng suất thực thu (cân tất cả khối lượng chùm thu hoạch trên ô thí nghiệm rồi quy ra (kg/ha).

+ Các chỉ tiêu về chất lượng:

Độ Brix (%): Mỗi ô chọn ngẫu nhiên 5 điểm, 10 chùm/điểm, mỗi chùm chọn 10 quả; trộn chung dịch của 10 quả và đo độ Brix, sau đó tính độ Brix trung bình;

Tỷ lệ quả nứt, thối (%): (Số quả nứt, thối/tổng số quả điều tra)*100%;

Đường kính quả (cm), chiều cao quả (cm): Mỗi ô chọn 5 điểm, 10 quả/điểm; đếm tổng số quả và số quả nứt và thối, tính tỷ lệ quả nứt.

+ Tính toán hiệu quả kinh tế: Lợi nhuận (1.000 đồng) = Tổng thu - Tổng chi phí; lợi nhuận vượt so với đối chứng (%) = ((Lợi nhuận - Lợi nhuận đối chứng)/Lợi nhuận đối chứng) *100%.

- *Phương pháp xử lý số liệu:* Phân tích, xử lý số liệu nghiên cứu theo phương pháp thống kê sinh học đã được mô tả bởi Nguyễn Thị Lan và

Phạm Tiến Dũng (2007) [14]. Tổng hợp số liệu bằng chương trình Excel, phân tích Anova và trắc nghiệm phân hạng các số liệu bằng phần mềm thống kê sinh học SAS.

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

- Thời gian nghiên cứu: Vụ hè thu năm 2024 và vụ đông xuân năm 2024/2025

- Địa điểm nghiên cứu: Xã Vĩnh Hải, tỉnh Khánh Hòa (trước đây là thôn Thái An, xã Vĩnh Hải, huyện Ninh Hải, tỉnh Ninh Thuận).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả phân tích đất trước và sau khi thí nghiệm

Kết quả phân tích đất trước và sau khi thí nghiệm ở vụ thứ 2 (Bảng 1) cho thấy, các công thức sau khi kết thúc thí nghiệm vụ thứ 2 đều có pH gia tăng từ 5,36 lên > 6,02, đáng chú ý là các công thức bón phân hữu cơ sinh học thay thế từ 25 - 75% lượng phân bón vô cơ đã cải thiện pH đáng kể cho đất. Kết quả này trùng hợp với kết quả nghiên cứu của Linnan Wu và cs (2020) [15], phân hữu cơ kết hợp vô cơ giúp ổn định pH và hạn chế đất chua do chỉ bón vô cơ và nghiên cứu của Zhu và cs (2022) [16], bón phân hữu cơ lâu dài (15 năm) cho vườn nho sẽ dẫn đến pH đất tăng rõ rệt từ 5,3 lên > 6,5.

Bảng 1. Tổng hợp một số chỉ tiêu phân tích mẫu đất trước và sau khi thí nghiệm năm 2024-2025 tại xã Vĩnh Hải, Khánh Hòa

Công thức	Các chỉ tiêu phân tích đất				
	pH _{KCl}	N tổng (mg/G)	P ₂ O ₅ dễ tiêu (mg/Kg)	K ₂ O dễ tiêu (mg/Kg)	Hàm lượng hữu cơ tổng số (g/kg)
I. Trước thí nghiệm	5,36	1,62	2,59	224	4,57
II. Sau thí nghiệm					
CT1 (Đ/C)	6,02	1,12	14,50	630	14,8
CT2	6,48	1,14	12,80	477	17,5
CT3	6,26	1,03	12,54	578	23,0
CT4	6,63	0,82	13,98	401	23,1

Ghi chú: Kết quả phân tích tại Trung tâm kỹ thuật tiêu chuẩn đo lường chất lượng Bình Thuận; CT 1: Đối chứng (100% phân hóa học): 235 kg N + 160 kg P₂O₅ + 210 kg K₂O/ha/vụ; CT 2: 25% phân hữu cơ + 75% phân vô cơ; CT3: 50% phân hữu cơ + 50% phân vô cơ; CT4: 75% phân hữu cơ + 25% phân vô cơ.

Hàm lượng N tổng số sau khi kết thúc thí nghiệm cho thấy đều giảm nhẹ trên tất cả các công thức thí nghiệm. Trong khi đó, hàm lượng P₂O₅ dễ tiêu và K₂O dễ tiêu đều cho thấy gia tăng trên tất cả các công thức thí nghiệm. Kết quả phân tích đất tại thời điểm trước và sau vụ thứ 2 cho thấy, tổng chất hữu cơ sau khi kết thúc thí nghiệm của các

công thức bón phân CT2, CT3 và CT4 (phân hữu cơ thay thế vô cơ 25, 50 và 75%) tăng từ 4,57 g/kg (trước thí nghiệm) lên đến 17,5 - 23,1 g/kg; trong đó, CT 4 (phân hữu cơ thay thế vô cơ 75%) cao nhất là 23,1 g/kg (Bảng 1). Kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với kết quả của Linna Wu và cs (2020) [15] đã tiến hành nghiên cứu trong vòng ba

vụ trên vùng trồng nho ‘Summer Black’, công thức bón phân hữu cơ có hàm lượng chất hữu cơ tổng số trong đất cao hơn rõ rệt so với công thức bón phân vô cơ; đất ở công thức hữu cơ thường có hàm lượng chất hữu cơ tăng từ 2,0 - 3,5% so với ban đầu, đồng thời cải thiện cộng đồng vi sinh vật so với chỉ bón phân vô cơ.

Tóm lại, bón phân hữu cơ thay thế một phần phân vô cơ 25%, 50% và 75% đã cải

thiện tính chất của đất: Cải thiện pH của đất từ 5,36 lên > 6,02, đặc biệt là tổng chất hữu cơ trong đất gia tăng đáng kể từ 4,57 g/kg (trước thí nghiệm) lên đến 17,5 - 23,1 g/kg (sau khi kết thúc thí nghiệm).

3.2. Ảnh hưởng của việc sử dụng phân hữu cơ sinh học thay thế một phần phân vô cơ đến khả năng sinh trưởng trên giống nho NH01-26

Bảng 2. Ảnh hưởng của việc sử dụng phân hữu cơ sinh học thay thế một phần phân vô cơ đến một số chỉ tiêu sinh trưởng giống nho NH01-26 tại xã Vĩnh Hải tỉnh Khánh Hòa

Công thức	Thời gian từ cắt cành đến nảy chồi (ngày)		Thời gian từ cắt cành đến thu hoạch (ngày)		Chiều dài cành ở giai đoạn thu hoạch (cm)		Đường kính cành ở giai đoạn thu hoạch (cm)	
	HT năm 2024	ĐX năm 2024/2025	HT năm 2024	ĐX năm 2024/2025	HT năm 2024	ĐX năm 2024/2025	HT năm 2024	ĐX năm 2024/2025
CT1 (Đ/c)	8,3	12,7	92,3	101,3	124,5	143,8	1,21	1,23
CT2	10,0	11,3	96,7	98,3	131,7	152,8	1,23	1,30
CT3	11,7	10,3	97,0	96,7	131,4	154,1	1,24	1,30
CT4	12,7	9,7	99,0	95,3	130,2	155,3	1,24	1,31
CV (%)	8,8	3,1	2,3	2,1	4,4	2,3	6,66	5,07
LSD _{0,05}	1,89	-	4,5	-	-	-	-	-

Ghi chú: ĐX: đông xuân; HT: Vụ hè thu; ns: Khác biệt không có ý nghĩa ở mức P = 0,05; CT 1: Đối chứng (100% phân hóa học): 235 kg N + 160 kg P₂O₅ + 210 kg K₂O/ha/vụ; CT2: 25% phân hữu cơ + 75% phân vô cơ; CT3: 50% phân hữu cơ + 50% phân vô cơ; CT4: 75% phân hữu cơ + 25% phân vô cơ.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, các công thức có tỷ lệ phân hữu cơ thay thế vô cơ khác nhau đã ảnh hưởng đến thời gian sinh trưởng qua các giai đoạn ở vụ hè thu năm 2024, công thức tỷ lệ phân hữu cơ thay cho vô cơ ở các tỷ lệ 25, 50 và 75% có thời gian từ cắt cành đến nảy chồi (từ 10,0 - 12,7 ngày), thời gian từ cắt cành đến thu hoạch (từ 96,7 - 99,0 ngày) dài ngày hơn so với đối chứng (100% phân vô cơ) ở mức có ý nghĩa thống kê. Tuy nhiên, đến vụ đông xuân năm 2024/2025, mặc dù giữa các công thức không khác biệt có ý nghĩa thống kê, nhưng xét về giá trị tuyệt đối thì các công thức có lượng phân hữu cơ thay thế phân vô cơ càng cao sẽ có xu hướng sinh trưởng càng ngắn ngày hơn so với đối chứng.

Đánh giá về khả năng sinh trưởng, phát triển cành nho cho thấy, khả năng sinh trưởng về chiều dài cành và đường kính cành ở các công thức đều không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở cả 2 vụ nghiên cứu. Tuy nhiên, xét về giá trị tuyệt đối thì ở các công thức bón phân hữu cơ thay thế vô cơ 25, 50 và 75% sẽ tăng chiều dài cành (5,7 - 10,5 cm), đường kính cành (0,02 - 0,08 cm) hơn so với đối chứng (100% phân vô cơ). Kết quả này phù

hợp với kết quả nghiên cứu của Moustafa Muhammeda và cs (2023) [17], tỷ lệ phân hữu cơ thay thế một phần phân vô cơ theo các mức khác nhau 25%, 50% và 100% có ảnh hưởng đến khả năng sinh trưởng và phát triển của cây nho. Năng suất quang hợp cao nhất được nhận thấy ở công thức có sử dụng phân hữu cơ, cụ thể, với mức thay thế phân hữu cơ ở 25% sẽ tăng từ 33 - 63% so với đối chứng (phân vô cơ), tăng hiệu quả sử dụng nước, cải thiện số khí khổng và thoát hơi nước; đồng thời sẽ tăng đường kính, chiều dài rễ và cành nho.

3.3. Ảnh hưởng của việc sử dụng phân hữu cơ sinh học thay thế một phần phân vô cơ đến một số chỉ tiêu cấu thành năng suất và năng suất trên giống nho NH01-26

Thực trạng sản xuất cho thấy, tình trạng lạm dụng phân hóa học, đặc biệt là phân đạm, tuy giúp gia tăng năng suất trong ngắn hạn nhưng đã dẫn đến nhiều hệ lụy: Đất đai thoái hóa, suy giảm hệ vi sinh vật đất, tồn dư nitrat trong quả, chất lượng sản phẩm chưa đáp ứng yêu cầu thị trường cao cấp. Thực tiễn đặt ra nhu cầu cấp thiết phải tìm giải pháp bón phân bền vững cho cây nho.

Trong đó, phân hữu sinh học được xem là hướng đi hiệu quả, vừa cải thiện đất đai, vừa nâng cao chất lượng sản phẩm, đồng thời bảo vệ môi trường sinh thái. Kết quả nghiên cứu trên phù hợp với kết quả nghiên cứu của Moustafa Muhammeda và cs (2023) [17], việc phối hợp 60% phân khoáng + 20% hữu cơ + 20% vi sinh đạt năng suất và chất lượng quả vượt trội, đồng thời khuyến cáo lượng phân đạm (N) tổng hợp cần sử dụng cho cây nho là 72 g N/cây/vụ. Nghiên cứu khác cho thấy, tỷ lệ lượng phân đạm hữu cơ thay cho phân đạm hoá học ở tỷ lệ 25% sẽ tối ưu quang hợp, phát triển rễ và cải thiện chất lượng đất trồng nho [18].

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng tỷ lệ phân hữu cơ thay thế một phần phân vô cơ đến năng suất giống nho NH01-26 cho thấy:

Vụ hè thu năm 2024, tại công thức bón phân hữu cơ thay thế phân vô cơ 25% (CT2) cho 8,8 chùm/m², cao hơn các công thức còn lại và cao hơn đối chứng (8,1 chùm/m²) về giá trị tuyệt đối. Đồng thời, cho khối lượng chùm lớn (191,6 g) và đạt năng suất lý thuyết (16.798 kg/ha/vụ), năng suất thực thu (13.300 kg/ha/vụ) cao hơn đối chứng (bón 100% vô cơ) và hơn các công thức khác ở mức có ý nghĩa thống kê, kể đến là công thức thay thế phân hữu cơ 50% (công thức 3).

Bảng 3. Ảnh hưởng của việc sử dụng phân hữu cơ thay thế một phần phân vô cơ đến một số chỉ tiêu cấu thành năng suất và năng suất nho NH01-26 tại xã Vĩnh Hải, tỉnh Khánh Hòa

Công thức	Số chùm/m ²		Khối lượng chùm (g)		Năng suất lý thuyết (kg/ha/vụ)		Năng suất thực thu (kg/ha/vụ)	
	HT năm 2024	ĐX năm 2024/2025	HT năm 2024	ĐX năm 2024/2025	HT năm 2024	ĐX năm 2024/2025	HT năm 2024	ĐX năm 2024/2025
CT1(đ/c)	8,1	8,2	189,5	190,8	15.423	15.699	12.255	12.632
CT2	8,8	9,0	191,6	193,4	16.798	17.313	13.300	14.545
CT3	8,4	9,1	184,0	194,8	15.517	17.678	12.633	14.940
CT4	7,8	9,7	170,5	197,0	13.284	19.060	10.411	15.818
CV (%)	5,6	5,8	3,0	3,6	6,0	4,0	5,1	6,3
LSD _{0,05}	ns	ns	11,2	ns	1.815,7	1.402,0	1.237,9	1.814,0

Ghi chú: ĐX: Vụ đông xuân; HT: Vụ hè thu; ns: Khác biệt không có ý nghĩa ở mức P=0,05; CT 1: Đối chứng (100% phân hóa học): 235 kg N + 160 kg P₂O₅ + 210 kg K₂O/ha/vụ; CT 2: 25% phân hữu cơ + 75% phân vô cơ; CT3: 50% phân hữu cơ + 50% phân vô cơ; CT4: 75% phân hữu cơ + 25% phân vô cơ.

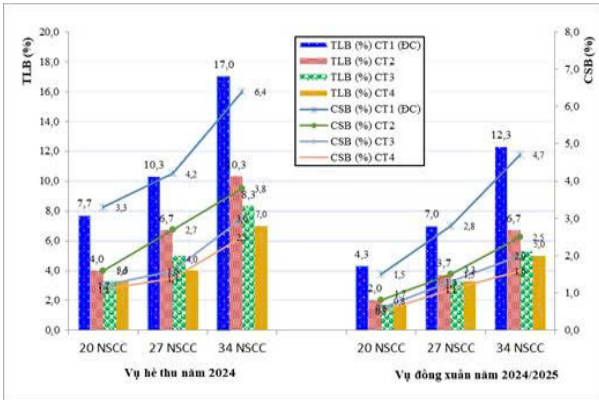
Đến vụ nghiên cứu thứ 2 (vụ đông xuân năm 2024/2025), hầu hết các công thức bón phân hữu cơ kết hợp phân hoá học đều phát huy hiệu quả cho giống nho NH01-26. Vì vậy, các công thức thay thế phân hữu cơ với tỷ lệ 25, 50 và 75% (CT2, CT3 và CT4) đều đạt năng suất theo chiều hướng tăng dần theo mức tăng tỷ lệ phân hữu cơ: Năng suất lý thuyết đạt từ 17.313 - 19.060 kg/ha/vụ; năng suất thực thu đạt từ 14.545 - 15.818 kg/ha/vụ. Trong đó, năng suất nho thương phẩm cao nhất được nhận thấy ở công thức thay thế phân hữu cơ 75% (15.818 kg/ha/vụ), cao hơn đối chứng (12.632 kg/ha/vụ) ở mức có ý nghĩa thống kê. Kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Linna Wu và cs (2020) [15], đã thử nghiệm trong nhà kính áp dụng 5 loại phân bón khác nhau: Phân vô cơ, phân hữu cơ như cây ngô lên men (A1), phân cừu (A2) và 2 loại phân hữu cơ thương mại (B1, B2) cho thấy, phân hữu cơ

thương mại (B1, B2) làm tăng năng suất nho hơn 16 - 19% (so với phân vô cơ), tăng độ xốp, nâng chất hữu cơ đất và enzyme đất; đồng thời cải thiện hàm lượng N, P, K trong đất so với phân vô cơ; hoặc Zhu và cs (2022) [16] cho rằng các công thức bón phân hữu cơ, vô cơ và kết hợp đều giúp tăng năng suất nho. Tuy nhiên, việc bón phân kết hợp hữu cơ - vô cơ cho năng suất ổn định và cao nhất.

3.4. Ảnh hưởng của việc sử dụng phân hữu cơ thay thế một phần phân vô cơ đến bệnh mốc sương trên giống nho NH01-26

Nghiên cứu của Lê Trọng Tình và cs (2014) [19] trên cây nho tại vùng duyên hải Nam Trung bộ cho thấy, nhiều bệnh hại gây hại như bệnh mốc sương (*Plasmopara viticola*), bệnh phấn trắng (*Uncinula necator*), bệnh gỉ sắt (*Pysopella vitis*), bệnh thán thư (*Elsinoe ampelina*), bệnh nấm cuống (*Diplodia* sp). Trong đó, bệnh mốc sương (*Plasmopara viticola*) là đối tượng xuất

hiện và gây hại phổ biến trên cây nho. Do đó, việc bón phân đạm cao sẽ làm tăng tính nhạy cảm của cây nho đối với bệnh mốc sương. Nghĩa là bất kỳ nguồn N (vô cơ hay hữu cơ nếu giải phóng nhanh) khiến hàm lượng N lá tăng nhiều đều có thể làm bệnh nặng hơn. Bên cạnh đó, việc bón phân hữu cơ sẽ cung cấp dinh dưỡng chậm, ổn định, giảm dư thừa nitrat trong lá, giảm nguy cơ sâu, bệnh nhờ sự cân bằng dinh dưỡng và cải thiện hệ sinh thái [20].



Hình 1. Tỷ lệ bệnh (%) và chỉ số bệnh (%) mốc sương trên giống nho NH01-26

Theo dõi diễn biến bệnh mốc sương qua 3 giai đoạn 20, 27 và 34 ngày sau cắt cành (Hình 1) cho thấy, tỷ lệ phân hữu cơ thay thế phân vô cơ càng cao thì bệnh mốc sương ít xuất hiện hơn trên

giống nho NH01-26. Giai đoạn 20 ngày sau khi cắt cành, các công thức phân hữu cơ thay thế vô cơ 25, 50 và 75% (tương ứng CT2, CT3 và CT4) đã xuất hiện bệnh mốc sương nhưng ở mức gây hại thấp, sau đó mức độ bệnh tăng nhẹ ở giai đoạn 27 ngày. Đến giai đoạn 34 ngày sau cắt cành, bệnh gây hại với tỷ lệ bệnh 7,0 - 10,3%, chỉ số bệnh 2,5 - 3,8% (vụ hè thu 2024); tỷ lệ bệnh 5,0 - 6,7%, chỉ số bệnh 1,6 - 2,5% (vụ đông xuân năm 2024/2025), thấp hơn so với đối chứng (CT1) ở mức có ý nghĩa thống kê.

3.5. Ảnh hưởng của việc sử dụng phân hữu cơ thay thế một phần phân vô cơ đến chất lượng quả nho NH01-26

Theo kết quả nghiên cứu của Zhu và cs (2022) [16], việc bón phân đã điều chỉnh đáng kể năng suất và chất lượng quả nho thông qua việc cải thiện dinh dưỡng đất và mật độ vi sinh vật. Cụ thể, các công thức hữu cơ và hữu cơ-vô cơ làm tăng hàm lượng đường hòa tan (TSS) và đường khử (RS), đồng thời giảm độ chua chuẩn độ (TA) và tannin trong quả, từ đó cải thiện hương vị và chất lượng cảm quan. Trong khi đó, công thức bón vô cơ đơn thuần chủ yếu làm tăng năng suất nhưng hiệu quả cải thiện chất lượng quả không cao bằng hữu cơ và kết hợp hữu cơ-vô cơ.

Bảng 4. Ảnh hưởng của việc sử dụng phân hữu cơ thay thế một phần phân vô cơ đến chất lượng quả nho NH01-26 tại xã Vĩnh Hải, tỉnh Khánh Hòa

Công thức	Độ Brix (%)		Tỷ lệ quả nứt, quả thối (%)		Đường kính quả (mm)		Chiều cao quả (mm)	
	HT năm 2024	ĐX năm 2024/2025	HT năm 2024	ĐX năm 2024/2025	HT năm 2024	ĐX năm 2024/2025	HT năm 2024	ĐX năm 2024/2025
CT1 (Đ/c)	15,9	16,0	2,3	1,4	18,1	18,3	19,2	18,7
CT2	16,3	16,5	1,2	1,0	18,5	18,9	19,2	18,5
CT3	16,5	16,7	1,1	0,8	17,6	18,7	18,4	19,2
CT4	16,8	17,1	0,9	0,6	17,7	18,7	18,4	19,6
CV (%)	1,8	1,0	6,3	11,3	3,9	2,1	2,0	1,2
LSD _{0,05}	0,59	0,33	0,18	0,21	ns	ns	0,73	0,47

Ghi chú: ĐX: Vụ đông xuân; HT: Vụ hè thu; ns khác biệt không có ý nghĩa ở mức P=0,05; CT 1: Đối chứng (100% phân hóa học): 235 kg N + 160 kg P₂O₅ + 210 kg K₂O/ha/vụ; CT 2: 25% phân hữu cơ + 75% phân vô cơ; CT3: 50% phân hữu cơ + 50% phân vô cơ; CT4: 75% phân hữu cơ + 25% phân vô cơ.

Kết quả đánh giá chất lượng quả nho NH01-26 cho thấy, ở cả 2 vụ nghiên cứu là vụ hè thu năm 2024 và vụ đông xuân năm 2024/2025 cho thấy, tỷ lệ sử dụng phân hữu cơ càng cao thì chất lượng quả nho càng được cải thiện tốt. Cụ thể, các công thức thay thế phân hữu cơ với tỷ lệ 25,

50 và 75% (tương ứng CT2, CT3 và CT4) cho chất lượng quả nho cao (độ Brix từ 16,3 - 17,1%) hơn đối chứng (bón phân vô cơ) ở mức có ý nghĩa thống kê. Trong đó, công thức thay thế phân hữu cơ với tỷ lệ 75% (CT4) đạt chất lượng cao nhất. Kết quả nghiên cứu trên phù hợp

với kết quả nghiên cứu của Rui Chen và cs (2023) [21], thử nghiệm trong 2 vụ nhỏ tại Tân Cương - Trung Quốc cho thấy, các nghiên cứu thực địa và mô hình thí nghiệm đã chỉ ra rằng, việc phối hợp phân hữu cơ với phân vô cơ (ở các tỷ lệ từ 30 - 70% hữu cơ) đều giúp tăng chất lượng quả nho (tăng độ đường) so với chỉ dùng phân vô cơ. Đồng thời, các công thức kết hợp với phân hữu cơ đều có tỷ lệ quả nứt, quả thối trên ruộng thấp (0,6 - 1,2%) hơn so với đối chứng (1,4 - 2,3%) ở mức có ý nghĩa thống kê. Đường kính quả của các công thức biến động từ 17,6 - 18,9 mm và không có sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức. Tuy nhiên, về chiều cao quả cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức, ở vụ thứ 2 (đông xuân năm 2024/2025) các nghiệm thức có tỷ lệ thay thế

phân hữu cơ càng cao thì quả có xu hướng phát triển chiều cao quả (Bảng 4).

3.6. Ảnh hưởng của việc sử dụng phân hữu cơ thay thế một phần phân vô cơ đến hiệu quả sản xuất nho NH01-26

Đánh giá hiệu quả sản xuất nho NH01-26 khi áp dụng lượng phân hữu cơ thay thế một phần phân hoá học ở vụ hè thu năm 2024 và đông xuân năm 2024/2025 tại xã Vĩnh Hải, tỉnh Khánh Hoà cho thấy:

- Việc sử dụng phân hữu cơ thay thế một phần phân vô cơ đã làm tăng chi phí sản xuất (kể cả công lao động và vật tư nông nghiệp); tỷ lệ phân hữu cơ thay thế phân vô cơ càng cao thì chi phí càng nhiều. Trong đó, phần lớn là chi phí mua phân hữu cơ, công vận chuyển và công bón, nên chi phí sản xuất của CT4 (phân hữu cơ thay thế phân vô cơ 75%) là cao nhất (Bảng 5).

Bảng 5. Ảnh hưởng của việc sử dụng phân hữu cơ thay thế một phần phân vô cơ đến hiệu quả kinh tế trên nho NH01-26 qua 2 vụ tại xã Vĩnh Hải, tỉnh Khánh Hòa

(ĐVT: Triệu đồng/ha)

Công thức	Tổng thu	Các khoản chi			Chênh lệch thu	Tăng, giảm so với đ/c (%)
		Công lao động	Vật tư nông nghiệp	Tổng chi		
I. Vụ hè thu năm 2024						
CT1 (đ/c)	492,0	54,0	72,0	126,0	366,0	-
CT2	532,0	55,8	74,5	130,3	401,8	9,8
CT3	504,0	57,6	78,1	135,7	368,3	0,6
CT4	416,0	60,0	81,8	141,8	274,2	-25,1
II. Vụ đông xuân năm 2024/25						
CT1 (đ/c)	504,0	45,0	64,2	109,2	394,8	-
CT2	580,0	46,8	66,5	113,3	466,7	18,2
CT3	596,0	52,6	69,0	121,6	474,4	20,2
CT4	632,0	61,9	72,6	134,5	497,5	26,0

Ghi chú: CT 1: Đối chứng (100% phân hóa học): 235 kg N + 160 kg P₂O₅ + 210 kg K₂O/ha/vụ; CT 2: 25% phân hữu cơ + 75% phân vô cơ; CT3: 50% phân hữu cơ + 50% phân vô cơ; CT4: 75% phân hữu cơ + 25% phân vô cơ.

- Do phân hữu cơ tác dụng chậm nhưng kéo dài; vì thế, trong vụ 1 (hè thu năm 2024) các công thức sử dụng phân hữu cơ (nhất là công thức thay thế 75% phân vô cơ) cho năng suất thấp hơn so với đối chứng nên hiệu quả kinh tế thấp hơn đối chứng (giảm 25% so với đối chứng), các công thức còn lại chênh lệch không nhiều. Tuy nhiên, qua vụ 2 (vụ đông xuân năm 2024/2025) các công thức sử dụng phân hữu cơ thay thế phân vô cơ đã thể hiện rõ tác dụng thông qua năng suất và hiệu quả kinh tế; hiệu quả tăng từ 18,2 - 26,0%. Công thức sử dụng phân hữu cơ thay thế 75% phân vô cơ cho hiệu quả kinh tế cao nhất, tăng 26% so với đối chứng. Điều này cho thấy, do hiệu quả của phân

hữu cơ thường chậm hơn so với phân vô cơ, việc sử dụng phân hữu cơ thường xuyên sẽ giúp cây nho sinh trưởng phát triển ổn định, bền vững, từ đó giúp ổn định năng suất và cải thiện chất lượng.

Tóm lại, việc sử dụng phân hữu cơ thay thế phân vô cơ 25 và 50% (CT2, CT3) đều thể hiện vượt trội và ổn định hơn so với đối chứng về năng suất, chất lượng và hiệu quả sản xuất qua 2 vụ hè thu năm 2024 và đông xuân 2024/2025, năng suất thực thu đạt từ 13.300 - 14.940 kg/ha/vụ; chất lượng quả tốt (độ Brix từ 16,3 - 16,7%), tỷ lệ quả bị thối, quả nứt thấp (từ 0,8 - 1,2%). Đối với công thức sử dụng phân hữu cơ thay thế 75% phân vô cơ, trong vụ đầu tiên (hè thu năm 2024) chưa thể

hiện nhiều ưu điểm, tuy nhiên qua vụ thứ 2 (vụ đông xuân năm 2024/2025) đã thể hiện hiệu quả khá rõ thông qua năng suất (15.818 kg/ha), chất lượng (17,1 độ °Brix), và hiệu quả kinh tế tăng 26% so với đối chứng.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

4.1. Kết luận

Qua 2 vụ sử dụng phân hữu cơ sinh học thay thế một phần phân vô cơ (từ 25 -75%) đã giúp cải thiện tính chất của đất, thông qua pH của đất từ 5,36 lên > 6,02; tổng chất hữu cơ trong đất gia tăng từ 4,57 g/kg (trước thí nghiệm) lên đến 17,5 - 23,1 g/kg (sau khi kết thúc thí nghiệm). Đồng thời, sử dụng phân hữu cơ thay thế phân vô cơ càng nhiều thì tích chất của đất càng cải thiện.

Việc sử dụng phân hữu cơ thay thế vô cơ đều giúp cây nho NH01-26 sinh trưởng tốt hơn sử dụng 100% phân vô cơ, thể hiện qua sự tăng về chiều dài cành từ 5,7 - 10,5 cm; đường kính cành từ 0,02 - 0,08 cm và giảm bệnh mốc sương.

Trong vụ thứ nhất (hè thu năm 2024), các công thức sử dụng phân hữu cơ thay thế phân vô cơ chưa thể hiện sự khác biệt rõ nét so với đối chứng; thậm chí hiệu quả kinh tế còn thấp hơn đối chứng. Qua vụ 2, các công thức sử dụng phân hữu cơ thay thế phân vô cơ đã thể hiện ưu điểm so với đối chứng về ổn định năng suất, chất lượng được cải thiện và hiệu quả kinh tế tăng từ 18,2 - 26%.

4.2. Đề nghị

Tùy vào điều kiện thực tế sản xuất, nên khuyến cáo nông dân sử dụng phân hữu cơ thay thế một phần lượng phân vô cơ (tối thiểu 25% phân vô cơ tính theo lượng phân đạm) để cải thiện tính chất đất, giúp cây nho sinh trưởng cân đối, ổn định năng suất, cải thiện chất lượng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Dawson C J, Hilton J. (2011). Fertiliser availability in a resource-limited world: Production and recycling of nitrogen and phosphorus. *Food Policy*, 36, Supplement, 1(0): S14 - S22.

[2]. Yan X, Jin J-y, He P, Liang M-z. (2008). Recent advances on the technologies to increase fertilizer use efficiency. *Agricultural Sciences in China*, 7(4): 469 - 479.

[3]. Zhao, H. Y., Lakshmanan, P., Wang, X. Z., Xiong, H. Y., Yang, L. S., Liu, B., Shi, X. J., Chen, X. P., Wang, J., Zhang, Y.Q., *et al.* (2022).

Global reactive nitrogen loss in orchard systems: A review. *Science Total Environment*, 821, 153462. [CrossRef] [PubMed].

[4]. Yadan Du, Bingjing Cui, Qian zhang, Zhen Wang, Jun Sun, Wenquan Niu (2020). Effects of manure fertilizer on crop yield and soil properties in China: A meta-analysis. *Catena*, 193, 104617.

[5]. Sanyal, D. Brar, B. S. Dheri, G. S. (2022). Organic and inorganic integrated fertilization improves non-exchangeable potassium release and potassium availability in soil. *Commun. Soil Science Plant*, 50, 2013 - 2022. [CrossRef].

[6]. Quốc hội (2018). *Luật Trồng trọt số 31/2018/QH14 ngày 19 tháng 11 năm 2018*.

[7]. Chính phủ (2019). *Nghị định số 94/2019/NĐ-CP ngày 13 tháng 12 năm 2019 của Chính phủ*. Quy định chi tiết một số điều của Luật Trồng trọt về giống cây trồng và canh tác.

[8]. Viện nghiên cứu Bông và PTNN Nha Hồ (2024). *Quy trình kỹ thuật canh tác giống nho NH01-26 phù hợp với điều kiện vùng Nam Trung bộ*, Quyết định số 44/QĐ-VNCB ngày 28/3/2024.

[9]. Tiêu chuẩn Quốc gia Việt Nam TCVN 5979:2007 - Chất lượng đất - Xác định pH.

[10]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8662:2011 - Chất lượng đất - Xác định phospho dễ tiêu - Phương pháp Olsen.

[11]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8661:2011 - Chất lượng đất - Xác định phospho dễ tiêu - Phương pháp Olsen.

[12]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6498:1999 - Chất lượng đất - Xác định nitơ tổng - phương pháp Kenden (Kjeldahl) cải biên

[13]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6644:2000 - Chất lượng đất - Xác định hàm lượng cacbon hữu cơ bằng phương pháp oxy hoá trong môi trường sunfocromic.

[14]. Nguyễn Thị Lan và Phạm Tiến Dũng, 2007. *Giáo trình phương pháp thí nghiệm*. Nxb Nông nghiệp.

[15]. Linnan Wu, Yu Jiang, Fengyun Zhao, Xiufeng He, Huai Feng Liu, Kun Yu (2020). *Increased organic fertilizer application and reduced chemical fertilizer application affect the soil properties and bacterial communities of grape rhizosphere soil*. Scientific Reports.

[16]. Zhu, Qianqian, Xie, Xiangwen; Xu, Yongmei (2022). Fertilization regulates grape

yield and quality by altering soil nutrients and the microbial community. *Sustainability*, MDPI, 14(17), 10857.

[17]. Moustafa Muhammed, Muhammad Farooq Qayyum, Fahad Alotaibi & Saif Fuhaid Alharbi (2023). Organic nitrogen fertilization minimizes requirement of inorganic fertilizers and improves growth and yield attributes of superior grapevines. *Journal of Plant Nutrition*, 46(17), (https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01904167.2023.2222148?utm_source=hatgpt.com).

[18]. Han, F.; Jiang, B.; Wang, W.; Wu, S.; Wu, J.; Ma, Y.; Ma, X. (2025). Substituting organic nitrogen for chemical nitrogen at a 25% ratio optimizes photosynthesis, root development, and soil quality in grapevines. MDPI - Proceedings, 2025. <https://www.mdpi.com/2504-3129/6/3/49>.

[19]. Lê Trọng Tinh, Mai Văn Hào, Phan Văn Tiêu, Phạm Văn Phước, Võ Minh Thư, Đặng Minh Tâm, 2014. Khai thác nguồn gen một số giống nho quý để phát triển vùng nguyên liệu sản xuất nho phục vụ tiêu dùng và chế biến rượu. Báo cáo Kết quả nghiên cứu khoa học tại Hội đồng khoa học Bộ khoa học và Công nghệ.

[20]. D. Marcianò, V. Ricciardi, G. Maddalena, A. Massafra, E. Marone Fassolo, S. Masiero, P. A. Bianco, O. Failla, G. D. Lorenzis, S. L. Toffolatti (2023). Influence of nitrogen on grapevine susceptibility to downy mildew. *Plants* (MDPI), 12(2), 263.

[21]. Rui Chen, Hongda Chang, Zhenhua Wang, Haixia Lin (2023). Determining organic-inorganic fertilizer application threshold to maximize the yield and quality of drip-irrigated grapes in an extremely arid area of Xinjiang, China. *Agricultural Water Management* (Elsevier), 276.

EFFECTS OF PARTIALLY REPLACING INORGANIC FERTILIZERS WITH BIO-ORGANIC FERTILIZERS ON SOIL PROPERTIES, YIELD, AND QUALITY OF NH01-26 GRAPE VARIETY

**Phan Cong Kien¹, Pham Van Phuoc¹, Vo Minh Thu¹, Do Ty¹,
Nguyen Thi Lieu¹, Nguyen Thi Thuy Hang¹, Nguyen Thi Ha Giang²**

¹*Nhaho Research Institute for Cotton And Agriculture Development*

²*Branch campus Ho Chi Minh city University of Agriculture and Forestry*

Abstract

Study on the use of organic fertilizer as a partial substitute for inorganic fertilizer on soil properties, yield and quality of grape variety NH01-26 to determine an appropriate fertilization formula based on soil properties, yield, quality and economic efficiency. The study was conducted over two consecutive cropping seasons on the same soil (summer-autumn 2024 and winter-spring 2024/2025) in Thai An village, Vinh Hai commune, Ninh Hai district, Ninh Thuan province (currently Thai An village, Vinh Hai commune, Khanh Hoa province). The experiment was arranged in a randomized complete block design (RCBD) with four fertilization treatments and three replications. Results showed that substituting 25%, 50% and 75% of inorganic fertilizer with organic fertilizer improved soil properties: Soil pH increased from 5.36 to > 6.02; soil organic matter rose from 4.57 g/kg (before the experiment) to 17.5 - 23.1 g/kg (after the experiment). Vine growth and development were enhanced, with shoot length increasing by 5.7 - 10.5 cm, shoot diameter by 0.02-0.08 cm, and downy mildew incidence being less severe compared with the control. Although, in the first season (summer-autumn 2024), treatments with partial substitution of inorganic fertilizer did not outperform the control, in the winter-spring 2024/2025 season, yield components, yield, and fruit quality showed clear advantages over the control. Yields were stable (14.545 - 15.818 kg/ha), quality was improved (16.7 - 17.1°Brix) and economic efficiency increased by 18.2 - 26% compared with the control.

Keywords: *Grape, NH01-26, organic fertilizer, soil properties.*

Ngày nhận bài: 3/10/2025

Ngày chuyển phản biện: 15/10/2025

Ngày thông qua phản biện: 30/10/2025

Ngày duyệt đăng: 26/3/2026

TÌNH HÌNH NHIỄM KÝ SINH TRÙNG Ở CÁC LOÀI THẦN LẦN BÓNG (HỌ SCINCIDAE) TẠI TỈNH NGHỆ AN

Ông Vĩnh An¹, Trần Thị Bích^{2,*}

¹ Khoa Sinh học, Trường Đại học Vinh

² Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

*E-mail: tranthibinhs@yahoo.com

TÓM TẮT

Kết quả nghiên cứu về tình hình nhiễm ký sinh trùng (KST) trên 3 loài thần lằn bóng phổ biến ở tỉnh Nghệ An, đã xác định được tỷ lệ nhiễm cao nhất là giun tròn ký sinh ở thần lằn bóng hoa (61,1%); tiếp theo là giun tròn ký sinh ở thần lằn bóng đuôi dài (54%); thấp nhất là giun đầu gai ký sinh ở thần lằn bóng hoa (2,8%). Tỷ lệ nhiễm KST cao nhất ở thần lằn bóng đuôi dài ở xã Con Cuông (92,3%); thấp nhất ở thần lằn tốt mã bốn vạch ở xã Con Cuông (50%). Cường độ nhiễm sán lá cao nhất ở thần lằn bóng hoa: 5,92 (1 - 25 sán/vật chủ); thấp nhất là giun đầu gai ký sinh ở thần lằn bóng hoa: 2 (2 - 2 giun/vật chủ) và thần lằn bóng đuôi dài: 2 (1 - 3 giun/vật chủ). Kết quả phân tích hình thái học đã xác định được 20 loài KST gồm: 5 loài sán dây, 7 loài sán lá, 5 loài giun tròn, 1 loài giun đầu gai và 2 loài tiết túc. Các loài KST được phát hiện ở hầu hết các nội quan của vật chủ: Phổi, mật, dạ dày, ruột non và ruột già, trong đó 11 loài lần đầu tiên được phát hiện ở Việt Nam gồm 2 loài sán dây, 6 loài sán lá và 3 loài giun tròn.

Từ khoá: Ký sinh trùng, thần lằn bóng, tình hình nhiễm, Việt Nam.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nghiên cứu KST ở thần lằn Việt Nam đã trải qua 55 năm với tổng số 15 loài thần lằn được nghiên cứu, trong đó có 56 loài KST đã công bố, có 12 loài KST đã phát hiện ký sinh ở 3 loài thần lằn bóng [1-3]. Loài *Skrjabinoptera vietnamensis* Ong, Nguyen, Greiman, Que, Phạm và Tran 2021 ký sinh ở thần lằn bóng đốm ở Vườn quốc gia Bạch Mã được phát hiện ở khu vực phân bố địa lý động vật Phương Đông đã đánh dấu cho việc phân bố toàn cầu của giống này. Qua kết quả điều tra về KST ở thần lằn nuôi cho thấy, KST gây bệnh nguy hiểm cho nhóm động vật này như sán lá ở mật *Paradistomum* spp. có tỷ lệ nhiễm khá cao và phổ biến ở nhiều loài thần lằn chắc chắn sẽ làm tổn hại mật của vật chủ. Giun đầu gai cũng khá phổ biến có thể làm chết vật chủ do chảy máu ruột. Đặc biệt, các loài chân khớp *Raillietiella* spp. và sán dây có kích thước lớn ký sinh ở một số loài thần lằn đã gây chết hoặc làm chậm sự phát triển của vật chủ. Tuy nhiên, rất thiếu các dẫn liệu khoa học về tỷ lệ nhiễm, thành phần loài và nghiên cứu sinh học, sinh thái học của các đối tượng gây bệnh này. Hơn nữa, có rất ít công bố về KST ở họ thần lằn bóng so với sự đa dạng của

vật chủ với hơn 46 loài phân bố ở Việt Nam. Vì vậy, nghiên cứu này góp phần bổ sung dẫn liệu về tình hình nhiễm ký sinh ở khu hệ thần lằn bóng tỉnh Nghệ An.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Đối tượng vật chủ là 3 loài thần lằn phổ biến: Thần lằn bóng đuôi dài (*Eutropis longicaudata*, n = 50); thần lằn bóng hoa (*E. multifasciata*, n = 36) và thần lằn tốt mã bốn vạch (*Plestiodon quadrilineatus*, n = 12). Thu thập mẫu từ tháng 2 - 8/2025, tại các địa điểm đại diện các vùng đồng bằng và miền núi của tỉnh Nghệ An: Xã Tương Dương, Con Cuông, Anh Sơn (Vườn Quốc gia Pù Mát) và phường Vinh Lộc.

Đối tượng KST bao gồm các loài sán lá (Trematoda), sán dây (Cestoda), giun tròn (Nematoda), giun đầu gai (Acanthocephala) và tiết túc (Pentastomida) thu thập bằng cách mổ khám dưới kính lúp soi nổi Olympus SZX16.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thần lằn được thu thập bằng lưới, vợt, bắt bằng tay và định loại được thực hiện bởi các nhà khoa học thuộc Viện Sinh học, Viện Hàn lâm

Khoa học và Công nghệ Việt Nam và Trường Đại học Vinh, được tiêm ether và mổ ngay sau đó. Nghiên cứu được chấp thuận bởi Hội đồng khoa học của Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật (nay là Viện Sinh học). Tất cả các quy định quốc tế, quốc gia và ở viện nghiên cứu chuyên ngành về sử dụng động vật thí nghiệm đều được tuân thủ.

Mẫu giun đầu gai được để chết tự nhiên, sau đó bảo quản trong ethanol 70%; các mẫu KST khác được xử lý bằng nước nóng, sau đó được bảo quản trong ethanol 70%.

Mẫu sán lá, sán dây được nhuộm carmin-axít, làm kiệt nước qua các bước cồn ethanol 70, 80, 95 và 100% và gắn nhựa dính Canada; mẫu giun tròn, giun đầu gai được làm trong bằng glycerin-axít lactic. Mẫu vật được bảo quản tại Phòng Ký sinh trùng học, Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Định loại giun sán ký sinh sử dụng các khoá định loại đối với từng nhóm giun sán theo các nghiên cứu của Skrjabin (1951) [4], Skrjabin và cs (1961) [5], Anderson và cs (2009) [6].

2.3. Xử lý số liệu

Dữ liệu được nhập vào phần mềm Excel (Microsoft Office version 2010) và sử dụng phần mềm Stata IC12.1 (StataCorp LP) để phân tích thống kê. Sự nhiễm KST được phân tích theo hàm hồi quy logistic (logistic regression) với yếu tố tác động là loài vật chủ, các điểm thu mẫu.

Cường độ nhiễm KST được phân tích sử dụng hàm hồi quy nhị thức âm (generalized negative binomial regression) trong đó, số lượng KST được chuyển sang dạng số liệu mới khi dùng hàm log (x+1) để tránh sự sai lệch. Sự khác biệt với giá trị P < 0,05 được cân nhắc có ý nghĩa thống kê.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Tình hình nhiễm KST ở các loài thằn lằn bóng ở tỉnh Nghệ An

Tổng cộng 98 mẫu thuộc 3 loài thằn lằn bóng được thu thập ở 4 địa điểm là xã Tương Dương, Con Cuông, Anh Sơn và phường Vinh Lộc để nghiên cứu KST (Bảng 1).

Bảng 1. Số lượng các loài thằn lằn bóng thu thập ở tỉnh Nghệ An

Địa điểm	Thằn lằn bóng hoa		Thằn lằn bóng đuôi dài		Thằn lằn tốt mã bốn vạch		Tổng số mẫu
	Con đực	Con cái	Con đực	Con cái	Con đực	Con cái	
Xã Tương Dương	5	7					12
Xã Con Cuông	1	5	15	11	7	5	44
Xã Anh Sơn	9	9					18
Phường Vinh Lộc			15	9			24
Tổng cộng	15	21	30	20	7	5	98

Số mẫu thằn lằn bóng hoa thu tại xã Tương Dương (12 mẫu), xã Con Cuông (6 mẫu), xã Anh Sơn (18 mẫu); số mẫu thằn lằn bóng đuôi dài thu được tại xã Con Cuông (26 mẫu), phường Vinh

Lộc (24 mẫu); số mẫu thằn lằn tốt mã bốn vạch thu được tại xã Con Cuông (12 mẫu). Trong tổng số 98 mẫu thu được ở cả 3 loài thằn lằn bóng có 52 cá thể đực và 46 cá thể cái.

Bảng 2. Tỷ lệ nhiễm KST ở các loài thằn lằn bóng ở các điểm nghiên cứu

Địa điểm	Thằn lằn bóng hoa			Thằn lằn bóng đuôi dài			Thằn lằn tốt mã bốn vạch		
	SLNC	SLN	TLN (%)	SLNC	SLN	TLN (%)	SLNC	SLN	TLN (%)
Xã Tương Dương	12	10	83,3						
Xã Con Cuông	6	5	83,3	26	24	92,3	12	6	50,0
Xã Anh Sơn	18	12	66,7						
Phường Vinh Lộc				24	15	62,5			
Tổng cộng	36	27	75,0	50	39	78,0	12	6	50,0

Ghi chú: SLNC: Số lượng nghiên cứu; SLN: Số lượng nhiễm; TLN: Tỷ lệ nhiễm.

Bảng 3. Tỷ lệ nhiễm các nhóm KST ở các loài thằn lằn bóng ở tỉnh Nghệ An

Loại KST	Thằn lằn bóng hoa			Thằn lằn bóng đuôi dài			Thằn lằn tốt mã bốn vạch		
	SLNC	SLN	%	SLNC	SLN	%	SLNC	SLN	%
Sán dây	36	16	44,4	50	7	14,0	12		
Sán lá	36	12	33,3	50	11	42,0	12		
Giun tròn	36	22	61,1	50	27	54,0	12	6	50,0
Giun đầu gai	36	1	2,8	50	2	4,0	12		
Tiết túc	36			50	3	6,0	12		

Ghi chú: SLNC: Số lượng nghiên cứu; SLN: Số lượng nhiễm; %: Tỷ lệ nhiễm.

Kết quả phân tích tình hình nhiễm KST ở các loài thằn lằn tại các điểm nghiên cứu (Bảng 2) cho thấy, tỉ lệ nhiễm KST cao nhất ở thằn lằn bóng đuôi dài tại xã Con Cuông (92,3%) và phường Vinh Lộc (62,5%), tỷ lệ nhiễm trung bình tại các địa điểm nghiên cứu 78%. Tỷ lệ nhiễm KST ở thằn lằn bóng hoa tại xã Tương Dương và xã Con Cuông (83,3%), tại xã Anh Sơn (66,7%), tỷ lệ nhiễm trung bình tại các điểm nghiên cứu (75%). Tỷ lệ nhiễm KST ở thằn lằn tốt mã bốn vạch tại Con Cuông (50%) và tỷ lệ nhiễm trung bình 50%. Phân tích thống kê cho thấy sự khác biệt về tỷ lệ nhiễm KST ở các địa điểm nghiên cứu và vật chủ nghiên cứu ($P < 0,05$). Đây là những dẫn liệu đầu tiên về tỷ lệ nhiễm KST tại các địa điểm nghiên cứu ở các loài thằn lằn bóng tại tỉnh Nghệ An.

Kết quả phân tích tỷ lệ nhiễm các nhóm KST ở 3 loài thằn lằn bóng (Bảng 3) cho thấy, tỉ lệ nhiễm giun tròn cao nhất ở thằn lằn bóng hoa (61,1%), tiếp đến là tỷ lệ nhiễm giun tròn ở thằn lằn bóng đuôi dài (54%), tỷ lệ nhiễm thấp nhất là giun tròn ở thằn lằn tốt mã bốn vạch (50%). Tỷ lệ nhiễm sán dây cao nhất ở thằn lằn bóng hoa (44,4%), tỷ lệ nhiễm sán dây ở thằn lằn bóng đuôi dài (14%). Tỷ lệ nhiễm sán lá cao nhất ở thằn lằn bóng đuôi dài (42%) và ở thằn lằn bóng hoa (33,3%). Tỷ lệ nhiễm giun đầu gai ở thằn lằn bóng hoa (2,8%) và thằn lằn bóng đuôi dài (4%). Tiết túc ký sinh chỉ phát hiện ở thằn lằn bóng đuôi dài (6%). Thằn lằn tốt mã bốn vạch không nhiễm sán dây, sán lá, giun đầu gai và tiết túc ký sinh. Kết quả nghiên cứu này là những dẫn liệu đầu tiên về phân tích tỷ lệ nhiễm KST ở thằn lằn bóng ở Việt Nam.

Bảng 4. Cường độ nhiễm KST ở các loài thằn lằn bóng tại tỉnh Nghệ An

Loại KST	Thằn lằn bóng hoa		Thằn lằn bóng đuôi dài		Thằn lằn tốt mã bốn vạch	
	CDNTB (thấp nhất - cao nhất)	Tổng số KST	CDNTB (thấp nhất - cao nhất)	Tổng số kst	CDNTB (thấp nhất - cao nhất)	Tổng số KST
Sán dây	2,25 (1 - 5)	36	4,29 (1 - 10)	30		
Sán lá	5,92 (1 - 25)	71	5,55 (1 - 17)	61		
Giun tròn	4,36 (1 - 12)	96	4,44 (1 - 18)	120	3,17 (2 - 5)	19
Giun đầu gai	2,0 (2 - 2)	2	2,0 (1 - 3)	4		
Tiết túc			3,0 (2 - 5)	9		
Tổng	7,67	207	5,74	224	3,17	19

Ghi chú: CDNTB - Cường độ nhiễm trung bình (KST/cá thể)

Phân tích thống kê về cường độ nhiễm KST ở thằn lằn bóng cho thấy, có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 3 loài vật chủ ($P < 0,05$). Tổng số 27 thằn lằn bóng hoa nhiễm 207 mẫu KST, trung bình 7,67 KST/vật chủ; 39 thằn lằn bóng đuôi dài nhiễm 224 mẫu KST, trung bình 5,74 KST/vật chủ và 6 thằn lằn tốt mã nhiễm 19 mẫu KST, trung bình 3,17 KST/vật chủ.

Ở thằn lằn bóng hoa, cường độ nhiễm trung bình sán lá cao nhất 5,92 (1 - 25) thấp nhất ở giun đầu gai 2,0 (2 - 2). Thằn lằn bóng đuôi dài, cường độ nhiễm trung bình cao nhất là sán lá 5,55 (1 - 17), thấp nhất là giun đầu gai 2,0 (1 - 3). Thằn lằn tốt mã bốn vạch cường độ nhiễm trung bình giun tròn 3,17 (2 - 5) và không nhiễm các nhóm KST khác.

3.2. Thành phần loài KST ở các loài thằn lằn bóng tại tỉnh Nghệ An

Kết quả phân tích đặc điểm hình thái học của các mẫu vật qua các đợt thu mẫu, đã xác định được tổng số 20 loài KST gồm 5 loài sán dây thuộc giống *Oochoristica*; 7 loài sán lá thuộc 2 giống *Mesocoelium* và *Paradistomum*; 5 loài giun tròn thuộc 3 giống *Cosmocercoides*, *Meteterakis* và *Oswaldocruzia*; 1 loài giun đầu gai thuộc giống *Acanthocephalus*, 2 loài tiết túc thuộc giống *Raillietiella*. Trong đó, 12 loài ký sinh ở cả thằn lằn bóng hoa và thằn lằn bóng đuôi

dài, 6 loài chỉ phát hiện được ở thằn lằn bóng hoa, 1 loài giun tròn phát hiện ở thằn lằn tốt mã bốn vạch (Bảng 5).

Phân tích đặc điểm ký sinh của các loài KST cho thấy, các loài sán dây và giun đầu gai chỉ ký sinh ở ruột non; các loài tiết túc ký sinh ở phổi vì vậy đây là loài ký sinh gây bệnh quan trọng ở thằn lằn bóng; các loài sán lá và giun tròn được phát hiện ở đường tiêu hóa của các loài vật chủ nhưng nhóm sán lá *Paradistomum* spp. ký sinh ở mật cũng là nhóm gây bệnh nguy hiểm cho các loài thằn lằn bóng.

Bảng 5. Danh sách loài KST ở 3 loài thằn lằn bóng và vị trí ký sinh của chúng

TT	Tên loài KST	Thằn lằn bóng hoa	Thằn lằn bóng đuôi dài	Thằn lằn tốt mã 4 vạch	Vị trí ký sinh
	Sán dây				
1	<i>Oochoristica celebecensis</i>	+	+		Ruột non
2	<i>O. chinensis</i>	+	+		Ruột non
3	<i>O. excelsa</i>	+			Ruột non
4	<i>O. fibrata</i> *	+			Ruột non
5	<i>Oochoristica</i> sp.1*	+			Ruột non
	Sán lá				
6	<i>Mesocoelium breviccaecum</i> *	+			Ruột non
7	<i>Mesocoelium</i> sp*	+			Ruột non
8	<i>Paradistomum excalotes</i> *	+	+		Mật
9	<i>P. orientalis</i>	+	+		Mật
10	<i>Paradistomum</i> sp1*	+	+		Mật
11	<i>Paradistomum</i> sp2*	+	+		Mật
12	<i>Paradistomum</i> sp3*	+	+		Mật
	Giun tròn				
13	<i>Cosmocercoides</i> sp*			+	Ruột già
14	<i>Meteterakis gonvidi</i> *	+			Ruột già
15	<i>M. mabuya</i>	+	+		Ruột già
16	<i>Meteterakis</i> sp.*	+	+		Ruột già
17	<i>Oswaldocruzia agamae</i>	+	+		Dạ dày
	Giun đầu gai				
18	<i>Acanthocephalus parallelcementglandatus</i>	+	+		Ruột non
	Tiết túc				
19	<i>Raillietiella affinis</i>	+	+		Phổi
20	<i>Raillietiella</i> sp.		+		Phổi

Ghi chú: * Loài lần đầu tiên phát hiện ở thằn lằn bóng tại Việt Nam.

4. THẢO LUẬN

Họ thằn lằn bóng *Scincidae* Gray, 1825 phân bố rộng rãi khắp thế giới và là một trong những

họ thằn lằn đa dạng nhất với hơn 46 loài đã được tìm thấy ở Việt Nam [7]. Trong nghiên cứu này, 3 loài thằn lằn được nghiên cứu để thu mẫu KST. Tỷ lệ nhiễm KST ở các loài thằn lằn bóng tương

đôi cao (Bảng 3), dao động 50% - 78%; tỷ lệ nhiễm trung bình ở thần lẩn bóng hoa là 75%, thần lẩn bóng đuôi dài là 78% và thần lẩn tốt mã bốn vạch là 50%. Cường độ nhiễm cao nhất ở sán lá 5,92 (1 - 25) thấp nhất ở giun đầu gai 2,0 (2 - 2). Ở thần lẩn bóng đuôi dài, cường độ nhiễm trung bình cao nhất sán lá 5,55 (1 - 17), thấp nhất giun đầu gai 2,0 (1 - 3). Ở thần lẩn tốt mã bốn vạch cường độ nhiễm giun tròn trung bình 3,17 (2 - 5) và rất đa dạng về thành phần loài (Bảng 4). Trong nghiên cứu này, 18 loài được phát hiện trong số 27 cá thể thần lẩn bóng hoa bị nhiễm, 13 loài KST trong số 39 thần lẩn bóng đuôi dài bị nhiễm KST. So sánh tỷ lệ nhiễm với nghiên cứu trước cho thấy sán dây và giun tròn thấp hơn, và sán lá, chân khớp ký sinh cao hơn ở thần lẩn bóng đuôi dài tại tỉnh Yên Bái (cũ) và nghiên cứu trước không phát hiện được loài giun đầu gai ký sinh [8].

Điều đặc biệt trong nghiên cứu này là có đến 5 loài sán lá ký sinh ở mật của thần lẩn bóng hoa và thần lẩn bóng đuôi dài cùng với tỷ lệ nhiễm và cường độ nhiễm cao so với các nghiên cứu trước. Thành phần loài sán lá ký sinh ở mật, sán dây và giun tròn ký sinh ở ruột của thần lẩn bóng hoa và thần lẩn bóng đuôi dài khá tương đồng. Lần đầu tiên mẫu thần lẩn tốt mã bốn vạch được nghiên cứu KST tại Việt Nam và có khác biệt hoàn toàn về thành phần loài KST với 2 loài thần lẩn bóng trong nghiên cứu này.

Các mẫu vật sán dây thu được ở thần lẩn bóng tại tỉnh Nghệ An đều thuộc giống *Oochoristica* Lühe 1898 (họ Anoplocephalidae) gồm 26 loài được phát hiện ký sinh ở bò sát vùng địa lý động vật Phương Đông. Nghiên cứu hình thái học các mẫu vật này, đã định loại được bốn loài là *O. chinensis*; *O. celebesensis*; *O. excelsa*; *O. fibrata* và loài còn lại *Oochoristica* sp. sẽ được tiếp tục nghiên cứu về hình thái học và phân tích các vùng gen 18S rDNA, 28S rDNA và NAD1 để khẳng định chính xác tên khoa học. Loài *O. chinensis* ký sinh rộng ở nhiều loài thần lẩn (*Eutropis multifasciata*, *E. longicaudata* và *Hemidactylus frenatus*) ở Việt Nam [8].

Phân loại các loài của giống *Mesocoelium* đã có thay đổi những năm gần đây dựa trên phân tích về vật chủ, vị trí ký sinh cũng như so sánh sự khác biệt về hình thái (vị trí của buồng trứng so

với tinh hoàn và vị trí lỗ sinh dục). Các đặc điểm hình thái của hai loài sán lá được phân tích trong nghiên cứu này phù hợp với các đặc điểm chính của giống này và đã định loại được loài *Mesocoelium brevicaecum* và loài còn lại *Mesocoelium* sp sẽ được tiếp tục phân tích. Loài *M. brevicaecum* đã được ghi nhận từ ruột của cá và kỳ đà ở Việt Nam [9, 10].

Giống *Paradistomum* gồm các loài sán lá ký sinh ở túi mật của các loài bò sát. Trong nghiên cứu này đã định loại được 2 loài là *Paradistomum excalotes* và *P. orientalis*, 3 loài còn lại: *Paradistomum* sp1, *Paradistomum* sp2 và *Paradistomum* sp3 sẽ được tiếp tục nghiên cứu để khẳng định chính xác tên loài. Loài *P. orientalis* được phát hiện trong nghiên cứu này ký sinh phổ biến ở túi mật của thần lẩn bóng đuôi dài (*Eutropis longicaudata*), thần lẩn bóng hoa (*E. multifasciata*) và thạch sùng nhà (*Hemidactylus frenatus*) ở Việt Nam [8], [11].

Giống *Meteterakis* gồm 25 loài được phát hiện ký sinh ở ếch nhái và bò sát khu vực địa lý động vật Phương Đông. Lần đầu tiên loài *M. govindi* đã được ghi nhận ký sinh ở thần lẩn bóng hoa và thần lẩn bóng đuôi dài ở Việt Nam. Loài *Meteterakis* sp. cần có nghiên cứu sâu hơn và phân tích các vùng gen 18S, 28S, ITS để khẳng định chính xác tên khoa học của loài.

Cosmocercoides gồm 22 loài được phát hiện ký sinh ở lưỡng cư khu vực địa lý động vật Phương Đông. Trong nghiên cứu trước loài *C. multipapillata* được phát hiện ký sinh ở nhái bầu (*Microhyla heymonsi*) [12] và *C. tonkinensis* là loài thứ 2 được phát hiện ký sinh ở Ô rô vảy [13]. Đây là lần đầu tiên loài *Cosmocercoides* sp. được phát hiện ký sinh ở thần lẩn tốt mã bốn vạch tại miền Trung Việt Nam.

Giống *Oswaldocruzia* có phân bố rộng trên toàn thế giới. Cho đến nay 80 loài thuộc giống này đã được phát hiện, trong đó 10 loài thuộc khu vực Phương Đông [2]. Trong nghiên cứu này, lần đầu tiên loài *Oswaldocruzia agamae* được phát hiện ký sinh ở cả thần lẩn bóng hoa và thần lẩn bóng đuôi dài ở tỉnh Nghệ An.

Loài giun đầu gai *A. parallelcementglandatus* được Amin và cs., (2018) [14] mô tả từ cá trê trắng (*Clarius batrachus*) ở tỉnh Thanh Hoá, sau đó được phát hiện ở hai loài ếch (*Hylarana attigua* và *Odorrana* sp.) ở miền Trung Việt

Nam. Loài giun đầu gai này được phát hiện ở các loài bò sát và là loài ký sinh rộng ở 3 lớp động vật (cá, ếch nhái và bò sát) ở miền Trung Việt Nam.

Loài chân khớp ký sinh *R. frenatus* đã được phát hiện ở thạch sùng nhà ở một số địa điểm thuộc miền Bắc Việt Nam (tỉnh Yên Bái (cũ) và Thành phố Hà Nội) trong nghiên cứu trước đây [8]. Hai loài *R. frenatus* và *Raillietiella* sp. được phát hiện ký sinh ở thằn lằn bóng hoa và thằn lằn bóng đuôi dài ở tỉnh Nghệ An, trong nghiên cứu này.

So sánh với kết quả nghiên cứu trước, lần đầu tiên đã phát hiện 11 loài KST trong đó 2 loài sán dây, 6 loài sán lá, 3 loài giun tròn ký sinh ở thằn lằn bóng hoa, thằn lằn bóng đuôi dài và thằn lằn tốt mã bốn vạch tại Việt Nam. Các loài KST đều gây hại cho vật chủ, đặc biệt là các loài tiết túc ký sinh ở phổi và sán lá ký sinh trong túi mật của vật chủ. Trong những năm gần đây, nghiên cứu về KST ở một số loài thằn lằn phổ biến đã phát hiện một số loài có hình thái tương tự nhau khi xét đến sự phân bố địa lý rộng lớn của các loài KST bao gồm cả các đảo ngoài đại dương. Do đó, các nghiên cứu trong tương lai về KST ở các loài thằn lằn phổ biến là cần thiết và kết hợp các phương pháp tiếp cận hình thái dị hình và phân tử để xác định chính xác tên loài và phân bố của chúng. Vì vậy, khuyến khích các nghiên cứu về sinh thái và sinh học của nhiều loài được thảo luận để mở rộng hiểu biết về con đường lây nhiễm và ảnh hưởng của KST này lên vật chủ.

5. KẾT LUẬN

Tỷ lệ nhiễm KST ở thằn lằn bóng tại tỉnh Nghệ An ở mức cao dao động từ 50% - 78%, tỷ lệ nhiễm trung bình ở thằn lằn bóng hoa là 75%, thằn lằn bóng đuôi dài là 78% và thằn lằn tốt mã bốn vạch là 50%. Tổng số 27 thằn lằn bóng hoa nhiễm 207 mẫu KST, trung bình 7,67 KST/vật chủ; 39 thằn lằn bóng đuôi dài nhiễm 224 mẫu KST, trung bình 5,74 KST/vật chủ và 6 thằn lằn tốt mã nhiễm 19 mẫu KST, trung bình là 3,17 KST/vật chủ. Cường độ nhiễm trung bình cao nhất sán lá ở thằn lằn bóng hoa 5,92 (1 - 25) thấp nhất là giun đầu gai 2,0 (2 - 2) ở thằn lằn bóng hoa. Cường độ nhiễm trung bình cao nhất là sán lá 5,55 (1 - 17) thấp nhất là giun đầu gai 2,0 (1 - 3) ở thằn lằn bóng đuôi dài. Cường độ nhiễm

trung bình của giun tròn 3,17 (2 - 5) ở thằn lằn tốt mã bốn vạch. Nghiên cứu đã xác định được 20 loài KST, trong đó có 11 loài lần đầu tiên phát hiện ở thằn lằn bóng tại Việt Nam. Các loài KST chưa được định danh cần tiếp tục nghiên cứu chuyên sâu cả về hình thái học và sinh học phân tử để xác định chính xác tên loài.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi đề tài nghiên cứu cấp cơ sở mã số: IEBR ĐT.06-25 và nhiệm vụ khoa học và công nghệ khởi nguồn mã số: NVKN08.01/26-27.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyen T. M. and Bui, T. D. (2007). Parasitic nematodes of house gecko, *Hemidactylus frenatus* Schlegel et Bibron, 1836 and skink, *Maybuya longycaudata* (Hallowell, 1857 in Vietnam. pp.179-183. In: Proceedings of the 2nd National Scientific Conference on Ecology and Biological Resources, Hanoi, October 26, 2007.
- [2]. Tran, T. B., Nguyen, T. S., Nguyen, T. T., Pham, V. L., Mafie, E., Rupa, F. H., Sato, H. (2016). Endoparasites of Vietnamese lizards recorded in the last 50 years (1966 – 2015). *Jpn. J. Vet. Parasitol.* 15: 34 - 58.
- [3]. Ong, V. A., Nguyen, H. V., Greiman, S. E., Que, T. A., Pham, T. A. & Tran, B. T. (2021b). Description & molecular differentiation of a new *Skrjabinoptera* (Nematode: Physalopteridae) from *Eutropis macularia* (Sauria: Scincidae) in North-Central Vietnam. *Journal of Parasitology* 107: 172 - 178.
- [4]. Skrjabin K. I. (1951). Cestode: Anoplocephalata. Publishing House of Sciences of USSR, Moscow. Vol. 1. 720 pp. (In Russian).
- [5]. Skrjabin, K. I., Shikhobalova, N. P., Lagodovskaya, E. A. (1961). Essentials of Nematodology (Ed. K. I. Skrjabin): Vol. X Oxyurata of Animals & Man, Academy of Sciences of the USSR, Helminthological Laboratory, Moscow, translated in English from Russian by R. Lavoott & edited by O. Theodor, 1974, Keter Publishing House Jerusalem, Jerusalem, Israel, 460 pp.
- [6]. Anderson, R. C., Chabaud, A. G., Willmott, S. (2009). Keys to the nematode

parasites of vertebrates; Archival volume. CAB International, Oxfordshire, UK. 463pp.

[7]. Nguyen, V. S., T. C. Ho, and Q. T. Nguyen (2009). Herpetofauna of Vietnam. Edition Chimaira, Frankfurt am Main, Germany, p. 768.

[8]. Nguyen, T. L., Nguyen, T. M., Pham, N. D., Tran, B. T. & Dang, T. T. (2005). Biodiversity of parasites in some reptile species closed to human. pp.215-217. In: Proceedings of the 2nd National Conference in Life Sciences, Hanoi, October 26, (2005).

[9]. Nguyen, T. L. and Ha, D. N. (2010). Trematoda parasite in vertebrate of Vietnam. Science and Technology Publishing House, Hanoi, 288 pp.

[10]. Pham, N. D. and Nguyen, T. L. (2003). Trematodes parasiting in giant lizards in Vietnam. J. Biol. Hanoi 25 : 5 - 10.

[11]. Trần Thị Bình, Nguyễn Thị Ngọc Ánh, Ông Vĩnh An, Nguyễn Mạnh Hùng, Nguyễn Văn Hà (2020). Nghiên cứu thành phần loài ký sinh

trùng ký sinh ở một số loài thằn lằn thuộc khu vực Bắc Trung Bộ, Việt Nam. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*: 110 - 116.

[12]. Goldberg S. R., Bursley C. R. (2005). *Microhyla heymonsi* (Dark-sided Chorus Frog). Endoparasites. *Herpetological Review*, 36, 303

[13]. Tran, B. T., Sato, H. & Luc, P. V. (2015). A new *Cosmocercoides* species (Nematoda: Cosmocercidae), *C. tonkinensis* n. sp., in the scale-bellied tree lizard (*Acanthosaura lepidogaster*) from Vietnam. *Acta Parasitol.* 60: 407-416.

[14]. Amin, O. M., Heckmann, R.A., & Nguyen, V. H. (2018). Descriptions of *Acanthocephalus parallelcementgl&atus* (Echinorhynchidae) & *Neoechinorhynchus (N.) pennahia* (Neoechinorhynchidae) (Acanthocephala) from amphibians & fish in Central & Pacific coast of Vietnam, with notes on *N. (N.) longnucleatus*. *Acta Parasitologica* 63: 573 - 586.

THE INFECTION OF PARASITES IN SKINKS (SCINCIDAE) FROM NGHEAN PROVINCE, VIETNAM

Ong Vinh An¹, Tran Thi Binh²

¹ Faculty of Biology, Vinh University

² Vietnam Academy of Science and Technology

Abstract

A comprehensive survey of endoparasitic infections in three widely distributed skinks in Nghe An province. The highest infection prevalence was recorded for nematodes in *Eutropis multifasciata* (61.1%, n = 36), followed by nematode infections of *E. longicaudata* (54%, n = 50). The lowest parasite infection prevalence was acanthocephalans in *E. multifasciata* (2.8%). The highest overall nematode infection prevalence was in *E. longicaudata* from Con Cuong District (92.3%, n = 26), whereas the lowest was recorded in *Plestiodon quadrilineatus* from the same locality (50% n = 12). Mean infection intensity was highest for trematodes in *E. multifasciata*: 5.92 (1-25 worms/host) and lowest for acanthocephalans in *E. multifasciata*: 2 (2 worms/host) and *E. longicaudata*: 2 (1 - 3 worms/host). In total, 20 parasite species were identified: Cestode (5 species), Trematode (7 species), Nematode (5 species), Acanthocephalan (1 species), and Pentastomida (2 species). These parasites were recovered from lungs, gallbladder, stomach, small intestine, and large intestine. Eleven of twenty parasite species are recorded for the first time from skinks in Vietnam, comprising two cestode species, six trematode species, and three nematode species.

Keywords: Parasites, skinks, infection situation, Vietnam.

Ngày nhận bài: 19/8/2025

Ngày chuyển phản biện: 4/9/2025

Ngày thông qua phản biện: 25/9/2025

Ngày duyệt đăng: 25/3/2026

NGHIÊN CỨU TỐI ƯU HÓA TRÍCH LY ANTHOCYANIN TỪ GẠO NẾP THAN (*Oryza rufipogon*)

Lê Thị Hồng Anh^{1,*}, Nguyễn Lê Trâm¹, Hoàng Thị Ngọc Nhon¹

¹ Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh

*Email: anhhlth@huit.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của các phương pháp khác nhau như trích ly có hỗ trợ của vi sóng, sóng siêu âm và enzyme đến thu nhận và tối ưu hóa quá trình trích ly anthocyanin từ gạo nếp than (*Oryza rufipogon*). Kết quả cho thấy, phương pháp siêu âm đạt hiệu quả cao nhất và được lựa chọn để tối ưu hóa bằng thiết kế Box-Behnken kết hợp phương pháp bề mặt đáp ứng. Điều kiện tối ưu được xác định tại biên độ siêu âm 31,73%, thời gian siêu âm 6,97 phút và tỷ lệ nguyên liệu/dung môi 1/21,62 (w/v), với hàm lượng anthocyanin đạt 0,964 mg/g_{ck}; kết quả kiểm chứng thực nghiệm đạt $0,945 \pm 0,028$ mg/g_{ck}, sai lệch nhỏ hơn 5% so với giá trị dự đoán của mô hình. Kết quả nghiên cứu khẳng định tiềm năng ứng dụng của phương pháp siêu âm kết hợp tối ưu hóa điều kiện trích ly để nâng cao hiệu suất trích ly anthocyanin từ gạo nếp than, góp phần định hướng phát triển các sản phẩm thực phẩm và dược liệu có giá trị gia tăng cao.

Từ khóa: Anthocyanin, enzyme, gạo nếp than, *Oryza rufipogon*, vi sóng, siêu âm.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Anthocyanin là nhóm hợp chất polyphenol thuộc họ flavonoid, tồn tại phổ biến trong thực vật và chịu trách nhiệm tạo nên các sắc tố đỏ, tím và xanh đặc trưng của hoa, quả và một số loại hạt. Về cấu trúc hóa học, anthocyanin là các glycoside của anthocyanidin, trong đó phần aglycone quyết định màu sắc và phần đường ảnh hưởng đến độ tan và độ ổn định của hợp chất [1]. Tính chất màu sắc của anthocyanin phụ thuộc mạnh vào pH môi trường, chuyển từ dạng flavylium cation màu đỏ ở pH thấp sang dạng base quinoidal màu xanh ở pH cao [2]. Ngoài vai trò tạo màu tự nhiên, anthocyanin còn được quan tâm rộng rãi nhờ các hoạt tính sinh học quan trọng như: Chống oxy hóa, kháng viêm, bảo vệ tim mạch và chống ung thư [3]. Chính vì vậy, anthocyanin ngày càng được xem là một hợp chất tiềm năng thay thế chất màu tổng hợp trong công nghiệp thực phẩm và dược phẩm.

Gạo nếp than (*Oryza rufipogon*) là một giống lúa giàu hợp chất phenolic, đặc biệt là anthocyanin, với hàm lượng tập trung chủ yếu ở lớp vỏ cám. Các anthocyanin chính trong gạo nếp than bao gồm cyanidin-3-glucoside và peonidin-3-glucoside, đóng vai trò quan trọng trong hoạt tính sinh học của nguyên liệu. Bên cạnh đó, gạo nếp than còn chứa các hợp chất dinh dưỡng như

protein, chất xơ và khoáng chất, góp phần nâng cao giá trị dinh dưỡng và chức năng [4, 5]. Các nghiên cứu trong nước cũng cho thấy, gạo nếp than là nguồn anthocyanin dồi dào và có tiềm năng ứng dụng cao trong thực phẩm chức năng và chất màu tự nhiên [6, 7].

Các phương pháp trích ly anthocyanin truyền thống như ngâm tĩnh thường bị hạn chế về hiệu suất do khả năng khuếch tán thấp và cấu trúc vách tế bào bền vững. Để khắc phục, nhiều kỹ thuật trích ly hiện đại đã được phát triển như: Vi sóng (MAE), siêu âm (UAE) và enzyme (EAE) [8]. Phương pháp vi sóng giúp gia tăng tốc độ gia nhiệt và phá vỡ cấu trúc tế bào, từ đó nâng cao hiệu suất trích ly [9]. Trong khi đó, siêu âm tạo ra hiện tượng cavitation giúp tăng cường tiếp xúc giữa dung môi và nguyên liệu [10]. Ngoài ra, enzyme như cellulase và pectinase có khả năng phân giải thành tế bào, giải phóng anthocyanin hiệu quả hơn. Việc kết hợp các phương pháp này đã được chứng minh là có thể cải thiện đáng kể hiệu suất và chất lượng dịch chiết anthocyanin. Kỹ thuật siêu âm có vai trò tích cực trong việc nâng cao hiệu suất chiết anthocyanin từ cám gạo nhờ khả năng phá vỡ cấu trúc mô và rút ngắn thời gian trích ly. Hàm lượng anthocyanin thu được đạt khoảng 44 mg/100g_{ck} và có thể tối ưu lên đến 46,3 mg/100g_{ck}, cao hơn đáng kể so với

phương pháp chiết truyền thống [6, 7]. Tuy nhiên, việc khai thác hiệu quả nguồn anthocyanin từ nguyên liệu này vẫn còn hạn chế do ảnh hưởng của cấu trúc tế bào và điều kiện trích ly.

Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về trích ly anthocyanin từ các nguồn thực vật khác nhau, nhưng việc tối ưu hóa quá trình trích ly từ gạo nếp than *O. rufipogon* vẫn chưa được nghiên cứu đầy đủ, đặc biệt trong việc kết hợp các công nghệ hỗ trợ hiện đại. Các yếu tố ảnh hưởng đến trích ly anthocyanin có hỗ trợ của vi sóng, sóng siêu âm và enzyme chưa được so sánh đồng thời cũng như tìm điều kiện tối ưu trích ly. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả của các phương pháp trích ly cũng như tối ưu hóa quá trình trích ly anthocyanin từ gạo nếp than, góp phần nâng cao hiệu suất thu nhận và làm cơ sở cho các ứng dụng trong công nghiệp thực phẩm và dược phẩm.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu

Gạo nếp than (*O. rufipogon*) sử dụng trong nghiên cứu này được thu hoạch tại phường Mỹ Xuyên, tỉnh Sóc Trăng (cũ), nay là thành phố Cần Thơ, được canh tác theo tiêu chuẩn VietGAP. Hạt gạo được làm sạch, sấy ở khoảng 50°C trong 2 giờ, sau đó nghiền mịn để thu bột gạo có độ ẩm < 10%. Mẫu bột được bảo quản ở 4°C và được sử dụng cho toàn bộ thí nghiệm.

Các hóa chất sử dụng bao gồm: Ethanol, HCl, axit acetic, natri acetate và dung dịch đệm acetate (pH 5,5). Hóa chất được cung cấp bởi Merck và Sigma-Aldrich đều đạt cấp độ tinh khiết phân tích. Enzyme cellulase (≥ 700 U/g) thu nhận từ nấm *Trichoderma reesei* (Sigma-Aldrich).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Ảnh hưởng của vi sóng đến trích ly anthocyanin từ gạo nếp than.

Ảnh hưởng của thời gian và công suất vi sóng đến hiệu quả trích ly anthocyanin được khảo sát trong điều kiện kiểm soát. Mẫu bột gạo nếp than (1 g, tính theo chất khô) được trích ly bằng ethanol 60% (v/v) với tỷ lệ nguyên liệu/dung môi 1: 20 (w/v). Lò vi sóng (Faster Mov Smart) được làm nóng trước 45 giây. Thời gian vi sóng được khảo sát ở các mức 10 - 30 giây theo chế độ gián đoạn (thời gian bức xạ là 5 giây, khoảng cách

giữa các lần bức xạ là 10 giây), trong khi các thông số khác được giữ cố định theo điều kiện tối ưu trước đó. Công suất vi sóng được khảo sát trong khoảng 140 - 700 W, sử dụng thời gian tối ưu, với chế độ vận hành gián đoạn (thời gian bức xạ là 10 giây, khoảng cách giữa các lần bức xạ là 10 giây). Sau xử lý, dịch chiết được ly tâm loại cặn và xác định hàm lượng anthocyanin tổng bằng phương pháp vi sai pH (mg/g_{ck}). Phương pháp vi sóng được ghi nhận có khả năng tăng hiệu suất trích ly các hợp chất phenolic do tăng cường phá vỡ cấu trúc tế bào và rút ngắn thời gian chiết [9, 11].

2.2.2. Ảnh hưởng của siêu âm đến trích ly anthocyanin từ gạo nếp than

Ảnh hưởng của các thông số siêu âm đến hiệu quả trích ly anthocyanin được khảo sát thông qua ba yếu tố chính bao gồm: Biên độ, thời gian siêu âm và tỷ lệ nguyên liệu/dung môi. Trong tất cả các thí nghiệm, mẫu (3 g) được trích ly bằng ethanol 60% (v/v) ở pH = 2, sau đó ủ trong bể ổn nhiệt (55°C, 50 phút) trong điều kiện tránh ánh sáng và ly tâm để loại bỏ cặn. Cụ thể, biên độ siêu âm được khảo sát trong khoảng 20 - 40% (công suất tối đa của thiết bị siêu âm đầu dò, Sonics VCX 750) với thời gian xử lý 6 phút và tỷ lệ nguyên liệu/dung môi 1: 15 (w/v). Tiếp theo, thời gian siêu âm được khảo sát từ 2 - 10 phút tại biên độ tối ưu thu được từ thí nghiệm trước. Cuối cùng, tỷ lệ nguyên liệu/dung môi được khảo sát trong khoảng 1: 10 - 1: 30 (w/v) dưới các điều kiện siêu âm tối ưu. Hàm lượng anthocyanin tổng được xác định bằng phương pháp vi sai pH và biểu thị theo mg/g chất khô (mg/g_{ck}). Phương pháp siêu âm được chứng minh có khả năng tăng hiệu suất trích ly hợp chất phenolic nhờ hiện tượng cavitation, giúp phá vỡ cấu trúc tế bào và tăng cường khuếch tán chất tan [11, 12].

2.2.3. Ảnh hưởng của enzyme cellulase đến trích ly anthocyanin từ gạo nếp than

Quá trình trích ly anthocyanin có hỗ trợ enzyme (EAE) được tiến hành nhằm khảo sát ảnh hưởng của nồng độ cellulase và thời gian ủ enzyme đến hàm lượng anthocyanin thu hồi. Mẫu (2 g, tính theo chất khô) được phối trộn với cellulase ở các mức 0,2 - 1,0% (w/w), bổ sung đệm acetate pH 5,5 theo tỷ lệ 1: 25 (w/v) và ủ ở 45°C; thời gian ủ được cố định ở 60 phút khi

khảo sát nồng độ enzyme; ngược lại, nồng độ enzyme được giữ ở mức tối ưu từ thí nghiệm trước khi khảo sát thời gian ủ (30 - 150 phút). Sau giai đoạn tiền xử lý enzyme, bổ sung ethanol 96% theo tỷ lệ 1: 10 (w/v), điều chỉnh pH = 2 để đạt nồng độ dung môi xấp xỉ 60% ethanol, sau đó tiếp tục ủ ở 55°C trong 50 phút trong điều kiện tránh ánh sáng; dịch chiết được ly tâm loại bã trước khi phân tích. Hàm lượng anthocyanin tổng được định lượng bằng phương pháp vi sai pH và biểu thị theo mg/g_{ck}. Cách tiếp cận, dùng cellulase được lựa chọn do enzyme thủy phân

thành tế bào, hỗ trợ giải phóng chất màu và tăng khuếch tán chất tan, từ đó có thể cải thiện hiệu suất thu hồi anthocyanin so với trích ly dung môi đơn thuần [13, 14].

2.2.4. Tối ưu hóa quá trình trích ly anthocyanin từ gạo nếp than

Quá trình tối ưu hóa dựa trên thiết kế Box-Behnken với ba yếu tố biến độc lập là biên độ siêu âm (X₁, %), thời gian siêu âm (X₂, phút), tỉ lệ nguyên liệu/dung môi (X₃, w/v). Thực hiện mã hóa các mức yếu tố trên (Bảng 1).

Bảng 1. Mã hóa các mức yếu tố ảnh hưởng đến quá trình trích ly anthocyanin

Các yếu tố ảnh hưởng	Mức các yếu tố		
	-1	0	+1
Biên độ siêu âm (X ₁ , %)	20	30	40
Thời gian siêu âm (X ₂ , phút)	2	6	10
Tỷ lệ nguyên liệu/dung môi (X ₃ , w/v)	1/10	1/20	1/30

Quy trình tối ưu hóa điều kiện trích ly anthocyanin từ gạo nếp than được thực hiện bằng phương pháp trích ly cho hiệu quả cao nhất đã sàng lọc (hỗ trợ vi sóng, siêu âm hoặc hỗ trợ enzyme), sử dụng thiết kế đáp ứng bề mặt Box-Behnken (BBD) [15]. Mô hình hồi quy bậc hai được xây dựng theo dạng tổng quát $Y = b_0 + \sum b_i X_i + \sum b_{ij} X_i X_j + \sum b_{ii} X_i^2$

Trong đó: Y hàm lượng anthocyanin (mg/g_{ck}); b₀ là hằng số; b_i là hệ số ảnh hưởng tuyến tính của các yếu tố X_i; b_{ij} là hệ số tương tác giữa các yếu tố; b_{ii} là hệ số ảnh hưởng bậc hai (hiệu ứng cong). Từ các kết quả phân tích phương sai (ANOVA), mô hình được đánh giá dựa trên các thông số thống kê như: Hệ số tương quan R², hệ số tương quan hiệu chỉnh (R²_{adj}), giá trị p (p-value) của mô hình, kiểm định độ phù hợp (Lack of Fit) và biểu đồ bề mặt đáp ứng (Response Surface). Hệ số R² càng gần 1 cho thấy mức độ phù hợp của mô hình với dữ liệu thực nghiệm càng cao, R² hiệu chỉnh phản ánh mức độ giải thích biến phụ thuộc đã được hiệu chỉnh theo số lượng biến độc lập, giúp đánh giá mô hình một cách chính xác hơn và tránh hiện tượng quá khớp. Giá trị p nhỏ hơn 0,05 cho thấy mô hình có ý nghĩa thống kê ở mức tin cậy 95% [16].

2.3. Xác định hàm lượng anthocyanin

Hàm lượng anthocyanin tổng (mg/g_{ck}) được xác định bằng phương pháp vi sai pH. Độ hấp thụ của dịch chiết anthocyanin được đo bằng quang

phổ UV - Vis tại bước sóng 520 nm. Hàm lượng anthocyanin được tính theo đơn vị tương đương cyanidin-3-glucoside dựa trên công thức sau [17]:

$$\text{Hàm lượng anthocyanin (mg/g)} = \frac{A \times DF \times MW \times V}{\epsilon \times L \times m}$$

Trong đó: A là (A_{λ_{max}} - A_{λ₇₀₀})_{pH=1} - (A_{λ_{max}} - A_{λ₇₀₀})_{pH=4,5}; DF là hệ số pha loãng; L là chiều dài cuvet (1 cm); MW là khối lượng phân tử của cyanidin 3-glucoside, MW = 449,2 g/mol; V là thể tích dung dịch màu sau pha loãng (mL); ε là hệ số hấp thụ mol (l.mol⁻¹.cm⁻¹), ε = 26.900 l.mol⁻¹.cm⁻¹; m là khối lượng mẫu (g)

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Các thí nghiệm được tiến hành lặp lại 3 lần. Số liệu thí nghiệm được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2019 và phương pháp thống kê ANOVA được xử lý bởi phần mềm Minitab 2019 và tối ưu hóa được xử lý bởi phần mềm JMP Pro 17.

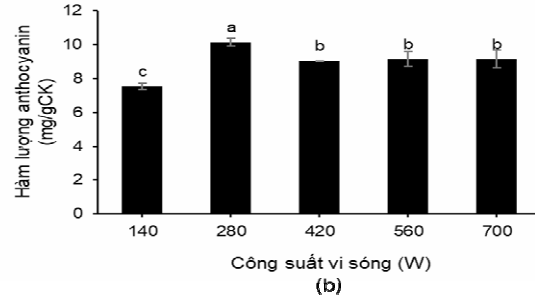
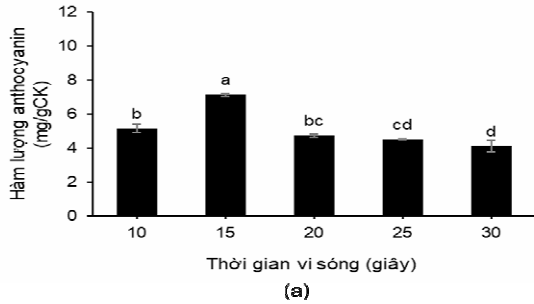
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng vi sóng đến trích ly anthocyanin từ gạo nếp than

Công suất và thời gian vi sóng là hai thông số quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả trích ly anthocyanin, do chi phối đồng thời quá trình truyền nhiệt và phá vỡ cấu trúc tế bào. Kết quả khảo sát ở hình 1 cho thấy, khi công suất vi sóng tăng từ 140 W lên 280 W, hàm lượng anthocyanin tăng đáng kể từ 7,54 ± 0,17 lên

10,12 ± 0,22 mg/g_{ck} chứng tỏ được rằng sự gia tăng năng lượng vi sóng đã thúc đẩy quá trình khuếch tán và giải phóng anthocyanin khỏi ma trận tế bào. Tuy nhiên, khi tiếp tục tăng công suất lên 420 - 560 W, hàm lượng anthocyanin giảm rõ rệt. Hiện tượng này có thể được giải thích do cường độ vi sóng cao làm tăng nhanh nhiệt độ hệ, mặc dù ban đầu giúp tăng hiệu suất trích ly,

nhưng đồng thời cũng thúc đẩy quá trình phân hủy nhiệt của anthocyanin – một hợp chất nhạy cảm với nhiệt, đặc biệt do sự hiện diện của các nhóm glycoside trong cấu trúc phân tử [18]. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của N.Pap và cs (2013), khi điều kiện vi sóng trung bình cho hiệu suất thu hồi anthocyanin cao nhất từ quả mâm xôi đen [19].

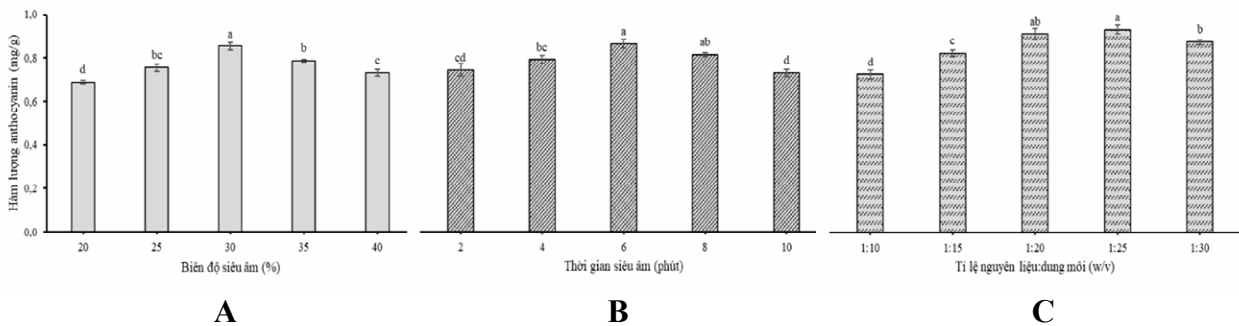


Hình 1. Ảnh hưởng của công suất (a) và thời gian (b) vi sóng đến quá trình trích ly anthocyanin

Bên cạnh đó, thời gian vi sóng cũng thể hiện ảnh hưởng tương tự đến hiệu suất trích ly. Khi thời gian tăng từ 10 - 15 giây, hàm lượng anthocyanin tăng từ 5,16 ± 0,25 lên 7,14 ± 0,09 mg/g_{ck}; tuy nhiên, khi kéo dài thời gian xử lý đến 20 - 30 giây, hàm lượng anthocyanin có xu hướng giảm. Điều này cho thấy, việc kéo dài thời gian vi sóng vượt ngưỡng tối ưu dẫn đến tích lũy nhiệt quá mức trong hệ, làm tăng áp suất nội bào và gây phá hủy cấu trúc tế bào một cách không kiểm soát, đồng thời thúc đẩy sự thoái hóa các hợp chất nhạy nhiệt như anthocyanin. Ngoài ra, sự gia tăng hằng số điện môi của dung môi dưới tác động vi sóng cũng làm gia tăng tương tác năng lượng, góp phần gây phân hủy hợp chất mục tiêu trước khi được thu nhận hoàn toàn [19]. Do đó, việc tối ưu đồng thời công suất và thời gian vi sóng là cần thiết nhằm đạt hiệu quả trích ly cao nhất trong khi vẫn duy trì được tính ổn định của anthocyanin.

Kỹ thuật siêu âm được xem là một phương pháp hiệu quả trong trích ly các hợp chất tự nhiên từ nguyên liệu thực vật nhờ khả năng tăng cường hiện tượng xâm thực (cavitation), phá vỡ cấu trúc tế bào và thúc đẩy quá trình khuếch tán chất tan. Kết quả ở hình 2 cho thấy, các thông số kỹ thuật như biên độ siêu âm, thời gian xử lý và tỷ lệ nguyên liệu/dung môi có ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất thu hồi anthocyanin. Cụ thể, khi tăng biên độ siêu âm từ 20% lên 30%, hàm lượng anthocyanin tăng và đạt giá trị cao nhất tại 30% (0,854 ± 0,018 mg/g_{ck}); tuy nhiên, khi tiếp tục tăng lên 40%, hàm lượng giảm xuống 0,732 ± 0,017 mg/g_{ck}. Điều này có thể giải thích, do ở mức biên độ tối ưu, hiệu ứng xâm thực giúp phá vỡ thành tế bào hiệu quả và tăng cường truyền khối, trong khi biên độ quá cao làm gia tăng nhiệt độ và áp suất cục bộ, dẫn đến sự suy thoái anthocyanin [20, 21].

3.2. Ảnh hưởng sóng siêu âm đến trích ly anthocyanin từ gạo nếp than



Hình 2. Ảnh hưởng của biên độ siêu âm (A), thời gian siêu âm (B), tỉ lệ nguyên liệu/dung môi (C) đến quá trình trích ly anthocyanin

Trương tự, thời gian siêu âm cũng ảnh hưởng rõ rệt đến hiệu suất trích ly. Khi tăng thời gian từ 2 lên 6 phút, hàm lượng anthocyanin tăng từ $0,746 \pm 0,029$ lên $0,866 \pm 0,020$ mg/g_{ck}, nhưng giảm xuống $0,815 \pm 0,010$ mg/g_{ck} khi kéo dài đến 8 phút. Kết quả này cho thấy, thời gian xử lý quá dài có thể gây phân hủy các hợp chất nhạy nhiệt như anthocyanin, làm giảm hiệu quả thu hồi [22]. Xu hướng này phù hợp với các kết quả nghiên cứu trước đây, trong đó thời gian siêu âm tối ưu thường nằm trong khoảng 5 - 6 phút đối với các nguyên liệu giàu anthocyanin [23, 24].

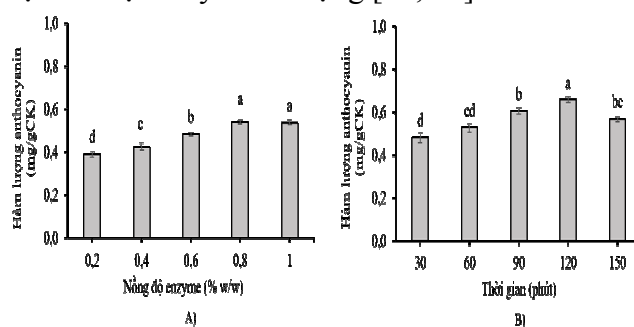
Bên cạnh đó, tỷ lệ nguyên liệu/dung môi cũng là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến quá trình khuếch tán. Khi tăng tỷ lệ từ 1/10 lên 1/25 (w/v), hàm lượng anthocyanin tăng từ $0,727 \pm 0,021$ lên $0,934 \pm 0,019$ mg/g_{ck}, sau đó giảm nhẹ khi tăng lên 1/30 (w/v). Hiện tượng này có thể được giải thích bởi sự gia tăng chênh lệch nồng độ giữa pha rắn và dung môi giúp thúc đẩy quá trình khuếch tán; tuy nhiên, khi lượng dung môi quá lớn, dịch chiết bị pha loãng, làm giảm hiệu quả thu hồi. Như vậy, điều kiện siêu âm tối ưu để trích ly anthocyanin trong nghiên cứu này là biên độ 30%, thời gian 6 phút và tỷ lệ nguyên liệu/dung môi 1/25 (w/v), với hàm lượng anthocyanin đạt $0,934 \pm 0,019$ mg/g_{ck}. Các điều kiện này đảm bảo cân bằng giữa hiệu quả phá vỡ cấu trúc tế bào và hạn chế sự suy thoái của anthocyanin, qua đó nâng cao hiệu suất trích ly và duy trì chất lượng dịch chiết.

3.3. Ảnh hưởng enzyme đến trích ly anthocyanin từ gạo nếp than

Việc sử dụng enzyme hỗ trợ trong quá trình trích ly đã trở nên phổ biến nhờ khả năng xúc tác sinh học hiệu quả, giúp phá vỡ cấu trúc thành tế bào thực vật và giải phóng các hợp chất mục tiêu. Kết quả ảnh hưởng của nồng độ enzyme và thời gian ủ đến quá trình trích ly anthocyanin từ gạo nếp than được thể hiện ở hình 3.

Việc sử dụng enzyme trong trích ly anthocyanin được chứng minh là một phương pháp hiệu quả nhờ khả năng xúc tác sinh học giúp phá vỡ cấu trúc thành tế bào và giải phóng các hợp chất nội bào, từ đó nâng cao hiệu suất thu hồi và chất lượng dịch chiết. Kết quả ở hình 3 cho thấy nồng độ enzyme cellulase có ảnh hưởng đáng kể đến hàm lượng anthocyanin. Cụ thể, khi

nồng độ enzyme tăng từ 0,2% lên 0,8%, hàm lượng anthocyanin tăng và đạt giá trị cao nhất tại 0,8% ($0,539 \pm 0,007$ mg/g_{ck}); tuy nhiên, khi tiếp tục tăng lên 1%, sự gia tăng không còn có ý nghĩa ($0,541 \pm 0,012$ mg/g_{ck}). Điều này có thể giải thích do khi đạt đến ngưỡng bão hòa cơ chất, tốc độ phản ứng enzyme không tiếp tục tăng, trong khi lượng enzyme dư thừa có thể làm thay đổi cấu trúc mô và kéo theo sự giải phóng các hợp chất không mong muốn, ảnh hưởng đến độ tinh khiết của dịch chiết [25]. Kết quả này tương đồng với các kết quả nghiên cứu trước, mặc dù nồng độ enzyme tối ưu có thể thay đổi tùy theo nguyên liệu và loại enzyme sử dụng [26, 27].



Hình 3. Ảnh hưởng của nồng độ enzyme (A) và thời gian ủ (B)

đến quá trình trích ly anthocyanin

Bên cạnh đó, thời gian ủ enzyme cũng là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả trích ly. Khi tăng thời gian ủ từ 30 đến 120 phút, hàm lượng anthocyanin tăng đáng kể và đạt cực đại tại 120 phút ($0,657 \pm 0,014$ mg/g_{ck}); tuy nhiên, khi kéo dài đến 150 phút, hàm lượng giảm xuống còn $0,568 \pm 0,013$ mg/g_{ck}. Xu hướng này phản ánh đặc điểm động học của phản ứng enzyme, trong đó cần một khoảng thời gian đủ dài để enzyme tiếp xúc và thủy phân cấu trúc thành tế bào. Tuy nhiên, thời gian xử lý kéo dài có thể dẫn đến sự suy giảm hoạt tính enzyme, gia tăng quá trình oxy hóa và phân hủy thứ cấp của anthocyanin, làm giảm hiệu suất thu hồi [28]. Kết quả này phù hợp với các kết quả nghiên cứu trước đây, trong đó thời gian xử lý enzyme tối ưu thường nằm trong khoảng 1-2 giờ tùy thuộc vào hệ enzyme và nguyên liệu [29, 30]. Từ kết quả cho thấy, điều kiện tối ưu cho quá trình trích ly anthocyanin có hỗ trợ enzyme là nồng độ cellulase 0,8% kết hợp với thời gian ủ 120 phút. Các điều kiện này đảm bảo hiệu quả phá vỡ cấu trúc tế bào, tối đa hóa khả năng giải phóng anthocyanin đồng thời hạn

chế sự suy thoái hợp chất, qua đó nâng cao hiệu suất và chất lượng dịch chiết.

3.4. Tối ưu hóa trích ly anthocyanin từ gạo nếp than

Sau khi khảo sát trên hai phương pháp trích ly anthocyanin từ gạo nếp than là trích ly có hỗ trợ vi sóng, siêu âm và trích ly có hỗ trợ enzyme cho thấy phương pháp trích ly có hỗ trợ siêu âm

đạt hiệu quả cao nhất. Vì thế, tiến hành tối ưu hóa điều kiện trích ly anthocyanin có hỗ trợ siêu âm nhằm nâng cao hiệu suất trích ly anthocyanin từ gạo nếp than và sử dụng phần mềm JMP Pro 17 với phương pháp bề mặt đáp ứng (RSM) thiết kế theo mô hình Box Behnken thu được 15 thực nghiệm với hàm mục tiêu là hàm lượng anthocyanin (mg/g_{ck}) (Bảng 2).

Bảng 2. Thiết kế thực nghiệm và kết quả

Thí nghiệm	X ₁	X ₂	X ₃	Y (mg/g _{ck})
1	-1	-1	0	0,756
2	-1	+1	0	0,782
3	+1	-1	0	0,803
4	+1	+1	0	0,915
5	0	-1	-1	0,778
6	0	-1	+1	0,876
7	0	+1	-1	0,893
8	0	+1	+1	0,837
9	-1	0	-1	0,735
10	+1	0	-1	0,784
11	-1	0	+1	0,822
12	+1	0	+1	0,874
13	0	0	0	0,952
14	0	0	0	0,941
15	0	0	0	0,971

Phân tích phương sai được dùng để đánh giá mức độ phù hợp của mô hình. Kết quả phân tích ANOVA bằng phần mềm JMP Pro 17 cho thấy sự

ảnh hưởng tuyến tính, bình phương của các biến độc lập, sự tương tác của các biến và các hệ số hồi quy được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Kết quả phân tích phương sai của phương trình hồi quy

Nguồn	DF	Tồn bình phương	Trung bình bình phương	P-value
Mô hình	9	0,07597552	0,008442	
Sai số	5	0,00399942	0,000800	0,0092*
Tổng hiệu chỉnh	14	0,07997493		
Độ không phù hợp của mô hình	3	0,00353875	0,001180	5,1212
Sai số thuần	2	0,00046067	0,000230	0,1677
Tổng sai số	5	0,00399942		

Bảng 4. Giá trị ước lượng các hệ số hồi quy của mô hình dự đoán hàm lượng anthocyanin

Nguồn	DF	Tồn bình phương	Trung bình bình phương	P-value
Mô hình	9	0,07597552	0,008442	
Sai số	5	0,00399942	0,000800	0,0092*
Tổng hiệu chỉnh	14	0,07997493		
Độ không phù hợp của mô hình	3	0,00353875	0,001180	5,1212
Sai số thuần	2	0,00046067	0,000230	0,1677
Tổng sai số	5	0,00399942		

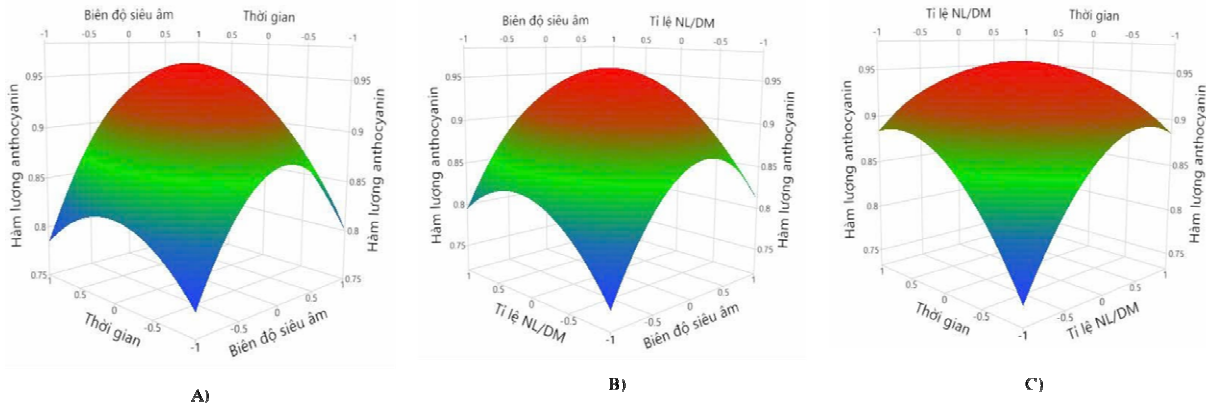
Do vậy, phân tích ý nghĩa các hệ số hồi quy tìm phương trình hồi quy có dạng như sau:

$$Y = 0,955 + 0,035X_1 + 0,027X_2 + 0,027X_3 - 0,039X_2X_3 - 0,092X_1^2 - 0,049X_2^2 - 0,059X_3^2$$

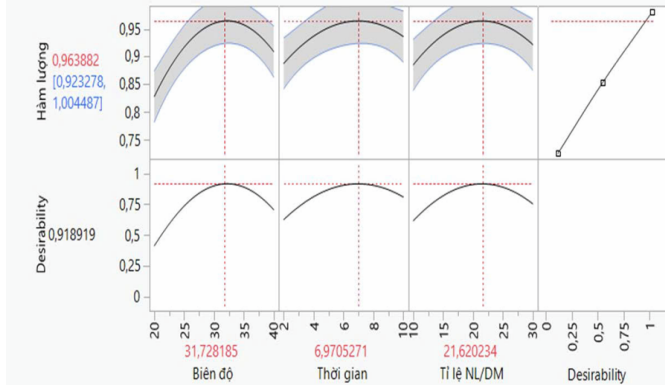
Kết quả ở bảng 4 cho thấy các yếu tố tuyến tính gồm biên độ siêu âm (X₁), thời gian siêu âm (X₂) và tỷ lệ nguyên liệu/dung môi (X₃) đều có ảnh hưởng có ý nghĩa đến hàm lượng

anthocyanin ($p < 0,05$). Ngược lại, các tương tác X_1X_2 và X_1X_3 không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) và được loại khỏi mô hình. Hệ số tương tác X_2X_3 và các hệ số bậc hai (X_1^2 , X_2^2 , X_3^2) đều có ý

nghĩa ($p < 0,05$) và mang giá trị âm, cho thấy sự tồn tại của điểm cực đại và xu hướng giảm hàm lượng anthocyanin khi các biến vượt quá giá trị tối ưu.



Hình 4. Mô hình bề mặt đáp ứng thể hiện ảnh hưởng của các yếu tố, (A) biên độ (%) và thời gian siêu âm (phút), (B) Biên độ (%) và tỉ lệ NL/DM (w/v), (C) Thời gian (phút) và tỉ lệ NL/DM (w/v)



Hình 5. Mô hình dự đoán hàm lượng anthocyanin

Phân tích phương sai (ANOVA) được sử dụng nhằm đánh giá mức độ phù hợp của mô hình hồi quy bậc hai trong thiết kế Box - Behnken. Kết quả cho thấy, mô hình có ý nghĩa thống kê với giá trị p nhỏ hơn 0,05, đồng thời hệ số xác định $R^2 = 0,95$ chứng tỏ 95% sự biến thiên của hàm lượng anthocyanin được giải thích bởi mô hình, đáp ứng yêu cầu về độ phù hợp theo Guan và Yao (2008) [31]. Kiểm định Lack-of-Fit không có ý nghĩa ($p = 5,1212 > 0,05$), cho thấy không có sự sai khác đáng kể giữa giá trị dự đoán và thực nghiệm, khẳng định tính phù hợp và độ tin cậy của mô hình.

Từ mô hình hồi quy thu được, điều kiện tối ưu được xác định với biên độ siêu âm 31,73%, thời gian siêu âm 6,97 phút và tỷ lệ nguyên liệu/dung môi 1/21,62 (w/v), tại đó hàm lượng anthocyanin đạt giá trị cực đại 0,964 mg/g_{ck}. Kết quả mô phỏng bề mặt đáp ứng (Hình 4) cho thấy cả ba yếu tố đều ảnh hưởng đáng kể đến quá trình trích ly. Cụ thể,

sự gia tăng biên độ siêu âm làm tăng hiệu ứng cavitation, thúc đẩy phá vỡ thành tế bào và tăng khả năng khuếch tán; trong khi đó, tỷ lệ dung môi lớn hơn giúp tăng gradient nồng độ, từ đó nâng cao hiệu suất trích ly [32]. Tuy nhiên, khi các yếu tố này vượt quá ngưỡng tối ưu hoặc kết hợp ở mức cao, hiện tượng phân hủy anthocyanin và trạng thái cân bằng khuếch tán xảy ra, dẫn đến giảm hiệu suất thu hồi [33]. Kết quả kiểm chứng thực nghiệm tại điều kiện tối ưu cho thấy hàm lượng anthocyanin đạt $0,945 \pm 0,028$ mg/g_{ck}, sai lệch 1,97% so với giá trị dự đoán (0,964 mg/g_{ck}) (Hình 5), nhỏ hơn 5%. Điều này chứng tỏ mô hình hồi quy có độ chính xác cao và khả năng dự đoán tốt, phù hợp cho việc tối ưu hóa quá trình trích ly anthocyanin từ gạo nếp than.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã chứng minh rằng phương pháp trích ly có hỗ trợ siêu âm là hiệu quả hơn trong việc thu nhận anthocyanin từ gạo nếp than so với các phương pháp vi sóng và enzyme. Các yếu tố công nghệ như: Biên độ siêu âm, thời gian xử lý và tỷ lệ nguyên liệu/dung môi đều có ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất trích ly. Thông qua thiết kế Box - Behnken và mô hình bề mặt đáp ứng, điều kiện tối ưu đã được xác định với hàm lượng anthocyanin đạt 0,964 mg/g_{ck}. Kết quả kiểm chứng thực nghiệm cho thấy độ sai lệch (< 5%), khẳng định độ tin cậy và khả năng dự đoán của mô hình. Nhìn chung, việc tối ưu hóa các thông số siêu âm không chỉ giúp nâng cao hiệu suất trích ly mà còn góp phần duy trì tính ổn định

của anthocyanin. Kết quả nghiên cứu góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho việc định hướng lựa chọn phương pháp trích ly anthocyanin từ gạo nếp than, làm tiền đề cho các nghiên cứu tiếp theo hướng tới phát triển sản phẩm có giá trị gia tăng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. S. Chen *et al.* (2024). Anthocyanin and its bioavailability, health benefits, and applications: A comprehensive review. *Food Reviews International*. 40(10), 3666 - 3689.
- [2]. A. Castañeda-Ovando *et al.* (2009). Chemical studies of anthocyanins: A review." *Food Chemistry*, 113(4), 859 - 871.
- [3]. P. Bharathy and P. V. Thanikachalam (2025). Pharmacological relevance of anthocyanin derivative: A review. *Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine*. vol. 14, p. 100565.
- [4]. H. Zhang *et al.* (2015). Phenolic compounds and antioxidant properties of breeding lines between the white and black rice. *Food Chem*, 172, 630 - 639.
- [5]. A. Poonia and S. Pandey (2021). Bioactive compounds, nutritional benefits and food applications of black rice: a review. *Nutrition & Food Science*. 52(3), 466 - 482.
- [6]. L. T. K. Loan *et al.* (2022). Nghiên cứu trích ly anthocyanin trong cám gạo cẩm trồng tại Cai Lậy (Tiền Giang) bằng phương pháp hỗ trợ sóng siêu âm. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, 5, 40 - 45.
- [7]. L. T. K. Loan *et al.* (2021). Tối ưu hóa quá trình trích ly anthocyanin trong cám gạo cẩm bằng sóng siêu âm. *Hội nghị Công nghệ sinh học toàn quốc, Đại học Thái Nguyên*, 874 - 879.
- [8]. J. Tan *et al.* (2022). Extraction and purification of anthocyanins: A review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 8, 100306.
- [9]. W. Routray and V. Orsat (2011). Microwave - assisted extraction of flavonoids: A review. *Food and Bioprocess Technology*, 5(2), 409 - 424.
- [10]. S. Sethi and V. K. Rathod (2025). Recent advances in ultrasound-assisted extraction of natural products using novel solvents: a mini-review. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 48, 101132.
- [11]. F. Chemat *et al.* (2017). Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. *Ultrason Sonochem*, 34, 540 - 560.
- [12]. L. Wang, C. L. (2026). Weller, and Technology. Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants, 17(6), 300 - 312.
- [13]. T. L. Swer *et al.* (2018). Optimization of enzyme aided extraction of anthocyanins from *Prunus nepalensis* L. *Lwt*, 91, 382 - 390.
- [14]. T. L. Swer *et al.* (2016). Evaluation of enzyme treatment conditions on extraction of anthocyanins from *Prunus nepalensis* L. *Int J Biol Macromol*, 92, 867 - 871.
- [15]. G. E. Box and D. W. Behnken (1960). Some new three level designs for the study of quantitative variables. *Technometrics*, 2(4), 455 - 475.
- [16]. R. H. Myers, D. C. Montgomery, and C. M. Anderson-Cook (2016). *Response surface methodology: Process and product optimization using designed experiments*. John Wiley & Sons.
- [17]. T. Maier *et al.* (2008). Optimization of a process for enzyme-assisted pigment extraction from grape (*Vitis vinifera* L.) pomace, 227, 267 - 275.
- [18]. I. E. Garofulić *et al.* (2013). The effect of microwave assisted extraction on the isolation of anthocyanins and phenolic acids from sour cherry Marasca (*Prunus cerasus* var. Marasca)." *Journal of Food Engineering*, 117(4), 437 - 442.
- [19]. N. Pap *et al.* (2013). Microwave-assisted extraction of anthocyanins from black currant marc. *Food and Bioprocess Technology*, 6, 2666 - 2674.
- [20]. Z.-S. Zhang *et al.* (2018). Ultrasound-assisted extraction of oil from flaxseed." *Separation and Purification Technology*, 62(1), 192 - 198.
- [21]. J. Sun *et al.* (2016). Stability, antioxidant capacity and degradation kinetics of pelargonidin-3-glucoside exposed to ultrasound power at low temperature." *Molecules*, 21(9).
- [22]. B. K. Tiwari *et al.* (2010). Effect of ultrasound processing on anthocyanins and color of red grape juice." *Ultrason Sonochem*, 17(3), 598 - 604.

- [23]. S. Oancea *et al.* (2013). Conventional and ultrasound-assisted extraction of anthocyanins from blackberry and sweet cherry cultivars. *Acta Chim Slov*, 60 (2), 383 -389.
- [24]. S. Mane *et al.* (2015). Effect of ultrasound on the extraction of total anthocyanins from Purple Majesty potato. *Ultrason Sonochem*. 27, 509 - 514.
- [25]. B. B. Li, B. Smith, and M. M. Hossain (2006). Extraction of phenolics from citrus peels. *Separation and Purification Technology*, 48(2), pp. 189 - 196.
- [26]. M. Kumar *et al.* (2022). "Optimization of the use of cellulolytic enzyme preparation for the extraction of health promoting anthocyanins from black carrot using response surface methodology. *Lwt*, 163.
- [27]. P. R. Amulya and R. Ul Islam. (2023). Optimization of enzyme-assisted extraction of anthocyanins from eggplant (*Solanum melongena* L.) peel. *Food Chem X*, 18, 100643.
- [28]. R. Ravanfar, A. M. Tamadon, and M. Niakousari. (2015). Optimization of ultrasound assisted extraction of anthocyanins from red cabbage using Taguchi design method." *J Food Sci Technol*, 52(12), 8140 - 8147.
- [29]. N. Stanek-Wandzel *et al.* (2024). Evaluation of Cellulase, Pectinase, and Hemicellulase Effectiveness in Extraction of Phenolic Compounds from Grape Pomace. *Int J Mol Sci*. 25(24) :13538. DOI:10.3390/ijms252413538
- [30]. P. G. Kapasakalidis, R. A. Rastall, and M. H. Gordon. (2009). Effect of a cellulase treatment on extraction of antioxidant phenols from black currant (*Ribes nigrum* L.) pomace. *J Agric Food Chem*, 57(10), 4342 - 4351.
- [31]. X. Guan and H. Yao. (2008). Optimization of Viscozyme L-assisted extraction of oat bran protein using response surface methodology. *Food Chemistry*, 106(1), 345-351.
- [32]. F. Li *et al.* (2019). Simultaneous optimization of the acidified water extraction for total anthocyanin content, total phenolic content, and antioxidant activity of blue honeysuckle berries (*Lonicera caerulea* L.) using response surface methodology. *Food Sci Nutr*, 7(9), 2968 - 2976.
- [33]. R. Muangrat. (2023). Optimizing Ultrasound Probe Extraction for Anthocyanin and Phenolic Content from Purple Waxy Corn's Dried Cobs: Impact of extraction temperature and time. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 11(2), 830 - 843.

OPTIMIZATION OF ANTHOCYANIN EXTRACTION FROM BLACK GLUTINOUS RICE

(*Oryza rufipogon*)

Le Thi Hong Anh¹, Nguyen Le Tram¹, Hoang Thi Ngoc Nhon¹

¹Ho Chi Minh City University of Industry and Trade

Abstract

This study aimed to evaluate the effects of different extraction techniques, including microwave-assisted extraction (MAE), ultrasound-assisted extraction (UAE), and enzyme-assisted extraction (EAE), on the recovery and optimization of anthocyanins from black glutinous rice (*Oryza rufipogon*). The results indicated that UAE achieved the highest efficiency and was therefore selected for further optimization using a Box-Behnken design combined with response surface methodology. The optimal conditions were determined as ultrasound amplitude of 31.73%, extraction time of 6.97 min, and solid-to-solvent ratio of 1/21.62 (w/v), under which the anthocyanin content reached 0.964 mg/g dry weight. Experimental validation yielded 0.945 ± 0.028 mg/g dry weight, with a deviation of less than 5% from the predicted value. These findings confirm the potential of UAE combined with statistical optimization in enhancing anthocyanin recovery from black glutinous rice, contributing to the development of high-value food and pharmaceutical products.

Keywords: Anthocyanin, enzyme, black glutinous rice, *Oryza rufipogon*, microwave, ultrasound.

Ngày nhận bài: 25/12/2025

Ngày chuyển phản biện: 19/3/2026

Ngày thông qua phản biện: 02/4/2026

Ngày duyệt đăng: 10/4/2026

TỐI ƯU HÓA QUY TRÌNH CHIẾT XUẤT TRONG ĐIỀU CHẾ CAO LÁ GIANG (*Aganonerion polymorphum* Pierre ex Spire) BẰNG MÔ HÌNH BOX-BEHNKEN

Phù Thị Thanh Khiết^{1,*}, Trương Thị Tú Trân¹, Trần Việt Quyên¹,
Kong Narin¹, Lê Thái Anh Thư²

¹ Khoa Khoa học Thực phẩm và Sức khỏe, Trường Đại học Kiên Giang

² Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Cao đẳng Cộng đồng Đồng Tháp

*Email: pttkhiết@vnkgu.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu thực hiện tối ưu hóa quy trình chiết xuất polyphenol tổng (TPC) và flavonoid tổng (TFC) trong điều chế cao lá giang (*Aganonerion polymorphum* Pierre ex Spire). Thí nghiệm được thiết kế theo phương pháp bề mặt đáp ứng (RSM) dựa trên thiết kế Box-Behnken (BBD), ba biến khảo sát bao gồm: Nồng độ ethanol (50 - 90%); tỷ lệ dung môi: mẫu (10: 1 - 20: 1, mL/g) và thời gian siêu âm (5 - 15 phút), chỉ tiêu theo dõi hàm lượng TPC (mg GAE/g CK) và TFC (mg QE/g CK). Kết quả cho thấy, mô hình có ý nghĩa thống kê cao ($P_{model} < 0,0001$), giá trị *Lack-of-fit* > 0,05 ($P_{TPC} = 0,069$; $P_{TFC} = 0,219$), hệ số xác định $R^2 > 98\%$ ở cả hai mô hình, qua đó chứng tỏ mô hình phù hợp và ổn định. Các yếu tố tuyến tính bậc hai và tương tác đều ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất chiết, thể hiện tính phi tuyến và sự tồn tại điểm cực đại trong vùng khảo sát. Điều kiện chiết xuất tối ưu được xác định là ethanol 73%, tỷ lệ dung môi: mẫu 16: 1 (mL/g) và thời gian siêu âm 10,5 phút. Kiểm chứng thực nghiệm bằng kiểm định hai phía ($\mu \neq \mu_0$) cho thấy tính chính xác của mô hình dự đoán. Kết quả trên là thông tin khoa học tin cậy nhằm phát triển quy trình sản xuất cao giàu hợp chất sinh học.

Từ khoá: Cao lá giang, Box-Behnken, flavonoids, polyphenols, sóng siêu âm.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lá giang (*Aganonerion polymorphum* Pierre ex Spire) là cây dược liệu thuộc họ Apocynaceae [1], loài dây leo phân bố rộng ở khu vực Đông Nam Á như: Thái Lan, Campuchia, Lào và Việt Nam [2]. Trong y học dân gian ở Việt Nam, lá giang được sử dụng truyền thống như một loại rau hoặc thuốc. Các nghiên cứu hóa học đã công bố cho thấy, lá giang chứa nhiều nhóm hợp chất sinh học quan trọng như: Triterpenoid (đặc biệt axit ursolic), alkaloid, steroid, glycosid tim, saponin, coumarin và các hợp chất phenolic [3, 4]. Trong đó, hợp chất phenolic và flavonoid là hai nhóm nổi bật, thường được định lượng dưới dạng TPC và TFC, đóng vai trò quan trọng trong hoạt tính chống oxy hóa và thể hiện hoạt tính kháng [5]. Trong những năm gần đây, việc nghiên cứu và khai thác các hợp chất sinh học từ thực vật đã trở thành xu hướng nổi bật trong lĩnh vực dược liệu và thực phẩm chức năng. TPC và TFC là những nhóm hợp chất quan trọng, có hoạt

tính chống oxy hóa mạnh, góp phần nâng cao giá trị sinh học của các sản phẩm chiết xuất từ thực vật. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh rằng, hiệu quả chiết xuất TPC và TFC phụ thuộc đáng kể vào các yếu tố công nghệ như nồng độ dung môi ethanol [6,7], tỷ lệ dung môi: Mẫu [8] và thời gian siêu âm [9].

Phương pháp bề mặt đáp ứng kết hợp với mô hình thiết kế thí nghiệm Box-Behnken đã được ứng dụng rộng rãi nhằm tối ưu hóa quá trình chiết xuất hợp chất sinh học [10, 11]. Mô hình đánh giá đồng thời sự tương tác phi tuyến giữa các yếu tố, xác định vùng điều kiện tối ưu, đồng thời giảm số lượng thí nghiệm cần thiết so với các phương pháp truyền thống [12]. Hiện nay, các nghiên cứu về lá giang chỉ dừng lại ở việc mô tả thành phần hóa học và hoạt tính sinh học [3, 4] mà chưa có công bố về tối ưu hóa quá trình chiết xuất TPC và TFC trong điều chế cao. Xu hướng nghiên cứu hiện nay cho thấy, việc kết hợp siêu âm hỗ trợ với mô hình Box-Behnken là phương pháp hiệu quả

để nâng cao hiệu suất chiết xuất và phân tích sự tương tác giữa các yếu tố công nghệ [6, 8]. Do đó, nghiên cứu này là cần thiết nhằm chuẩn hóa quy trình sản xuất cao từ lá giang, góp phần phát triển nguồn nguyên liệu dược liệu và thực phẩm chức năng có giá trị.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu, hoá chất và thiết bị

Nguyên liệu: Lá giang được thu hái vào tháng 4 năm 2025 tại xã Gò Quao, tỉnh An Giang. Sau khi thu hái, mẫu được vận chuyển về phòng thí nghiệm Trường Đại học Kiên Giang, rửa sạch để ráo nước. Lá được sấy bằng phương pháp nhiệt đối lưu ở 55°C cho đến khi đạt độ ẩm $9 \pm 1\%$. Mẫu khô được nghiền thành bột mịn và bảo quản ở -18°C, sử dụng làm nguyên liệu cho các thí nghiệm.

Các hoá chất sử dụng gồm: Folin-Ciocalteu's phenol reagent (2N, Đức); Na₂CO₃ (99,8%, Xilong, Trung Quốc); AlCl₃.6H₂O (98%, Xilong, Trung Quốc); NaNO₂ (99%, Xilong, Trung Quốc); NaOH (96%, Xilong, Trung Quốc); ethanol (99,5%, Xilong, Trung Quốc); methanol (99,5%, Xilong, Trung Quốc).

Thiết bị, dụng cụ: Tủ sấy nhiệt đối lưu (dung tích 108 lít, UF110Memmert, Đức); bể rửa siêu âm (18 lít, Elma S180H, Đức); máy ly tâm (Rotofix 32A, Hettich, Đức); máy quang phổ UV-

vis (UV 1800, Shimadzu, Nhật Bản); cân sấy ẩm (MS70, A&D, Nhật Bản); máy cô quay chân không (EV400, LabTech, Hàn Quốc).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Cân 20 g bột lá giang cho vào bình tam giác 500 ml cổ nhám có nút đậy. Cho ethanol vào bình tam giác lắc nhẹ cho mẫu ngập trong dung môi, đặt bình tam giác vào bể rửa siêu âm tiến hành đánh sóng siêu âm tần số 37 kHz cố định nhiệt độ 55°C. Sau đó, mẫu được ly tâm 6.000 vòng trong 15 phút, dịch chiết thu được dùng thiết bị cô quay chân không quay ở áp suất 150 ± 1 mbar, nhiệt độ 55°C, tốc độ quay 200 rpm. Cao thu được tiến hành phân tích các chỉ tiêu theo dõi.

Yếu tố khảo sát: Nồng độ ethanol trích ly 50 - 90%; tỷ lệ dung môi : mẫu 10: 1 - 20: 1 mL/g; thời gian siêu âm 5 - 15 phút. Chỉ tiêu theo dõi gồm: Hàm lượng TPC (mg GAE/g CK) và TFC (mg QE/g CK).

2.2.2. Thiết kế mô hình hóa thí nghiệm

Sử dụng phương pháp bề mặt đáp ứng thiết kế theo mô hình Box-Behnken với 3 yếu tố độc lập bao gồm: Nồng độ môi ethanol trích ly (X₁); tỷ lệ dung môi: mẫu (X₂), thời gian siêu âm (X₃), thí nghiệm thực hiện ở 3 mức độ khảo sát -1 (thấp); 0 (cơ sở); +1 (cao), phạm vi và mức độ các biến được bố trí như trong bảng 1.

Bảng 1. Ma trận thực nghiệm Box-Behnken với 3 yếu tố

Yếu tố	Đơn vị	Biến mã hóa	Mức mã hóa		
			-1	0	+1
Nồng độ ethanol	%	X ₁	50	70	90
Dung môi : mẫu	mL/g	X ₂	10:1	15:1	20:1
Thời gian siêu âm	Phút	X ₃	5	10	15

Phần mềm thống kê Statgraphic được sử dụng phân tích và lựa chọn mô hình phù hợp cho các dữ liệu thu được. Mức độ tương thích của mô hình được kiểm định và đánh giá bằng phương pháp phân tích phương sai ANOVA. Phương trình hồi quy bậc hai được xây dựng bằng phần mềm Statgraphic. Phương trình hồi quy có dạng:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * X_1 + \beta_2 * X_2 + \beta_3 * X_3 + \beta_{11} * X_1 * X_1 + \beta_{22} * X_2 * X_2 + \beta_{33} * X_3 * X_3 + \beta_{12} * X_1 * X_2 + \beta_{13} * X_1 * X_3 + \beta_{23} * X_2 * X_3$$

Trong đó: Y là biến phụ thuộc; β_0 là hệ số hồi quy tại tâm; $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ là hệ số tuyến tính; $\beta_{11}, \beta_{22},$

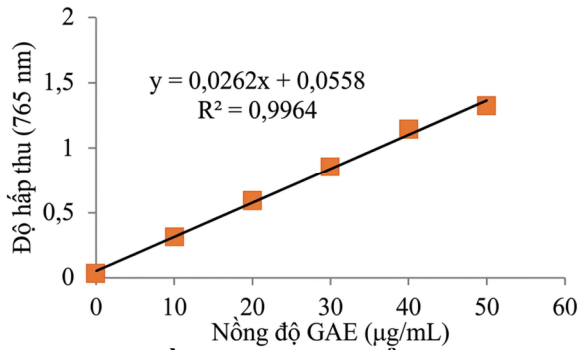
β_3 là hệ số bình phương; $\beta_{12}, \beta_{13}, \beta_{23}$ là hệ số tương tác; X₁, X₂, X₃ là biến độc lập.

2.2.3. Phương pháp phân tích TPC và TFC

Polyphenol tổng được xác định bằng phương pháp Folin-Ciocalteu [3]. Giá trị mật độ quang được đo tại bước sóng 765 nm bằng quang phổ UV-vis. Hàm lượng polyphenol có trong mẫu được tính theo hàm lượng gallic axit (GAE) theo phương trình đường chuẩn hình 1.

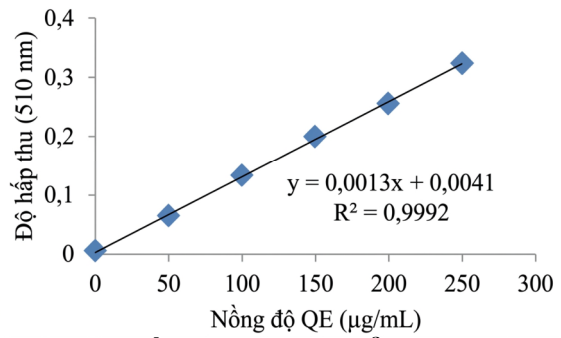
Flavonoid tổng được xác định bằng phương pháp phản ứng tạo màu với AlCl₃ [4]. Giá trị mật độ quang được đo tại bước sóng 510 nm bằng

quang phổ UV-vis. Hàm lượng flavonoid có trong mẫu được tính theo hàm lượng quercetin (QE)



Hình 1. Đồ thị đường chuẩn gallic axit

theo phương trình đường chuẩn hình 2.



Hình 2. Đồ thị đường chuẩn quercetin

trình trích ly TPC và TFC trong điều chế cao lá giang.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phương trình hồi quy

Mô hình BBD thuộc nhóm RSM được lựa chọn nhằm khảo sát ảnh hưởng đồng thời của nhiều yếu tố (X) đến các biến đáp ứng (Y). Mô hình đánh giá tác động riêng lẻ của từng yếu tố đến các biến đáp ứng, xác định tương tác hai chiều và ba chiều giữa các yếu tố và xây dựng phương trình hồi quy bậc hai để mô phỏng bề mặt đáp ứng, từ đó tối ưu hóa đáp ứng cho quá

Mô hình BBD được xây dựng với ba yếu tố liên tục: Nồng độ ethanol (50 - 90%); tỷ lệ dung môi : mẫu (10: 1 - 20: 1 mL/g) và thời gian siêu âm (5 - 15 phút). Thiết kế gồm 17 nghiệm thức, trong đó có 5 lần lặp lại tại điểm trung tâm. Bảng 2 trình bày kết quả hàm lượng TPC và TFC trong cao lá giang.

Bảng 2. Hàm lượng TPC, TFC theo mô hình BBD

STT	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂
	Nồng độ ethanol (%)	Dung môi : Mẫu (mL/g)	Thời gian siêu âm (phút)	TPC (mg GAE/g CK)	TFC (mg QE/g CK)
1	70	10: 1	5	23,776	18,280
2	70	15: 1	10	51,990	21,484
3	90	15: 1	5	26,334	18,639
4	70	15: 1	10	53,264	21,721
5	90	15: 1	15	44,639	17,036
6	50	20: 1	10	28,679	16,946
7	50	15: 1	15	26,164	18,390
8	70	10: 1	15	41,807	18,080
9	70	15: 1	10	56,096	21,166
10	70	20: 1	15	32,690	20,209
11	90	10: 1	10	30,883	17,284
12	70	15: 1	10	55,570	21,577
13	70	20: 1	5	37,853	18,725
14	70	15: 1	10	54,771	21,204
15	90	20: 1	10	42,940	20,000
16	50	10: 1	10	27,103	17,511
17	50	15: 1	5	24,969	16,088

Kết quả phân tích thống kê ANOVA (Bảng 3) cho thấy, mô hình thí nghiệm được xây dựng có ý nghĩa thống kê rất cao với giá trị *P-Value* của mô hình (Model) < 0,0001. Điều này khẳng

định rằng, mô hình phù hợp để dự đoán và tối ưu hóa quá trình trích ly TPC và TFC từ lá giang.

Đối với hàm lượng TPC, các yếu tố bậc một (X₁: Nồng độ ethanol, X₂: Tỷ lệ dung môi :

mẫu, X_3 : Thời gian siêu âm) có P -Value < 0,05, cho thấy cả ba yếu tố tuyến tính đóng góp đáng kể vào mô hình. Trong đó, nồng độ ethanol (X_1) có ảnh hưởng mạnh nhất, là yếu tố quyết định khả năng hòa tan polyphenol. Thời gian siêu âm (X_3) giữ vai trò quan trọng trong việc phá vỡ cấu trúc tế bào, giải phóng polyphenol, trong khi tỷ lệ dung môi : mẫu (X_2) ảnh hưởng đến khả năng khuếch tán và hòa tan hợp chất phenolic. Các yếu tố bậc hai (X_1X_1 , X_2X_2 , X_3X_3) có P -Value rất nhỏ, chứng minh mối quan hệ phi tuyến tính giữa các biến và TPC, nghĩa là hiệu quả trích ly đạt cực đại ở một khoảng tối ưu thay vì tăng tuyến tính. Các yếu tố tương tác (X_1X_2 , X_1X_3 , X_2X_3) có P -Value < 0,05, cho thấy quá trình trích ly TPC trong lá giang có sự tác động của đa yếu tố và phụ thuộc vào sự phối hợp giữa các yếu tố tương tác. Đối với hàm lượng TFC, các yếu tố bậc một (X_1 , X_2 , X_3) có P -Value < 0,05, chứng minh các yếu tố ảnh hưởng đáng kể đến khả năng trích ly flavonoid. Trong đó, nồng độ ethanol (X_1 , P -Value = 0,004) và tỷ lệ dung môi: Mẫu (X_2 , P -Value = 0,002) có ảnh hưởng mạnh nhất, quyết định khả năng hòa tan và khuếch tán hợp chất flavonoid. Thời gian siêu âm (X_3 , P -Value = 0,043) ảnh hưởng nhưng mức độ thấp hơn, cho thấy hiệu quả siêu âm phụ thuộc vào sự phối hợp với dung môi. Các yếu tố bậc hai (X_1X_1 , X_2X_2 , X_3X_3) có P -Value rất nhỏ, qua đó khẳng định mối quan hệ phi tuyến tính của các yếu tố này. Các tương tác (X_1X_2 , X_1X_3 , X_2X_3) đều có P -Value < 0,05, chứng minh sự kết hợp giữa

các yếu tố có ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả chiết xuất TFC.

Kết quả phân tích ANOVA (Bảng 3) thể hiện độ tin cậy và chính xác của mô hình thông qua các giá trị *Lack-of-fit* (TPC, P -Value = 0,069 > 0,05; TFC, P -Value = 0,219 > 0,05), chứng minh mô hình không có sai lệch đáng kể qua đó phản ánh tốt mối quan hệ giữa các biến độc lập (nồng độ ethanol, tỷ lệ dung môi: Mẫu, thời gian siêu âm) và biến phụ thuộc (TPC và TFC); giá trị R^2 > 95% (TPC, R^2 = 99,293%; TFC, R^2 = 98,875%), cho thấy mô hình giải thích gần như toàn bộ biến thiên của dữ liệu, trong khi *Adjusted R²* (TPC, *Adjusted R²* = 98,385%; TFC, *Adjusted R²* = 97,430%) có sự chênh lệch nhỏ ($\leq 2\%$) so với R^2 , khẳng định mô hình ổn định.

Bên cạnh các chỉ số truyền thống như R^2 , R^2 điều chỉnh và *Lack-of-fit*, việc đánh giá thêm *Adequate Precision (AP)* và *Coefficient of Variation (CV)* chứng minh thêm về độ tin cậy của mô hình. Kết quả cho thấy, *AP* của TPC và TFC lần lượt đạt 58,1 và 90,1, đều vượt xa ngưỡng chấp nhận 4, chứng minh khả năng phân biệt nhiều rất cao. Đồng thời, *CV* của TPC (1,69%) và TFC (1,11%) đều thấp hơn nhiều so với ngưỡng 10%, phản ánh dữ liệu ổn định và mô hình có độ chính xác cao. Như vậy, sự kết hợp giữa các chỉ số truyền thống và các chỉ số hỗ trợ này khẳng định rằng, mô hình Box-Behnken không chỉ phù hợp về mặt toán học mà còn có khả năng dự đoán ổn định, nâng cao giá trị ứng dụng thực tiễn và học thuật của nghiên cứu.

Bảng 3. Kết quả phân tích thống kê và phương sai (ANOVA)

Nguồn biến thiên	TPC					TFC				
	Tổng bình phương	Bậc tự do	Trung bình bình phương	Tỷ số F	Giá trị P	Tổng bình phương	Bậc tự do	Trung bình bình phương	Tỷ số F	Giá trị P
Mô hình	2466,800	9	274,089	505,691	< 0,0001	51,213	9	5,690	173,201	< 0,0001
X_1 : Nồng độ ethanol	179,371	1	179,371	189,110	< 0,0001	2,024	1	2,024	35,200	0,004
X_2 : Dung môi : mẫu	43,213	1	43,213	45,560	0,003	2,791	1	2,791	48,540	0,002
X_3 : Thời gian siêu âm	130,961	1	130,961	138,070	< 0,0001	0,492	1	0,492	8,550	0,043
X_1X_1	804,292	1	804,292	847,950	< 0,0001	24,055	1	24,055	418,390	< 0,0001

X_1X_2	27,463	1	27,463	28,950	0,006	2,691	1	2,691	46,810	0,002
X_1X_3	73,188	1	73,188	77,160	0,001	3,812	1	3,812	66,310	0,001
X_2X_2	448,081	1	448,081	472,400	< 0,0001	5,141	1	5,141	89,410	0,001
X_2X_3	134,490	1	134,490	141,790	< 0,0001	0,709	1	0,709	12,330	0,025
X_3X_3	625,742	1	625,742	659,710	< 0,0001	9,498	1	9,498	165,200	< 0,0001
Sai số do mô hình không phù hợp	15,305	3	5,102	5,380	0,069	0,397	3	0,132	2,300	0,219
Sai số thuần	3,794	4	0,949			0,230	4	0,057		
Tổng (hiệu chỉnh)	2702,510	16	168,907			55,781	16	3,486		
Phần dư	19,099	7	0,542			0,627	7	0,033		
Hệ số xác định R^2	99,293%				98,875%					
Hệ số xác định R^2 (điều chỉnh theo bậc tự do)	98,385%				97,430%					
Sai số chuẩn của ước lượng	0,974				0,240					

Phương trình hồi quy đa biến (1) và (2) được xây dựng nhằm tối ưu hóa biến thiên của hàm lượng TPC và TFC ảnh hưởng bởi các điều kiện chiết (X_1, X_2, X_3), từ đó dự đoán được hàm lượng TPC, TFC khi thay đổi các điều kiện chiết trong phạm vi mô hình khảo sát mà không cần chạy thí nghiệm mới.

$$Y_1 = -263,349 + 4,25331 \cdot X_1 + 13,3292 \cdot X_2 + 11,0466 \cdot X_3 - 0,0345524 \cdot X_1^2 + 0,0262025 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,042775 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,412639 \cdot X_2^2 - 0,23194 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,487629 \cdot X_3^2 \quad (1)$$

$$Y_2 = -23,5252 + 0,836307 \cdot X_1 + 0,70149 \cdot X_2 + 1,68191 \cdot X_3 - 0,0059755 \cdot X_1^2 + 0,0082025 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,0097625 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,044198 \cdot X_2^2 + 0,01684 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,060078 \cdot X_3^2 \quad (2)$$

Trong đó: Y_1 là hàm lượng TPC (mg GAE/g CK); Y_2 là hàm lượng TFC (mg QE/g CK); X_1 là nồng độ ethanol (%); X_2 là dung môi : mẫu (mL/g); X_3 là thời gian siêu âm (phút).

Phân tích hệ số hồi quy phương trình (1) cho thấy, mô hình bậc hai mô tả hợp lý ảnh hưởng của ba yếu tố lên hàm lượng TPC. Các hệ số tuyến tính dương ($\beta_1 = 4,25331$; $\beta_2 = 13,3292$; β_3

$= 11,0466$) cho thấy tăng X_1, X_2, X_3 làm tăng TPC ở vùng cục bộ, trong đó X_2 và X_3 có ảnh hưởng mạnh hơn X_1 . Các hệ số bậc hai âm ($\beta_{11} = -0,03455$; $\beta_{22} = -0,412639$; $\beta_{33} = -0,487629$) chỉ ra tính phi tuyến và sự bão hòa hiệu quả chiết. Tương tác dương nhẹ giữa X_1 và X_2 ($\beta_{12} = 0,02620$) và giữa X_1 và X_3 ($\beta_{13} = 0,042775$) cho thấy sự cộng hưởng khi tăng đồng thời nồng độ ethanol với tỷ lệ dung môi hoặc thời gian siêu âm, trong khi tương tác âm giữa X_2 và X_3 ($\beta_{23} = -0,23194$) thể hiện tăng đồng X_2 và X_3 có thể giảm lượng TPC trong cao chiết. Kết quả cho thấy, muốn tối ưu hóa điều kiện chiết cần cân bằng giữa các yếu tố khảo sát, ưu tiên khảo sát các yếu tố X_2 và X_3 để xác định được điều kiện chiết xuất hàm lượng TPC cực đại.

Tương tự như vậy, phương trình (2), các hệ số tuyến tính dương ($\beta_1 = 0,836307$; $\beta_2 = 0,70149$; $\beta_3 = 1,68191$) cho thấy tăng cục bộ từng yếu tố đều làm tăng hàm lượng TFC, trong đó X_3 có ảnh hưởng tuyến tính mạnh nhất. Các hệ số bậc hai âm ($\beta_{11} = -0,0059755$; $\beta_{22} = -0,044198$; $\beta_{33} = -0,060078$) biểu thị tính phi tuyến và sự bão hòa của quá trình chiết, hệ số bậc hai lớn hơn theo trị

tuyệt đối ở giá trị X_2 và X_3 cho thấy hai yếu tố này dễ đạt bão hòa hơn X_1 . Tương tác giữa các biến làm nổi bật tính phối hợp giữa các yếu tố X_1 và X_2 ; X_2 và X_3 có hiệu ứng cộng hưởng nhẹ ($\beta_{12}= 0,0082025$; $\beta_{23}= 0,01684$), trong khi cặp X_1 và X_3 biểu hiện tương tác giảm ($\beta_{13}= -0,0097625$) hàm lượng TFC, nghĩa là tối ưu hóa phải cân bằng đồng thời nhiều yếu tố tác động mà không thể dựa trên các tác động riêng lẻ

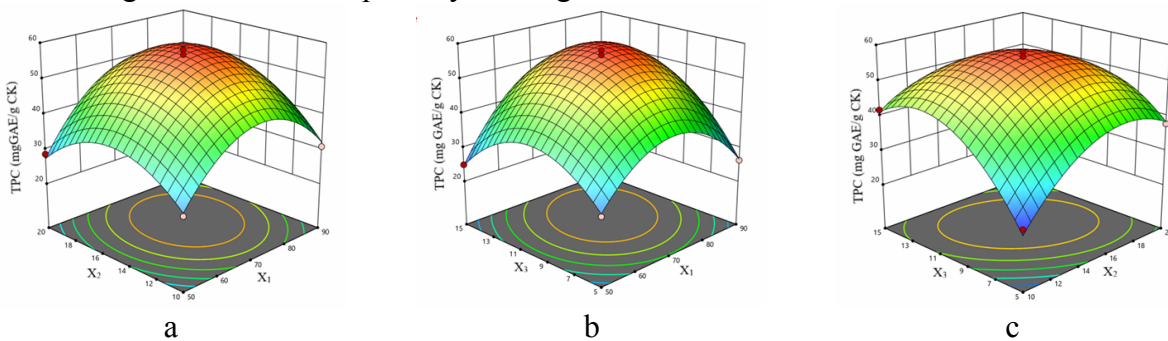
3.2. Các yếu tố chiết xuất ảnh hưởng đến TPC, TFC trong quá trình điều chế cao chiết lá giang

Đồ thị bề mặt đáp ứng trong mô hình BBD được xây dựng từ phương trình hồi quy đa biến. Đồ thị mô tả quan hệ giữa các yếu tố đầu vào (X_1, X_2, X_3) và biến đáp ứng (Y) theo từng cặp yếu tố tương tác với nhau trong khi yếu tố còn lại được cố định.

3.2.1. Các yếu tố chiết xuất ảnh hưởng đến hàm lượng TPC

Các cặp yếu tố X ảnh hưởng đến hàm lượng TPC trong quá trình điều chế cao lá giang được thể hiện qua đồ thị bề mặt đáp ứng (Hình 3). Cụ thể như sau, đồ thị hình 3a, tương tác giữa TPC, nồng độ ethanol (X_1) và tỷ lệ dung môi : mẫu (X_2) trong điều kiện cố định thời gian siêu âm, kết quả TPC đạt giá trị tối ưu khi ethanol tăng từ 50% lên khoảng 70 - 80% kết hợp với tỷ lệ dung

môi : mẫu 15: 1 - 20: 1 mL/g, qua đó thấy được vai trò của dung môi ethanol trong việc hòa tan hiệu quả hợp chất phenolic, đồng thời tỷ lệ dung môi cao tạo gradient nồng độ mạnh, thúc đẩy khuếch tán và giải phóng chất tan từ mô thực vật [9]; đồ thị hình 3b, tương tác giữa TPC, nồng độ ethanol (X_1) và thời gian siêu âm (X_3) trong điều kiện cố định tỷ lệ dung môi: mẫu, kết quả TPC tăng khi ethanol đạt 70 - 80% kết hợp với thời gian siêu âm 5 - 10 phút. Điều này phản ánh vai trò kép của ethanol ở nồng độ thích hợp giúp hòa tan hiệu quả polyphenol, trong khi đó siêu âm hỗ trợ phá vỡ cấu trúc tế bào, tăng cường giải phóng các hợp chất sinh học [13]. Tuy nhiên, khi thời gian siêu âm kéo dài quá 15 phút, hiệu quả trích ly có xu hướng giảm nhẹ do hiện tượng phân hủy hoặc biến đổi cấu trúc polyphenol [6]; đồ thị hình 3c, tương tác giữa TPC, tỷ lệ dung môi: mẫu (X_2) và thời gian siêu âm (X_3) trong điều kiện cố định nồng độ ethanol, kết quả cho thấy, TPC đạt cực đại khi tỷ lệ dung môi : mẫu cao (15: 1 - 20: 1 mL/g), kết hợp với thời gian siêu âm vừa phải (10 - 12 phút). Tỷ lệ dung môi lớn tạo gradient nồng độ mạnh, thúc đẩy khuếch tán và hòa tan polyphenol, trong khi siêu âm ở mức vừa phải giúp phá vỡ mô thực vật, giải phóng TPC mà không gây phân hủy [7, 8]. Tuy nhiên, thời gian siêu âm kéo dài làm hiệu quả trích ly giảm nhẹ khả năng chiết xuất TPC [13, 14] .



Hình 3. Bề mặt đáp ứng các yếu tố ảnh hưởng đến hàm lượng TPC trong cao chiết lá giang. a: Tương quan giữa nồng độ ethanol và tỷ lệ dung môi (thời gian siêu âm 10 phút); b: Tương quan giữa nồng độ ethanol và thời gian siêu âm (tỷ lệ dung môi 15: 1 mL/g); c: Tương quan giữa tỷ lệ dung môi và thời gian siêu âm (nồng độ ethanol 70%)

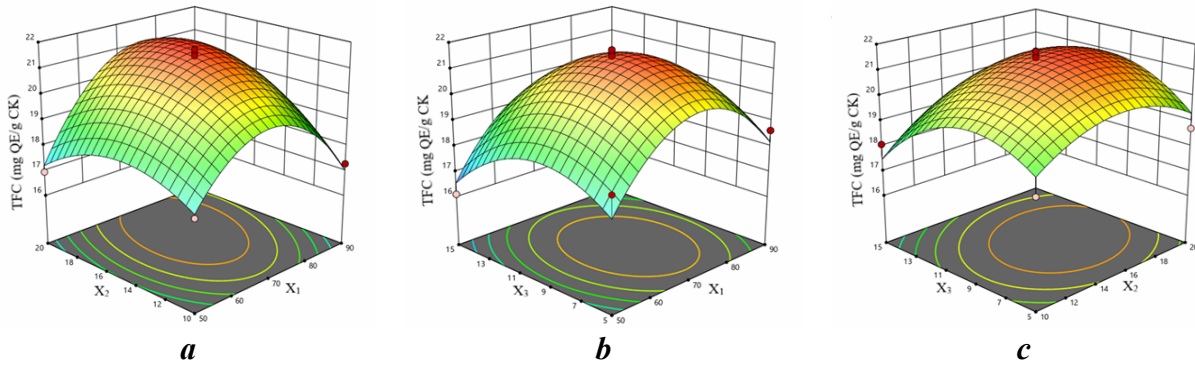
3.2.2. Các yếu tố chiết xuất ảnh hưởng đến hàm lượng TFC

Các cặp yếu tố X ảnh hưởng đến hàm lượng TFC trong quá trình điều chế cao chiết lá giang được thể hiện qua đồ thị bề mặt đáp ứng (Hình 4). Cụ thể như sau, đồ thị hình 4a, tương tác giữa TFC, nồng độ ethanol (X_1) và tỷ lệ dung môi:

Mẫu (X_2) trong điều kiện cố định thời gian siêu âm, kết quả TFC đạt cực đại khi ethanol ở nồng độ 70 - 80% kết hợp với tỷ lệ dung môi : mẫu 15: 1 - 20: 1 mL/g, kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Chávez-González và cs (2020) [15] về vai trò của ethanol và tỷ lệ dung môi trong chiết xuất flavonoid; đồ thị hình 4b và 4c

cho thấy, thời gian siêu âm ở mức vừa phải giúp phá vỡ mô thực vật, giải phóng hợp chất sinh học, khi thời gian siêu âm kéo dài hơn 15 phút, hiệu suất trích ly giảm do hiện tượng phân hủy hoặc

biến đổi cấu trúc flavonoid [13]. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Guo và cs (2024) [16] về tối ưu hóa chiết xuất flavonoid có hỗ trợ siêu âm.



Hình 4. Bề mặt đáp ứng các yếu tố ảnh hưởng đến hàm lượng TFC trong cao chiết lá giang. a: Tương quan giữa nồng độ ethanol và tỷ lệ dung môi (thời gian siêu âm 10 phút); b: Tương quan giữa nồng độ ethanol và thời gian siêu âm (tỷ lệ dung môi 15: 1 mL/g); c: Tương quan giữa tỷ lệ dung môi và thời gian siêu âm (nồng độ ethanol 70%)

3.3. Tối ưu hóa bề mặt đáp ứng

Kết quả mô hình BBD cho thấy, giá trị TPC tối ưu được dự đoán khoảng 57,499 mg GAE/g CK khi các yếu tố được đặt ở mức nồng độ ethanol 74,16%, tỷ lệ dung môi : mẫu 15,44: 1 và thời gian siêu âm 10,91 phút. Tương tự như vậy, giá trị TFC tối ưu được dự đoán khoảng 21,577 mg QE/g CK tại điều kiện nồng độ ethanol 72,92%, tỷ lệ dung môi: mẫu 16,68: 1 và thời gian siêu âm 10,41 phút. Cả TPC và TFC có các mức yếu tố tác động tối ưu nằm ở gần mức khảo sát cơ sở, cho thấy điểm cực đại nằm trong phạm vi thiết kế thiết kế thí nghiệm ban đầu. Việc các mức tối ưu nằm ở giữa khoảng khảo sát cho thấy mối quan hệ giữa từng yếu tố khảo sát và biến tương tác có dạng không tuyến tính (có thành phần bậc hai), tức là tồn tại một điểm cân bằng giữa khả năng hòa tan và khả năng phân hủy hoặc bão hòa của hợp chất mong muốn trích ly [12]. Từ kết quả của mô hình BBD, tiến hành tối ưu hóa đáp ứng nhằm xác định các yếu tố đầu vào (X_1 : Nồng độ môi ethanol trích ly; X_2 : Tỷ lệ dung môi : mẫu, X_3 : Thời gian siêu âm) sao cho biến đầu ra (Y_1 : TPC; Y_2 : TFC) đạt giá trị tối đa. Kết quả tối ưu hóa đáp ứng thu được giá trị $desirability = 0,974$, với điều kiện tối ưu như sau: Nồng độ ethanol 73,217%, tỷ lệ dung môi : mẫu 15,999: 1 mL/g, thời gian siêu âm 10,543 phút, cho hàm lượng TPC $\approx 57,324$ mg GAE/g CK và TFC $\approx 21,551$ mg QE/g CK. Tuy nhiên, để phù hợp với mô hình thực nghiệm, đã tiến hành hiệu chỉnh lại điều kiện tối ưu như sau: Nồng độ

ethanol 73%; tỷ lệ dung môi : mẫu 16: 1 mL/g; thời gian siêu âm 10,5 phút.

Tiến hành kiểm chứng lại điều kiện tối ưu, thí nghiệm được thực hiện 3 lần lặp lại ($n = 3$) theo các yếu tố tối ưu mà mô hình dự đoán, hàm lượng TPC và TFC thực nghiệm lần lượt là $57,207 \pm 0,089$ mg GAE/g CK và $21,310 \pm 0,191$ mg QE/g CK, giá trị này được xem là tương đối cao, phản ánh hiệu quả của quy trình chiết xuất tối ưu bằng sóng siêu âm. So sánh với các loài thuộc họ Apocynaceae đã được công bố như lá giang có TPC dao động 41,2 - 49,8 mg GAE/g CK và TFC 15,6 - 18,9 mg QE/g CK [17], hay lá giang đạt TPC 38,5 - 45,7 mg GAE/g CK và TFC 14,2 - 17,5 mg QE/g CK [18]. Như vậy, lá giang thể hiện hàm lượng TPC và TFC vượt trội hơn so với nhiều loài cùng họ. Bên cạnh đó, từ kết quả TPC và TFC thực nghiệm, việc kiểm định hai phía ($\mu \neq \mu_0$) được tiến hành nhằm so sánh giữa kết quả thực nghiệm và mô hình dự đoán. Giá trị thống kê tính toán thống kê tính toán cho thấy, $|t_{TPC}| = 2,285$ và $|t_{TFC}| = 2,182$ đều nhỏ hơn $t_{(0,05;2)} = 4,303$. Trên cơ sở đó kết luận, không có sự tồn tại khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa kết quả thực nghiệm và mô hình dự đoán. Điều này khẳng định sự tương đồng giữa giá trị thực nghiệm và mô hình dự đoán, đồng thời chứng minh tính chính xác và giá trị ứng dụng của mô hình trong việc dự đoán điều kiện tối ưu để thu nhận hàm lượng TPC và TFC trong phạm vi nghiên cứu.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã chứng minh tính phù hợp và độ tin cậy cao của mô hình Box–Behnken trong tối ưu hóa các yếu tố chiết xuất nhằm nâng cao hiệu suất thu hồi polyphenol tổng (TPC) và flavonoid tổng (TFC) từ lá giang. Mô hình hồi quy đa biến cho thấy khả năng dự đoán chính xác giữa lý thuyết và thực nghiệm, khẳng định giá trị ứng dụng của phương pháp RSM trong nghiên cứu chiết xuất hợp chất sinh học. Kết quả này khẳng định tiềm năng của lá giang như nguồn nguyên liệu giàu hợp chất sinh học, đồng thời cung cấp nền tảng khoa học đáng tin cậy cho việc chuẩn hóa và mở rộng quy trình sản xuất. Trong tương lai, việc đánh giá hoạt tính sinh học của cao chiết tối ưu và nghiên cứu ứng dụng ở quy mô công nghiệp sẽ là hướng đi quan trọng nhằm khai thác giá trị của nguồn dược liệu bản địa này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Dai, L. T., Anh, H. T., Vaka, M., Ngan, D. T., Nam, N. D. (2017). An investigation of aganoerion polymorphum leaf extract as acopper working fluids' additive. *Vietnam Journal of Science and Technology*, 55(5B): 236 - 245.
- [2]. Govaerts, R., Nic Lughadha, E., Black, N., Turner, R., Paton, A. (2021). The world checklist of vascular plants, a continuously updated resource for exploring global plant diversity. *Scientific data*, 8(1): 215 - 225.
- [3]. Singleton, V. L. & Rossi Jr, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3): 144 - 158.
- [4]. Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M. & Chern, J. C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug analysis*, 10(3): 178 - 182.
- [5]. Elisha, I. L., Botha, F. S., McGaw, L. J., Eloff, J. N. (2017). The antibacterial activity of extracts of nine plant species with good activity against *Escherichia coli* against five other bacteria and cytotoxicity of extracts. *BMC complementary and alternative medicine*, 17, 1 - 10.
- [6]. Biswas, A., Dey, S., Xiao, A., Deng, Y., Birhanie, Z. M., Roy, R., Li, D. (2023). Ultrasound-assisted extraction (UAE) of antioxidant phenolics from *Corchorus olitorius* leaves: A response surface optimization. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 10(1): 64 - 82.
- [7]. Hiranpradith, V., Therdthai, N., Soontrunnarudrungsri, A., Rungsuriyawiboon, O. (2025). Optimisation of ultrasound-assisted extraction of total phenolics and flavonoids content from *Centella asiatica*. *Foods*, 14(2): 291 - 310.
- [8]. Muzykiewicz-Szymańska, A., Kucharska, E., Pelech, R., Nowak, A., Jakubczyk, K., Kucharski, Ł. (2024). The optimisation of ultrasound-assisted extraction for the polyphenols content and antioxidant activity on *Sanguisorba officinalis* L. aerial parts using response surface methodology. *Applied Sciences*, 14(20): 9579 - 9598.
- [9]. Wu, Y. L., Zhang, W., Guo, L. D., Zhang, S. Q., Liang, S. Z. (2024). Optimization of ultrasonic-assisted ethanol extraction of polyphenols from *Phyllanthus emblica* by response surface methodology. *Chemical Papers*, 78(1): 221 - 229.
- [10]. Elgudayem, F., Aldiyab, A., Albalawi, M. A., Omran, A., Kafkas, N. E., Saghrouchni, H., Ben Ahmed, C. (2023). Box-Behnken design based optimization of phenolic extractions from *Polygonum equisetiforme* roots linked to its antioxidant and antibacterial efficiencies. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1 - 14 .
- [11]. Afoakwah, N. A., Tchabo, W., Owusu-Ansah, P. (2024). Ultrasound-assisted extraction (UAE) of Jerusalem artichoke tuber bio-active ingredient using optimized conditions of Box-Behnken response surface methodology. *Heliyon*, 10(4): 1 - 13.
- [12]. Bezerra, M. A., Santelli, R. E., Oliveira, E. P., Villar, L. S., Escalera, L. A. (2008). Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry. *Talanta*, 76(5): 965 - 977.
- [13]. Chemat, F., Rombaut, N., Sicaire, A. G., Meullemiestre, A., Fabiano-Tixier, A. S., Abert-Vian, M. (2017). Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. *Ultrasonics sonochemistry*, 34, 540 - 560.

- [14]. Garcia-Larez, F. L., Esquer, J., Guzmán, H., Zepeda-Quintana, D. S., Moreno-Vásquez, M. J., Rodríguez-Félix, F., Tapia-Hernández, J. A. (2025). Effect of ultrasound-assisted extraction (UAE) parameters on the recovery of polyphenols from pecan nutshell waste biomass and its antioxidant activity. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15(7): 10977 - 10995.
- [15]. Chávez-González, M. L., Sepúlveda, L., Verma, D. K., Luna-García, H. A., Rodríguez-Durán, L. V., Ilina, A. & Aguilar, C. N. (2020). Conventional and emerging extraction processes of flavonoids. *Processes*, 8(4): 434 - 463.
- [16]. Guo, J., Liu, W., Li, H., Ke, Q., Chen, F., Meng, Q., Kou, X. (2024). Optimization of ultrasonic-assisted extraction of crude flavonoids from *Moutai distillers* grains and evaluation of their antioxidant and anti-inflammatory activities. *Foods*, 14(13): 2316 - 2331.
- [17]. Shao, D., Gao, G., Abubakar, A. S., Hazaisi, H., Chen, P., Chen, J., ... & Zhu, A. (2022). Total flavonoids extracts of *Apocynum* L. from the Ili river valley region at different harvesting periods and bioactivity analysis. *Molecules*, 27(21): 7343 - 7357.
- [18]. Abubakar, A. S., Huang, X., Birhanie, Z. M., Gao, G., Feng, X., Yu, C., ... & Zhu, A. (2022). Phytochemical composition, antioxidant, antibacterial, and enzyme inhibitory activities of various organic extracts from *Apocynum hendersonii* (Hook. f.) Woodson. *Plants*, 11(15): 1964 - 1982.

OPTIMIZATION OF THE EXTRACTION PROCESS FOR *Aganonerion polymorphum* Pierre ex Spire LEAF EXTRACT USING THE BOX-BEHNKEN DESIGN

**Phu Thi Thanh Khiet¹, Truong Thi Tu Tran¹, Tran Viet Quyen¹,
Kong Narin¹, Le Thai Anh Thu²**

¹*Food and Health Science Department, Kien Giang University*

²*Technique and technology department, Dong Thap Community College*

Abstract

This study aimed to optimize the extraction process of total polyphenols (TPC) and total flavonoids (TFC) from *Aganonerion polymorphum* Pierre ex Spire leaves. The experiment was designed using response surface methodology (RSM) based on a Box–Behnken design (BBD), with three independent variables: ethanol concentration (50 - 90%), solvent-to-sample ratio (10: 1 - 20: 1, mL/g) and ultrasonic time (5 - 15 min). The response variables were TPC (mg GAE/g DW) and TFC (mg QE/g DW). The developed models showed high statistical significance ($P_{\text{model}} < 0.0001$), with non-significant lack of fit ($P_{\text{TPC}} = 0.069$; $P_{\text{TFC}} = 0.219$) and high coefficients of determination ($R^2 > 98\%$ for both models), confirming their reliability and stability. Linear, quadratic, and interaction effects significantly influenced extraction efficiency, indicating nonlinearity and the presence of maxima within the studied range. The optimal extraction conditions were determined as 73% ethanol, solvent-to-sample ratio of 16: 1 (mL/g) and ultrasonic time of 10.5 min. Experimental validation using two-tailed tests ($\mu \neq \mu_0$) confirmed the accuracy of the predicted models. These findings provide robust scientific evidence for developing an efficient process to produce extracts enriched with bioactive compounds.

Keywords: *Aganonerion polymorphum*, *Box–Behnken design*, *flavonoids*, *polyphenols*, *ultrasound-assisted extraction*.

Ngày nhận bài: 23/02/2026

Ngày chuyển phản biện: 02/3/2026

Ngày thông qua phản biện: 20/3/2026

Ngày duyệt đăng: 10/4/2026

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG QUY TRÌNH CHẾ BIẾN KHOAI LANG SẤY DÈO

Nguyễn Văn Lợi^{1,*}, Lê Anh Tuấn¹, Trần Văn Quy¹,
Nguyễn Ngọc Duy¹, Vũ Kiều Sâm², Bùi Phương Thảo³

¹ Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

² Trường Đại học Nông Lâm Bắc Giang

³ Học viện Cảnh sát Nhân dân

*Email: nguyenvanloi@hus.edu.vn

TÓM TẮT

Khoai lang sấy dẻo là sản phẩm được chế biến từ củ khoai lang, được ướp với đường và các hương liệu thực phẩm và sấy ở nhiệt độ thấp. Thí nghiệm xác định các thông số công nghệ bao gồm: Tỷ lệ các phụ gia thực phẩm, độ dày của lát khoai lang, nhiệt độ sấy và vận tốc gió. Mỗi thông số này được bố trí theo 4 công thức, sau đó phân tích đánh giá các chỉ tiêu hoá lý, dinh dưỡng, vi sinh và cảm quan của sản phẩm ở 4 công thức thí nghiệm. Mục tiêu của nghiên cứu này là lựa chọn công thức phù hợp nhất để xây dựng quy trình chế biến khoai lang sấy dẻo. Công thức được lựa chọn là củ khoai lang 5 kg, nước lọc 480 ml, nước cốt chanh 20 ml và đường mật mía 120 g, độ dày của lát khoai lang là 1 cm, sấy ở nhiệt độ 55°C, sấy với vận tốc gió là 1,5 m/s, với thông số này thời gian sấy mỗi mẻ từ 14 - 14,3 giờ, độ ẩm của sản phẩm dao động từ 15,24 - 15,35%, hàm lượng protein tổng số 4,87 g/100 g, đường tổng số 31,78 g/100 g, anthocyanin 26,79 mg/kg, vitamin C 182,32 mg/kg, vitamin B₁ 0,24 mg/kg, vitamin A 1,67 mg/kg, sắt 13,93 mg/kg, tổng số vi sinh vật hiếu khí $1,2 \times 10^2$ CFU/g và không phát hiện nấm mốc. Sản phẩm có màu vàng cam đặc trưng, mùi thơm đặc trưng, vị ngọt đặc trưng, cấu trúc dẻo đồng đều và ít nhân.

Từ khóa: Chế biến, độ ẩm, khoai lang, quy trình, sấy dẻo.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây khoai lang được trồng rộng rãi trên khắp thế giới, nó được biết đến với giá trị dinh dưỡng cao và khả năng chịu nhiều điều kiện khí hậu. Khoai lang đã trở thành nguồn thực phẩm quan trọng cho con người và động vật. Củ khoai lang là loại nông sản giàu giá trị dinh dưỡng, trong củ khoai lang thường giàu tinh bột, protein, lipid, vitamin và các chất khoáng, ngoài ra còn có chứa các hợp chất có hoạt tính sinh học cao [1 - 3]. Khoai lang được xếp hạng là cây lương thực quan trọng thứ bảy trong sản xuất nông nghiệp toàn cầu. Đặc biệt trong củ khoai lang có nhiều hợp chất chống oxy hóa như: Carotenoid, polyphenol và axit ascorbic [4, 5].

Các kết quả nghiên cứu cho thấy, củ khoai lang có thể hỗ trợ phòng và chữa nhiều bệnh mãn tính, tăng cường giảm cân, cải thiện làn da và mái tóc... [1 - 3]. Khoai lang sấy dẻo là sản phẩm được chế biến từ củ khoai lang, được ướp với đường và các hương liệu thực phẩm và sấy ở nhiệt độ thấp. Do đó sản

phẩm giữ được giá trị dinh dưỡng, màu sắc và mùi vị thơm ngon đặc trưng. Sản phẩm này giàu hàm lượng vitamin, đường và chất khoáng [6]. Nhưng khoai lang sấy dẻo có sử dụng kỹ thuật để giữ được màu sắc và các đặc tính tự nhiên còn ít trên thị trường, điểm mới nữa là củ khoai lang sau khi thu hoạch để héo (xảy ra quá trình chuyển hoá tinh bột thành đường), sau đó đem sơ chế và sấy dẻo tạo ra sản phẩm có hương vị đặc trưng, vị ngọt tự nhiên và giàu giá trị dinh dưỡng [6].

Hiện nay, ngoài mục đích ăn tươi, củ khoai lang mới chỉ được chế biến chủ yếu dưới dạng khoai lang sấy và chiên... Tuy nhiên, quy mô còn nhỏ lẻ, người dân chủ yếu sấy bằng than củi, chiên bằng dầu mỡ đã qua sử dụng nên không đảm bảo an toàn thực phẩm [7]. Ở tỉnh Quảng Trị, đặc biệt là các địa phương thuộc tỉnh Quảng Bình (cũ), là nơi có điều kiện tự nhiên thuận lợi để phát triển cây khoai lang, đây là một lợi thế cạnh tranh của địa phương. Sau sáp nhập, tỉnh Quảng Trị đang đẩy mạnh phát triển cây khoai lang ở các địa phương, tuy

nhiên đến thời điểm này chủ yếu là tiêu thụ tươi, một số hộ dân chế biến dưới dạng sấy khô và chế biến khoai dẻo, nhưng quy mô nhỏ và các thông số kỹ thuật không ổn định.

Ở nước ta nói chung và ở tỉnh Quảng Trị nói riêng, đến thời điểm này rất ít các công trình nghiên cứu đã công bố về quy trình công nghệ chế biến củ khoai lang sấy dẻo. Do đó, nghiên cứu xây dựng quy trình chế biến khoai lang sấy dẻo là cần thiết, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao, góp phần đa dạng hoá sản phẩm chế biến từ củ khoai lang của địa phương.

2. NGUYÊN VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu

2.1.1. Nguyên liệu

Nguyên liệu để chế biến khoai sấy dẻo là giống khoai lang mật được trồng ở tỉnh Quảng Trị. Củ khoai có hình dạng giống củ sâm và được trồng trên đất pha cát. Củ khoai lang phải tươi mới, đảm bảo nguyên vẹn, không bị tổn thương, không bị hà và không bị sâu, bệnh. Sau khi thu hoạch, củ khoai lang này được chứa đựng trong thùng xốp đục lỗ và vận chuyển bằng ô tô đến phòng thí nghiệm để tiến hành nghiên cứu.

2.1.2. Vật liệu và hoá chất

Vật liệu và phụ gia thực phẩm sử dụng trong nghiên cứu này gồm: Nước lọc, nước cốt chanh, đường tinh thể màu vàng. Nước lọc phải đảm bảo tiêu chuẩn như nước uống và nước dùng trong thực phẩm. Nước cốt chanh được vắt trực tiếp từ quả chanh, không nhiễm tạp chất. Đường tinh thể màu vàng, khô, không có mùi lạ, không bị chảy nước, không lẫn tạp chất và có nguồn gốc xuất xứ tại Việt Nam. Ngoài ra, trong phân tích còn sử dụng một số vật liệu và hoá chất như: Axit H₂SO₄, HCl, NaOH, KOH, CuSO₄, K₂SO₄, Na₂CO₃, nước cất, methanol và hexane... Các vật

liệu và hoá chất này đều đảm bảo chất lượng và có nguồn gốc xuất xứ tại Việt Nam.

2.1.3. Dụng cụ, máy móc và thiết bị

Dụng cụ, máy móc và thiết bị thí nghiệm gồm: Tủ sấy 101-2A, dung tích 136 lít, model 101-2A; nhiệt độ cao nhất là 300°C, nhiệt độ trong tủ sấy đều được hiển thị nhiệt độ trên đồng hồ số, gia nhiệt từ 2 mặt, công suất gia nhiệt 3 Kw, độ phân dải nhiệt độ: ± 1°C, màn hình hiển thị nhiệt độ kỹ thuật số LED, tốc độ quạt 2.800 vòng/phút, kích thước trong (D x W x H): 450 x 550 x 550 mm, kích thước ngoài (D x W x H): 860 x 560 x 50 mm, nguồn điện 220V, 50Hz. Ngoài ra, sử dụng cân đĩa Nhon Hòa loại 5 kg, cân phân tích 4 số lẻ (ABT 220-5DNM) của hãng Kern - Đức, dao inox, khay inox, kẹp inox, lưới inox, thớt gỗ, chậu inox, rổ inox, pipet, ống đong, ống nghiệm và nhiệt kế...

2.1.4. Địa điểm thực hiện

Thí nghiệm được thực hiện tại Phòng thí nghiệm thuộc Bộ môn Khoa học và Công nghệ thực phẩm, Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội. Phòng thí nghiệm thuộc Viện Kiểm nghiệm và Kiểm định chất lượng VNTEST.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp lấy mẫu

Củ khoai lang được lấy mẫu theo TCVN 9017:2011 [8].

2.2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Dựa vào các kết quả nghiên cứu thăm dò, nghiên cứu này đã thiết lập được mô hình các thí nghiệm với các công thức và mỗi thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

- *Thí nghiệm 1. Xác định tỷ lệ phụ gia phù hợp*

Thí nghiệm gồm 4 công thức và được lặp lại 3 lần.

TT	Tỷ lệ nguyên liệu	Các công thức thí nghiệm			
		CT-1	CT-2	CT-3	CT-4
1	Củ khoai lang (kg)	5	5	5	5
2	Đường mật mía (g)	120	120	120	120
3	Nước cốt chanh (ml)	0	20	40	60
4	Nước (ml)	500	480	460	440

Các yếu tố cố định gồm: Nhiệt độ sấy là 55°C, vận tốc gió là 1,5 m/s, độ dày của lớp nguyên liệu đưa vào sấy là 1 cm. Trong 4 công

thức thí nghiệm, tiến hành phân tích xác định các chỉ tiêu hoá lý, dinh dưỡng, vi sinh và cảm quan. Sau đó, lựa chọn công thức phù hợp nhất để xây

dụng quy trình chế biến [9].

- *Thí nghiệm 2. Xác định độ dày của lát khoai lang phù hợp*

Tiến hành thí nghiệm với độ dày của lát khoai lang đưa vào sấy là CT-5 (0,5 cm), CT-6 (1 cm), CT-7 (1,5 cm) và CT-8 (2 cm). Các yếu tố cố định được lựa chọn gồm: Nhiệt độ sấy là 55°C, vận tốc gió là 1,5 m/s và tỷ lệ phụ gia được lựa chọn là công thức phù hợp nhất ở thí nghiệm 1 [9].

- *Thí nghiệm 3. Xác định nhiệt độ sấy phù hợp*

Thí nghiệm sấy ở dải nhiệt độ là CT-9 (45°C), CT-10 (50°C), CT-11 (55°C) và CT-12 (60°C). Các yếu tố cố định bao gồm: Vận tốc gió là 1,5 m/s, độ dày của lớp nguyên liệu đưa vào sấy là 1 cm và tỷ lệ phụ gia được lựa chọn là công thức phù hợp nhất ở thí nghiệm 1 [9].

- *Thí nghiệm 4: Xác định ảnh hưởng của vận tốc gió trong buồng sấy*

Quá trình sấy thí nghiệm được thực hiện với tốc độ gió là CT-13 (0,5 m/s), CT-14 (1 m/s), CT-15 (1,5 m/s) và CT-16 (2 m/s). Các yếu tố cố định được lựa chọn gồm: Nhiệt độ sấy là 55°C, độ dày của lát khoai lang đưa vào sấy là 1 cm và tỷ lệ phụ gia được lựa chọn là công thức phù hợp nhất ở thí nghiệm 1 [9].

2.2.3. Phương pháp phân tích

- Phương pháp xác định độ ẩm: Độ ẩm của mẫu được xác định bằng phương pháp sấy đến khối lượng không đổi ở 105°C. Độ ẩm của mẫu được tính theo công thức sau:

$$X = \frac{(G_1 + G_2)}{(G_1 - G)} \cdot 100\%$$

Trong đó: X là độ ẩm của mẫu (%), G_1 là khối lượng cốc sấy và mẫu thử trước khi sấy (g), G_2 là khối lượng cốc thử và mẫu thử sau khi sấy (g), G là khối lượng cốc sấy (g). Mức độ biến đổi độ ẩm trong quá trình sấy được tính theo công thức sau:

$$W_2 = 100 - \frac{G_1(100 - W_1)}{G_2} (\%)$$

Trong đó: G_1 , G_2 là khối lượng của mẫu trước và sau khi sấy (g), W_1 , W_2 là độ ẩm của mẫu trước và sau khi sấy (%) [9].

- Phương pháp xác định các chỉ tiêu hoá sinh: Hàm lượng xơ thô được xác định theo TCVN 4998:1989 [10]. Hàm lượng protein tổng số được

xác định theo TCVN 10034:2013 [11]. Hàm lượng đường tổng số được xác định theo TCVN 4594:1988 [12]. Hàm lượng anthocyanin xác định theo phương pháp pH vi sai theo TCVN 11028:2015 [13]. Hàm lượng vitamin C được xác định theo TCVN 8977:2011 [14]. Hàm lượng vitamin B1 được xác định theo TCVN 5164:2008 [15]. Hàm lượng vitamin B2 được xác định theo TCVN 8975:2018 [16]. Hàm lượng vitamin A được xác định theo TCVN 8972-1:2011 [17]. Hàm lượng vitamin E được xác định theo TCVN 8276:2018 [18]. Hàm lượng canxi, sắt, kali, magie và natri được xác định theo TCVN 10916:2015 [19]. Hàm lượng photpho được xác định theo TCVN 9043:2012 [20].

- Phương pháp xác định các chỉ tiêu vi sinh vật: Vi sinh vật tổng số được xác định theo TCVN 4884-1:2015 [21]. Tổng số nấm mốc được xác định theo TCVN 8275-2:2010 [22].

- Phương pháp xác định chỉ tiêu cảm quan: Chỉ tiêu cảm quan của khoai lang sấy dẻo được xác định theo TCVN 3215:1979 [23]. Hội đồng cảm quan gồm 30 người cho một lần thử cảm quan, những người này có độ tuổi khác nhau, từ 18 - 40 tuổi, gồm cả nam và nữ nhằm tìm ra sự hài lòng và ưa thích đối với các mẫu khoai lang sấy dẻo. Trạng thái, màu sắc, mùi và vị của các mẫu được xác định theo thang điểm 5 gồm 6 bậc. Tổng điểm của các chỉ tiêu cảm quan cao nhất là 20 điểm và thấp nhất là 0 điểm. Tính điểm trung bình của các thành viên hội đồng đối với từng chỉ tiêu cảm quan, tiếp theo nhân với hệ số quan trọng tương ứng của chỉ tiêu đó gọi là điểm có trọng lượng của từng chỉ tiêu, sau đó tính tổng số điểm có trọng lượng của tất cả các chỉ tiêu cảm quan được số điểm chung. Với loại tốt (18,6 - 20 điểm), loại khá (15,2 - 18,5), loại trung bình (11,2 - 15,1), loại kém (7,2 - 11,1), loại rất kém (4,0 - 7,2) và loại hỏng (0 - 3,9). Hệ số quan trọng được hội đồng thống nhất là: Hình thức bên ngoài (1,1), trạng thái bên trong (0,7), mùi (0,9) và vị (1,3).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ phụ gia đến thời gian sấy và chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm

Phụ gia cũng ảnh hưởng rất lớn đến thời gian sấy và chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm, nếu sử dụng phụ gia một cách cân đối, khoa học và hợp

lý sẽ góp phần tạo ra sản phẩm có chất lượng cao. phương pháp bố trí thí nghiệm. Kết quả được Thí nghiệm được thực hiện theo 4 công thức như trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của tỷ lệ phụ gia đến thời gian sấy và chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm

TT	Thời gian sấy và chỉ tiêu chất lượng	Các công thức thí nghiệm			
		CT-1	CT-2	CT-3	CT-4
1	Thời gian sấy (giờ)	13,5 ^a	14 ^{bc}	14 ^{bc}	14,5 ^d
2	Độ ẩm (%)	15,28 ^{abc}	15,35 ^{abc}	15,35 ^{abc}	15,73 ^d
3	Protein tổng số (g/100 g)	4,78 ^a	4,82 ^{bcd}	4,81 ^{bcd}	4,81 ^{bcd}
4	Đường tổng số (g/100 g)	31,59 ^a	31,36 ^b	30,76 ^c	30,27 ^d
5	Anthocyanin (mg/kg)	25,7 ^{ad}	26,2 ^b	25,9 ^c	25,7 ^{ad}
6	Vitamin C (mg/kg)	163,54 ^a	179,46 ^b	181,13 ^c	181,87 ^d
7	Vitamin B1 (mg/kg)	0,19 ^a	0,23 ^{bc}	0,23 ^{bc}	0,21 ^d
8	Vitamin A (mg/kg)	1,54 ^a	1,67 ^b	1,63 ^{cd}	1,64 ^{cd}
9	Sắt (mg/kg)	12,61 ^a	13,64 ^b	12,82 ^c	12,73 ^d
10	Tổng số vi sinh vật hiếu khí (CFU/g)	2,5 x 10 ²	1,3 x 10 ²	1,5 x 10 ²	1,4 x 10 ²
11	Tổng số nấm mốc (CFU/g)	KPH	KPH	KPH	KPH
12	Màu sắc	3,74	3,92	3,86	3,71
		Màu vàng cam nhạt	Màu vàng cam đặc trung	Màu vàng sẫm	Màu vàng sẫm
	Mùi	3,36	4,16	4,09	3,64
		Mùi thơm	Mùi thơm đặc trung	Mùi thơm	Mùi thơm
	Vị	3,71	4,03	3,94	3,69
		Vị ngọt đặc trung	Vị ngọt đặc trung	Vị ngọt xen lẫn với vị hơi chua	Vị ngọt xen lẫn với vị hơi chua
	Cấu trúc và hình thái	4,03	4,14	4,13	4,02
		Cấu trúc dẻo và nhẵn	Cấu trúc dẻo đồng đều, ít nhẵn	Cấu trúc dẻo đồng đều, ít nhẵn	Cấu trúc dẻo đồng đều, ít nhẵn
	Xếp loại	14,84	16,25	16,02	15,06
		Trung bình	Khá	Khá	Trung bình

Ghi chú: KPH: Không phát hiện. Các ký tự khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các công thức (p < 0,05).

Kết quả cho thấy, sản phẩm khoai lang sấy dẻo ở công thức CT-2 có nhiều ưu điểm hơn, cụ thể là hàm lượng các chất dinh dưỡng như: Vitamin B1, vitamin A, sắt và anthocyanin cao hơn sản phẩm khoai lang sấy dẻo ở các công thức

thí nghiệm khác, đặc biệt là công thức CT-1. Tổng điểm cảm quan của sản phẩm khoai lang sấy dẻo ở công thức CT-2 là 16,25 điểm và được xếp loại khá, cao hơn tổng điểm cảm quan của sản phẩm khoai lang sấy dẻo ở các công thức thí nghiệm

khác. Sản phẩm khoai lang sấy dẻo ở công thức CT-2 có màu cam đặc trưng, mùi thơm đặc trưng, vị ngọt đặc trưng, cấu trúc dẻo đồng đều và ít nhăn. Sản phẩm khoai lang sấy dẻo ở các công thức CT-3 và CT-4 có hàm lượng vitamin C cao hơn, vị ngọt xen lẫn với vị hơi chua hơn sản phẩm khoai lang sấy dẻo ở các công thức CT-1 và CT-2. Sở dĩ có hiện tượng này là do sản phẩm khoai lang sấy dẻo ở công thức CT-3 và CT-4 được bổ sung hàm lượng nước chanh cao hơn sản phẩm khoai lang sấy dẻo ở công thức CT-1 và CT-2. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Bechoff và cs (2009) [1]. Do đó, để đảm bảo chất lượng và tiết kiệm chi phí, chọn

công thức CT-2 để thực hiện các nghiên cứu tiếp theo.

3.2. Ảnh hưởng của độ dày lát khoai lang đến thời gian sấy và chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm

Độ dày của lát khoai lang đưa vào sấy cũng ảnh hưởng đến thời gian sấy và chất lượng của sản phẩm. Nếu độ dày quá lớn sẽ làm cho nước bay hơi chậm, thời gian sấy kéo dài dẫn tới sản phẩm dễ bị biến màu và giảm mùi thơm. Nhưng nếu sấy với độ dày quá nhỏ, dẫn tới hiệu quả kinh tế thấp, lãng phí diện tích của thiết bị. Kết quả thí nghiệm được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của độ dày lát khoai lang đến thời gian sấy và chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm

TT	Thời gian sấy và chỉ tiêu chất lượng	Các công thức thí nghiệm			
		CT-5 (0,5 cm)	CT-6 (1 cm)	CT-7 (1,5 cm)	CT-8 (2 cm)
1	Thời gian sấy (giờ)	13,8 ^a	14,2 ^b	15,3 ^c	16,1 ^d
2	Độ ẩm (%)	15,16 ^a	15,27 ^b	15,42 ^c	15,84 ^d
3	Protein tổng số (g/100 g)	4,53 ^a	4,75 ^{bc}	4,72 ^{bc}	4,67 ^d
4	Đường tổng số (g/100 g)	30,68 ^{acd}	31,24 ^b	30,87 ^{acd}	30,74 ^{acd}
5	Anthocyanin (mg/kg)	25,87 ^a	26,07 ^b	25,13 ^c	25,04 ^d
6	Vitamin C (mg/kg)	172,53 ^a	176,84 ^b	175,35 ^c	174,28 ^d
7	Vitamin B1 (mg/kg)	0,21 ^a	0,24 ^b	0,24 ^c	0,21 ^d
8	Vitamin A (mg/kg)	1,58 ^a	1,62 ^{bc}	1,61 ^{bc}	1,54 ^d
9	Sắt (mg/kg)	12,89 ^a	13,79 ^b	13,16 ^c	12,94 ^d
10	Tổng số vi sinh vật hiếu khí (CFU/g)	1,5 x 10 ²	1,3 x 10 ²	2,5 x 10 ²	2,8 x 10 ²
11	Tổng số nấm mốc (CFU/g)	KPH	KPH	KPH	KPH
12	Màu sắc	3,47	3,85	3,51	3,42
		Màu vàng cam nhạt	Màu vàng cam đặc trưng	Màu vàng sẫm	Màu vàng sẫm
	Mùi	3,28	4,13	4,14	3,93
		Mùi thơm nhẹ	Mùi thơm đặc trưng	Mùi thơm	Mùi thơm
Vị	3,96	4,16	3,86	3,84	
	Vị ngọt đặc trưng	Vị ngọt đặc trưng	Vị ngọt xen lẫn với vị hơi chua	Vị ngọt xen lẫn với vị hơi chua	

	Cấu trúc và hình thái	3,91	4,09	4,02	3,73
		Cấu trúc dẻo và nhẵn	Cấu trúc dẻo đồng đều, ít nhẵn	Cấu trúc dẻo đồng đều, ít nhẵn	Cấu trúc dẻo đồng đều, ít nhẵn
	Xếp loại	14,02	16,04	15,53	14,93
		Trung bình	Khá	Khá	Trung bình

Ghi chú: KPH: Không phát hiện. Các ký tự khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các công thức ($p < 0,05$).

Trong 4 công thức thí nghiệm thì công thức CT-5 với độ dày lát khoai lang là 0,5 cm có thời gian sấy ngắn nhất, sau đó lần lượt đến CT-6 với độ dày lát khoai lang là 1 cm, CT-7 với độ dày lát khoai lang là 1,5 cm và CT-8 với độ dày lát khoai lang là 2 cm. Tuy nhiên, nếu sấy với độ dày của lát khoai lang thấp thì lãng phí diện tích của thiết bị, dẫn tới hiệu quả kinh tế thấp. Nhưng nếu sấy với độ dày của lát khoai lang lớn sẽ dẫn tới thời gian sấy kéo dài làm ảnh hưởng đến chất lượng của sản phẩm. Mẫu khoai lang sấy dẻo ở công thức CT-6 có nhiều ưu điểm hơn các công thức thí nghiệm khác, cụ thể là hàm lượng một số

thành phần dinh dưỡng cao hơn, màu cam đặc trưng, mùi thơm đặc trưng, vị ngọt đặc trưng, cấu trúc dẻo đồng đều và ít nhẵn. Kết quả nghiên cứu này cũng tương đồng với kết quả nghiên cứu của Yan và cs (2013) [2]. Vì vậy, chọn công thức CT-6 với độ dày của lát khoai lang là 1 cm để thực hiện các nghiên cứu tiếp theo.

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến thời gian sấy và chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm

Kết quả xác định ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến thời gian sấy và chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến thời gian sấy và chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm

TT	Thời gian sấy và chỉ tiêu chất lượng	Các công thức thí nghiệm			
		CT-9 (45°C)	CT-10 (50°C)	CT-11 (55°C)	CT-12 (60°C)
1	Thời gian sấy (giờ)	17,2 ^a	16,5 ^b	14,3 ^c	13,8 ^d
2	Độ ẩm (%)	15,95 ^a	15,76 ^{bd}	15,24 ^c	15,02 ^{bd}
3	Protein tổng số (g/100 g)	4,98 ^a	4,83 ^b	4,93 ^c	4,89 ^d
4	Đường tổng số (g/100 g)	30,27 ^a	31,34 ^b	31,53 ^c	30,74 ^d
5	Anthocyanin (mg/kg)	26,14 ^a	26,54 ^b	27,13 ^c	26,76 ^d
6	Vitamin C (mg/kg)	182,23 ^a	181,34 ^b	181,36 ^c	173,78 ^d
7	Vitamin B1 (mg/kg)	0,24 ^{abc}	0,24 ^{abc}	0,24 ^{abc}	0,21 ^d
8	Vitamin A (mg/kg)	1,64 ^{ac}	1,62 ^b	1,64 ^{ac}	1,58 ^d
9	Sắt (mg/kg)	13,93 ^a	13,87 ^b	14,05 ^c	13,78 ^d
10	Tổng số vi sinh vật hiếu khí (CFU/g)	1,8 x 10 ²	1,7 x 10 ²	1,4 x 10 ²	1,3 x 10 ²
11	Tổng số nấm mốc (CFU/g)	KPH	KPH	KPH	KPH
12	Màu sắc	3,52	3,63	3,76	3,73
		Màu vàng nhạt	Màu vàng cam	Màu vàng cam đặc trưng	Màu vàng sẫm
	Mùi	3,34	4,02	4,04	3,96

		Mùi thơm nhẹ	Mùi thơm đặc trưng	Mùi thơm đặc trưng	Mùi thơm
	Vị	3,78	3,87	4,12	3,81
		Vị ngọt đặc trưng	Vị ngọt đặc trưng	Vị ngọt đặc trưng	Vị ngọt nhẹ
	Cấu trúc và hình thái	3,37	3,34	3,95	3,54
		Cấu trúc dẻo và nhẵn	Cấu trúc dẻo đồng đều, ít nhẵn	Cấu trúc dẻo đồng đều, ít nhẵn	Cấu trúc dẻo và nhẵn
	Xếp loại	14,01	14,86	15,87	15,04
		Trung bình	Trung bình	Khá	Trung bình

Ghi chú: KPH: Không phát hiện. Các ký tự khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các công thức ($p < 0,05$).

Khi sấy ở nhiệt độ cao, đạt độ ẩm thấp sẽ làm cho sản phẩm trở lên khô cứng và độ dẻo giảm. Nhưng nếu sấy ở nhiệt độ thấp, thời gian sấy sẽ kéo dài làm cho sản phẩm dễ bị biến màu, do quá trình oxy hoá gây ra. So sánh giữa các công thức thí nghiệm, kết quả cho thấy, sản phẩm khoai lang sấy dẻo ở công thức CT-11 (sấy ở nhiệt độ 55°C) có nhiều ưu điểm hơn các công thức thí nghiệm khác, cụ thể là hàm lượng một số thành phần dinh dưỡng cao hơn, màu cam đặc trưng, mùi thơm đặc trưng, vị ngọt đặc trưng, cấu trúc dẻo đồng đều và ít nhẵn. Kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Yan và cs (2013) [2]. Do đó, chọn công thức CT-11 (sấy

ở nhiệt độ 55°C) để thực hiện các nghiên cứu tiếp theo.

3.4. Ảnh hưởng của vận tốc gió trong buồng sấy đến thời gian sấy và chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm

Vận tốc gió cũng ảnh hưởng lớn đến thời gian sấy và chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm. Nếu vận tốc gió quá lớn hoặc quá nhỏ đều không có lợi cho quá trình sấy. Kết quả thí nghiệm xác định ảnh hưởng của vận tốc gió trong buồng sấy đến thời gian sấy và chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Ảnh hưởng của vận tốc gió trong buồng sấy đến thời gian sấy và chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm

TT	Thời gian sấy và chỉ tiêu chất lượng	Các công thức thí nghiệm			
		CT-13 (0,5 m/s)	CT-14 (1 m/s)	CT-15 (1,5 m/s)	CT-16 (2 m/s)
1	Thời gian sấy (giờ)	16,9 ^a	15,8 ^b	14,3 ^c	14,2 ^d
2	Độ ẩm (%)	15,74 ^a	15,45 ^{bc}	15,34 ^{bc}	15,12 ^d
3	Protein tổng số (g/100 g)	4,71 ^{ab}	4,79 ^{ab}	4,87 ^{cd}	4,82 ^{cd}
4	Đường tổng số (g/100 g)	31,14 ^{ab}	31,26 ^{ab}	31,78 ^{cd}	31,71 ^{cd}
5	Anthocyanin (mg/kg)	26,87 ^a	26,76 ^{bc}	26,79 ^{bc}	26,05 ^d
6	Vitamin C (mg/kg)	182,46 ^a	182,27 ^{bc}	182,32 ^{bc}	180,67 ^d
7	Vitamin B1 (mg/kg)	0,25 ^a	0,23 ^{bc}	0,24 ^{bc}	0,21 ^d
8	Vitamin A (mg/kg)	1,65 ^a	1,64 ^b	1,67 ^c	1,59 ^d
9	Sắt (mg/kg)	13,95 ^{ac}	13,81 ^b	13,93 ^{ac}	13,73 ^d
10	Tổng số vi sinh vật hiếu khí (CFU/g)	2,3 x 10 ²	1,7 x 10 ²	1,2 x 10 ²	1,4 x 10 ²

11	Tổng số nấm mốc (CFU/g)	KPH	KPH	KPH	KPH
12	Màu sắc	3,27	3,89	3,94	3,19
		Màu vàng xen lẫn thâm nâu	Màu vàng cam	Màu vàng cam đặc trung	Màu vàng sẫm
	Mùi	3,45	4,04	4,07	3,81
		Mùi thơm nhẹ	Mùi thơm đặc trung	Mùi thơm đặc trung	Mùi thơm
	Vị	3,68	4,35	4,23	3,62
		Vị ngọt	Vị ngọt đặc trung	Vị ngọt đặc trung	Vị ngọt
	Cấu trúc và hình thái	3,73	3,91	4,02	3,87
		Cấu trúc dẻo và nhẵn	Cấu trúc dẻo đồng đều, ít nhăn	Cấu trúc dẻo đồng đều, ít nhăn	Cấu trúc dẻo và nhẵn
	Xếp loại	14,13	16,19	16,26	14,49
		Trung bình	Khá	Khá	Trung bình

Ghi chú: KPH: Không phát hiện. Các ký tự khác nhau trong cùng một cột, biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các công thức ($p < 0,05$).

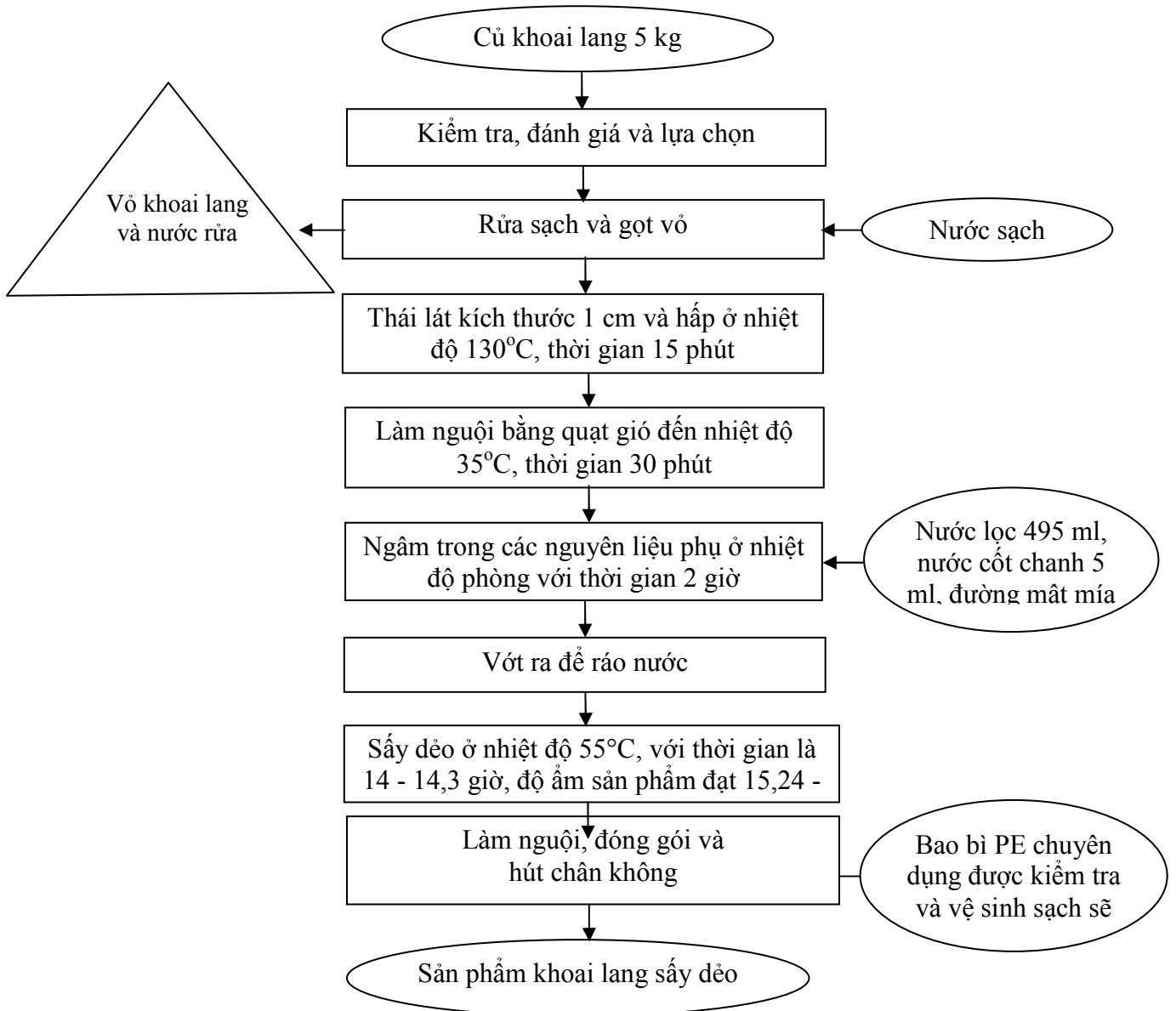
Bảng 4 cho thấy, khi sấy với vận tốc gió 0,5 m/s thì thời gian sấy là 16,9 giờ và độ ẩm của sản phẩm là 15,74%. Do vận tốc gió thấp nên chất lượng sản phẩm không đều trong buồng sấy, những nơi ở cuối luồng gió sản phẩm vẫn bị ẩm nhiều. Vì lượng gió không đủ mang hơi ẩm của sản phẩm đi, dẫn tới thời gian sấy kéo dài, đồng thời xảy ra hiện tượng thủy phân và oxy hóa làm giảm chất lượng của sản phẩm. Khi tăng vận tốc gió lên 1 m/s thì thời gian sấy là 15,8 giờ và độ ẩm của sản phẩm là 15,45%, với vận tốc gió lên 1,5 m/s thì thời gian sấy là 14,3 giờ và độ ẩm của sản phẩm là 15,34%, tiếp tục tăng vận tốc gió lên 2 m/s thì thời gian sấy là 14,2 giờ và độ ẩm của sản phẩm là 15,12%. Tuy nhiên, khi tăng vận tốc gió lên 2 m/s thì thời gian sấy giảm không đáng kể so với vận tốc gió 1,5 m/s. Khi tăng vận tốc gió quá cao, dẫn tới quá trình tách ẩm ở bề mặt sản phẩm mạnh làm cho bề mặt sản phẩm khô nhanh, do quá trình khuếch tán ngoại mạnh hơn quá trình khuếch tán nội, làm cho bề mặt sản phẩm bị biến dạng mạnh, co nhăn, làm bay hơi hàm lượng chất thơm của sản phẩm. Hơn nữa, gió lớn cần quạt có công suất cao, tăng chi phí năng lượng cho quá trình sấy. Bên cạnh đó, so sánh về

các chỉ tiêu dinh dưỡng, chỉ tiêu vi sinh và chỉ tiêu cảm quan của sản phẩm khoai lang sấy dẻo ở 4 công thức thí nghiệm, kết quả cho thấy, sản phẩm khoai lang sấy dẻo ở công thức CT-15 (sấy với vận tốc gió 1,5 m/s) có nhiều ưu điểm hơn công thức khác, cụ thể là protein tổng số 4,87 g/100 g, đường tổng số 31,78 g/100 g, anthocyanin 26,79 mg/kg, vitamin C 182,32 mg/kg, vitamin B₁ 0,24 mg/kg, vitamin A 1,67 mg/kg, sắt 13,93 mg/kg, tổng số vi sinh vật hiếu khí $1,2 \times 10^2$ CFU/g. Sản phẩm có màu vàng cam đặc trung, mùi thơm đặc trung, vị ngọt đặc trung, cấu trúc dẻo đồng đều, ít nhăn và tổng điểm cảm quan là 16,26 điểm, được xếp loại khá. Kết quả nghiên cứu này cũng tương đồng với kết quả nghiên cứu của Edeani và Anyaene (2023) [6]. Vì vậy, chọn công thức CT-15 với vận tốc gió là 1,5 m/s để thực hiện các nghiên cứu tiếp theo.

3.5. Quy trình chế biến khoai lang sấy dẻo

3.5.1. Sơ đồ quy trình chế biến khoai lang sấy dẻo

Từ các kết quả nghiên cứu ở trên, đã đưa ra sơ đồ quy trình chế biến khoai lang sấy dẻo được thực hiện theo các bước như hình 1.



Hình 1. Sơ đồ quy trình chế biến khoai lang sấy dẻo

3.5.2. Thuyết minh quy trình chế biến khoai lang sấy dẻo

Bước 1. Nguyên liệu: Sử dụng giống khoai lang vỏ nâu đỏ thu mua tại tỉnh Quảng Trị. Củ khoai được lựa chọn phải đảm bảo các tiêu chuẩn về an toàn vệ sinh thực phẩm, không sâu, bệnh, không dập nát, có độ ngọt cao và hương thơm tự nhiên. Nguyên liệu cần được thu hoạch đúng thời điểm chín sinh lý để đảm bảo hàm lượng tinh bột, đường tự nhiên, vitamin và khoáng chất ở mức tối ưu.

Bước 2. Kiểm tra, đánh giá và lựa chọn: Các củ khoai lang sẽ được kiểm tra, đánh giá các chỉ tiêu cơ lý, chỉ tiêu hoá sinh, chỉ tiêu vi sinh vật và chỉ tiêu cảm quan. Chỉ lựa chọn những củ khoai lang đảm bảo các tiêu chuẩn chất lượng, không bị

tồn thương, không bị sâu, bệnh, không bị hà, không bị thâm, không bị xộp và không bị mềm nhũn.

Bước 3. Rửa sạch và gọt vỏ: Khoai lang mật sau khi thu hoạch được rửa sạch bằng nước để loại bỏ bùn đất, tạp chất và vi sinh vật bám trên bề mặt. Công đoạn này có thể sử dụng bàn chải mềm để tránh làm trầy xước vỏ khoai. Trong sản xuất quy mô lớn, khoai cần được làm sạch bằng máy rửa chuyên dụng để đảm bảo hiệu quả và tiết kiệm thời gian. Sau khi rửa sạch, khoai lang mật được gọt bỏ lớp vỏ ngoài. Việc gọt vỏ cần được thực hiện cẩn thận để không làm tổn thương phần thịt khoai, đảm bảo giữ được màu sắc đẹp và hương vị tự nhiên cho sản phẩm.

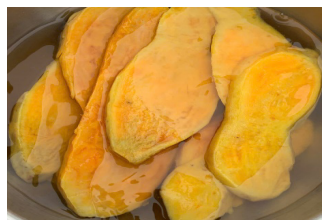
Bước 4. Thái lát và hấp chín sơ bộ: Khoai được thái thành từng lát có độ dày khoảng 1 cm.

Việc thái lát đồng đều giúp quá trình hấp và sấy diễn ra hiệu quả, đảm bảo khoai chín đều và khô đều, không bị cháy hoặc còn sống bên trong. Sau khi cắt thái, các lát khoai được đem đi hấp ở nhiệt độ 130°C trong vòng 15 phút. Mục đích là làm chín sơ khoai, giúp làm mềm cấu trúc, khoai dậy mùi thơm tự nhiên, đồng thời hỗ trợ giữ màu sắc đẹp sau khi sấy. Việc hấp cũng giúp làm giảm enzym polyphenol oxidase gây oxy hóa, hạn chế hiện tượng thâm đen.

Bước 5. Làm nguội: Sau khi hấp, khoai được để nguội tự nhiên bằng quạt gió đến nhiệt độ 35°C, thời gian 30 phút. Nếu khoai còn nóng khi ngâm sẽ làm thay đổi tính chất hóa học và cảm quan của sản phẩm.

Bước 6. Ngâm trong dung dịch: Khoai nguội được ngâm trong dung dịch gồm: 500 ml nước, 5 ml nước cốt chanh, 140 g đường mật. Mục đích của việc ngâm là tăng cường độ ngọt tự nhiên, ổn định màu sắc, đồng thời nước cốt chanh có chứa axit ascorbic giúp chống oxy hóa, hạn chế hiện tượng thâm màu do enzyme polyphenol oxidase, cũng như phản ứng mailard xảy ra trong quá trình sấy. Thời gian ngâm trong 2 giờ sẽ giúp khoai thấm đều gia vị, tăng giá trị cảm quan cho sản phẩm.

Bước 7. Vớt ra để ráo nước: Sau khi ngâm, khoai được vớt ra và để ráo hoàn toàn trước khi



Hình 2. Khoai lang trước khi sấy

4. KẾT LUẬN

Đã xác định được công thức chế biến sản phẩm khoai lang sấy dẻo với tỷ lệ các nguyên liệu là củ khoai lang 5 kg, nước lọc 480 ml, nước cốt chanh 20 ml và đường mật mía 120 g và đã xác định được các thông số công nghệ của quy trình sấy gồm: Độ dày của lát khoai lang 1 cm, sấy ở nhiệt độ 55°C, sấy với vận tốc gió 1,5 m/s, với thông số này thời gian sấy mỗi mẻ từ 14 - 14,3 giờ, độ ẩm của sản phẩm dao động từ 15,24 - 15,35%. Quy trình chế biến khoai lang sấy dẻo được thực hiện theo 9 bước, sản phẩm chế biến theo quy trình này có hàm lượng các chất dinh

sấy. Việc để ráo giúp giảm độ ẩm bề mặt, rút ngắn thời gian sấy, tránh hiện tượng hấp hơi làm mềm khoai trong quá trình sấy.

Bước 8. Sấy dẻo: Khoai lang được xếp đều vào khay sấy và tiến hành sấy ở nhiệt độ 55°C trong 14 - 14,3 giờ, khi đó độ ẩm của sản phẩm đạt từ 15,24 - 15,35%. Mục tiêu của quá trình sấy là loại bỏ nước từ từ, giữ được độ dẻo, màu sắc, hương vị và giá trị dinh dưỡng của khoai lang mật. Sấy ở nhiệt độ thấp trong thời gian dài sẽ giúp tránh hiện tượng cháy xém hoặc làm cứng khoai. Thiết bị sấy cần đảm bảo sạch sẽ, khử khuẩn định kỳ và kiểm soát nhiệt độ ổn định.

Bước 9. Làm nguội, đóng gói và bảo quản: Khoai sau khi sấy xong được để nguội ở nhiệt độ phòng trước khi đóng gói. Khoai sau khi nguội hoàn toàn được đóng gói kín, hút chân không để tránh tiếp xúc với không khí và vi sinh vật, giúp sản phẩm bảo quản được lâu hơn. Có thể sử dụng bao bì bằng nilon chuyên dụng để hút chân không hoặc bao bì dạng hộp nhựa chuyên dụng có nắp đậy kín và có gói hút ẩm ở bên trong. Sản phẩm được bảo quản ở nơi khô ráo, sạch sẽ, thoáng mát, tránh ánh nắng trực tiếp và tránh côn trùng xâm nhập. Ngoài ra sản phẩm có thể bảo quản ở nhiệt độ thường hoặc bảo quản mát hay bảo quản lạnh ở nhiệt độ từ 5 - 10°C.



Hình 3. Khoai lang sấy dẻo

dưỡng cao, có màu vàng cam đặc trưng, mùi thơm đặc trưng, vị ngọt đặc trưng, cấu trúc dẻo đồng đều, ít bị nhăn và không phát hiện nấm mốc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bechoff A, Dufour D, Dhuique-Mayer C, Marouze C, Reynes M, Westby A. (2009). Effect of hot air, solar and sun drying treatments on provitamin A retention in orange-fleshed sweet potato. *Journal of Food Engineering*, 92(2): 164 -171.

[2]. Yan W. Q, Zhang, M. I. N, Huang L. L, Mujumdar A. S, Tang J. (2013). Influence of microwave drying method on the characteristics

of the sweet potato dices. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37(5): 662 - 669.

[3]. Sebben J. A, Trierweiler L. F, Trierweiler J. O (2017). Orange-fleshed sweet potato flour obtained by drying in microwave and hot air. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1): 37 - 44.

[4]. Moumouni K. A. H, Some K, Pale E, Sereme A, Belem J, Nacro M. (2013). Evaluation of eight orange fleshed sweetpotato (OFSP) varieties for their total antioxidant, total carotenoid and polyphenolic contents. *Evaluation*, 3(4): 67 - 72.

[5]. Teow C. C, Truong V. D, McFeeters R. F, Thompson R. L, Pecota K. V, Yencho G. C. (2007). Antioxidant activities, phenolic and β -carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. *Food chemistry*, 103(3): 829 - 838.

[6]. Edeani N. J, Anyaene H. I. (2023). Optimization of hot air drying of sweet potato using response surface method. *International Journal of Advanced science and engineering*, 10(2): 3362 - 3371.

[7]. Hoàng Thị Lệ Hằng, Nguyễn Thị Thu Hường (2018). Nghiên cứu chế biến nước uống lên men lactic từ củ khoai lang tím Nhật Bản (giống *Murasakimasari*). *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*, 60(12): 55 - 60.

[8]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9017:2011. Quả tươi - Phương pháp lấy mẫu trên vườn sản xuất.

[9]. Nguyễn Văn Lợi, Trần Văn Quy, Lê Anh Tuấn, Nguyễn Đức Tiên, Đỗ Thị Hạnh, Phạm Hoàng Nam (2025). Nghiên cứu xây dựng quy trình chế biến quả hồ tiêu đỏ bằng phương pháp sấy lạnh kết hợp với bức xạ hồng ngoại. *Tạp chí Nông nghiệp và Môi trường*, 19, 39 - 50.

[10]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 4998:1989. Nông sản thực phẩm - Xác định hàm lượng xơ thô - Phương pháp Scharrer cải tiến.

[11]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 10034:2013. Thực phẩm và thức ăn chăn nuôi - Hướng dẫn chung về xác định hàm lượng nitơ bằng phương pháp Kjeldahl.

[12]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4594:1988. Đồ hộp - Phương pháp xác định đường tổng số, đường khử và tinh bột.

[13]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 11028:2015. Đồ uống - Xác định tổng hàm lượng chất tạo màu anthocyanin dạng monome - Phương pháp pH vi sai.

[14]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8977:2011. Thực phẩm - Xác định vitamin C bằng sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC).

[15]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5164:2008. Thực phẩm - Xác định vitamin B₁ bằng sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC).

[16]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8975:2018. Thực phẩm - Xác định vitamin B₂ bằng sắc ký lỏng hiệu năng cao.

[17]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8972-1:2011. Thực phẩm - Xác định vitamin A bằng sắc ký lỏng hiệu năng cao - Phần 1: Xác định 13-cis-retinol và tất cả các đồng phân trans-retinol.

[18]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8276:2018. Thực phẩm - Xác định vitamin E bằng sắc ký lỏng hiệu năng cao - định lượng α -, β -, γ - và δ -tocopherol.

[19]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 10916:2015. Thực phẩm - Xác định các chất khoáng trong thức ăn và thực phẩm dinh dưỡng đặc biệt - Phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử.

[20]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9043:2012. Thực phẩm - Xác định hàm lượng photpho tổng số bằng phương pháp đo màu.

[21]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4884-1:2015. Vi sinh vật trong chuỗi thực phẩm - Phương pháp định lượng vi sinh vật - Phần 1: Đếm khuẩn lạc ở 30 độ C bằng kỹ thuật đổ đĩa.

[22]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8275-2:2010. Vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi - Phương pháp định lượng nấm men và nấm mốc - Phần 2: Kỹ thuật đếm khuẩn lạc trong các sản phẩm có hoạt độ nước nhỏ hơn hoặc bằng 0,95.

[23]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3215:1979. Sản phẩm thực phẩm - Phân tích cảm quan - Phương pháp cho điểm.

**STUDY ON THE DEVELOPING A PROCESS FOR PROCESSING DRIED CHEWY
SWEET POTATO**

**Nguyen Van Loi¹, Le Anh Tuan¹, Tran Van Quy¹,
Nguyen Ngoc Duy¹, Vu Kieu Sam², Bui Phuong Thao³**

¹*University of Science, Vietnam National University*

²*Bac Giang Agriculture and Forestry University*

³*People's Police Academy*

Abstract

Dried chewy sweet potato slices are a product made from sweet potatoes, marinated with sugar and food flavorings and dried at low temperatures. The experiment determined technological parameters including the ratio of food additives, the thickness of the sweet potato slices, drying temperature and wind speed. Each parameter was analyzed using four different formulas and the physicochemical, nutritional, microbiological and sensory characteristics of the product in each of the four experimental formulas were then evaluated. The objective of this study was to select the most suitable formula for developing a process for processing dried chewy sweet potato. The chosen formula consisted of 5 kg of sweet potatoes, 480 ml of filtered water, 20 ml of lemon juice and 120 g of cane sugar syrup. The sweet potato slices were 1 cm thick, dried at 55°C with a wind speed of 1.5 m/s. With these parameters, the drying time per batch was 14 - 14.3 hours. The product's moisture content ranged from 15.24 - 15.35%, total protein content was 4.87 g/100 g, total sugar content was 31.78 g/100 g, anthocyanin content was 26.79 mg/kg, vitamin C content was 182.32 mg/kg, vitamin B1 content was 0.24 mg/kg, vitamin A content was 1.67 mg/kg, iron content was 13.93 mg/kg, total aerobic microorganisms were 1.2×10^2 CFU/g and no mold was detected. The product has a distinctive orange-yellow color, a characteristic aroma, a characteristic sweet taste, a uniformly pliable texture, and minimal wrinkling.

Keywords: *Processing, moisture content, sweet potato, process, dried chewy.*

Ngày nhận bài: 12/02/2026

Ngày chuyển phản biện: 27/02/2026

Ngày thông qua phản biện: 15/3/2026

Ngày duyệt đăng: 9/4/2026

ĐA DẠNG THÀNH PHẦN LOÀI ĐỘNG VẬT PHÙ DU Ở BÃI BÒI VEN BIỂN TỈNH AN GIANG

Huỳnh Văn Tiền¹, Nguyễn Duy Tùng², Lưu Ngọc Thùy Trang¹,
Đinh Thị Bé Hiền^{1*}, Hà Thanh Toàn¹

¹Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Đại học Cần Thơ

²Trung tâm Ươm tạo Doanh nghiệp Nông nghiệp Công nghệ cao, Thành phố Hồ Chí Minh

* Email: hienp0925004@gstudent.ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm khảo sát thành phần loài và mức độ đa dạng của động vật phù du tại vùng bãi bồi ven biển tỉnh An Giang thông qua phân tích sự phân bố của chúng trong các sinh cảnh đặc trưng ven biển. Việc thu mẫu được tiến hành vào mùa khô tại 3 sinh cảnh điển hình gồm: Cửa sông, vùng triều và vùng dưới triều. Mẫu được thu bằng lưới phù du kiểu Juday (kích thước mắt lưới 25 μm), cố định bằng dung dịch formalin 5% và quan sát dưới kính hiển vi quang học để định danh và mô tả hình thái. Kết quả ghi nhận tổng cộng 12 loài động vật phù du thuộc 2 nhóm chính là: Ngành Rotifera và lớp Copepoda (thuộc ngành Arthropoda). Trong đó, luân trùng (Rotifera) chiếm ưu thế với 9 loài (75%), còn giáp xác chân mái chèo (Copepoda) gồm 3 loài (25%). Một số loài phổ biến bao gồm: *Brachionus* sp., *Keratella* sp., *Apocyclops* sp., *Paracalanus crassirostris* và *Pseudodiaptomus incisus*. Thành phần loài có sự khác biệt giữa các sinh cảnh, với mức độ phong phú cao hơn tại khu vực cửa sông và vùng triều so với vùng dưới triều. Nhóm Rotifera phân bố rộng và hiện diện ổn định ở cả 3 sinh cảnh, trong khi Copepoda có xu hướng tập trung tại các thùy vực có độ sâu và độ mặn cao hơn. Chỉ số đa dạng Shannon–Wiener (H') dao động từ 1,08 - 1,24, trong đó giá trị cao nhất ghi nhận tại sinh cảnh cửa sông ($H' = 1,24$), tiếp theo là vùng triều ($H' = 1,20$) và thấp nhất tại vùng dưới triều ($H' = 1,08$). Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở dữ liệu khoa học về cấu trúc quần xã động vật phù du tại vùng bãi bồi ven biển, phục vụ giám sát sinh thái, đánh giá chất lượng môi trường nước và định hướng sử dụng hợp lý nguồn phù du trong nuôi trồng thủy sản.

Từ khóa: Bãi bồi ven biển, đa dạng loài, động vật phù du, giáp xác chân mái chèo, luân trùng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Động vật phù du (ĐVPD) là nhóm sinh vật dị dưỡng giữ vai trò trung gian quan trọng trong lưới thức ăn thủy sinh, kết nối giữa thực vật phù du và các bậc dinh dưỡng cao hơn như: Cá, tôm và nhuyễn thể. Bên cạnh ý nghĩa sinh thái, ĐVPD còn được sử dụng rộng rãi như: Chỉ thị sinh học nhằm phản ánh tình trạng dinh dưỡng, chất lượng môi trường nước và sự biến động của các hệ sinh thái thủy vực [1, 2].

Thành phần loài và cấu trúc quần xã ĐVPD chịu ảnh hưởng mạnh bởi các yếu tố môi trường như: Độ mặn, nhiệt độ, thủy động lực và hàm lượng dinh dưỡng, đặc biệt tại các vùng chuyển tiếp giữa nước ngọt và nước mặn [3]. Các khu vực bãi bồi ven biển là hệ sinh thái động lực điển hình, thường xuyên chịu tác động đồng thời của dòng chảy sông, thủy triều và hoạt động sản xuất

nông nghiệp - thủy sản, do đó có tính nhạy cảm cao trước các biến động môi trường [4, 5].

Tỉnh An Giang sở hữu dải bãi bồi ven biển rộng lớn dọc theo bờ biển Tây Nam bộ, chịu ảnh hưởng trực tiếp của hệ thống sông Cái Lớn - Cái Bé và quá trình xâm nhập mặn theo mùa. Khu vực này có vai trò quan trọng đối với sản xuất nông nghiệp ven biển, nuôi trồng thủy sản và bảo tồn hệ sinh thái, đồng thời cũng là vùng chịu nhiều áp lực từ biến đổi khí hậu và thay đổi sử dụng đất [6]. Tuy nhiên, các nghiên cứu về ĐVPD tại các hệ sinh thái bãi bồi ven biển Tây Nam Bộ, đặc biệt ở khu vực An Biên và An Minh thuộc tỉnh An Giang hiện nay, vẫn còn hạn chế và chưa được hệ thống hóa theo các sinh cảnh đặc trưng như cửa sông, vùng triều và vùng dưới triều. [7].

Xuất phát từ thực tiễn đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định thành phần loài

và đánh giá mức độ đa dạng của ĐVPD tại vùng bãi bồi ven biển tỉnh An Giang, đồng thời phân tích sự phân bố của chúng theo 3 sinh cảnh điển hình gồm: Cửa sông, vùng triều và vùng dưới triều. Kết quả nghiên cứu góp phần cung cấp cơ sở dữ liệu sinh học nền, phục vụ giám sát sinh thái, đánh giá chất lượng môi trường nước ven biển và định hướng sử dụng nguồn phù du bản địa trong phát triển nông nghiệp - thủy sản theo hướng bền vững.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Khu vực và thời gian nghiên cứu

Nghiên cứu được tiến hành tại khu vực bãi bồi ven biển tỉnh An Giang, thuộc địa bàn các xã Đông Thái và xã Vân Khánh, tỉnh An Giang (trước đây thuộc huyện An Biên và huyện Anh Minh, tỉnh Kiên Giang). Mẫu ĐVPD được thu thập tại 3 sinh cảnh điển hình gồm: Cửa sông, vùng triều và vùng dưới triều. Tại mỗi sinh cảnh bố trí từ 2 - 3 điểm thu mẫu đại diện. Tọa độ các điểm khảo sát được xác định bằng thiết bị định vị GPS cầm tay GPSMAP 78s (Garmin, Đức). Các thông số môi trường cơ bản như: Độ sâu nước, đặc điểm chất nền đáy, độ mặn và nhiệt độ được ghi nhận trực tiếp tại hiện trường vào thời điểm thu mẫu được thu thập trong mùa khô giai đoạn 2022 - 2024, mỗi năm tiến hành một đợt khảo sát đại diện tại các điểm nghiên cứu.

2.2. Thu mẫu và xử lý mẫu

Mẫu ĐVPD được thu bằng lưới phù du kiểu Juday với kích thước mắt lưới 25 μm , kéo thủ công tại tầng nước mặt (0 - 50 cm) trong khoảng 10 phút cho mỗi điểm khảo sát. Sau khi thu, mẫu được chứa trong chai nhựa PE dung tích 1 lít và cố định bằng dung dịch formalin 5%, đồng thời bổ sung một lượng nhỏ dung dịch lugol nhằm tăng khả năng bắt màu và ổn định mẫu [8, 9].

Tại phòng thí nghiệm, mẫu được để lắng tự nhiên trong 24 giờ, sau đó hút bỏ phần nước phía trên và điều chỉnh thể tích mẫu còn lại về 50 mL. Việc phân tích ĐVPD được thực hiện dưới kính hiển vi quang học (Optika B-292, Ý) với vật kính 10x và 40x. Mẫu ĐVPD được thu và phân tích theo 2 phương pháp:

- Thu mẫu định tính: Được thực hiện bằng lưới phù du kiểu Juday (mắt lưới 25 μm), kéo

ngang tại tầng nước mặt (0 - 50 cm) trong khoảng 10 phút tại mỗi điểm khảo sát nhằm xác định thành phần loài.

- Thu mẫu định lượng: Mẫu nước được thu với thể tích xác định, sau đó cô đặc và phân tích bằng buồng đếm Sedgwick-Rafter theo các hướng dẫn và khuyến cáo tiêu chuẩn trong nghiên cứu sinh vật thủy sinh nước lợ [10], nhằm xác định mật độ cá thể theo đơn vị thể tích.

2.3. Định danh loài và xử lý số liệu

ĐVPD được định danh đến cấp loài hoặc giống dựa trên các tài liệu phân loại tiêu chuẩn dành cho 2 nhóm chính là: Rotifera và Copepoda [11, 12]. Các tài liệu bổ sung liên quan đến khu vực Đông Nam Á được sử dụng nhằm đối chiếu và hoàn thiện các đặc điểm hình thái đặc trưng của loài [13, 14].

Dữ liệu được tổng hợp và phân tích nhằm xác định số lượng loài (S), tần suất xuất hiện của loài được xác định dựa trên tỷ lệ số điểm khảo sát có ghi nhận loài đó so với tổng số điểm khảo sát của từng loài theo sinh cảnh và đặc điểm phân bố (phân bố rộng hoặc đặc trưng theo sinh cảnh). Chỉ số đa dạng sinh học Shannon-Wiener (H') được tính theo công thức:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln(P_i)$$

Trong đó: P_i là tỷ lệ xuất hiện của loài thứ i và S là tổng số loài trong quần xã.

Chỉ số đồng đều Shannon (J') được sử dụng để đánh giá mức độ phân bố đồng đều của các loài trong quần xã, được xác định theo công thức:

$$J' = H'/H'_{max} \quad (J' \text{ có giá trị từ } 0 - 1)$$

$$H'_{max} = \ln(S).$$

Trong đó: H'_{max} là chỉ số đa dạng loài cực đại đạt được khi các loài có sự phân bố đồng đều giữa các loài với nhau. Nói cách khác, khi tần số xuất hiện của mỗi loài trong quần thể bằng nhau thì chỉ số đa dạng đạt giá trị cực đại.

Giá trị J' dao động trong khoảng từ 0 - 1, với giá trị càng lớn thể hiện mức độ phân bố của các loài càng đồng đều [15]. Việc tính toán các chỉ số đa dạng H' và J' được thực hiện bằng phần mềm Biodiversity Pro [16].

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả thu mẫu và đặc điểm môi trường

Trong các đợt khảo sát mùa khô giai đoạn 2022 - 2024, tổng cộng 8 điểm thu mẫu được bố trí tại vùng bãi bồi ven biển thuộc các xã Đông Thái và xã Vân Khánh, tỉnh An Giang. Đại diện cho 3 sinh cảnh điển hình gồm: Cửa sông, vùng

triều và dưới triều. Các điểm khảo sát bao gồm: AB1, AB2, AB3 (xã Đông Thái) và AM1, AM2, AM3, AM4, AM5 (xã Vân Khánh), phản ánh đặc trưng thủy vực và mức độ ảnh hưởng khác nhau của sông - biển. Các yếu tố môi trường cơ bản như nhiệt độ nước, pH, độ mặn, độ sâu và độ trong được đo trực tiếp tại hiện trường và trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Một số yếu tố môi trường tại các điểm khảo sát vùng bãi bồi ven biển

Điểm	Sinh cảnh	Nhiệt độ (°C)	pH	Độ mặn (‰)	Độ sâu (cm)	Độ trong (cm)
AB1	CS	28,1	6,8	4,93	52	42
AB2	VT	29,4	7,1	6,17	46	45
AB3	DT	30,3	7,4	9,23	75	40
AM1	CS	28,7	6,9	5,32	60	52
AM2	VT	29,2	7,2	7,45	50	60
AM3	DT	30,1	7,3	11,87	80	58
AM4	DT	29,9	7,5	14,50	88	65
AM5	DT	30,2	7,4	18,20	92	64

Ghi chú: CS: Cửa sông, VT: Vùng triều, DT: Dưới triều

Kết quả cho thấy, nhiệt độ nước dao động trong khoảng 28,1 - 30,3°C, pH tương đối ổn định từ 6,8 - 7,5, phù hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của các nhóm sinh vật phù du. Độ mặn biến thiên rộng từ 4,93‰ tại điểm cửa sông đến 18,20‰ tại khu vực dưới triều, phản ánh rõ gradient chuyển tiếp từ môi trường nước ngọt đến lợ sang môi trường chịu ảnh hưởng biển mạnh hơn. Độ sâu và độ trong của cột nước có xu hướng tăng dần từ cửa sông ra dưới triều, cho thấy sự chi phối của thủy triều và đặc điểm địa hình đáy trong khu vực nghiên cứu.

Các đặc điểm môi trường ghi nhận trong nghiên cứu này tương đồng với kết quả khảo sát tại các vùng bãi bồi ven biển khác ở Tây Nam bộ, nơi độ mặn mùa khô thường dao động trong khoảng trung bình từ nước lợ đến mặn nhạt và các thông số nhiệt độ, pH tương đối ổn định qua các năm [17, 18]. Sự phân hóa rõ rệt về độ mặn, độ sâu và độ trong giữa các sinh cảnh được xem là cơ sở quan trọng chi phối cấu trúc và sự phân bố của ĐVPD tại khu vực bãi bồi ven biển tỉnh An Giang [19].

3.2. Thành phần loài động vật phù du

Kết quả phân tích mẫu tại 8 điểm khảo sát ghi nhận tổng cộng 12 loài ĐVPD trong khu vực

nghiên cứu. Thành phần loài tương đối đơn giản, bao gồm 2 nhóm chính là: Rotifera với 9 loài (chiếm 75%) và Copepoda với 3 loài (chiếm 25%) (Bảng 2).

Số lượng loài ĐVPD ghi nhận tương đối thấp so với một số hệ sinh thái ven biển nhiệt đới. Điều này có thể liên quan đến đặc điểm môi trường bãi bồi với nền đáy bùn mịn và độ đục cao, cũng như thời điểm khảo sát trong mùa khô. Ngoài ra, việc sử dụng lưới có kích thước mắt lưới 25 µm và phương pháp thu mẫu có thể chưa ghi nhận đầy đủ các nhóm ấu trùng (như giun nhiều tơ, nhuyễn thể) hoặc các sinh vật kích thước rất nhỏ. Nghiên cứu này chủ yếu tập trung vào 2 nhóm chính là: Rotifera và Copepoda, do đó chưa xem xét đến các nhóm động vật nguyên sinh.

Sinh cảnh vùng dưới triều trong nghiên cứu bao gồm các điểm: AB3, AM3, AM4 và AM5, là những khu vực có độ mặn và độ sâu cao hơn so với các sinh cảnh khác. Điều kiện môi trường này có thể ảnh hưởng đến sự phân bố của các loài ĐVPD, đặc biệt là nhóm luân trùng, vốn thường phát triển tốt trong môi trường nước lợ có độ mặn trung bình. Tại các vùng dưới triều với độ mặn cao và dòng chảy mạnh, sự hiện diện của nhóm này có xu hướng giảm.

Bảng 2. Thành phần loài ĐVPD ghi nhận tại vùng bãi bồi ven biển

Nhóm ngành	Họ (Family)	Giống/Loài (Genus/Species)	Sinh cảnh
Rotifera	Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>	CS, VT, DT
		<i>B. falcatus</i>	CS, DT
		<i>B. urceolaris</i>	VT, CS
		<i>Keratella tropica</i> ,	CS, VT, DT
		<i>K. valga</i>	CS, VT, DT
	Lecanidae	<i>Monostyla lunaris</i> , <i>Dipleuchlanis propatula</i>	VT, DT
	Synchaetidae	<i>Polyarthra vulgaris</i>	CS, VT
	Trichocercidae	<i>Filinia terminalis</i>	VT
Copepoda	Cyclopidae	<i>Apocyclops spartinus</i>	CS, VT, DT
	Paracalanidae	<i>Paracalanus crassirostris</i>	CS, DT
	Pseudodiaptomidae	<i>Pseudodiaptomus incisus</i>	CS, VT, DT

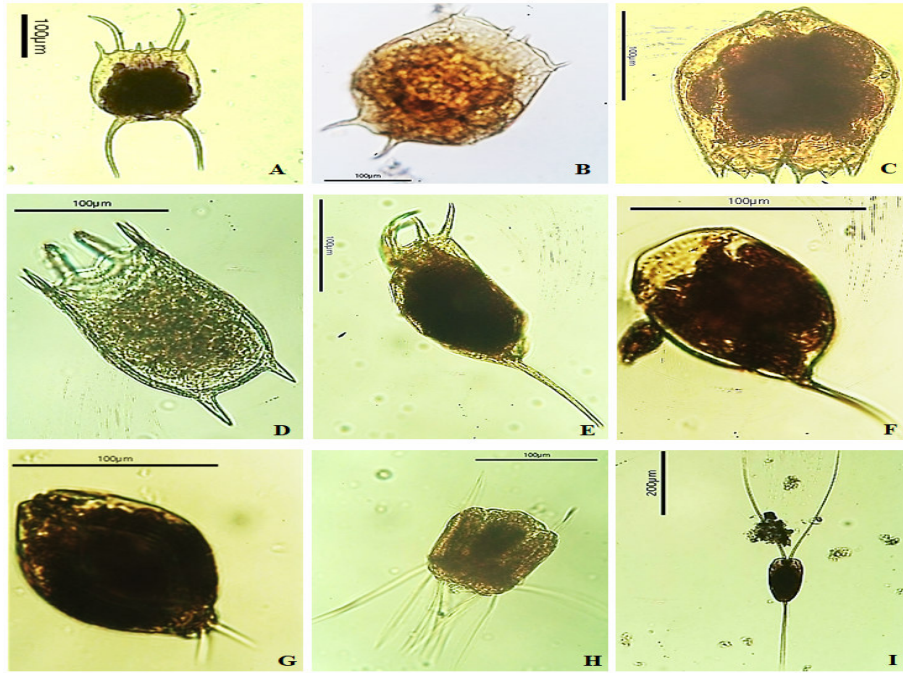
Ghi chú: CS: Cửa sông, VT: Vùng triều, DT: Vùng dưới triều. Sinh cảnh vùng dưới triều trong nghiên cứu bao gồm các điểm AB3, AM3, AM4 và AM5, là những khu vực có độ mặn và độ sâu cao hơn so với các sinh cảnh khác.

Cấu trúc thành phần loài ghi nhận trong nghiên cứu phản ánh đặc điểm điển hình của khu hệ ĐVPD tại sinh cảnh cửa sông thể hiện tính đa dạng cao hơn do sự giao thoa giữa nguồn nước ngọt và nước mặn, tạo điều kiện thuận lợi cho nhiều nhóm loài cùng tồn tại, giàu dinh dưỡng và chịu tác động mạnh của các yếu tố môi trường, nơi nhóm luân trùng thường chiếm ưu thế [1, 2].

Nhóm Rotifera phân bố đa dạng và chiếm ưu thế rõ rệt về số lượng loài, bao gồm các loài phổ biến như: *Brachionus angularis*, *B. falcatus*, *Keratella tropica*, *K. valga*, *Polyarthra vulgaris* và *Filinia terminalis* (Hình 1). Đây là nhóm sinh vật phù du có kích thước nhỏ, vòng đời ngắn và tốc độ sinh sản nhanh, thường chiếm ưu thế trong các thủy vực nước nông và các vùng chuyển tiếp giữa nước ngọt và nước mặn [1, 6]. Nhiều loài thuộc các giống *Brachionus* và *Keratella* đã được ghi nhận rộng rãi với vai trò là chỉ thị sinh học cho các thủy vực giàu dinh dưỡng và có biên độ

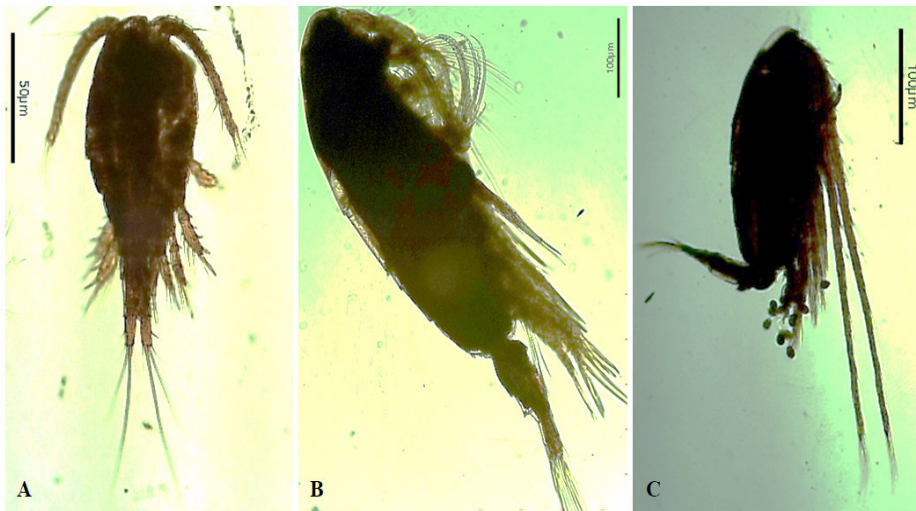
dao động môi trường lớn, nhờ khả năng thích nghi cao và phản ứng nhanh trước các biến động về độ mặn và điều kiện thủy lý [1, 18].

Nhóm Copepoda ghi nhận 3 loài gồm: *Apocyclops spartinus*, *Paracalanus crassirostris* và *Pseudodiaptomus incisus* (Hình 2). Đây là các loài phổ biến trong môi trường nước lợ và vùng biển nông, có kích thước cơ thể lớn hơn so với luân trùng và đóng vai trò quan trọng trong lưới thức ăn thủy sinh, đặc biệt là nguồn thức ăn tự nhiên cho giai đoạn ấu trùng của cá và tôm [15]. Sự hiện diện đồng thời của các loài ưa nước ngọt và các loài thích nghi với môi trường nước lợ phản ánh rõ tính giao thoa sinh học của khu vực bãi bồi ven biển tỉnh An Giang. Việc định danh các loài Copepoda được thực hiện dựa trên tổng hợp các đặc điểm hình thái quan sát được kết hợp với tài liệu phân loại chuyên ngành; một số đặc điểm chi tiết có thể chưa thể hiện rõ trên hình 1 và 2.



Hình 1. Các loài luân trùng (Rotifera) ghi nhận trong khu vực nghiên cứu

Ghi chú: : A: *Brachionus falcatus*; B: *Brachionus angularis*; C: *Brachionus urceolaris*; D: *Keratella tropica*; E: *Keratella valga*; F: *Monostyla lunaris*; G: *Dipleuchlanis propatula*; H: *Polyarthra vulgaris*; I: *Filinia terminalis*.



Hình 2. Các loài giáp xác chân mái chèo (Copepoda) ghi nhận trong khu vực nghiên cứu

Ghi chú: A: *Apocyclops spartinus*; B: *Paracalanus crassirostris*; C: *Pseudodiaptomus incisus*.

So sánh với các nghiên cứu trước đây tại vùng ven biển: Tỉnh Trà Vinh và Cà Mau, thành phần loài ĐVPD tại khu vực nghiên cứu cho thấy, mức độ tương đồng nhất định, tuy nhiên số loài thuộc nhóm Calanoida ghi nhận được còn hạn chế [7, 16]. Sự khác biệt này có thể liên quan đến đặc điểm trầm tích bùn mềm, động lực thủy văn và điều kiện môi trường đặc thù của khu vực bãi bồi ven biển tỉnh An Giang trong mùa khô. Bên cạnh đó, mức độ đa dạng loài trung bình (12 loài) cũng có thể chịu ảnh hưởng bởi thời điểm khảo sát và

kích thước mắt lưới 25 μm , vốn có khả năng hạn chế ghi nhận các nhóm ĐVPD kích thước rất nhỏ.

3.3. Sự phân bố ĐVPD theo sinh cảnh

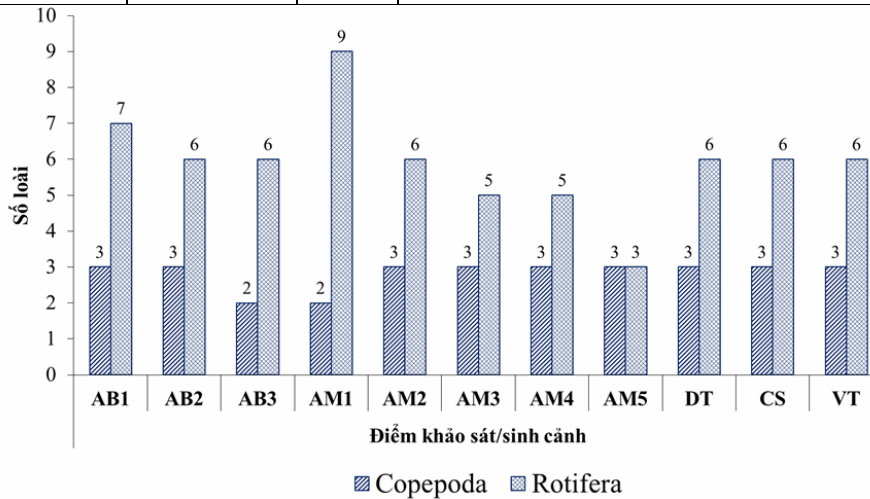
Sự phân bố của ĐVPD trong khu vực nghiên cứu thể hiện sự khác biệt rõ rệt giữa 3 sinh cảnh khảo sát gồm: Cửa sông, vùng triều và vùng dưới triều (Bảng 3). Sinh cảnh cửa sông ghi nhận số loài cao nhất với 11 loài (91,7% tổng số loài), tiếp theo là vùng triều với 10 loài (83,3%) và thấp nhất là vùng dưới triều với 8 loài (66,7%). Kết quả này cho thấy, khu vực cửa sông có mức độ đa

dạng sinh học cao hơn, do chịu ảnh hưởng đồng thời của nước ngọt và nước mặn, cùng với hàm lượng dinh dưỡng tương đối cao và điều kiện sinh

thái biến động, thuận lợi cho nhiều nhóm sinh vật phù du cùng tồn tại [1, 2].

Bảng 3. Số loài ĐVPD và chỉ số đa dạng Shannon–Wiener (H')

Sinh cảnh	Số loài (S)	H'	Đặc điểm nổi bật
Cửa sông	11	1,24	Nơi giao thoa nước ngọt – mặn, giàu dinh dưỡng
Vùng triều	10	1,20	Bị ảnh hưởng mạnh bởi triều, môi trường biến động
Vùng dưới triều	8	1,08	Độ mặn cao, nước sâu, dòng chảy mạnh



Hình 3. Đặc điểm phân bố của ĐVPD trong khu vực nghiên cứu

Ghi chú: AB: An Biên, AM: An Minh, CS: Cửa sông, VT: Vùng triều, DT: Vùng dưới triều.

Hình 3 cho thấy, nhóm luân trùng (Rotifera) chiếm ưu thế về số lượng loài tại hầu hết các điểm khảo sát. Tuy nhiên, số lượng loài ghi nhận giữa các sinh cảnh cửa sông, vùng triều và vùng dưới triều không có sự khác biệt lớn, cho thấy mức độ đa dạng loài tương đối tương đồng trong điều kiện khảo sát mùa khô. Mặc dù vậy, các loài luân trùng vẫn thể hiện xu hướng phân bố rộng, hiện diện ở cả 3 sinh cảnh và chiếm tỷ lệ cao trong tổng số loài. Đặc điểm này phản ánh khả năng thích nghi cao của nhóm Rotifera đối với các điều kiện môi trường biến động về độ mặn, mực nước và hàm lượng chất hữu cơ, là những đặc trưng phổ biến của các thủy vực nông và vùng chuyển tiếp ven biển [1, 6, 18].

Ngược lại, nhóm giáp xác chân mái chèo (Copepoda) có xu hướng phân bố chọn lọc hơn. Kết quả cho thấy, tại sinh cảnh vùng triều chỉ ghi nhận 2 loài Copepoda, trong khi tại cửa sông và vùng dưới triều ghi nhận 3 loài. Đáng chú ý, loài *Paracalanus crassirostris* không xuất hiện tại sinh cảnh vùng triều, có thể liên quan đến điều kiện môi trường biến động mạnh về thủy triều và dòng chảy tại khu vực này. Trong khi đó, loài

Pseudodiaptomus incisus hiện diện ở cả 3 sinh cảnh, cho thấy khả năng thích nghi rộng trong điều kiện nước lợ ven biển, trong khi *Paracalanus crassirostris* có xu hướng phân bố chọn lọc hơn và không ghi nhận tại sinh cảnh vùng triều, phản ánh đặc tính sinh thái của nhóm Copepoda ưa môi trường nước lợ và vùng chuyển tiếp [12].

Chỉ số đa dạng Shannon–Wiener (H') thể hiện xu hướng phù hợp với đặc điểm phân bố được thể hiện ở hình 3, với giá trị cao nhất tại sinh cảnh cửa sông ($H' = 1,24$) và thấp nhất tại sinh cảnh vùng dưới triều ($H' = 1,08$). Điều này cho thấy, các sinh cảnh chuyển tiếp, nơi điều kiện môi trường biến động nhưng không quá khắc nghiệt, thường duy trì mức độ đa dạng sinh học cao hơn so với các khu vực chịu ảnh hưởng biến động mạnh. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đây về ĐVPD tại các hệ sinh thái cửa sông và ven biển nhiệt đới [3, 10].

Nhìn chung, sự phân bố ĐVPD thể hiện trên hình 3 phản ánh rõ vai trò của gradient môi trường từ cửa sông ra biển trong việc hình thành cấu trúc quần xã ĐVPD tại vùng bãi bồi ven biển tỉnh An Giang. Đây là cơ sở khoa học quan trọng

cho việc sử dụng ĐVPD như nhóm chỉ thị sinh học trong giám sát chất lượng môi trường nước và đánh giá biến động sinh thái ở các hệ sinh thái ven biển.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Nghiên cứu đã ghi nhận tổng cộng 12 loài ĐVPD tại vùng bãi bồi ven biển tỉnh An Giang, thuộc 2 nhóm chính là: Rotifera (9 loài, chiếm 75%) và Copepoda (3 loài, chiếm 25%). Nhóm Rotifera chiếm ưu thế và phân bố rộng ở cả 3 sinh cảnh, trong khi Copepoda có xu hướng phân bố chọn lọc hơn.

Sự khác biệt về thành phần loài và chỉ số đa dạng Shannon–Wiener (H') giữa các sinh cảnh cho thấy, sinh cảnh cửa sông có mức độ đa dạng cao nhất, tiếp theo là vùng triều và thấp nhất là vùng dưới triều.

Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở dữ liệu khoa học về ĐVPD tại vùng bãi bồi ven biển tỉnh An Giang, góp phần phục vụ giám sát sinh thái, đánh giá chất lượng môi trường nước và định hướng sử dụng hợp lý nguồn phù du trong nuôi trồng thủy sản.

4.2. Kiến nghị

Cần tiếp tục nghiên cứu sâu hơn về các đặc điểm sinh lý, dinh dưỡng và khả năng ứng dụng thực tiễn của các loài ĐVPD bản địa phổ biến như: *Brachionus*, *Apocyclops* và *Pseudodiaptomus*, nhằm làm rõ tiềm năng sử dụng chúng trong giám sát sinh học và sản xuất nguồn thức ăn tự nhiên cho nuôi trồng thủy sản. Đồng thời, việc mở rộng nghiên cứu theo mùa và kết hợp với các nhóm sinh vật phù du khác sẽ góp phần nâng cao hiệu quả đánh giá và quản lý môi trường vùng ven biển trong bối cảnh biến đổi khí hậu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Dumont, H. J. & De Ridder, M. (1987). Rotifers from Turkey. *Hydrobiologia*, 147(1), 65 - 73. <https://doi.org/10.1007/BF00025727>.

[2]. Jeppesen, E., Jensen, J. P., Søndergaard, M., Lauridsen, T., & Landkildehus, F. (2000). Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: Changes along a phosphorus gradient. *Freshwater Biology*, 45(2),

201 - 218. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2000.00675.x>.

[3]. Arora, J., Mehra, N. K. (2009). Seasonal dynamics of zooplankton in a shallow eutrophic, man-made hyposaline lake in Delhi (India): Role of environmental factors. *Hydrobiologia*, 626(1), 27 - 40. <https://doi.org/10.1007/s10750-009-9735-7>.

[4]. Nguyễn Đức Tú, Phạm Thu Thủy, Tăng Thị Kim Hồng (2024). *Thực trạng đa dạng sinh học tại đồng bằng sông Cửu Long, Việt Nam*. CIFOR-ICRAF. 1-30.

[5]. Boxshall, G. A. & Defaye, D. (2008). Global diversity of copepods (Crustacea: Copepoda) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595(1), 195 - 207. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9014-4>.

[6]. Fontaneto, D., De Smet, W. & Schmidt-Rhaesa, A. (2015). 4. Rotifera. *Handbook of zoology, Gastrotricha and Gnathifera*, 216 - 300.

[7]. Phạm Hạnh Nguyên, Trương Quang Hải, Lê Kế Sơn (2014). Thảm thực vật rừng ngập mặn khu vực mũi Cà Mau. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, 30(4), 41 - 48.

[8]. APHA. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.). American Public Health Association.

[9]. Lind, O. T. (1979). *Handbook of common methods in limnology* (2nd ed.). The C.V. Mosby Company.

[10]. McAleece, N., Lambshead, P. J. D., Paterson, G. L. J. & Gage, J. D. (1997). *Biodiversity Pro version 2.0: A program for calculating measures of biodiversity*. Scottish Association for Marine Science.

[11]. Shiel, R. J. (1995). *A guide to identification of rotifers, cladocerans and copepods from Australian inland waters (Identification Guide Series No. 3)*. Cooperative Research Centre for Freshwater Ecology.

[12]. Chiang, S. C. & Du, N. S. (1979). *Copepoda of China*. Science Press.

[13]. Pagano, M., Saint-Jean, L., Arfi, R., Bouvy, M. & Guiral, D. (1998). Zooplankton food limitation and grazing impact in a eutrophic

brackish-water tropical pond (Côte d'Ivoire, West Africa). *Hydrobiologia*, 390(1), 83 - 98. <https://doi.org/10.1023/A:1003561821745>.

[14]. Marques, S. C., Pardal, M. A., Pereira, M. J., Gonçalves, F., Marques, J. C. & Azeiteiro, U. M. (2007). Zooplankton distribution and dynamics in a temperate shallow estuary. *Hydrobiologia*, 587(1), 213 - 223. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-0682-x>.

[15]. Rønnestad, I., Yúfera, M., Ueberschär, B., Ribeiro, L., Sæle, Ø. & Boglione, C. (2013). Feeding behavior and digestive physiology in larval fish: Current knowledge, and gaps and needs for further research. *Reviews in Aquaculture*, 5(Suppl. 1), S59 - S98. <https://doi.org/10.1111/raq.12010>.

[16]. Mai Kiên Định, Nguyễn Hải Anh, Nguyễn Hoàng Anh, Dur Văn Toán (2023) Thành phần loài động vật phù du vịnh Đà Nẵng. *Tạp chí Môi trường*, 4, 36 - 39.

[17]. Romo, S., Miracle, M. R., Villena, M. J., Rueda, J., Ferriol, C. & Vicente, E. (2004). Mesocosm experiments on nutrient and fish effects on shallow lake food webs in a Mediterranean climate. *Freshwater Biology*, 49(12), 1593 - 1607. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2004.01305.x>.

[18]. Segers, H. H. (1995). A reappraisal of the Scardidiidae (Rotifera, Monogononta). *Zoologica Scripta*, 24(2), 91 - 100. <https://doi.org/10.1111/j.1463-6409.1995.tb00394.x>.

[19]. Anderson, J. M. & Ingram, J. S. (1994). Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods. *Soil Science*, 157(4), 265.

SPECIES DIVERSITY OF ZOOPLANKTON IN THE COASTAL MUDFLATS OF AN GIANG PROVINCE, VIETNAM

Huynh Van Tien¹, Nguyen Duy Tung², Luu Ngoc Thuy Trang¹, Dinh Thi Be Hien¹, Ha Thanh Toan¹

¹*Institute of Biotechnology and Food Technology, Can Tho University*

²*High-Tech Agricultural Business Incubation Center, Ho Chi Minh city*

Abstract

This study aimed to investigate the species composition and diversity of zooplankton communities in the coastal mudflat areas of An Giang province, Vietnam, by analyzing their distribution across representative coastal habitats. Sampling was conducted during the dry season in three typical habitats, including estuarine, intertidal, and subtidal zones. Samples were collected using a Juday plankton net (25 µm mesh size), preserved in 5% formalin, and examined under a light microscope for taxonomic identification and morphological characterization. A total of 12 zooplankton species were recorded, belonging to two main groups: Rotifera and Copepoda (phylum Arthropoda). Rotifers dominated the community with 9 species (75%), whereas copepods accounted for 3 species (25%). Common taxa included *Brachionus* sp., *Keratella* sp., *Apocyclops* sp., *Paracalanus crassirostris*, and *Pseudodiaptomus incisus*. Species composition varied among habitats, with higher richness observed in estuarine and intertidal zones compared to subtidal areas. Rotifers were widely distributed and consistently present across all habitats, while copepods tended to concentrate in deeper and more saline waters. The Shannon-Wiener diversity index (H') ranged from 1.08 to 1.24, with the highest value recorded in the estuarine habitat ($H' = 1.24$), followed by the intertidal zone ($H' = 1.20$) and the lowest in the subtidal zone ($H' = 1.08$). These findings provide baseline scientific data on zooplankton community structure in coastal mudflat ecosystems, supporting ecological monitoring, water quality assessment, and the sustainable use of indigenous plankton resources in aquaculture.

Keywords: Coastal mudflat, copepods, rotifers, species diversity, zooplankton.

Ngày nhận bài: 23/02/2026

Ngày chuyển phản biện: 02/3/2026

Ngày thông qua phản biện: 20/3/2026

Ngày duyệt đăng: 10/4/2026

ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ XÂM NHẬP MẶN THEO CÁC KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TRÊN HIỆN TRẠNG SỬ DỤNG ĐẤT THÀNH PHỐ CẦN THƠ

Nguyễn Kim Khoa^{1,3}, Nguyễn Thị Hồng Điệp^{2,*}, Nguyễn Trọng Nguyễn²

¹Nghiên cứu sinh ngành Môi trường đất và nước,

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

²Khoa Môi Trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Đại học Cần Thơ

³Trường Cao đẳng Kinh tế - Kỹ thuật Cần Thơ

*Email: nthdiep@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu đánh giá sự phân bố hiện trạng sử dụng đất nông nghiệp tại thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ) năm 2024 và xác định các hiện trạng có nguy cơ bị ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn theo các kịch bản biến đổi khí hậu RCP 4.5 và RCP 8.5 vào các năm 2030 và 2050. Ảnh vệ tinh Sentinel-1A và Sentinel-2 MSI đa thời gian được sử dụng để phân loại hiện trạng sử dụng đất năm 2024 bằng thuật toán Random Forest. Kết quả phân loại đã xác định 11 loại hình sử dụng đất. Với kịch bản RCP 8.5, diện tích canh tác lúa bị ảnh hưởng bởi mức mặn > 4 g/l ước tính là 50.242,0 ha (năm 2030) và 52.099,2 ha (năm 2050), đòi hỏi phải có các biện pháp thích ứng phù hợp với điều kiện mặn gia tăng. Nghiên cứu này góp phần cung cấp cơ sở khoa học quan trọng cho việc lập kế hoạch sử dụng đất, hướng tới một nền nông nghiệp thích ứng và bền vững với biến đổi khí hậu.

Từ khóa: Sentinel-1A, Sentinel-2, hiện trạng đất nông nghiệp, kịch bản biến đổi khí hậu, thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ).

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xâm nhập mặn là quá trình nước mặn từ biển xâm lấn vào các nguồn nước ngọt nội địa, chịu ảnh hưởng bởi sự tương tác giữa lưu lượng nước sông từ thượng nguồn và lực thủy triều từ hạ lưu [1, 2]. Hiện tượng này đang trở thành một thách thức nghiêm trọng trong bối cảnh biến đổi khí hậu ngày càng gia tăng, tác động trực tiếp đến tài nguyên nước và đất canh tác [3]. Mặn hóa đất là một trong những nguyên nhân chính gây suy thoái đất, ảnh hưởng xấu đến năng suất cây trồng, đa dạng sinh học và chức năng sinh thái của hệ sinh thái đất [4]. Nghiên cứu sự thay đổi trong hiện trạng sử dụng đất đóng vai trò then chốt trong việc hoạch định chiến lược phát triển không gian, bảo vệ môi trường và quản lý tài nguyên [5].

Viễn thám từ lâu đã trở thành một công cụ không thể thiếu trong nghiên cứu và giám sát hiện trạng sử dụng đất, đặc biệt là trong bối cảnh biến đổi khí hậu và các hiện tượng môi trường như xâm nhập mặn [6 - 8]. Tuy nhiên, dữ liệu viễn thám quang học gặp hạn chế do mây che phủ, nhất là ở các vùng nông nghiệp nhiệt đới [9, 10]. Trong bối

cảnh đó, các hệ thống chủ động như radar không phụ thuộc vào ánh sáng mặt trời, có thể hoạt động trong mọi điều kiện thời tiết và thời gian, từ đó khắc phục hạn chế của các hệ thống thụ động [11]. Việc kết hợp dữ liệu Sentinel-1 và Sentinel-2 giúp khắc phục những hạn chế của từng hệ thống riêng lẻ, cung cấp thông tin đáng tin cậy ngay cả trong điều kiện thời tiết bất lợi, đồng thời nâng cao hiệu quả trong phân loại cây trồng và phát hiện bất thường trong sản xuất nông nghiệp [12].

Thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ) là một trong những địa phương bị tác động mạnh nhất bởi xâm nhập mặn cực đoan. Tình trạng này không chỉ ảnh hưởng đến năng suất sản xuất nông nghiệp mà còn gây khó khăn cho sinh kế và đời sống của người dân địa phương [13]. Xuất phát từ thực tiễn trên, nghiên cứu này được thực hiện nhằm xây dựng bản đồ hiện trạng sử dụng đất nông nghiệp thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ) năm 2024, đồng thời đánh giá nguy cơ xâm nhập mặn trên hiện trạng sử dụng đất theo các kịch bản biến đổi khí hậu RCP 4.5 và RCP 8.5 cho các năm 2030 và 2050.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Khu vực nghiên cứu

Phạm vi không gian của nghiên cứu này được giới hạn ranh giới hành chính thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ) trước thời điểm Nghị quyết số 202/2025/QH15 ngày 12/6/2025 của Quốc hội về việc sắp xếp đơn vị hành chính cấp tỉnh có hiệu lực (Hình 1). Với tổng diện tích tự nhiên xấp xỉ 3.298,2 km² và quy mô dân số khoảng 1,21 triệu người [14], thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ) đóng vai trò quan trọng trong bản đồ kinh tế - xã hội của khu vực. Về mặt không gian, bề mặt địa hình tỉnh Sóc Trăng cũ có dạng lòng chảo với các dải đất ven sông Hậu và biển Đông có cao độ lớn hơn, sau đó nghiêng và thấp dần vào nội địa. Độ cao trung bình chỉ đạt từ 0,5 - 1m so với mực nước biển, kết hợp với độ dốc địa hình vô cùng nhỏ (khoảng 45 cm/km chiều dài) [15]. Do vị trí hạ nguồn sông Hậu và tiếp giáp biển Đông, tỉnh thường xuyên chịu tác động mạnh mẽ từ xâm nhập mặn, gây ảnh hưởng trực tiếp đến sinh kế địa phương và hoạt động sản xuất nông nghiệp [16 - 18].

2.1. Dữ liệu nghiên cứu

2.1.1. Dữ liệu vệ tinh

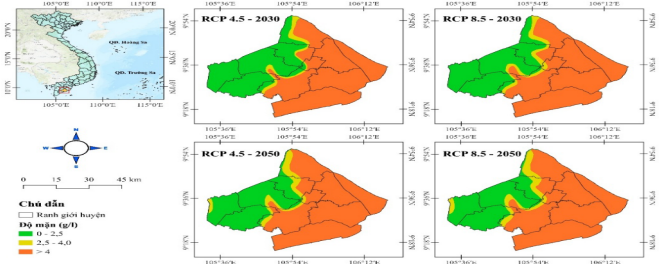
Dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu bao gồm ảnh viễn thám từ Sentinel-1A GRD (Ground Range Detected, Level-1) và Sentinel-2 MSI (Multispectral Instrument) Level-2A. Tất cả dữ liệu được thu thập thông qua nền tảng Google Earth Engine trong khoảng thời gian từ ngày 01/01/2024 đến ngày 31/12/2024, với độ phân giải không gian 10 m và hệ quy chiếu WGS 84, múi chiếu UTM Zone 48N (EPSG:32648). Tổng số cảnh ảnh thu thập trong năm 2024 là 27 cảnh ảnh (Sentinel-1A) và 73 cảnh ảnh (Sentinel-2).

2.1.2. Dữ liệu độ mặn

Bản đồ phân vùng độ mặn năm 2030 và 2050 theo kịch bản biến đổi khí hậu RCP 4.5 và RCP 8.5 được thu thập tại Sở Nông nghiệp và Môi trường thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ) (Hình 1).

Dữ liệu bản đồ sau khi thu thập được chuyển đổi sang định dạng vector thông qua bộ công cụ số hóa trên phần mềm QGIS 3.40. Trước tiên, các tệp hình ảnh được nắn chỉnh hình học bằng công cụ Georeferencer, sử dụng các điểm khống chế mặt đất (GCPs) dựa trên lưới tọa độ trong hệ tọa

độ quốc gia VN-2000 (kinh tuyến trục 105⁰45', múi chiếu 3⁰). Quy trình nắn chỉnh đảm bảo sai số trung phương duy trì ở mức dưới 1 pixel để đảm bảo độ chính xác về vị trí không gian. Tiếp theo, phương pháp số hóa thủ công được thực hiện để trích xuất các ranh giới phân vùng độ mặn dưới dạng các đối tượng vùng. Cuối cùng, dữ liệu thuộc tính bao gồm độ mặn, thời gian và kích bản biến đổi khí hậu tương ứng được tích hợp vào bảng thuộc tính, tạo cơ sở dữ liệu không gian đồng nhất phục vụ cho các phân tích chồng lớp và đánh giá sau này.



Hình 1. Bản đồ xâm nhập mặn theo các kịch bản biến đổi khí hậu tại thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ)

2.2. Tiền xử lý ảnh

Bộ ảnh Sentinel-1A được xử lý khử nhiễu bằng thuật toán lọc Lee Sigma với kích thước cửa sổ 3 x 3 nhằm giảm thiểu nhiễu speckle thường gặp trong dữ liệu radar mà vẫn duy trì được chi tiết hình ảnh [19]. Đồng thời, bộ ảnh Sentinel-2 được áp dụng mặt nạ mây thông qua kênh QA60 để loại bỏ các ảnh hưởng không mong muốn của mây và bóng mây trong quá trình phân tích. Sau khi xử lý, cả hai bộ ảnh được cắt giới hạn theo ranh giới hành chính khu vực nghiên cứu.

2.3. Tổ hợp ảnh trung bình tháng

Bộ ảnh Sentinel-1A và Sentinel-2 sau khi tiền xử lý ảnh được tính giá trị trung vị theo từng tháng. Đối với Sentinel-1A, hai phân cực VV và VH được trích xuất và tính trung vị theo tháng, phản ánh biến động giá trị tán xạ ngược qua các giai đoạn sinh trưởng cây trồng. Với Sentinel-2, chỉ số thực vật NDVI được tính toán và được tổng hợp trung vị theo tháng nhằm phản ánh sự thay đổi mật độ thảm thực vật theo thời gian. Các bộ sưu tập ảnh sau đó được tích hợp lại bằng phương pháp xếp chồng lớp (layer stacking) sử dụng hàm toBands trên nền tảng Google Earth Engine, tạo thành tập hợp ảnh gồm 36 dải (bands), bao gồm: 12 dải VV, 12 dải VH trung vị

theo tháng từ Sentinel-1A và 12 dải NDVI trung vị theo tháng từ Sentinel-2. Tập dữ liệu ảnh này được sử dụng làm đầu vào cho mô hình phân loại hiện trạng sử dụng đất năm 2024.

2.4. Phân loại có giám sát bằng thuật toán Random Forest

Random Forest là một tập hợp cây quyết định (decision trees), trong đó mỗi cây được xem xét đánh giá độc lập để xác định lớp mục tiêu của từng pixel [20]. Trong nghiên cứu này, phân loại có giám sát bằng thuật toán Random Forest trên nền tảng Google Earth Engine được thực hiện thông qua hàm ee.Classifier.smileRandomForest. Các tham số phân loại được xác định bao gồm: số lượng cây là 150, số lượng biến được chọn tại mỗi nút là 3 và tỷ lệ bootstrap là 0,1 [21]. Dữ liệu huấn luyện cho mô hình phân loại hiện trạng sử dụng đất được xây dựng từ tổng cộng 1.283 điểm mẫu cho 11 loại hình sử dụng đất tại tỉnh Sóc Trăng cũ, bao gồm: (1) lúa - tằm, (2) lúa 2 vụ, (3) lúa 3 vụ, (4) cây hàng năm khác, (5) cây lâu năm khác, (6) nuôi trồng thủy sản, (7) sông rạch, (8) công trình xây dựng, (9) rừng, (10) đừa và (11) mía.

2.5. Đánh giá độ tin cậy

Để đánh giá kết quả phân loại, 385 điểm mẫu thu thập từ quá trình khảo sát thực địa đã được sử dụng để đánh giá độ tin cậy dựa trên hai thông số chính: (1) độ chính xác toàn cục và (2) hệ số Kappa theo công thức [22].

$T = \text{Số điểm khảo sát đúng với kết quả phân loại} / \text{Tổng số điểm khảo sát} \quad (1)$

$$K = \frac{(T - E)}{(1 - E)} \quad (2)$$

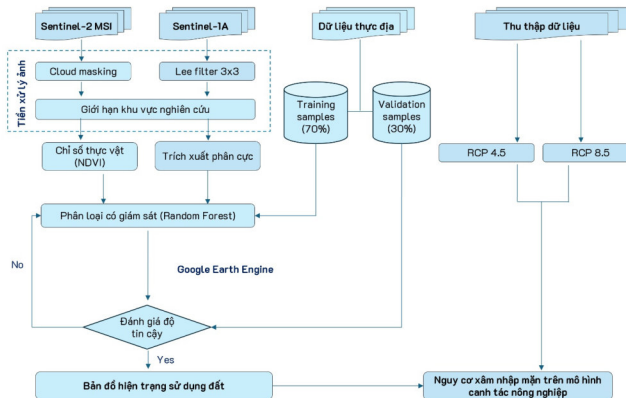
Trong đó: T là độ chính xác toàn cục (%), E là độ chính xác ngẫu nhiên (%), K là hệ số Kappa.

Độ chính xác toàn cục của kết quả phân loại lớp phủ/sử dụng đất phải lớn hơn 80% [23] và giá trị Kappa được đánh giá theo bảng 1 [24].

Bảng 1. Khoảng giá trị đánh giá kết quả phân loại

STT	Độ tin cậy	Giá trị Kappa
1	Kém	$K < 0,2$
2	Trung bình - kém	$0,2 = < K < 0,4$
3	Trung bình	$0,4 = < K < 0,6$
4	Tốt	$0,6 = < K < 0,8$
5	Rất tốt	$0,8 = < K < 1,0$

Sơ đồ thực hiện phân loại hiện trạng được trình bày ở Hình 2.



Hình 2. Lưu đồ thực hiện nghiên cứu

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng sử dụng đất thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ) năm 2024

Kết quả phân loại hiện trạng sử dụng đất có độ tin cậy đạt mức cao với độ chính xác toàn cục đạt 91,26% và hệ số Kappa đạt 0,89, cho thấy sự phù hợp giữa kết quả phân loại và hiện trạng sử dụng đất thực tế (Bảng 2).

Bảng 2. Đánh giá độ tin cậy cho kết quả phân loại

		Dữ liệu thực địa											
		SR	CTXD	TS	LT	L2V	L3V	LNK	HNK	R	D	M	Tổng
Dữ liệu phân loại	SR	30	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	33
	CTXD	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
	TS	3	4	41	1	0	0	0	0	0	0	0	49

	LT	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	25
	L2V	0	0	0	0	62	3	0	0	0	0	0	65
	L3V	0	0	0	0	2	45	0	0	0	0	0	47
	LNK	0	0	0	0	0	0	42	0	1	2	0	45
	HNK	0	0	0	0	0	0	1	19	0	0	1	21
	R	0	0	0	0	0	0	7	0	17	0	1	25
	D	0	0	0	0	0	0	0	0	1	22	1	24
	M	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	29	32
Tổng		33	23	44	26	64	48	51	21	19	24	32	385
T (%)		91,16%											
Kappa		0,90											

*Ghi chú: *SR: Sầu riêng, CTXD: Công trình xây dựng, TS: Thủy sản, LT: Lúa tằm, L2V: Lúa 2 vụ, L3V: Lúa 3 vụ, LNK: Lâu năm khác, HNK: Hàng năm khác, R: Rừng, D: Dừa, M: Mía*

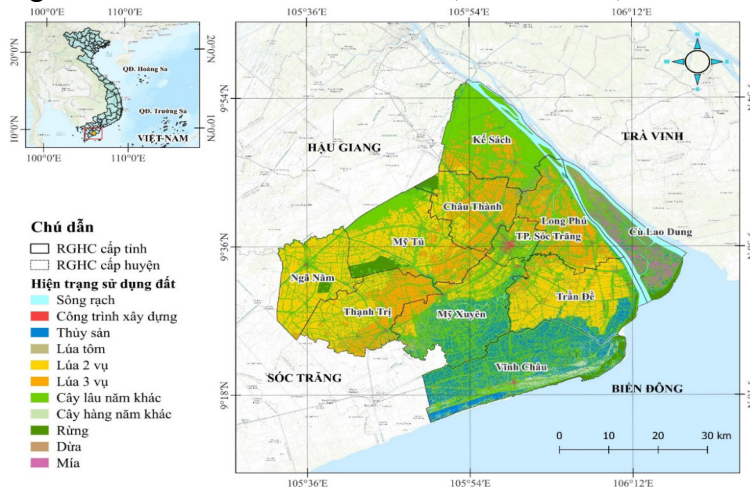
Ma trận sai số cho thấy, mô hình đặc biệt hiệu quả trong việc nhận diện các nhóm đối tượng nông nghiệp chủ lực. Các hiện trạng lúa - tằm, lúa 2 vụ và nuôi trồng thủy sản đều đạt độ chính xác người sản xuất trên 93%, phản ánh khả năng mô hình nắm bắt tốt các đặc trưng phổ và động thái mùa vụ, giúp nhận diện rõ chu kỳ luân canh mặn - ngọt đặc thù, hạn chế nhầm lẫn với các hệ thống canh tác đơn thuần. Đối với nhóm cây trồng cạn, hai loại cây trồng là dừa và mía được phân tách rõ ràng khỏi lớp cây lâu năm khác với độ chính xác trên 90%, cho thấy mô hình có khả năng nhận diện tốt sự khác biệt về cấu trúc tán và sinh khối.

Bên cạnh những kết quả tích cực, vẫn tồn tại sự nhầm lẫn giữa hiện trạng rừng và cây lâu năm khác do sự tương đồng về phổ phản xạ và mức độ che phủ giữa rừng trồng và các vườn cây lâu năm. Ngoài ra, lớp công trình xây dựng ở một số khu vực bị phân loại nhầm sang lớp thủy sản, xuất phát từ hiện tượng điểm ảnh hỗn hợp tại các khu dân cư phân tán ven sông hoặc khu vực chòi canh

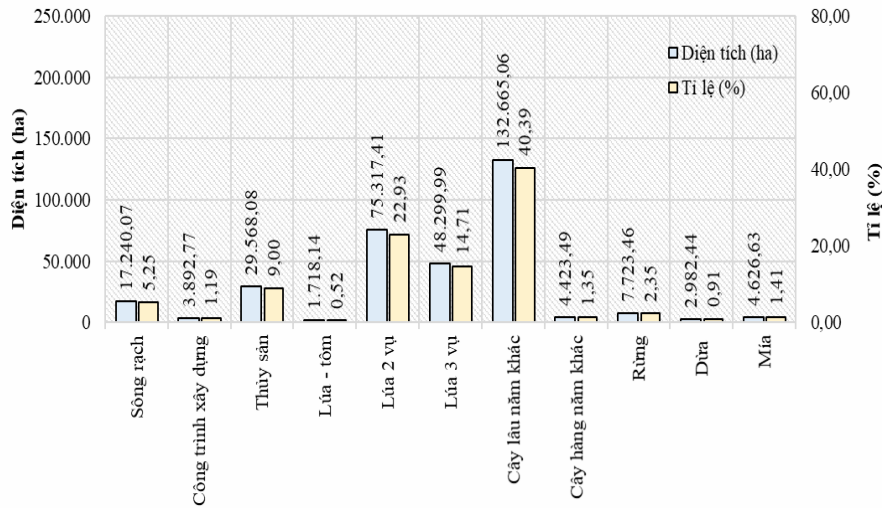
trên ao nuôi và sự tương đồng về phổ phản xạ giữa công trình xây dựng và thủy sản ở giai đoạn phơi đáy ao. Những hạn chế này cho thấy tiềm năng cải thiện mô hình thông qua việc tích hợp thêm dữ liệu độ phân giải cao hơn hoặc các đặc trưng hình thái - kết cấu, nhằm nâng cao khả năng phân tách các lớp có phổ tương đồng.

Năm 2024, hiện trạng sử dụng đất tỉnh Sóc Trăng cũ (nay là thành phố Cần Thơ) bao gồm 11 loại hình sử dụng đất: Lúa - tằm, lúa 2 vụ, lúa 3 vụ, cây hàng năm khác, cây lâu năm khác, nuôi trồng thủy sản, sông rạch, công trình xây dựng, rừng, dừa và mía (Hình 3).

Trong số các loại hình sử dụng đất ở thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ), cây lâu năm khác chiếm diện tích lớn nhất với 132.665,06 ha, tương đương 40,39% diện tích toàn tỉnh (Hình 4). Loại hình này phân bố rộng rãi ở các huyện và thành phố, với mật độ lớn nhất tại các huyện Kế Sách cũ và Cù Lao Dung cũ (thuộc tỉnh Sóc Trăng cũ). Các loại cây lâu năm chủ yếu gồm: Sầu riêng, xoài, mít và bưởi, được trồng quanh năm.



Hình 3. Bản đồ hiện trạng sử dụng đất thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ) năm 2024



Hình 4. Biểu đồ thống kê diện tích hiện trạng sử dụng đất thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ) năm 2024

Mô hình canh tác lúa 2 vụ đứng thứ hai về diện tích sử dụng đất, chiếm 75.317,41 ha (22,93%), chủ yếu phân bố ở các huyện Trần Đề, Long Phú, thị trấn Ngã Năm và một phần các huyện Mỹ Tú, Thạnh Trị, Châu Thành, Mỹ Xuyên và thành phố Sóc Trăng (thuộc tỉnh Sóc Trăng cũ). Canh tác lúa 3 vụ chiếm 48.299,99 ha (14,71%), tập trung chủ yếu tại huyện Kế Sách và một phần của các huyện Châu Thành, Mỹ Tú, Thạnh Trị và Mỹ Xuyên (thuộc tỉnh Sóc Trăng cũ). Ngoài ra, mô hình luân canh lúa - tằm chiếm 1.718,14 ha (0,52%), chủ yếu phân bố tại xã Gia Hòa 2, huyện Mỹ Xuyên (thuộc tỉnh Sóc Trăng cũ).

Nuôi trồng thủy sản chiếm 29.568,08 ha (9,00%), tập trung ở các huyện ven biển như Mỹ Xuyên, Cù Lao Dung, Vĩnh Châu và một phần của huyện Trần Đề (thuộc tỉnh Sóc Trăng cũ). Sông rạch chiếm 17.240,07 ha (5,25%) và các khu vực công trình xây dựng chiếm 3.892,77 ha (1,19%). Rừng (bao gồm rừng sản xuất, rừng

phòng hộ và rừng đặc dụng) chiếm 7.723,46 ha (2,35%), phân bố tập trung ở khu vực ven biển của thị xã Vĩnh Châu (thuộc tỉnh Sóc Trăng cũ). Các cây trồng hàng năm khác chiếm 4.423,49 ha (1,35%) gồm hành tím, củ cải và dưa hấu. Diện tích canh tác dừa chiếm 2.982,44 ha (0,91%) chủ yếu tập trung ở khu vực phía Bắc của huyện Cù Lao Dung và khu vực phía Đông huyện Long Phú (thuộc tỉnh Sóc Trăng cũ). Trong khi đó, diện tích trồng mía chiếm 4.626,63 ha (1,41%) tập trung ở huyện Cù Lao Dung (thuộc tỉnh Sóc Trăng cũ).

3.2. Đánh giá nguy cơ xâm nhập mặn theo kịch bản biến đổi khí hậu lên hiện trạng canh tác nông nghiệp

Kết quả thống kê diện tích hiện trạng canh tác nông nghiệp năm 2024 trên các kịch bản biến đổi khí hậu RCP 4.5 và RCP 8.5 cho năm 2030 và 2050 được trình bày ở bảng 3 và 4.

Bảng 3. Hiện trạng diện tích canh tác nông nghiệp dưới kịch bản biến đổi khí hậu RCP 4.5

Đơn vị: héc ta (ha)

Hiện trạng	Độ mặn năm 2030 (g/l)			Độ mặn năm 2050 (g/l)		
	0 - 2,5	2,5 - 4	> 4	0 - 2,5	2,5 - 4	> 4
Nuôi trồng thủy sản	307,4	222,0	29.024,5	392,8	127,9	29.032,9
Lúa - tằm	27,8	183,5	1.506,9	23,0	96,5	1.598,3
Lúa 2 vụ	48.117,6	1.742,5	25.424,6	45.214,0	3.853,9	26.213,5
Lúa 3 vụ	24.018,0	3.387,8	20.893,5	17.425,2	6.607,3	24.287,4
Cây lâu năm khác	40.195,2	7.070,0	85.362,8	31.315,3	10.441,3	90.876,4
Cây hàng năm khác	17,8	0,0	4.403,5	74,1	17,5	4.347,3
Dừa	76,8	46,9	2.857,6	27,7	0,8	2.909,0
Mía	20,2	1,2	4.603,6	20,9	0,4	4.603,5

Bảng 4. Hiện trạng diện tích canh tác nông nghiệp dưới kịch bản biến đổi khí hậu RCP 8.5

Đơn vị: héc ta (ha)

Hiện trạng	Độ mặn năm 2030 (g/l)			Độ mặn năm 2050 (g/l)		
	0 - 2,5	2,5 - 4	> 4	0 - 2,5	2,5 - 4	> 4
Nuôi trồng thủy sản	383,0	176,3	28.994,9	43.791,2	138,3	29.032,9
Lúa - tôm	39,3	112,0	1.566,0	20,0	99,5	1.598,3
Lúa 2 vụ	46.575,4	2.123,5	26.590,1	43.791,2	5.271,5	26.213,5
Lúa 3 vụ	20.755,9	5.486,2	22.085,9	15.654,5	8.365,1	24.287,4
Cây lâu năm khác	36.980,5	8.625,0	87.078,7	30.084,3	11.665,9	90.876,4
Cây hàng năm khác	34,1	0,0	4.387,2	74,1	0,0	4.347,3
Dừa	50,4	62,7	2.868,3	24,7	47,9	2.909,0
Mía	20,3	1,1	4.603,6	20,8	0,7	4.603,5

Diện tích canh tác lúa dưới các kịch bản mặn cho thấy sự thay đổi rõ rệt theo thời gian và độ mặn, đặc biệt trong các năm 2030 và 2050. Trong năm 2030, tổng diện tích lúa trên các khoảng mặn thấp (0 - 2,5 g/l) chiếm phần lớn, với diện tích lên đến 72.163,4 ha (RCP 4.5) và 67.370,6 ha (RCP 8.5). Đến năm 2050, diện tích lúa trên các khu vực có độ mặn thấp có xu hướng giảm dần, với diện tích lúa ở kịch bản RCP 4.5 với mức độ mặn 0 - 2,5 g/l chỉ còn 62.662,2 ha và giảm còn 59.465,7 ha đối với kịch bản RCP 8.5, trong khi các vùng có độ mặn cao (> 4 g/l) lại có sự gia tăng diện tích. Đây là một dấu hiệu rõ rệt cho thấy nguy cơ chuyển dịch của đất canh tác lúa sang các khu vực chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của mặn. Điều này đặt ra vấn đề về khả năng duy trì năng suất lúa trong tương lai khi các vùng đất nông nghiệp truyền thống phải đối mặt với độ mặn tăng cao.

Sự chuyển dịch diện tích từ các khu vực mặn thấp sang các khu vực mặn cao đặt ra một thách thức lớn đối với lúa, vốn được phát triển tại các tiểu vùng nước ngọt và đất đai ít mặn. Trong khi đó, mô hình lúa - tôm có thể thích ứng tốt với điều kiện mặn cao, nhưng cần có những điều chỉnh trong phương pháp canh tác và giống lúa để duy trì năng suất. Việc tăng độ mặn cũng có thể dẫn đến nguy cơ giảm năng suất và ảnh hưởng đến an ninh lương thực, đặc biệt trong các vùng đất canh tác nông nghiệp truyền thống như lúa và cây lâu năm.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu cung cấp thông tin về hiện trạng sử dụng đất năm 2024, đồng thời làm rõ mối liên hệ giữa các loại hình canh tác và nguy cơ xâm nhập mặn trong các kịch bản biến đổi khí hậu RCP 4.5 và RCP 8.5 cho các năm 2030 và 2050. Kết quả nghiên cứu cho thấy, nhu cầu cấp thiết trong

việc tái cấu trúc cây trồng, chuyển đổi mô hình canh tác phù hợp và xây dựng các chiến lược quản lý độ mặn hiệu quả nhằm bảo đảm sinh kế bền vững cho người dân và phát triển nông nghiệp thích ứng với biến đổi khí hậu trong tương lai.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi đề tài KH-CN cấp Bộ (B2023-TCT-09).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Werner, A. D. & Simmons, C. T. (2009). Impact of sea-level rise on sea water intrusion in coastal aquifers. *Ground Water*, 47(2), 197 - 204. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.2008.00535.x>
- [2]. Loc, H. H., Lixian, M. L., Park, E., Dung, T. D., Shrestha, S. & Yoon, Y. (2021). How the saline water intrusion has reshaped the agricultural landscape of the Vietnamese Mekong Delta, a review. *The Science of the Total Environment*, 794, 148651. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148651>
- [3]. Estoque, R. C., Ishtiaque, A., Parajuli, J., Athukorala, D., Rabby, Y. W. & Ooba, M. (2022). Has the IPCC's revised vulnerability concept been well adopted? *AMBIO*, 52(2), 376 - 389. <https://doi.org/10.1007/s13280-022-01806-z>
- [4]. Peng, J., Biswas, A., Jiang, Q., Zhao, R., Hu, J., Hu, B. & Shi, Z. (2018). Estimating soil salinity from remote sensing and terrain data in southern Xinjiang province, China. *Geoderma*, 337, 1309 - 1319. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.08.006>
- [5]. Steinhausen, M. J., Wagner, P. D., Narasimhan, B. & Waske, B. (2018). Combining Sentinel-1 and Sentinel-2 data for improved land use and land cover mapping of monsoon regions. *International Journal of Applied Earth*

Observation and Geoinformation, 73, 595 - 604. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.08.011>

[6]. Xie, Y., Sha, Z. & Yu, M. (2008). Remote sensing imagery in vegetation mapping: A review. *Journal of Plant Ecology*, 1(1), 9 - 23. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtm005>

[7]. Hansen, M. C. & Loveland, T. R. (2012). A review of large area monitoring of land cover change using Landsat data. *Remote Sensing of Environment*, 122, 66 - 74. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.08.024>

[8]. Joshi, N., Baumann, M., Ehammer, A., Fensholt, R., Grogan, K., Hostert, P., Jepsen, M., Kuemmerle, T., Meyfroidt, P., Mitchard, E., Reiche, J., Ryan, C. & Waske, B. (2016). A review of the application of optical and radar remote sensing data fusion to land use mapping and monitoring. *Remote Sensing*, 8(1), 70. <https://doi.org/10.3390/rs8010070>

[9]. Leinenkugel, P., Wolters, M. L., Kuenzer, C., Oppelt, N. & Dech, S. (2014). Sensitivity analysis for predicting continuous fields of tree-cover and fractional land-cover distributions in cloud-prone areas. *International Journal of Remote Sensing*, 35(8), 2799 - 2821. <https://doi.org/10.1080/01431161.2014.890302>

[10]. Wagner, P. D., Kumar, S. & Schneider, K. (2013). An assessment of land use change impacts on the water resources of the Mula and Mutha Rivers catchment upstream of Pune, India. *Hydrology and Earth System Sciences*, 17(6), 2233 - 2246. <https://doi.org/10.5194/hess-17-2233-2013>

[11]. Dagne, S. S., Hirpha, H. H., Tekoye, A. T., Dessie, Y. B. & Endeshaw, A. A. (2023). Fusion of sentinel-1 SAR and sentinel-2 MSI data for accurate Urban land use-land cover classification in Gondar City, Ethiopia. *Environmental Systems Research*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s40068-023-00324-5>

[12]. Mahdianpari, M., Salehi, B., Mohammadimanesh, F., Homayouni, S. & Gill, E. (2018). The first wetland inventory map of Newfoundland at a spatial resolution of 10 m using sentinel-1 and sentinel-2 data on the google earth engine cloud computing platform. *Remote Sensing*, 11(1), 43. <https://doi.org/10.3390/rs11010043>

[13]. Nguyễn Văn Bé, Văn Phạm Đăng Trí, Trần Thị Lệ Hằng và Nguyễn Thái Ân. (2017). Ảnh hưởng của xâm nhập mặn đến công tác quản

lý nguồn tài nguyên nước trong sản xuất nông nghiệp tại huyện Long Phú, tỉnh Sóc Trăng. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 52, 104. <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2017.116>

[14]. Cục thống kê. (2024). Niên giám thống kê năm 2024. https://www.nso.gov.vn/wp-content/uploads/2025/06/NGTK-Cuc-TK-2024_BQ.pdf

[15]. Trịnh Văn Thom. (2015). Đánh giá các nguồn lực ảnh hưởng tới sự phát triển và phân bố nông nghiệp tỉnh Sóc Trăng. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Đồng Tháp*, 17/2015, 55-59.

[16]. Dang, L.T.T., Ishidaira, H., Nguyen, K.P. et al. Short-term salinity prediction for coastal areas of the Vietnamese Mekong Delta using various machine learning algorithms: a case study in Soc Trang Province. *Appl Water Sci* 15, 79 (2025). <https://doi.org/10.1007/s13201-025-02419-z>

[17]. Hong, D. T. N. T., Trong, N. N., Van, H. T., & Quang, M. V. (2025). Remote sensing based on agricultural soil salinity assessment in Soc Trang province, Vietnam. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 26(7), 59 - 70. <https://doi.org/10.12912/27197050/204720>

[18]. Nguyen, P. C., Vu, P. T., Khuong, N. Q., Minh, H. V. T., & Vo, H. A. (2024). Saltwater intrusion and agricultural land use change in Nga Nam, Soc Trang, Vietnam. *Resources*, 13(2), 18. <https://doi.org/10.3390/resources13020018>

[19]. Yommy, A. S., Liu, R. & Wu, A. S. (2015). SAR image despeckling using refined lee filter. *7th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics, IEEE*. <https://doi.org/10.1109/ihmsc.2015.236>

[20]. Dahhani, S., Raji, M., Hakdaoui, M. & Lhissou, R. (2022). Land cover mapping using Sentinel-1 Time-Series data and Machine-Learning classifiers in agricultural Sub-Saharan landscape. *Remote Sensing*, 15(1), 65. <https://doi.org/10.3390/rs15010065>

[21]. Svoboda, J., Štych, P., Laštovička, J., Paluba, D. & Kobliuk, N. (2022). Random forest classification of land use, land-use change and forestry (LULUCF) using sentinel-2 data-A case study of Czechia. *Remote Sensing*, 14(5), 1189. <https://doi.org/10.3390/rs14051189>

[22]. Lê Văn Trung (2005). *Giáo trình viễn thám*. Nxb Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.

[23]. Anderson, J. R., Hardy, E. E., Roach, J. T. & Witmer, R. E. (1976). A land use and land cover classification system for use with remote

sensor data. *USGS Professional Paper*. <https://doi.org/10.3133/pp964>

[24]. Congalton, R. G. & Green, K. (1999). *Assessing the accuracy of remotely sensed data: Principles and Practices*. Lewis Publishers, Boca Raton. <https://doi.org/10.1201/9781420048568>

ASSESSMENT OF SALINE INTRUSION RISK UNDER CLIMATE CHANGE SCENARIOS ON LAND USE IN CAN THO CITY

Nguyen Kim Khoa^{1,3}, Nguyen Thi Hong Diep^{2,*}, Nguyen Trong Nguyen²

¹*PhD student in Soil and Water Environment,*

²*College of Environment and Natural Resources, Can Tho University*

³*College of Environment and Natural Resources, Can Tho University*

³*Can Tho Technical Economic College*

Abstract

This study aims to assess the spatial distribution of agricultural land use in Soctrang province (pre-July 2025) in 2024 and to identify areas at risk of saline intrusion under climate change scenarios RCP 4.5 and RCP 8.5 for the years 2030 and 2050. Multi-temporal Sentinel-1A and Sentinel-2 MSI satellite imagery were employed to classify land use in 2024 using the Random Forest algorithm, resulting in a classification into 11 land use categories. Under the RCP 8.5 scenario, rice cultivation areas affected by salinity levels exceeding 4 g/l are estimated at 50,242.0 hectares in 2030 and 52,099.2 hectares in 2050, underscoring the urgent need for appropriate adaptation measures to address the increasing salinity conditions. This study contributes to providing a critical scientific basis for land use planning, contributing to climate-resilient and sustainable agriculture.

Keywords: *Sentinel 1A and 2 MSI imagery, landuse/landcover, climate change scenarios, Can Tho City.*

Ngày nhận bài: 24/11/2025

Ngày chuyên phản biện: 29/12/2025

Ngày thông qua phản biện: 12/01/2026

Ngày duyệt đăng: 10/4/2026

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.

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 accounting process. It starts with the identification of the accounting period, followed by the collection and classification of data. The next steps involve the recording of transactions in the journal, the posting of these transactions to the ledger, and the preparation of financial statements.

The third part of the document focuses on the analysis and interpretation of the financial statements. It explains how to use the balance sheet, income statement, and cash flow statement to assess the financial health of the organization. It also discusses the importance of comparing the current period's performance with the previous period and with industry benchmarks.

The fourth part of the document addresses the role of the accountant in the organization. It highlights the need for the accountant to be not only a technical expert but also a strategic advisor. This involves understanding the business operations and providing insights that can help management make better decisions.

The fifth part of the document discusses the challenges of accounting in a dynamic business environment. It notes that the accountant must stay up-to-date with the latest accounting standards and regulations. It also emphasizes the importance of effective communication and collaboration with other departments in the organization.

The sixth part of the document provides a summary of the key points discussed in the document. It reiterates the importance of accuracy, transparency, and strategic thinking in accounting. It also offers some final thoughts on the future of the profession and the role of the accountant in the 21st century.