

TẠP CHÍ

**NÔNG NGHIỆP
& MÔI TRƯỜNG**

p-ISSN 3093-3382

NĂM THỨ HAI MƯƠI LĂM

**SỐ 504 NĂM 2025
XUẤT BẢN 1 THÁNG 2 KỲ**

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

**PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
TS. DƯƠNG THANH HẢI
ThS. KIỀU ĐĂNG TUYẾT
ĐT: 024.38345457**

TOÀ SOẠN
Số 10 Nguyễn Công Hoan
Quận Ba Đình - Hà Nội
ĐT: 024.37711072
Fax: 024.37711073
E-mail: tapchinmnt@mae.gov.vn
Website: www.tapchikhoahoc.nnnt.net.vn

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

**Chế bản tại Tạp chí
Nông nghiệp và Môi trường
In tại Công ty CP in Khoa học
Công nghệ Hà Nội**

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

MỤC LỤC

- | | |
|--|--------|
| ❑ NGUYỄN VĂN SƠN, TRẦN THỊ THẢO, TRỊNH THỊ VÂN ANH. Xác định giống dưa lưới (<i>Cucumis melo</i> L.) năng suất cao, chất lượng tốt phù hợp cho trồng dưa lưới công nghệ cao tại tỉnh Ninh Thuận | 3-11 |
| ❑ TRẦN QUANG PHÚ, ĐỖ QUANG VINH, NGUYỄN QUỐC THÁI, TRẦN THỊ THU THỦY, PHẠM THỊ PHƯƠNG THẢO, LÊ THANH TOÀN. Hiệu quả của các hợp chất nano đối với cây bệnh héo rũ do nấm <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cucumerinum</i> gây ra trên cây dưa leo (<i>Cucumis sativus</i> L.) | 12-20 |
| ❑ NGUYỄN THU HÀ, NGUYỄN THỊ HIỂN, NGÔ THANH SƠN. Xu thế biến động chất hữu cơ và chất dinh dưỡng chính của đất cát biển bị ảnh hưởng bởi khô hạn tại vùng duyên hải Nam Trung bộ | 21-30 |
| ❑ PHẠM CHÂU THÙY, NGUYỄN THU HÀ, NGUYỄN THỊ HIỂN. Hiện trạng và giải pháp giảm thiểu ô nhiễm môi trường không khí tại các cơ sở chăn nuôi lợn trên địa bàn tỉnh Thái Bình | 31-40 |
| ❑ LỤC QUANG TẤN, HÀ THỊ DUNG, NGUYỄN QUANG CƠ, NGUYỄN THỊ LAN HƯƠNG, CAO THỊ HUỆ. Nghiên cứu thành phần hóa học và hoạt tính chống oxy hóa của tinh dầu bạc hà Đồng Văn <i>Elsholtzia winitiana</i> var. <i>dongvanensis</i> Phuong | 41-50 |
| ❑ NGUYỄN PHAN HẰNG, VŨ MINH TÂN, NGUYỄN THỊ KIM AN, HOÀNG MINH QUÂN, PHẠM NGỌC ANH, PHẠM THỊ THU HÀ, NGUYỄN TRUNG ĐỨC, NGUYỄN THANH TÙNG. Nghiên cứu biến tính tinh bột chuối xanh bằng phương pháp carboxymethyl hóa | 51-62 |
| ❑ ĐẶNG MAI THY, MAI THANH THOẠI, LÊ THỊ CHÚC PHƯƠNG, NGUYỄN HÀ ĐĂNG HUY, DƯƠNG THỊ PHƯƠNG LIÊN. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đối lưu đến hàm lượng polyphenol và hoạt tính chống oxy hóa của bột mít non và bột sơ mít (<i>Artocarpus Heterophyllus</i> Lam) | 63-70 |
| ❑ LƯU THỊ HÀ GIANG, VŨ VĂN IN, KIM THỊ PHƯƠNG OANH. Xác định đa hình nucleotide đơn không đồng nghĩa (non-synonymous snp) tiềm năng liên quan đến tính trạng tăng trưởng trên các chép lai bằng giải trình tự RNA-sequencing | 71-81 |
| ❑ LÊ ANH TUẤN, NGUYỄN VĂN SƠ. Nghiên cứu hiện tượng phú dưỡng hóa nguồn nước tại tỉnh Hậu Giang | 82-89 |
| ❑ NGUYỄN VĂN TÂM. Nghiên cứu tiềm năng và giải pháp phát triển du lịch nông nghiệp trên địa bàn huyện Trùng Khánh, tỉnh Cao Bằng | 90-100 |

**VIETNAM JOURNAL OF
AGRICULTURE AND
ENVIRONMENT**

p-ISSN 3093-3382

**THE TWENTY FIFTH YEAR
No. 504 - 2025**

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

**Deputy Editor-in-Chief
Dr. DUONG THANH HAI
MS. KIEU DANG TUYET**
Tel: 024.38345457

Head-office
No 10 Nguyenconghoan
Badinh - Hanoi - Vietnam
Tel: 024.37711072
Fax: 024.37711073
E-mail: tapchinnmt@mae.gov.vn
Website: www.tapchikhoahoc.nnnt.net.vn

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

Printing in Ha Noi science technology
joint stock company

CONTENTS

- | | |
|---|--------|
| ☐ NGUYEN VAN SON, TRAN THI THAO, TRINH THI VAN ANH. Selection of high-yield, good-quality of melon (<i>Cucumis melo</i> . L varieties under high-tech growing in ninh thuan province | 3-11 |
| ☐ TRAN QUANG PHU, DO QUANG VINH, NGUYEN QUOC THAI, TRAN THI THU THUY, PHAM THI PHUONG THAO, LE THANH TOAN. The efficacy of nano compounds against the fungus <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cucumerinum</i> causing wilt disease on cucumber plants (<i>Cucumis sativus</i> L.) | 12-20 |
| ☐ NGUYEN THU HA, NGUYEN THI HIEN, NGO THANH SON. The current status and trends in the variability of soil organic matter and major nutrients in coastal sandy soils affected by arid conditions in Vietnam's south - central coast | 21-30 |
| ☐ PHAM CHAU THUY, NGUYEN THU HA, NGUYEN THI HIEN. Current status and solutions for mitigating air pollution in pig farming facilities in thai binh province | 31-40 |
| ☐ LUC QUANG TAN, HA THI DUNG, NGUYEN QUANG CO, NGUYEN THI LAN HUONG, CAO THI HUE. Study on chemical composition and antioxidant activity of essential oil from <i>Elsholtzia winitiana</i> var. <i>dongvanensis</i> Phuong | 41-50 |
| ☐ NGUYEN PHAN HANG, VU MINH TAN, NGUYEN THI KIM AN, HOANG MINH QUAN, PHAM NGOC ANH, PHAM THI THU HA. Study on the modification of green banana starch by carboxymethylation method | 51-62 |
| ☐ DANG MAI THY, MAI THANH THOAI, LE THI CHUC PHUONG, NGUYEN HA DANG HUY, DUONG THI PHUONG LIEN. Effects of convection drying temperature on total phenolic content and antioxidant activity of tender jackfruit powder and rags of jackfruit powder (<i>Artocarpus Heterophyllus</i> Lam) | 63-70 |
| ☐ LUU THI HA GIANG, VU VAN IN, KIM THI PHUONG OANH. Identification of potential non-synonymous snps associated with growth traits in hybrid common carp using RNA-SEQ | 71-81 |
| ☐ LE ANH TUAN, NGUYEN VAN SO. The phenomenon research of water flow stagnation and eutrophication problems in Hau Giang province | 82-89 |
| ☐ NGUYEN VAN TAM. Potential and solutions for developing agricultural tourism in Trung Khanh district, Cao Bang province | 90-100 |

XÁC ĐỊNH GIỐNG DƯA LƯỚI (*Cucumis melo* L.) NĂNG SUẤT CAO, CHẤT LƯỢNG TỐT PHÙ HỢP CHO TRỒNG DƯA LƯỚI CÔNG NGHỆ CAO TẠI TỈNH NINH THUẬN

Nguyễn Văn Sơn^{1,*}, Trần Thị Thảo¹, Trịnh Thị Vân Anh¹

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

*Email: nguyenvson79@gmail.com

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 8 đến tháng 10 năm 2024 nhằm xác định khả năng sinh trưởng, năng suất và chất lượng của 8 giống dưa lưới trồng trong điều kiện canh tác ứng dụng công nghệ cao tại tỉnh Ninh Thuận. Thí nghiệm được bố trí theo phương pháp khối đầy đủ ngẫu nhiên (RCBD), lặp lại 3 lần, với 100 cây cho mỗi lần lặp. Kết quả cho thấy, các giống có thời gian sinh trưởng từ 73 - 88 ngày, khả năng sinh trưởng tốt, chống chịu sâu, bệnh khá và năng suất cao từ 2,26 - 3,98 tấn/1.000 m², ngoài ra, các đặc điểm hình thái và chất lượng quả phù hợp với thị hiếu người tiêu dùng. Trong đó, ba giống gồm: Đế Đặc Mật, Hoàng Long và Huỳnh Long có khả năng thích nghi tốt, năng suất và chất lượng quả cao hơn so với các giống còn lại. So sánh hiệu quả kinh tế, giống Huỳnh Long cho hiệu quả cao nhất do có vân lưới đẹp, chất lượng tốt, phù hợp với thị hiếu người tiêu dùng nên giá bán cao hơn so với 2 giống còn lại. Do đó có thể đưa giống Huỳnh Long vào cơ cấu giống dưa lưới của tỉnh Ninh Thuận.

Từ khóa: Dưa lưới, giống, năng suất, chất lượng, công nghệ cao.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dưa lưới (*Cucumis melo* L.) thuộc họ bầu bí *Cucurbitaceae*, bộ *Cucurbitales*, lớp *Agnoliopsida* và ngành *Magnoliophyta*, là cây trồng nhiệt đới có nguồn gốc từ châu Phi [1 - 3]. Dưa lưới được biết đến với hương vị thơm ngon, đậm đà, hàm lượng calo và chất béo thấp. Hơn nữa, dưa lưới còn cung cấp nguồn vitamin A quan trọng, là chất chống oxy hóa mạnh và tốt cho thị lực [4]. Dưa lưới cũng chứa hàm lượng vừa phải phức hợp vitamin B và vitamin C, rất tốt cho khả năng miễn dịch nói chung [5]. Trong 100 g dưa lưới có tới 3.382 UI vitamin A, đáp ứng 68% nhu cầu vitamin A và 36,7 mg C đáp ứng 61% nhu cầu vitamin C hàng ngày của mỗi người. Nguồn kali trong dưa giúp bài tiết, thải muối nên ăn dưa lưới có tác dụng giảm cao huyết áp [4], [6]. Hơn nữa, đây là một trong những loại trái cây chứa nhiều beta-caroten, một chất chống oxy hóa hiệu quả.

Trong 1 g dưa lưới có tới 20,4 µg beta-caroten, gấp khoảng 100 lần so với táo, 20 lần so với cam và 10 lần so với chuối [7]. Tuy nhiên, hàm lượng dinh dưỡng có trong dưa lưới phụ thuộc nhiều vào giống và kỹ thuật canh tác [8].

Cũng như các loại cây trồng trong họ bầu bí, dưa lưới có thời gian sinh trưởng ngắn và năng suất cao. Tỉnh Ninh Thuận được xem là thủ phủ của cây dưa lưới, với lợi thế số ngày nắng trong năm nhiều nên dưa lưới trồng tại đây có năng suất và chất lượng cao hơn ở các vùng khác. Hiện nay, tại tỉnh Ninh Thuận đã hình thành nhiều nông trại trồng dưa lưới chuyên canh ứng dụng công nghệ cao với quy mô lớn. Trồng dưa lưới ứng dụng công nghệ cao cho phép điều khiển nhiệt độ, ẩm độ đất và không phụ thuộc vào thời tiết, nhất là mưa; ngoài ra, có thể hạn chế vấn đề sâu, bệnh lây lan giúp hạn chế sử dụng thuốc hóa học phòng trừ làm tăng hiệu quả

kinh tế trong điều kiện sản xuất dưa lưới thâm canh. Tuy nhiên, khó khăn trong canh tác dưa lưới công nghệ cao tại tỉnh Ninh Thuận là vấn đề chọn giống. Hiện nay, trên thị trường có rất nhiều loại giống dưa lưới khác nhau và chủ yếu là giống nhập nội. Do đó, việc xác định được giống dưa lưới có năng suất cao, chất lượng tốt phù hợp điều kiện canh tác công nghệ cao tại tỉnh Ninh Thuận là hết sức cần thiết.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu nghiên cứu gồm 8 giống dưa lưới: TL3, Đế Đặc Mật, Hoàng Long, Hoàng Ngân, Hoàng Ngân 23, AB Sweet Gold, Haruka và Huỳnh Long. Đây là các giống hiện đang được trồng phổ biến tại các vùng sản xuất dưa lưới trong nước. Trong đó, 6 giống gồm: TL3, Đế Đặc Mật, Hoàng Long, AB Sweet Gold, Haruka và Huỳnh Long là các giống nhập nội; 2 giống Hoàng Ngân, Hoàng Ngân 23 được chọn tạo trong nước.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm gồm 8 giống dưa. Các giống được bố trí theo kiểu khối đầy đủ ngẫu nhiên (RCBD) nhắc lại 3 lần, mỗi ô 100 cây tương ứng diện tích khoảng 42 m². Các công thức được gieo trồng với mật độ 2.400 cây/1.000 m², khoảng cách trồng 1,2 x 0,35 m, tương ứng với mật độ trồng 2,38 cây/m².

2.2.2. Kỹ thuật canh tác

Các biện pháp canh tác áp dụng theo Quy trình kỹ thuật trồng dưa lưới trên giá thể trong nhà màng của Công ty TNHH Nông Sinh Khang Nguyên chuyển giao, đồng thời có điều chỉnh, bổ sung theo điều kiện thực tế triển khai thí nghiệm.

2.2.3. Các chỉ tiêu và phương pháp theo dõi

- Thời gian sinh trưởng qua các giai đoạn: Ra hoa, ra quả, tạo lưới và chín hoàn toàn

+ Thời gian ra hoa: Tính từ lúc trồng đến giai đoạn 50% số cây/ô có hoa đầu tiên nở.

+ Thời gian ra quả: Tính từ lúc trồng đến giai đoạn 50% số cây/ô có quả đầu tiên.

+ Thời gian tạo lưới: Tính từ lúc quả xuất

hiện đến khi 50% số quả/ô bắt đầu tạo lưới.

+ Thời gian quả chín: Tính từ khi quả ngừng phát triển đến toàn bộ số quả/ô chín hoàn toàn.

- Chiều cao cây qua các giai đoạn sinh trưởng: Mỗi giống đo 5 cây x 3 lần lặp lại

+ Chiều cao cây giai đoạn ra hoa: Tiến hành đo chiều cao cây khi 50% số cây có hoa.

+ Chiều cao cây giai đoạn cây đạt 23 - 25 lá thật: Tiến hành đo khi cây có 50% số cây có 23 - 25 lá thật.

- Đặc tính quả:

+ Dạng quả mô tả theo IPGRI (2003) [9]

+ Vân lưới: Đánh giá cảm quan về độ dày của lưới, dạng lưới.

+ Chiều dài quả/chiều cao (cm): Đo bằng thước kẹp, tính từ đầu đến cuối quả; đo 5 quả/ô x 3 lần lặp.

+ Đường kính quả (cm): Đo bằng thước kẹp; đo 5 quả/ô x 3 lần lặp.

+ Độ dày thịt quả (cm): Không bao gồm vỏ quả. Tính từ phần dưới vỏ quả đến ruột quả.

+ Màu sắc vỏ quả: Đánh giá cảm quan.

+ Màu sắc ruột: Đánh giá cảm quan.

+ Mùi hương: Đánh giá cảm quan.

+ Độ Brix của quả: Đo phần thịt quả giữa vỏ và ruột quả khi thu hoạch quả, sử dụng máy đo Brix cầm tay Atago (Nhật Bản) để đo, số lượng quả để đo: 5 quả/ô/lần thu hoạch.

- Các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất:

+ Khối lượng quả (g/quả): Cân khối lượng trung bình 10 quả/ô.

+ Năng suất (tấn/1.000 m²): Cân toàn bộ quả ở mỗi ô thí nghiệm để xác định năng suất thực thu ở thí nghiệm. Từ năng suất ô thí nghiệm quy đổi ra năng suất thực thu 1.000 m².

- Phân loại quả: Loại 1: Quả có khối lượng $\geq$ 1,2 kg, có hình dáng đẹp, lưới đều, không nứt quả. Loại 2: Quả có khối lượng từ 0,8 - 1,2 kg, có hình dáng đẹp, lưới đều, không nứt quả hoặc: Quả có khối lượng $\geq$ 1,2 kg, có hình dáng dị dạng, lưới không đều, nứt quả.... Loại 3: Những quả còn lại.

- Theo dõi tình hình sâu bệnh hại: Tiến hành điều tra theo QCVN 01 - 38:2010/BNNPTNT [10]. Tiến hành theo dõi tình hình sâu, bệnh hại định kỳ 7 ngày/lần tại giai đoạn áp lực sâu, bệnh hại cao nhất, theo dõi 3 định kỳ liên tiếp.

+ Đối với sâu hại: Số mẫu điều tra sâu hại/công thức/lần lặp lại như sau: Điều tra 10 cây liền kề/lần lặp. Đối với cây non, đếm số lượng cây, lá bị hại; giai đoạn phát triển thân, lá, quả, đếm số lá, quả (non, bánh tẻ, già) và số lá, quả bị hại có trong điểm điều tra.

+ Đối với bệnh hại: Số mẫu điều tra/công thức/lần lặp lại như sau: Đối với bệnh hại lá, quả: 5 dây/lần lặp lại. Đếm số lượng cây, lá, quả bị hại trong điểm điều tra. Tính tỷ lệ bệnh và chỉ số bệnh theo công thức:

$$\text{Tỉ lệ bệnh (\%)} = \frac{\text{Số cây hoặc lá, quả bị bệnh}}{\text{Tổng số cây hoặc lá, quả điều tra}} \times 100$$

$$\text{Chỉ số bệnh (\%)} = \frac{1N_1 + 3N_3 + 5N_5 + \dots + nN_n}{nN} \times 100$$

Trong đó: N_1 là số (lá, cây, ...) bị bệnh ở cấp 1; N_3 là số (lá, cây, ...) bị bệnh ở cấp 3; ... N_n là số (lá, cây, ...) bị bệnh ở cấp n . N là tổng số (lá, cây, ...) điều tra. n là cấp bệnh cao nhất (cấp 9).

Phân cấp bệnh hại trên lá, quả:

Cấp 1: < 1% diện tích lá bị hại hoặc < 5% diện tích quả có vết bệnh.

Cấp 3: 1 - 5% diện tích lá bị hại hoặc từ 5 - 10% diện tích quả có vết bệnh.

Cấp 5: > 5 - 25% diện tích lá bị hại hoặc từ 10 - 15% diện tích quả có vết bệnh.

Cấp 7: > 25 - 50% diện tích lá bị hại hoặc từ 15 - 20% diện tích quả có vết bệnh.

Cấp 9: > 50% diện tích lá bị hại hoặc > 20% diện tích quả có vết bệnh.

Bệnh héo xanh vi khuẩn và bệnh thối quả theo dõi toàn bộ số cây/ô, đếm số cây bị bệnh, tính tỷ lệ % cây bị hại.

- Hiệu quả kinh tế = Tổng thu (năng suất thương phẩm x giá bán) - Tổng chi [Phân bón +

Công lao động + giống + khấu hao nhà + các loại vật tư khác].

2.2.4. Thu thập và xử lý số liệu

Số liệu theo dõi được tính toán phần mềm Microsoft Excel. Phân tích ANOVA trên phần mềm MSTATC. Phân hạng các mức của các yếu tố và giữa các nghiệm thức theo Duncan với $\alpha = 0,05$ hoặc 0,01.

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 8 đến tháng 10 năm 2024 tại huyện Nha Hố tỉnh Ninh Thuận.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm sinh trưởng và phát triển của các giống dưa lưới thử nghiệm

Kết quả ở bảng 1 cho thấy, thời gian từ trồng đến thu hoạch của các giống dưa lưới dao động từ 73 - 88 ngày. Trong đó, thời gian từ trồng đến 50% số cây có hoa cái từ 31 - 36 ngày. Các giống như: TL3, Hoàng Ngân, AB Sweet Gold, có thời gian từ trồng đến 50% số cây có hoa cái ngắn nên thời gian từ trồng đến thu hoạch cũng ngắn hơn so với các giống còn lại. Giống Đế Đặc Mật có thời gian từ trồng đến 50% số cây có hoa cái dài nhất (36 ngày) nên thời gian từ trồng đến thu hoạch cũng dài nhất (88 ngày).

Chiều cao cây giai đoạn ra hoa có sự khác nhau giữa các giống dưa lưới đem đánh giá, trung bình dao động từ 85,9 - 115,0 cm. Trong đó, giống có chiều cao cây giai đoạn ra hoa thấp nhất là AB Sweet Gold với chiều cao cây trung bình đạt 90,6 cm, giống có chiều cao cây giai đoạn ra hoa cao nhất là Hoàng Long với chiều cao cây trung bình đạt 115,3 cm.

Chiều cao cây giai đoạn 23 - 25 lá cũng có sự sai khác đáng kể của các giống tham gia thí nghiệm, trung bình dao động từ 125,2 - 154,8 cm. Trong đó, giống có chiều cao cây trung bình giai đoạn 23 - 25 lá thấp nhất là Haruka (125,2 cm) và giống có chiều cao cây trung bình giai đoạn 23 - 25 lá cao nhất là Huỳnh Long (154,8 cm).

Bảng 1. Thời gian sinh trưởng và một số đặc điểm thực vật học của các giống dưa lưới trong vụ hè thu năm 2024 tại huyện Nha Hồ, tỉnh Ninh Thuận

Tên giống	Thời gian từ gieo (ngày)				Chiều cao cây... (cm)	
	Đến 50% số cây ra hoa	Đến 50% số cây có quả	Đến 50% số quả tạo lưới	Đến chín hoàn toàn	Giai đoạn ra hoa	Giai đoạn 23 - 25 lá
TL3	31	37	51	76	90,9	138,8
Đế Đặc Mật	36	42	57	88	94,4	150,8
Hoàng Long	32	39	53	79	115,3	164,2
Hoàng Ngân	31	38	53	73	92,5	141,1
Hoàng Ngân 23	33	39	56	81	91,8	146,5
AB Sweet Gold	31	38	54	77	86,2	127,9
Haruka	32	38	51	78	92,6	125,4
Huỳnh Long	32	38	53	79	106,0	155,0
<i>CV (%)</i>	<i>2,76</i>	<i>1,98</i>	<i>2,31</i>	<i>1,85</i>	<i>1,38</i>	<i>1,2</i>
<i>LSD_{0,05}</i>	<i>1,54</i>	<i>1,32</i>	<i>1,98</i>	<i>2,52</i>	<i>2,30</i>	<i>3,0</i>

3.2. Đặc tính hình thái quả của các giống dưa lưới thử nghiệm

Dưa lưới cũng như nhiều loại nông sản khác, ngoài năng suất cao, chất lượng tốt thì mẫu mã phải đẹp nhằm đáp ứng thị hiếu của người tiêu dùng; các chỉ tiêu hình thái quả liên quan đến mẫu mã của sản phẩm dưa lưới. Kết quả đánh giá các chỉ tiêu hình thái quả của các giống dưa lưới trình bày tại bảng 2 cho thấy, chiều cao quả của các giống thử nghiệm trung bình dao động từ 12,9 - 20,9 cm, có sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các giống thử nghiệm. Trong đó, giống có chiều cao quả nhỏ nhất là TL3 và Haruka, với chiều cao quả trung bình đạt 12,9 cm, giống có chiều cao quả lớn nhất là Hoàng Ngân 23, với chiều cao quả trung bình đạt 20,9 cm.

Đường kính quả trung bình dao động từ 13,0 - 14,6 cm, có sự sai khác không đáng kể giữa các giống nghiên cứu. Trong đó, giống có đường kính quả nhỏ nhất là Hoàng Ngân, với đường kính quả trung bình đạt 13,0 cm; giống có đường kính quả

lớn nhất là Đế Đặc Mật, với đường kính quả trung bình đạt 15,6 cm.

Các giống khác nhau có độ dày thịt quả chênh lệch lớn, có sự khác biệt có ý nghĩa giữa các giống tham gia thí nghiệm, trung bình dao động từ 2,3 - 3,4 cm. Trong đó, giống có độ dày thịt quả cao nhất là giống AB Sweet Gold với độ dày thịt quả trung bình 3,4 cm. Giống có độ dày thịt quả mỏng nhất là giống Hoàng Ngân, với độ dày thịt quả 2,3 cm.

Các giống dưa lưới trồng thử nghiệm tương đối đa dạng về màu sắc vỏ quả, vân lưới, màu sắc thịt quả và độ giòn thịt quả. Thị hiếu của người tiêu dùng hiện nay tập trung nhiều vào nhóm giống dưa lưới có vỏ và thịt quả màu vàng, hình oval hoặc tròn, vân lưới dày đẹp, thịt quả giòn, có vị ngọt thanh và khối lượng quả không quá lớn (khoảng 1,5 - 1,8 kg); các giống dưa nhóm này có giá bán cao hơn so với các giống vỏ quả màu xanh. Trong 8 giống thử nghiệm, 3 giống có vỏ quả màu vàng (Hoàng Long, Hoàng Ngân và Huỳnh Long), 4 giống có vỏ màu xanh (TL3, Đế

Đặc Mật, AB Sweet Gold và Haruka) và 1 giống có vỏ quả màu vàng nhạt (Hoàng Ngân 23). Hầu hết các giống đều có vân lưới dày và rõ nét, ngoại trừ hai giống được chọn tạo trong nước (Hoàng Ngân và Hoàng Ngân 23) có vân lưới

thưa. Màu sắc thịt quả từ vàng nhạt đến vàng đậm, giống Hoàng Ngân 23 có màu sắc thịt quả vàng nhạt, giống Đế Đặc Mật có màu vàng đậm, các giống còn lại có màu vàng cam. Độ giòn thịt quả đều có độ giòn.

Bảng 2. Một số đặc tính quả của các giống dưa lưới trồng thử nghiệm trong vụ hè thu năm 2024 tại huyện Nha Hố, tỉnh Ninh Thuận

Tên giống	Chiều cao quả (cm)	Đường kính quả (cm)	Độ dày thịt quả (cm)	Màu sắc vỏ quả	Vân lưới	Màu sắc thịt quả	Độ giòn thịt quả
TL3	13,0	13,6	2,8	Xanh	Dày, rõ nét	Vàng cam	Giòn
Đế Đặc Mật	19,7	16,0	3,0	Xanh	Dày, rõ nét	Vàng đậm	Giòn
Hoàng Long	16,6	13,4	3,1	Vàng	Dày, rõ nét	Vàng cam	Giòn
Hoàng Ngân	15,5	13,0	2,3	Vàng	Thưa, rõ nét	Vàng cam	Giòn
Hoàng Ngân 23	21,3	13,4	3,3	Vàng nhạt	Thưa, rõ nét	Vàng nhạt	Giòn
AB Sweet Gold	17,4	13,4	3,4	Xanh	Dày, rõ nét	Vàng cam	Giòn
Haruka	12,9	13,4	2,8	Xanh	Dày, rõ nét	Vàng cam	Giòn
Huỳnh Long	20,0	14,2	3,4	Vàng	Dày, rõ nét	Vàng cam	Giòn
CV (%)	2,9	2,9	0,5	-	-	-	-
LSD _{0,05}	0,9	0,7	0,1	-	-	-	-

3.3. Yếu tố cấu thành năng suất, năng suất và chất lượng của các giống dưa lưới thử nghiệm

Trong sản xuất dưa lưới, năng suất là yếu tố quyết định trực tiếp đến giá trị kinh tế của nhà vườn. Hai yếu tố cấu thành năng suất quan trọng đó là số quả/cây và khối lượng quả trung bình; tuy nhiên, trong quy trình sản xuất dưa lưới mỗi cây chỉ để 1 quả nên năng suất cao hay thấp phụ thuộc vào khối lượng quả trung bình. Các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của các giống dưa lưới thử nghiệm được trình bày tại bảng 3. Kết quả cho thấy, khối lượng quả trung bình của các giống thử nghiệm dao động từ 1,09 - 1,87 kg/quả và có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p \leq 0,05$) giữa các giống. Trong đó, giống có khối lượng quả trung bình lớn nhất là giống Đế Đặc Mật (1,87 kg/quả); giống có khối lượng quả trung bình nhỏ nhất là giống AB Sweet Gold (1,09 kg/quả). Với mật độ trồng như nhau, giống Đế Đặc Mật có khối lượng quả trung bình lớn nhất nên năng suất đạt được cũng cao nhất (3,98 tấn/1.000 m²). Còn giống AB Sweet Gold do có khối lượng quả trung bình nhỏ nên năng suất thu được cũng thấp nhất (2,26 tấn/1.000 m²).

Như vậy, giống có khối lượng quả trung bình cao sẽ cho năng suất thực thu đạt cao nhất, phù hợp với kết quả nghiên cứu của Chung Như Anh và cs (2022) [11] khi đánh giá tình hình sâu, bệnh hại, năng suất và chất lượng của một số giống dưa lưới nhập nội trong điều kiện nhà màng tại tỉnh Đắk Lắk.

Cùng với hình thái mẫu mã quả và năng suất, độ ngọt (độ Brix) cũng là mục tiêu quan tâm hàng đầu trong chọn giống dưa lưới; giống dưa tốt phải có năng suất cao, mẫu mã đẹp và độ Brix cao. Kết quả phân tích độ Brix của các giống dưa lưới thử nghiệm được trình bày tại bảng 3 cho thấy, độ Brix trung bình của các giống dao động từ 11,7 - 16,0%. Trong đó, giống có độ Brix cao nhất là giống Hoàng Ngân, trung bình đạt 16%, thấp nhất là giống Haraku với độ Brix trung bình đạt 11,7%.

Phân loại quả nhằm mục đích để đánh giá hiệu quả kinh tế khi trồng dưa lưới. Kết quả phân loại quả của các giống dưa lưới thử nghiệm tại bảng 3 cho thấy, có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p \leq 0,05$) về tỷ lệ quả loại 1, 2, 3 trung

binh giữa các giống. Tỷ lệ quả loại 1 trung bình của các giống dao động từ 63,0 - 85,3%, giống có tỷ lệ quả loại 1 cao nhất là giống Đẻ Đặc Mật (85,3%) và thấp nhất là giống AB Sweet Gold (63,4%). Tỷ lệ quả loại 2 dao động từ 10,1 - 30,6%,

giống có tỷ lệ quả loại 2 nhiều nhất là AB Sweet Gold (30,6%) và ít nhất là Haruka (10,1%). Tỷ lệ quả loại 3 dao động từ 3,1 - 7,0%, giống có tỷ lệ quả loại 3 nhiều nhất là TL3 (7,0%) và giống có tỷ lệ quả loại 3 ít nhất là Đẻ Đặc Mật (3,1%).

Bảng 3. Các yếu tố cấu thành năng suất, năng suất và chất lượng quả của các giống dưa lưới trồng thử nghiệm trong vụ hè thu 2024 tại huyện Nha Hố, tỉnh Ninh Thuận

Tên giống	Khối lượng quả (cm)	Năng suất (tấn/1.000 m ²)	Độ Brix (%)	Tỷ lệ quả loại 1 (%)	Tỷ lệ quả loại 2 (%)	Tỷ lệ quả loại 3 (%)
TL3	1,40	2,87	15,0	79,5	13,5	7,0
Đẻ Đặc Mật	1,93	3,98	15,5	85,1	11,8	3,1
Hoàng Long	1,57	3,18	14,0	82,6	12,8	4,5
Hoàng Ngân	1,17	2,39	16,0	67,7	27,4	4,9
Hoàng Ngân 23	1,13	2,32	14,1	68,1	27,1	4,9
AB Sweet gold	1,10	2,26	14,0	63,9	30,6	5,6
Haruka	1,43	2,91	11,7	83,0	10,1	6,9
Huỳnh Long	1,53	3,14	14,5	85,1	11,5	3,5
CV (%)	5,6	6,2	2,4	2,3	9,3	42,2
LSD _{0,05}	0,1	0,31	0,1	3,0	2,9	ns

Ghi chú: ns: Không có sự khác biệt về mặt thống kê.

3.4. Tình hình sâu, bệnh hại trên các giống dưa lưới trồng thử nghiệm

Sâu, bệnh hại là một trong những nguyên nhân lớn làm giảm năng suất trong hoạt động sản xuất nông nghiệp. Mức độ nhiễm sâu, bệnh hại nặng hay nhẹ phụ thuộc vào giống, điều kiện ngoại cảnh và các biện pháp canh tác như: Bón

phân, thời vụ, mật độ trồng. Thí nghiệm được thực hiện trong điều kiện nhà màng, nên các giống dưa được chăm sóc và chế độ dinh dưỡng như nhau. Tuy nhiên, qua đánh giá cho thấy, trên các giống dưa xuất hiện một số loại sâu, bệnh hại chính, được trình bày tại bảng 4.

Bảng 4. Tình hình sâu, bệnh hại trên các giống dưa lưới trồng thử nghiệm trong vụ hè thu năm 2024 tại huyện Nha Hố, tỉnh Ninh Thuận

Giống	Bộ phận trắng (cấp)	Rệp (cấp)	Sâu xanh da láng (cấp)	Phấn trắng		Giả sương mai		Nứt thân xì mủ		TLB thối quả (%)	TLB héo xanh (%)
				TLB (%)	CSB (%)	TLB (%)	CSB (%)	TLB (%)	CSB (%)		
TL3	1	1	1	7,3	1,6	6,7	1,2	3,3	0,13	3,3	1,3
Đẻ Đặc Mật	1	1	1	8,7	1,4	8,0	1,2	6,7	0,14	6,7	0,8
Hoàng Long	1	1	1	9,3	1,5	8,0	1,2	0,0	0,00	1,5	1,6

Hoàng Ngân	1	1	1	8,0	1,2	7,3	1,0	0,0	0,00	1,2	1,8
Hoàng Ngân 23	1	1	1	8,7	1,6	8,7	1,3	0,0	0,00	1,7	1,2
AB Sweet Gold	1	1	1	7,3	1,4	7,3	1,0	0,0	0,00	6,7	2,1
Haruka	1	1	1	9,3	1,3	7,3	0,8	3,3	0,12	6,7	1,5
Huỳnh Long	1	1	1	8,7	1,7	8,0	1,2	0,0	0,00	1,4	1,2
<i>CV (%)</i>	-	-	-	<i>14,2</i>	<i>22,8</i>	<i>15,6</i>	<i>10,8</i>	<i>9,7</i>	<i>22,5</i>	<i>12,3</i>	<i>13,4</i>
<i>LSD_{0,05}</i>	-	-	-	<i>ns</i>	<i>0,61</i>	<i>ns</i>	<i>Ns</i>	<i>3,50</i>	<i>ns</i>	<i>2,71</i>	<i>0,23</i>

Ghi chú: ns: Không có sự khác biệt về mặt thống kê; TLB: Tỷ lệ bệnh; CSB: Chỉ số bệnh.

Kết quả ở bảng 4 cho thấy, sâu hại chính xuất hiện trên các giống dưa lưới thử nghiệm gồm: Bọ phấn trắng, rệp và sâu xanh da láng; tuy nhiên, mức độ gây hại nhẹ không ảnh hưởng nhiều đến năng suất và chất lượng quả. Còn hệnh hại, xuất hiện các loại bệnh chủ yếu gồm: Bệnh phấn trắng, giả sương mai, nứt thân xì mủ, thối quả và héo xanh. Trong đó, bệnh thối quả có tỷ lệ gây hại khá cao, phần nào ảnh hưởng đến năng suất của các giống dưa lưới thử nghiệm; bệnh xuất hiện nhiều vào giai đoạn quả tạo lưới đến chín do giai đoạn này mưa nhiều, ẩm độ nhà màng cao, tỷ lệ gây hại của các giống dao động từ 1,2 - 6,7%, các giống gồm: Đế Đặc Mật, AB Sweet Gold và Haruka có tỷ lệ cao nhất (6,7%), giống có tỷ lệ thối quả thấp nhất là Hoàng Ngân (1,2%). Các bệnh còn lại như phấn trắng, giả sương mai có tỷ lệ bệnh khá cao, tuy nhiên chỉ số bệnh ở mức thấp không ảnh hưởng nhiều đến năng suất và chất lượng quả của các giống dưa lưới thử nghiệm.

3.5. Hiệu quả kinh tế khi trồng các giống dưa lưới khác nhau

Theo Farrell (1957) [10], hiệu quả kinh tế (EE) là một trong ba thành phần tạo nên hiệu quả sản xuất, là sự kết hợp giữa hiệu quả kỹ thuật (TE) và hiệu quả phân bổ (AE). Hay nói cách khác, hiệu quả kinh tế là khả năng đạt lợi nhuận tối đa với mức giá hiện tại của các yếu tố đầu vào và các yếu tố cố định khác của nông hộ như diện tích, khấu hao... Kết quả tính toán hiệu quả kinh tế được trình bày tại bảng 5 cho thấy: Tổng chi phí sản xuất của các giống khác nhau có sự khác nhau, chênh lệch chi phí này do chi phí giá đầu vào của hạt giống. Trong đó, giống Huỳnh Long có giá đầu vào hạt giống cao nhất (5.500 đồng/hạt) nên chi phí sản xuất cao nhất (83,316 triệu đồng/1.000 m²), thấp nhất là giống Haruka (1.000 đồng/hạt) nên chi phí sản xuất cũng thấp nhất (70,716 triệu đồng/1.000 m²). Ngoài ra, các chi phí khác như: Phân bón, thuốc bảo vệ thực vật, công chăm sóc, khấu hao thiết bị... hoàn toàn giống nhau.

Bảng 5. Hiệu quả kinh tế khi trồng các giống dưa lưới khác nhau trong vụ hè thu năm 2024 tại huyện Nha Hố, tỉnh Ninh Thuận

Giống	Tổng thu (1.000 đồng)	Tổng chi (1.000 đồng)	Lợi nhuận (1.000 đồng)
TL3	81.110	72.116	8.994
Đế Đặc Mật	115.069	74.356	40.713
Hoàng Long	106.493	76.316	30.177
Hoàng Ngân	78.061	73.516	4.545
Hoàng Ngân 23	64.833	73.516	-8.682

AB Sweet Gold	58.424	70.716	-12.291
Haruka	66.328	73.516	7.187
Huỳnh Long	137.682	83.316	54.366

Xét về lợi nhuận khi trồng các giống dưa lưới khác nhau cho thấy, giống Huỳnh Long mặc dù chi phí đầu vào hạt giống cao và năng suất thấp hơn các giống Đế Đặc Mật và Hoàng Long; tuy nhiên, do có chất lượng quả tốt, mẫu mã đẹp và phù hợp với thị hiếu người tiêu dùng nên giá bán cao nên lợi nhuận thu được đạt cao nhất (54,366 triệu đồng/1.000 m²), tiếp theo là các giống Đế Đặc Mật (40,713 triệu đồng/1.000 m²) và Hoàng Long (30,177 triệu đồng/1.000 m²). Giống AB Sweet Gold do có năng suất thấp, mẫu mã không được người tiêu dùng ưa chuộng nên giá bán thấp dẫn đến không có lợi nhuận khi sản xuất.

4. KẾT LUẬN

Các giống dưa lưới có thời gian sinh trưởng dao động trong khoảng từ 73 - 88 ngày, có khả năng sinh trưởng tốt, chống chịu sâu, bệnh khá và năng suất cao từ 2,26 - 3,98 tấn/1.000 m². Ngoài ra, các giống có đặc điểm hình thái và tính chất quả đa dạng như màu sắc vỏ quả, vân lưới vỏ quả, màu sắc thịt quả, độ giòn và độ Brix cao. Trong đó, 3 giống gồm: Đế Đặc Mật, Hoàng Long và Huỳnh Long có khả năng thích nghi tốt, năng suất và chất lượng quả cao hơn so với các giống còn lại. Tuy nhiên, xét về hiệu quả kinh tế của 3 giống, giống dưa lưới Huỳnh Long cho hiệu quả kinh tế cao nhất do có vân lưới đẹp, chất lượng tốt, phù hợp với thị hiếu người tiêu dùng nên giá bán cao hơn so với 2 giống còn lại.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Zainal, A.M., Shamsudin, R., Othman, Z. & Rahman, A. R. (2013). Effect of post harvest storage of whole fruit on physico-chemical and microbial changes of fresh-cut cantaloupe (*Cucumis melo* L. Reticulatus cv. Glamour). *International Food Resources Journal*, 20: 953 - 960.

2. Preeti, Raju, P. N. (2017). Comprehensive Overview of Cucumis melo. *The Pharma Innovation Journal*, 6(10): 181 - 186.

3. Waseem, M., Rauf, A., Rehman, S. & Ahmed, R. (2018). Pharmacognostical and pharmacological review of *Cucumis Melo* L. including unani medicine perspective. *International Journal of Pharmacognosy and Chinese Medicine*, 2(3): 000140.

4. Lester G. E. and Eischen F. (1996). Beta-carotene content of postharvest prange-fleshed muskmelon fruit. Effect of cultivar, growing location and fruit size. *Plant Foods Human Nutri*, 49(3): 191 - 197.

5. Lester G. E. (2008). Antioxidant, sugar, minerals and phytonutrient concentrations across edible fruit tissues of orange-fleshed honeydew melon (*Cucumis melo* L.). *Journal of Agriculture Food Chemicals*, 56(10): 3694 - 3698.

6. Adam C. F. and Richardson M. (1981). Nutritive value of foods, USDA Home and Garden Bul. 72. Government Printing Office, Washington D. C.

7. Adams C. F. (1975). *Nutritive value of American foods in common units*, U.S. Department of Agriculture, Agric Handbook, 425, 29.

8. Hai, T. T. H., Linh, T. N., Thanh, N. D. (2019). Comparison of growth, yield and quality of several varieties of melon (*Cucumis melo* L.) F1 in spring - summer 2018 greenhouse conditions in Thua Thien Hue-Vietnam. *Hue University Journal of Science: Agriculture and Rural Development*, ISSN 2588 - 1191, 128(3A): 57 - 66.

9. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) (2003) Descriptors for melon (*Cucumis melo* L.). International Plant Genetic Resources Institute 64 p.

10. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc Gia QCVN 01-38:2010/BNNPTNT. Về phương pháp điều tra phát hiện dịch hại cây trồng.

11. Chung Như Anh, Trang Thị Nguyệt Quế, Nguyễn Tuấn (2022). Đánh giá tình hình sâu bệnh hại, năng suất và chất lượng của một

số giống dưa lưới (*Cucumis melo* L.) nhập nội trong điều kiện nhà màng. *Tạp chí Trường Đại học Tây Nguyên*, 55, 67 - 74.

12. Farrell M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A*, 120(3): 253 - 281.

SELECTION OF HIGH-YIELD, GOOD-QUALITY OF MELON (*Cucumis melo* L.) VARIETIES UNDER HIGH-TECH GROWING IN NINH THUAN PROVINCE

Nguyen Van Son¹, Tran Thi Thao¹, Trinh Thi Van Anh¹

¹*Nha Ho Research Institute for Cotton and Agricultural Development*

Abstract

The study was conducted from August to October 2024 to evaluation of growth, yield and quality of 8 melon varieties grown under high-tech farming conditions in Ninh Thuan province. The experiment was arranged in a randomized complete block design (RCBD, with 3 replicates and 100 plants per replicate. The results showed that the varieties had a growing period of 73 - 88 days, good growth ability, good resistance to pests and diseases and high yield from 2.26 - 3.98 tons/1.000 m², in addition, the morphological characteristics and fruit quality were suitable for consumer tastes. Of which, three varieties including De Dac Mat, Hoang Long and Huynh Long had good adaptability, higher yield and fruit quality than the remaining varieties. Comparing economic efficiency, Huynh Long variety gave the highest efficiency due to its beautiful mesh pattern, good quality, suitable for consumer tastes, so the selling price was higher than the other 2 varieties. Therefore, Huynh Long variety can be included in the melon variety structure of Ninh Thuan province.

Keywords: *Melon, variety, yield, quality, high-tech.*

Ngày nhận bài: 5/02/2025

Ngày chuyển phản biện: 24/3/2025

Ngày thông qua phản biện: 10/4/2025

Ngày duyệt đăng: 25/4/2025

HIỆU QUẢ CỦA CÁC HỢP CHẤT NANO ĐỐI VỚI BỆNH HÉO RŨ DO NẤM *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* GÂY RA TRÊN CÂY DƯA LEO (*Cucumis sativus* L.)

Trần Quang Phú¹, Đỗ Quang Vinh¹, Nguyễn Quốc Thái²,
Trần Thị Thu Thủy², Phạm Thị Phương Thảo¹, Lê Thanh Toàn¹ *

¹ Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

² Khoa Nông nghiệp - Thủy sản, Trường Đại học Cửu Long

*Email: lttoan@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Dưa leo (*Cucumis sativus* L.) là loại rau ăn quả quan trọng, được trồng phổ biến và có giá trị kinh tế cao. Tuy nhiên, bệnh héo rũ do nấm *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* (Foc), gây hại nghiêm trọng quá trình canh tác dưa leo. Người nông dân phải sử dụng nhiều thuốc hoá học để phòng trừ bệnh, ảnh hưởng đến sức khoẻ người tiêu dùng, người sản xuất và môi trường. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục đích khảo sát hiệu quả của hợp chất nano giúp cây dưa leo chống lại bệnh héo rũ do nấm Foc. Kết quả cho thấy, các hợp chất nano đều có khả năng ức chế sự phát triển của nấm Foc trong điều kiện phòng thí nghiệm. Trong đó, hai nghiệm thức cho hiệu quả ức chế cao nhất là hợp chất nano CS-SA-0,05 và CS-SA-0,1 lần lượt là 50,6 và 50,2% ở thời điểm 9 ngày sau đặt khuẩn ty. Bên cạnh đó, khả năng của hợp chất nano giúp cây dưa leo chống chịu lại bệnh héo rũ do nấm Foc cũng được thực hiện trong điều kiện nhà lưới. Kết quả cho thấy, nghiệm thức hợp chất nano CS-SA-0,1 được xử lý tại thời điểm 15 ngày trước khi lây bệnh nhân tạo bằng các biện pháp tưới gốc và phun qua lá giúp cây dưa leo cho tỉ lệ bệnh và chỉ số bệnh thấp, với hiệu quả giảm tỉ lệ bệnh và chỉ số bệnh lần lượt là 22,02% và 51,67% so với đối chứng ở thời điểm 60 ngày sau khi gieo.

Từ khoá: Dưa leo, héo rũ *Fusarium*, hợp chất nano.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dưa leo (*Cucumis sativus* L.) là một trong những loại rau ăn quả thuộc họ bầu bí (Cucurbitaceae) được trồng phổ biến và có giá trị kinh tế cao trên thế giới. Tuy nhiên, sản xuất dưa leo đang bị ảnh hưởng bởi các bệnh do nấm, đặc biệt là bệnh héo rũ – một trong ba bệnh nấm nghiêm trọng nhất trên cây dưa leo [1]. Bệnh héo rũ do nấm *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* (Foc), gây thiệt hại nghiêm trọng về năng suất và chất lượng dưa leo [2]. Nấm Foc xâm nhiễm vào các bó mạch của thân rễ dưa chuột, ngăn cản quá trình vận chuyển chất dinh dưỡng và nước, dẫn đến các bộ phận trên mặt đất của cây bị héo [3]. Khi bệnh xuất hiện làm tổn chi phí về giống, công dặm, phun thuốc và

xử lý đất. Bệnh xuất hiện vào giai đoạn thu hoạch làm giảm phẩm chất trái, năng suất kém [4]. Nông dân phần lớn dùng thuốc hóa học để quản lý và phòng trị bệnh. Tuy nhiên, việc sử dụng nhiều và không hợp lý thuốc hóa học đã làm tăng tính kháng thuốc của nấm bệnh và gây ô nhiễm môi trường.

Một trong những biện pháp quản lý bệnh đạt hiệu quả và có thể hạn chế việc sử dụng thuốc hóa học là sử dụng các hợp chất nano trong phòng trừ sinh học [5, 6]. Bên cạnh việc thân thiện với môi trường, các hợp chất nano còn được biết đến với tiềm năng kháng nấm cao và khả năng kích thích tính kháng, liên quan đến các gen phòng vệ của cây trồng [6]. Tuy nhiên, các nghiên cứu ứng dụng hợp chất nano đối với

bệnh héo rũ trên dưa leo chưa nhiều ở Việt Nam. Vì vậy, nghiên cứu này đã được thực hiện nhằm mục đích khảo sát hiệu quả của một số hợp chất nano giúp cây dưa leo chống lại bệnh héo rũ do nấm Foc.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Nguồn nấm: Foc CT5 có độc tính cao, từ kết quả nghiên cứu của Lê Văn Lai (2018) [7], được cung cấp từ Phòng thí nghiệm Phòng trừ Sinh học Bệnh cây, Khoa Bảo vệ Thực vật, Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ.

Hóa chất sử dụng: Kẽm acetate (Guangdong Guanghua Chemical Factory Co., Ltd), pentasodium triphosphate (Xilong chemical), salicylic axit (Xilong chemical), chitosan (Shanghai Zhanyun Chemical Co.,Ltd), thuốc hóa học Anvil 5SC (50 g/L Hexaconazole).

Cây dưa leo: Giống dưa leo lai F1 Cát Tường 668, được sử dụng đại trà trong sản xuất.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Chuẩn bị hợp chất nano từ dịch trích thực vật

Cách chuẩn bị hợp chất nano từ dịch trích thực vật: Mẫu thực vật (không sâu, bệnh, dị dạng, không quá già, cũng không quá non), sau khi thu về được rửa sạch bằng nước cất và để

ráo, sấy ở nhiệt độ 60°C trong 72 giờ. Sau đó, 20 g mẫu thực vật khô sẽ được nghiền mịn bằng chày và cối, thêm 200 ml nước cất, chưng cách thủy ở 62°C trong 15 phút, khuấy đều. Lọc lấy dịch trích và thêm 10 ml kẽm acetate 10 mM vào 30 ml dịch trích thực vật, khuấy đều trong 2 giờ theo phương pháp của Lê Văn Lai (2018) và Thị Sứ (2018) [7, 8] và bổ sung phương pháp của Bhumi và Savithramma (2014) [9].

Cách chuẩn bị hợp chất nano chitosan-SA: Chitosan (0,4% w/v) được hòa tan trong 1% acetic axit rồi thêm nước cất đạt đến 500 ml, khuấy qua đêm ở tốc độ 300 rpm. Sau đó, dung dịch được lọc qua giấy Whatman 1 (đường kính lỗ lọc 11 µm). Pentasodium triphosphate (0,2% w/v) được chuẩn bị trong 500 ml nước cất. Ngoài ra, SA được chuẩn bị ở các nồng độ khác nhau: 0,05; 0,1; 0,2% (w/v) trong 500 ml nước cất. Cuối cùng, tỉ lệ bằng nhau của các dung dịch chitosan, pentasodium triphosphate và SA được sử dụng để tạo hỗn hợp nano chitosan-SA. Trong khi khuấy dung dịch chitosan ở tốc độ 400 rpm, nhỏ từng giọt dung dịch pentasodium triphosphate và SA vào. Hỗn hợp nano chitosan-SA tiếp tục được khuấy ở 600 rpm trong 8 giờ [10].

2.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của các hợp chất nano đến sự phát triển của nấm Foc trong điều kiện in vitro

Bảng 1. Các nghiệm thức được sử dụng trong thí nghiệm 2.2.2

STT	Tên nghiệm thức	Hoá chất sử dụng
1	Nano-Zn-BBN	Hợp chất nano kẽm -dịch trích bình bát nước
2	Nano-Zn-CMT	Hợp chất nano kẽm -dịch trích cây móng tay
3	Nano-Zn-CDC	Hợp chất nano kẽm -dịch trích cây dưa cạm
4	Nano-CS-SA-0,05	Hợp chất nano chitosan- SA 0,05
5	Nano-CS-SA-0,1	Hợp chất nano chitosan- SA 0,1
6	Nano-CS-SA-0,2	Hợp chất nano chitosan- SA 0,2
7	Kẽm Acetate	Dung dịch kẽm acetate
8	Chitosan	Dung dịch chitosan
9	ĐC	Môi trường PDA không có chứa hợp chất nano

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với 9 nghiệm thức và 5 lần lặp lại (Bảng 1). Nguồn nấm Foc được nuôi cấy trong đĩa petri 7 ngày trước khi tiến hành thí nghiệm. Khuẩn ty nấm sẽ được đục thành các khoanh có đường kính 5 mm khi thực hiện thí nghiệm. Nấu tan 50 ml môi trường PDA. Khi chai môi trường đạt nhiệt độ khoảng 55 - 60°C thì cho 10 ml hợp chất nano đã chuẩn bị vào chai, lắc chai môi trường để hòa tan đều vào môi trường. Sau đó, môi trường trong chai sẽ được đổ vào các đĩa petri (khoảng 10 ml môi trường/đĩa petri). Sau khi môi trường đặc lại, đặt các khoanh khuẩn ty nấm Foc đã chuẩn bị vào chính giữa đĩa petri. Các đĩa petri thí nghiệm được đặt ở nhiệt độ phòng [11].

Ghi nhận đường kính khuẩn lạc của nấm vào các thời điểm 3, 5, 7, 9 ngày sau đặt khoanh khuẩn ty (NSĐKT). Chỉ tiêu được ngừng ghi nhận khi khuẩn lạc của nấm phát triển đến mép đĩa petri. Hiệu quả ức chế (HQUC) của hợp chất nano được tính theo công thức: $HQUC(\%) = [(\text{ĐKKL}_{\text{đc}} - \text{ĐKKL}_i) / \text{ĐKKL}_{\text{đc}}] * 100$. Trong đó: $\text{ĐKKL}_{\text{đc}}$ là đường kính khuẩn lạc của đối chứng

nước cất; ĐKKL_i là đường kính khuẩn lạc của nghiệm thức hợp chất nano. Từ kết quả thí nghiệm này, chọn ra hai nghiệm thức xử lý hợp chất nano có hiệu quả tốt nhất để thực hiện thí nghiệm tiếp theo.

2.2.3. Khảo sát hiệu quả của các hợp chất nano đối với bệnh héo rũ cây dưa leo trong điều kiện nhà lưới

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên gồm 8 nghiệm thức và 3 lần lặp lại (Bảng 2). Mỗi lặp lại là 2 bầu đất gồm 8 cây (đường kính 30 cm).

Lây bệnh nhân tạo: Ở 25 ngày sau khi gieo (NSKG), cây dưa leo được tiến hành lây bệnh nhân tạo bằng cách cho 10 ml huyền phù bào tử nấm Foc (5×10^4 bào tử/ml) vào gốc cây dưa leo. Các cây dưa leo sau khi lây nhiễm bệnh được để trong phòng lây bệnh nhân tạo, ủ tối 24 giờ tạo ẩm độ (khoảng 98%) và điều chỉnh nhiệt độ ở 25°C sau đó chuyển ra nhà lưới. Nghiệm thức đối chứng không xử lý chỉ lây bệnh nhân tạo sau đó phun nước cất thanh trùng duy trì ẩm độ cho cây [12].

Bảng 2. Các nghiệm thức được sử dụng trong thí nghiệm 2.2.3

STT	Tên nghiệm thức	Cách xử lý
1	Nghiệm thức hiệu quả thứ 1	Phun lên tán lá và tưới gốc ở 5 ngày trước khi lây bệnh (NTKLB)
2	Nghiệm thức hiệu quả thứ 1	Phun lên tán lá và tưới gốc ở 10 NTKLB
3	Nghiệm thức hiệu quả thứ 1	Phun lên tán lá và tưới gốc ở 15 NTKLB
4	Nghiệm thức hiệu quả thứ 2	Phun lên tán lá và tưới gốc ở 5 NTKLB
5	Nghiệm thức hiệu quả thứ 2	Phun lên tán lá và tưới gốc ở 10 NTKLB
6	Nghiệm thức hiệu quả thứ 2	Phun lên tán lá và tưới gốc ở 15 NTKLB
7	Hexaconazole	Phun khi bệnh chớm xuất hiện
8	Đối chứng không xử lý	Phun nước cất thanh trùng

Chỉ tiêu theo dõi: Ghi nhận tỉ lệ bệnh và chỉ số bệnh của từng cây dưa leo vào các thời điểm 40, 50 và 60 ngày sau khi gieo (NSKG) dựa vào

bảng phân cấp đánh giá của Wang và cs (1993) [13] như sau: Cấp 0 (không có vết bệnh), cấp 1 (lá bị hoại tử nhẹ, hơi héo), cấp 2 (lá dưới bị hoại

tử nặng, lá trên vàng, héo rũ, hồi phục vào chiều mát), cấp 3 (lá dưới bị hoại tử nặng, lá trên héo vàng, cây héo nặng không hồi phục được), cấp 4 (cây chết). Tính tỉ lệ bệnh, chỉ số bệnh và hiệu quả giảm bệnh theo công thức HQGB (%) = $[(CSB_{dc} - CSB_{nt}) / CSB_{dc}] * 100$. Trong đó: CSB_{dc} là chỉ số bệnh ở nghiệm thức đối chứng và CSB_{nt} là chỉ số bệnh ở nghiệm thức xử lý. Tỷ lệ bệnh = $[số cây bệnh / tổng số cây quan sát] * 100\%$.

2.2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu thí nghiệm sẽ được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2019 và phần mềm xử lý thống kê SPSS 22.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiệu quả ức chế đường kính khuẩn lạc nấm Foc của các loại hợp chất nano trong điều kiện *in vitro*

3.1.1. Đường kính khuẩn lạc nấm Foc

Kết quả thí nghiệm cho thấy, ở tất cả thời điểm quan sát, đánh giá cả sáu hợp chất nano và dung dịch chitosan, kẽm acetate đều cho đường kính khuẩn lạc nấm Foc thấp hơn và khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 1% so với đối chứng. Ở hai thời điểm 5 và 7 NSĐKT, cả ba nghiệm thức nano CS-SA đều cho đường kính khuẩn lạc nấm Foc thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1% so với ba nghiệm thức hợp chất nano từ

dịch trích thực vật. Tại thời điểm 9 NSĐKT khi nấm Foc ở nghiệm thức đối chứng đã phát triển đầy đĩa (87,80 cm), ba nghiệm thức hợp chất nano-CS-SA-0,05, nano-CS-SA-0,1, nano-CS-SA-0,2 cho đường kính khuẩn lạc nấm Foc lần lượt là 43,20 cm; 43,80 cm; 44,20 cm tiếp tục thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1% so với ba nghiệm thức hợp chất nano kẽm dịch trích thực vật còn lại, cụ thể nano-Zn-BBN (81,00 cm), nano-Zn-CMT (47,20 cm) và nano-Zn-CDC (77,40 cm).

3.1.2. Hiệu quả ức chế đường kính khuẩn lạc Foc của một số hợp chất nano trong điều kiện *in vitro*

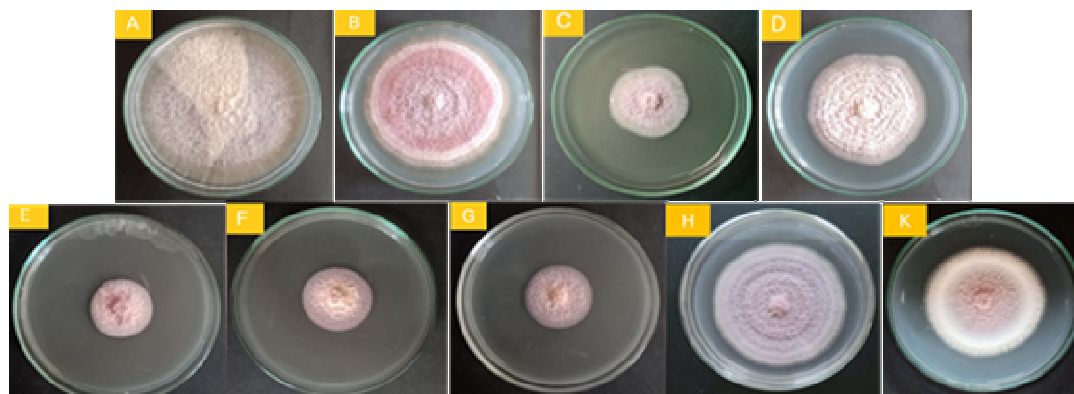
Cả sáu nghiệm thức hỗn hợp nano đều cho hiệu quả ức chế đường kính khuẩn lạc nấm Foc tốt nhất ở thời điểm 3 NSĐKT và giảm dần tại các thời điểm quan sát sau đó. Tại thời điểm 3 NSĐKT, bốn nghiệm thức cho hiệu quả ức chế khuẩn lạc nấm Foc cao lần lượt là nano-Zn-CMT (71,44%), nano-CS-SA-0,05 (76,76%), nano-CS-SA-0,1 (76,20%) và nano-CS-SA-0,2 (72,64%). Ở thời điểm đánh giá 9 NSĐKT, hai nghiệm thức nano-CS-SA-0,05 và nano-CS-SA-0,1 tiếp tục cho hiệu quả ức chế cao nhất, lần lượt là 50,78% và 50,05% (Hình 1) (Bảng 3). Vậy nên, hai nghiệm thức nano-CS-SA-0,05 và nano-CS-SA-0,1 sẽ được lựa chọn để sử dụng cho thí nghiệm tiếp theo.

Bảng 3. Hiệu quả ức chế đường kính khuẩn lạc nấm Foc của các loại hợp chất nano trong điều kiện phòng thí nghiệm

Nghiệm thức	NSĐKT			
	3	5	7	9
Nano-Zn-BBN	31,20 ^c	17,00 ^d	16,20 ^d	7,80 ^e
Nano-Zn-CMT	71,60 ^a	65,80 ^b	62,00 ^b	46,20 ^b
Nano-Zn-CDC	48,80 ^b	26,20 ^c	21,40 ^d	11,80 ^{cd}
Nano-SA-0,05	76,80 ^a	71,60 ^a	66,60 ^{ab}	50,60 ^a
Nano-SA-0,1	76,20 ^a	70,40 ^a	66,20 ^{ab}	50,20 ^a
Nano-SA-0,2	72,80 ^a	69,60 ^{ab}	66,20 ^{ab}	49,60 ^{ab}
Kẽm acetate	33,4 ^c	18,60 ^d	16,00 ^d	8,20 ^{de}

Chitosan	52,20 ^b	27,40 ^c	24,20 ^d	13,20 ^c
Mức ý nghĩa	**	**	**	**
CV%	6,57	6,54	7,53	9,82

Ghi chú: Trong cùng một cột các số có cùng chữ cái theo sau thì không khác biệt ở mức ý nghĩa 1% qua phép thử DUNCAN; ** Khác biệt ở mức ý nghĩa 1%.



Hình 1. Hiệu quả ức chế đường kính khuẩn lạc nấm Foc của các loại hợp chất nano ở 9 NSĐKT

(A): Đối chứng, (B): Nghiệm thức nano-Zn-BBN, (C): Nghiệm thức nano-Zn-CMT, (D): Nghiệm thức nano-Zn-CDC, (E): Nghiệm thức nano-CS-SA-0,05, (F): Nghiệm thức nano-CS-SA-0,1, (G): Nghiệm thức nano-CS-SA-0,2; (H): Nghiệm thức kẽm Acetate; (K): Nghiệm thức chitosan

Như vậy, ba hợp chất nano-CS-SA đều cho hiệu quả ức chế đường kính khuẩn lạc nấm Foc cao ở cả bốn thời điểm khảo sát, đánh giá, khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1% so với dung dịch chitosan. Điều này phù hợp với nghiên cứu trước đây của Kheiri và cs (2016) [14] rằng dung dịch chitosan luôn cho hiệu quả ức chế sự phát triển sợi nấm *Fusarium graminearum* nhưng không đáng kể bằng các hợp chất nano chitosan. Bên cạnh đó, việc các hợp chất nano CS-SA luôn cho hiệu quả ức chế cao ở mọi thời điểm quan sát được giải thích là do các hạt nano chitosan xâm nhập vào tế bào nấm *Fusarium*, ảnh hưởng đến không bào và các bào quan khác, chúng phá vỡ màng tế bào và gây ra sự rò rỉ tế bào chất, sợi nấm bị biến dạng rõ rệt [14, 15].

3.2. Hiệu quả phòng trừ bệnh héo rũ dưa leo do nấm Foc bằng các hợp chất nano trong điều kiện nhà lưới

3.2.1. Tỷ lệ bệnh của các nghiệm thức

Kết quả tỷ lệ bệnh héo rũ của các nghiệm thức được trình bày ở bảng 4. Nhìn chung, tại 3 thời điểm đánh giá 40, 50, 60 NSKG, các nghiệm

thức xử lý hợp chất nano và thuốc hoá học đều cho tỷ lệ bệnh thấp hơn so với nghiệm thức đối chứng xử lý nước cất.

Cụ thể, ở thời điểm 40 NSKG, cả sáu nghiệm thức xử lý hợp chất nano và thuốc hoá học đều có tỷ lệ bệnh thấp hơn, dao động từ 20,83 - 45,83% và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1% so với nghiệm thức đối chứng (70,83%). Thời điểm 50 NSKG, các nghiệm thức xử lý hợp chất nano như CS-SA-0,05 được xử lý vào hai thời điểm 15, 10, 5 NTKLB và ba hợp chất nano CS-SA-0,1 ở hai thời điểm xử lý 15, 10, 5 NTKLB tiếp tục cho tỷ lệ bệnh thấp hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% so với đối chứng. Đến thời điểm 60 NSKG, tỷ lệ bệnh của tất cả các nghiệm xử lý hợp chất nano tăng cao, dao động từ 70,83 - 87,5%, trong đó hai nghiệm thức CS-SA-0,1 5 NTKLB (70,83%) và CS-SA-0,05 (75%) tiếp tục duy trì tỷ lệ bệnh thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% với hiệu quả giảm tỷ lệ bệnh là 22,02% so với đối chứng, tuy nhiên khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% so với nghiệm thức xử lý thuốc hoá học Hexaconazole. Kết quả

tương tự trong nghiên cứu của Hoang và cs (2022) [6], khi xử lý các hợp chất nano CS-SA ở những nồng độ khác nhau đều giúp giảm tỉ lệ bệnh đốm lá sản do nấm *Alternaria* sp. gây ra ở thời điểm đánh giá 56 ngày sau khi trồng.

Một nghiên cứu khác của Elsharkawy và cs (2022) [16] cũng chỉ ra rằng việc tiền xử lý nano chitosan và SA đều cho thấy thời gian tiềm ẩn và thời gian ủ bệnh tăng đáng kể so với xử lý đối chứng nước cất.

Bảng 4. Tỷ lệ bệnh (%) héo rũ của các nghiệm thức tại các thời điểm đánh giá trong điều kiện nhà lưới

Nghiệm thức	Tỉ lệ bệnh			Hiệu quả giảm tỉ lệ bệnh
	NSKG			NSKG
	40	50	60	60
CS-SA-0,05 15 NTKLB	45,83 ^b	62,50 ^b	87,50 ^{ab}	8,33 ^{bc}
CS-SA-0,05 10 NTKLB	50,00 ^b	66,67 ^b	87,50 ^{ab}	8,33 ^{bc}
CS-SA-0,05 5 NTKLB	41,67 ^b	62,50 ^b	75,00 ^{bc}	22,02 ^{ab}
CS-SA-0,1 15 NTKLB	45,83 ^b	70,83 ^{ab}	87,5 ^{ab}	8,33 ^{bc}
CS-SA-0,1 10 NTKLB	45,83 ^b	62,50 ^b	83,33 ^{ab}	12,50 ^{abc}
CS-SA-0,1 5 NTKLB	37,50 ^{bc}	58,33 ^b	75,00 ^{bc}	22,02 ^{ab}
Hexaconazole	20,83 ^c	58,33 ^b	70,83 ^c	25,60 ^a
Đối chứng	70,83 ^a	83,33 ^a	95,83 ^a	0,00 ^c
Mức ý nghĩa	**	*	*	
CV(%)	22,06	12,89	9,24	

*Ghi chú: Trong cùng một cột các số có cùng chữ cái theo sau thì không khác biệt ở mức ý nghĩa 1% qua phép thử DUNCAN; ** Khác biệt ở mức ý nghĩa 1%; * Khác biệt ở mức ý nghĩa 5%; NTKLB: Ngày trước khi lây bệnh*

3.2.2. Chỉ số bệnh của các nghiệm thức

Nhìn chung, chỉ số bệnh héo rũ tăng dần qua các thời điểm khảo sát. Ở mọi thời điểm đánh giá, các nghiệm thức xử lý hợp chất nano đều cho chỉ số bệnh thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1% so với đối chứng. Tại thời điểm 40 NSKG, các nghiệm thức xử lý hợp chất nano đều có mức độ bệnh thấp, được thể hiện qua chỉ số bệnh dao động từ 9,37 - 14,5%, trong khi chỉ số này ở nghiệm thức đối chứng là 29,17%. Trong đó, hai nghiệm thức CS-SA 0,05 và CS-SA 0,1 xử lý vào thời điểm 5 NTKC có chỉ số bệnh thấp nhất, lần lượt là 10,42% và 9,37%. Điều này tiếp tục được thể hiện ở thời điểm 50 NSKG. Ở thời điểm đánh giá cuối cùng vào 60 NSKG (Hình 2A), chỉ số bệnh của tất cả các nghiệm thức có xu hướng tăng cao, dao động từ 23,95 - 60,42%. Trong đó, nghiệm thức CS-SA-0,1 5 NTKC (29,17%) có chỉ số bệnh thấp hơn các nghiệm thức xử lý hợp chất nano còn lại và khác

biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1%, đồng thời hiệu quả giảm bệnh so với đối chứng cũng được ghi nhận là 51,67%, tuy nhiên khác biệt không ý nghĩa thống kê ở mức 1% so với nghiệm thức thuốc hoá học Hexaconazole. Tại thời điểm này, mạch dẫn ở phần thân dưa leo nghiệm thức đối chứng có triệu chứng hoá nâu và xuất hiện tơ nấm trắng xung quanh chứng tỏ mức độ bệnh nghiêm trọng ở nghiệm thức này và đây cũng là dấu hiệu điển hình của bệnh héo rũ do nấm *Foc* gây ra trên cây dưa leo (Bảng 5).

Việc các nghiệm thức xử lý hợp chất nano vào ba thời điểm 15, 10, 5 NTKLB giúp giảm mức độ nghiêm trọng của bệnh héo rũ trên cây dưa leo đến thời điểm 60 NSKG có thể được giải thích là do hiện tượng giải phóng SA chậm của các hạt nano chitosan-SA. Theo Kumaraswamy và cs (2019) [5] khoảng 35,2% SA được giải phóng trong 12 giờ đầu tiên, do lượng SA bám trên bề mặt hạt nano được giải phóng dễ dàng,

giai đoạn sau quá trình giải phóng chậm lại do SA khuếch tán từ sâu trong cấu trúc xoắn của chitosan, hiện tượng trương nở dần của hạt nano trong nước cũng góp phần vào cơ chế giải phóng chậm và ổn định này. Bên cạnh đó, các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng việc tiền xử lý hợp

chất nano CS-SA góp phần kích thích hệ thống phòng vệ của cây trồng như hoạt động của các enzyme POD (peroxidase), PAL (phenylalanine ammonia lyase), TAL (tyrosine ammonia lyase), tổng hợp lignin... chống lại các tác nhân gây bệnh [5, 6].

Bảng 5. Chỉ số bệnh (%) héo rũ dưa leo của các nghiệm thức tại một số thời điểm đánh giá trong điều kiện nhà lưới

Nghiệm thức	Chỉ số bệnh			Hiệu quả giảm bệnh
	NSKG			NSKG
	40	50	60	60
CS-SA-0,05 15 NTKLB	14,58 ^b	26,04 ^b	41,67 ^b	31,05 ^b
CS-SA-0,05 10 NTKLB	13,54 ^b	20,83 ^{bc}	41,67 ^b	30,96 ^b
CS-SA-0,05 5 NTKLB	10,42 ^{bc}	18,75 ^{cd}	35,42 ^c	41,23 ^b
CS-SA-0,1 15 NTKLB	12,50 ^b	21,88 ^{bc}	39,58 ^{bc}	34,39 ^b
CS-SA-0,1 10 NTKLB	11,46 ^b	19,79 ^{cd}	37,50 ^{bc}	37,90 ^b
CS-SA-0,1 5 NTKLB	09,37 ^{bc}	16,67 ^{cd}	29,17 ^d	51,67 ^a
Hexaconazole	05,21 ^c	14,58 ^d	23,95 ^d	60,26 ^a
ĐC	29,17 ^a	44,79 ^a	60,42 ^a	0,00 ^c
Mức ý nghĩa	**	**	**	**
CV(%)	24,96	13,64	8,25	16,32

*Ghi chú: Trong cùng một cột các số có cùng chữ cái theo sau thì không khác biệt ở mức ý nghĩa 1% qua phép thử DUNCAN; ** Khác biệt ở mức ý nghĩa 1%. NTKLB: Ngày trước khi lây bệnh.*



Hình 2. Bệnh héo rũ dưa leo do nấm Foc gây ra của các nghiệm thức ở thời điểm 60 NSKG

A) Bệnh héo rũ của các nghiệm thức ở thời điểm 60 NSKG; B) Triệu chứng hoá nâu mạch dẫn và tơ nấm Foc xuất hiện trong mạch dẫn ở nghiệm thức đối chứng.

4. KẾT LUẬN

Các hợp chất nano CS-SA và kẽm - dịch trích thực vật đều cho hiệu quả ức chế đường kính

khuẩn lạc nấm Foc cao, đặc biệt là các hợp chất nano CS-SA. Hai hợp chất nano CS-SA-0,05 và CS-SA-0,1 giúp giảm tỉ lệ bệnh và chỉ số bệnh héo rũ trên cây dưa leo do nấm Foc gây ra, với hiệu quả giảm bệnh lần lượt là 41,23% và 51,67% tại 60 NSKG ở cả 3 thời điểm xử lý 15, 10 và 5 NTKLB. Các nghiên cứu sâu hơn về cơ chế kháng bệnh héo rũ trên cây dưa leo do nấm Foc gây ra khi xử lý bằng các hỗn hợp nano chitosan-SA cần được tiếp tục thực hiện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Raza, W., Ling, N., Zhang, R., Huang, Q., Xu, Y. & Shen, Q. (2017). Success evaluation of the biological control of *Fusarium* wilts of cucumber, banana and tomato since 2000 and future research strategies. *Critical reviews in biotechnology*, 37(2), 202 - 212.
2. Zhou, J., Wang, M., Sun, Y., Gu, Z., Wang, R., Saydin, A., ... & Guo, S (2017). Nitrate increased cucumber tolerance to *Fusarium* wilt

by regulating fungal toxin production and distribution. *Toxins*, 9(3), 100.

3. Sun, S., Yang, Z., Song, Z., Wang, N., Guo, N., Niu, J., ... & Chen, S. (2022). Silicon enhances plant resistance to *Fusarium* wilt by promoting antioxidant potential and photosynthetic capacity in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Frontiers in Plant Science*, 13, 1011859.

4. Tô Ngọc Dung (2007). Điều tra hiện trạng canh tác dưa hấu tại một số huyện của tỉnh Hậu Giang, đông xuân 2006-2007 và khảo sát hiệu quả của chế phẩm Tri-cô-ĐHCT đối với nấm *Fusarium oxysporum* gây bệnh héo rũ dưa hấu. Luận văn Tốt nghiệp Kỹ sư. Trường Đại học Cần Thơ.

5. Kumaraswamy, R. V., Kumari, S., Choudhary, R. C., Sharma, S. S., Pal, A., Raliya, R.,... & Saharan, V (2019). Salicylic acid functionalized chitosan nanoparticle: a sustainable biostimulant for plant. *International Journal of Biological Macromolecules*, 123, 59 - 69.

6. Hoang, N. H., Le Thanh, T., Thepbandit, W., Treekoon, J., Saengchan, C., Sangpueak, R., ... & Buensanteai, N (2022). Efficacy of chitosan nanoparticle loaded-salicylic acid and-silver on management of cassava leaf spot disease. *Polymers*, 14(4), 660.

7. Lê Văn Lai (2018). Hiệu quả của dịch trích thực vật đối với nấm *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* gây bệnh héo rũ trên dưa leo (*Cucumis sativus* L.). Luận văn tốt nghiệp Đại học, ngành Bảo vệ thực vật. Trường Đại học Cần Thơ.

8. Thị Sửu (2018). Thành phần nấm gây lem lép hạt lúa tại huyện Hòn Đất - Kiên Giang và hiệu quả một số dịch trích thực vật đối với nấm *Curvularia* sp. và *Fusarium* sp. hại hạt lúa. Luận văn tốt nghiệp Đại học, ngành Bảo vệ thực vật. Trường Đại học Cần Thơ.

9. Bhumi, G. and Savithramma, N (2014). Biological synthesis of Zinc oxide nanoparticles from *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. Leaf extract and validation for antibacterial activity.

International Journal of Drug Development and Research, 6: 9344 - 9375.

10. Nguyen Huy Hoang, Toan Le Thanh, Wannaporn Thepbandit, Jongjit Treekoon, Chanon Saengchan, Rungthip Sangpueak, Narendra Kumar Papathoti, Anyanee Kamkaew and Natthiya Buensanteai (2021). Preparation of nanoparticle-based elicitors and their ability to control cassava leaf spot. Master thesis in Crop Science. Suranaree University of Technology, Thailand, 257p.

11. Elamawi, B. C., Rabab, M. A. and El-Shafey, R. A. S (2013). Inhibition effects of silver nanoparticles against rice blast disease caused by *Magnaporthe grisea*. *Egypt. J. Agric. Res*, 91/4: 1271 - 1283.

12. Lê Thanh Toàn và Lê Văn Lai (2019). Hiệu quả của dịch chiết thực vật đối với nấm *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* gây bệnh thối gốc trên dưa leo. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 24, 84 - 90

13. Wang, J. M., Zheng, J. M., He, Y. C. and Li, Z. G (1993). A study on the existing form, number of distribution and fluctuation laws of *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* in watermelon plants. *Scientia Agricultura Sinica*, 26/3: 69 - 74.

14. Kheiri, A., Jorf, S. M., Malihipour, A., Saremi, H., & Nikkhah, M (2016). Application of chitosan and chitosan nanoparticles for the control of *Fusarium* head blight of wheat (*Fusarium graminearum*) *in vitro* and greenhouse. *International Journal of Biological Macromolecules*, 93, 1261 - 1272.

15. Dananjaya, S. H. S., Erandani, W. K. C. U., Kim, C. H., Nikapitiya, C., Lee, J., & De Zoysa, M (2017). Comparative study on antifungal activities of chitosan nanoparticles and chitosan silver nano composites against *Fusarium oxysporum* species complex. *International Journal of Biological macromolecules*, 105, 478 - 488.

16. Elsharkawy, M. M., Omara, R. I., Mostafa, Y. S., Alamri, S. A., Hashem, M.,

Alrumman, S. A., & Ahmad, A. A, (2022). chitosan nanoparticles and salicylic acid. *Journal of Fungi*, 8(3), 304.

THE EFFICACY OF NANO COMPOUNDS AGAINST THE FUNGUS *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* CAUSING WILT DISEASE ON CUCUMBER PLANTS (*Cucumis sativus* L.)

Tran Quang Phu¹, Do Quang Vinh¹, Nguyen Quoc Thai²,
Tran Thi Thu Thuy², Pham Thi Phuong Thao¹, Le Thanh Toan¹

¹ College of Agriculture, Can Tho University

² Faculty of Agriculture and Aquaculture, Cuu Long University

Abstract

Cucumber (*Cucumis sativus* L.) is an important fruit and vegetable crop that is widely cultivated and of high economic value. However, Fusarium wilt is caused by the fungus *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* (Foc) severely impairs cucumber production. Farmers are forced to use numerous chemical pesticides to control the disease, which adversely affects the health of consumers, producers and the environment. Therefore, this study was conducted to evaluate the efficacy of nano compounds in helping cucumber plants resist Fusarium wilt caused by Foc. The results showed that all tested nano compounds were capable of inhibiting the growth of Foc under laboratory conditions. Among them, the two treatments with the highest inhibitory effects were the nano CS-SA-0.05 and CS-SA-0.1 formulations, which achieved inhibition rates of 50.6% and 50.2%, respectively, at 9 days after inoculation. Furthermore, the potential of these nano compounds to enhance cucumber resistance to *Fusarium* wilt was also assessed under net house conditions. The findings indicated that treatment with the nano CS-SA-0.1 formulation, applied 15 days prior to artificial inoculation via both root drenching and foliar spraying, resulted in significantly lower disease incidence and disease index in cucumber plants, with disease incidence and disease index reduction efficiencies of 22.02% and 51.67% compared to the control at 60 days after sowing (quantifying the reduction level compared to the control).

Keywords: *Cucumber, Fusarium wilt, nanoparticle compound.*

Ngày nhận bài: 24/02/2025

Ngày chuyển phản biện: 3/4/2025

Ngày thông qua phản biện: 22/4/2025

Ngày duyệt đăng: 28/4/2025

XU THẾ BIẾN ĐỘNG CHẤT HỮU CƠ VÀ CHẤT DINH DƯỠNG CHÍNH CỦA ĐẤT CÁT BIỂN BỊ ẢNH HƯỞNG BỞI KHÔ HẠN TẠI VÙNG DUYÊN HẢI NAM TRUNG BỘ

Nguyễn Thu Hà¹, Nguyễn Thị Hiền¹, Ngô Thanh Sơn^{1,*}

¹ Khoa Tài nguyên và Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Email: ntson@vnua.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá hiện trạng và xu thế biến động chất hữu cơ và hàm lượng tổng số các chất dinh dưỡng chính trong đất cát biển bị ảnh hưởng bởi khô hạn tại các tỉnh: Khánh Hoà, Ninh Thuận, Bình Thuận, khu vực duyên hải Nam Trung bộ. Tiến hành phân tích 160 mẫu đất tầng mặt (0 - 20 cm) với các chỉ tiêu: Hàm lượng tổng số của chất hữu cơ, nitơ (đạm), photpho (lân) và kali, sau đó so sánh với tiêu chuẩn đất nền năm 2005 của khu vực nghiên cứu. Kết quả cho thấy, tại khu vực nghiên cứu, hàm lượng chất hữu cơ trong đất cát biển chủ yếu ở mức nghèo đến trung bình (0,48 - 3,45%), với trên 60% tỷ lệ số mẫu bị suy giảm ở mức nhẹ và trung bình. Hơn 90% số mẫu có hàm lượng nitơ tổng số nằm ở mức nghèo đến trung bình, khoảng 84% số mẫu bị suy giảm hàm lượng nitơ tổng số. Có tới 53,15% số mẫu có hàm lượng photpho tổng số được phân cấp ở mức thấp, đặc biệt ở tỉnh Khánh Hoà có tới 90% số mẫu ở mức thấp và khoảng 27% số mẫu bị suy giảm hàm lượng photpho tổng số. Khoảng 35% số mẫu có hàm lượng kali tổng số ở mức nghèo, 50,97% ở mức trung bình và 13,80% ở mức giàu. So với nền đất năm 2005, trung bình trên toàn khu vực khảo sát có 20% số mẫu đất cát biển bị suy giảm hàm lượng kali tổng số ở các mức khác nhau. Đất cát biển ở tỉnh Khánh Hoà có xu hướng suy giảm hàm lượng chất hữu cơ và các chất dinh dưỡng tổng số cao hơn so với đất tại tỉnh: Ninh Thuận và Bình Thuận. Tình trạng suy giảm chất hữu cơ và chất dinh dưỡng tổng số đòi hỏi cần triển khai các biện pháp tổng hợp nhằm duy trì, phục hồi đất phục vụ sản xuất nông nghiệp bền vững.

Từ khoá: Chất hữu cơ, chất dinh dưỡng, đất cát biển, khô hạn, suy thoái đất.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vùng đất khô hạn, bao gồm các hệ sinh thái cực kỳ khô cằn, khô hạn, bán khô hạn và khô cận ẩm, chiếm gần 50% diện tích bề mặt trái đất và là những khu vực nhạy cảm nhất trước các áp lực môi trường. Sự khô cằn không chỉ hạn chế năng suất cây trồng mà còn dẫn đến tình trạng đất có kết cấu cơ giới thô, tỷ lệ C: N và C: P thấp, nghèo chất hữu cơ và dễ bị xói mòn [1]. Với lượng các bon hữu cơ lên đến 646 Pg (646×10^{15} g), tương đương 32% tổng lượng các-bon hữu cơ toàn cầu, các vùng đất khô hạn đóng vai trò quan trọng

trong việc điều hòa khí hậu và bảo vệ hệ sinh thái. Tuy nhiên, việc mất các-bon từ đất do tác động của con người và thay đổi thảm thực vật đã khiến việc nâng cao hàm lượng chất hữu cơ trở thành một nhiệm vụ cấp bách.

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và áp lực sản xuất nông nghiệp ngày càng gia tăng, đất ở các vùng khô hạn và bán khô hạn gặp nhiều thách thức. Những vùng đất này có độ phì thấp, pH cao, hàm lượng hữu cơ chỉ từ 0,1 - 3%, tầng đất mỏng và khả năng giữ nước kém [2]. Theo Eswaran và cs (2001) [3], có tới 44 triệu km² đất

khô hạn trên toàn cầu, tương đương 34% diện tích đất toàn cầu đang đứng trước nguy cơ sa mạc hóa nghiêm trọng. Điều này đặt ra yêu cầu cấp thiết về quản lý và phục hồi đất tại những khu vực này.

Tại Việt Nam, vùng duyên hải Nam Trung bộ là một ví dụ điển hình về các khu vực chịu tác động nặng nề của khô hạn. Theo Tổng cục Quản lý Đất đai (2019) [4], 35,8% diện tích đất tự nhiên của cả nước (khoảng 11,8 triệu ha) đã bị suy thoái ở các mức độ khác nhau, trong đó vùng duyên hải miền Trung nổi bật với hơn 61,83% diện tích đất sản xuất nông nghiệp bị suy thoái. Các dạng suy thoái phổ biến tại đây gồm: Khô hạn, xói mòn, giảm độ phì, kết vón và đá ong hóa. Đất cát biển, một loại đất đặc trưng tại vùng này có diện tích khoảng 199.072 ha (chiếm 4,49% diện tích đất tự nhiên), phân bố dọc các dải bờ biển ở tỉnh Bình Thuận, Quảng Nam, Khánh Hòa và một số tỉnh, thành khác, đang đối mặt với tình trạng suy giảm độ phì, thể hiện ở những khía cạnh: Đất bị chua đi (suy giảm pH_{KCl} ở các mức nặng, trung bình và nhẹ, xảy ra chủ yếu trên đất sản xuất nông nghiệp và đất lâm nghiệp); đất bị suy giảm chất hữu cơ, chất dinh dưỡng tổng số (gồm N, P, K) và dung tích hấp thu (CEC). Những sự suy giảm này chủ yếu xảy ra ở đất sản xuất nông nghiệp, đất lâm nghiệp, đất đồi núi chưa sử dụng và đất bằng chưa sử dụng, đặc biệt diễn ra mạnh nhất ở đất sản xuất nông nghiệp và lâm nghiệp [5].

Sự suy thoái đất tại vùng duyên hải Nam Trung bộ không chỉ ảnh hưởng đến hiệu quả sản xuất nông nghiệp mà còn gây áp lực lớn đối với công tác bảo vệ môi trường và an ninh lương thực. Với vai trò quan trọng trong việc cung cấp các chức năng sinh thái, đất cát biển cần được đánh giá toàn diện để hiểu rõ xu hướng biến động của các chỉ tiêu chất hữu cơ và dinh dưỡng, từ đó đề xuất các giải pháp quản lý và phục hồi hiệu quả. Điều này không chỉ có ý nghĩa đối với sản xuất nông nghiệp mà còn góp phần ứng phó với các vấn đề toàn cầu như biến đổi khí hậu và bảo tồn tài nguyên đất.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- Đối tượng nghiên cứu: Đất cát biển trồng một số cây chủ lực (cây ăn quả, ngô, sắn, mía, lạc, rau, hành...) (không nghiên cứu đất lúa) tại 3 tỉnh: Khánh Hoà, Ninh Thuận, Bình Thuận.

- Phạm vi không gian: Khu vực bị ảnh hưởng bởi khô hạn tại tỉnh Bình Thuận (các huyện Hàm Thuận Bắc, Tuy Phong, Bắc Bình), tỉnh Ninh Thuận (các huyện Ninh Sơn, Ninh Phước, Ninh Hải), tỉnh Khánh Hoà (các huyện Ninh Hoà, Cam Lâm, Khánh Vĩnh).

- Phạm vi thời gian: Thời điểm điều tra mẫu đất: Năm 2024. Phạm vi thông tin điều tra: Năm 2000 – 2023.

- Phương pháp thu thập tài liệu thứ cấp: Thu thập số liệu quan trắc, kết quả nghiên cứu, báo cáo về hiện trạng môi trường đất, thoái hoá đất, chất lượng đất sản xuất nông nghiệp vùng nghiên cứu của các tỉnh Bình Thuận, Ninh Thuận, Khánh Hoà.

- Phương pháp khảo sát, điều tra thực địa: Khảo sát theo tuyến từ tỉnh Khánh Hoà tới Ninh Thuận và Bình Thuận, lấy mẫu đất đang canh tác các cây trồng chủ lực của vùng (trừ lúa), bao gồm: Ngô, lạc, đậu đỗ, khoai lang, măng tây, xoài, thanh long, táo.

- Phương pháp lấy mẫu đất: Theo TCVN 4046:1985 [6], tiến hành lấy 160 mẫu đất tầng mặt (độ sâu 0 - 20 cm) bao gồm: 40 mẫu ở huyện Cam Lâm, tỉnh Khánh Hoà; 60 mẫu ở huyện Ninh Phước và Ninh Hải, tỉnh Ninh Thuận; 60 mẫu tại huyện Tuy Phong và Bắc Bình, tỉnh Bình Thuận.

- Phương pháp phân tích các chỉ tiêu: OM, N tổng số, P tổng số, K tổng số được tiến hành theo TCVN 8941:2011 [7], TCVN 6498:1999 [8], TCVN 8940:2011 [9], TCVN 8660:2011 [10]. Phân cấp đánh giá các chỉ tiêu môi trường đất và phân cấp mức độ biến động các chỉ tiêu áp dụng theo Cẩm nang sử dụng đất của Bộ Nông nghiệp và PTNT (2009) [11].

- Phương pháp xử lý tài liệu, số liệu: Các thông tin, tài liệu, số liệu thu thập được tổng hợp và trình bày bằng phần mềm Excel.

- Phương pháp so sánh: Sự biến động của các chỉ tiêu chất hữu cơ, N tổng số, P tổng số, K tổng số được so sánh theo thời gian (tại các thời điểm khác nhau bằng cách so sánh kết quả phân tích đất năm 2024 với tiêu chuẩn đất nền năm 2005 theo từng chỉ tiêu và theo công thức: Suy

giảm độ phì đất (Δ_p) = Tiêu chuẩn đất nền (Δ_{2005}) - kết quả phân tích đất năm 2024 (Δ_{2024}). Tiêu chuẩn đất nền kế thừa từ tiêu chuẩn xây dựng năm 2009 do Trung tâm Điều tra đánh giá Tài nguyên đất (2011) [12], theo đó tiêu chuẩn nền được xây dựng dựa trên kết quả thống kê phân tích mẫu đất tại thời điểm năm 2005, được áp dụng theo bảng 1.

Bảng 1. Tiêu chuẩn đất nền áp dụng cho đất cát biển vùng duyên hải Nam Trung bộ và phân cấp mức độ suy thoái một số chỉ tiêu chính

Tiêu chuẩn đất nền áp dụng cho vùng duyên hải Nam Trung bộ					Phân cấp mức độ suy thoái một số chỉ tiêu môi trường đất				
Chỉ tiêu	OM	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mức độ suy giảm	OM	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Đơn vị	(%)					Giá trị (Δ = Δ _{Nền} - Δ ₂₀₂₄) (%)			
Giá trị	1,39	0,10	0,04	0,50	Không suy giảm	≤ 0	≤ 0	≤ 0	≤ 0
					Suy giảm nhẹ	0 - 0,5	0 - 0,035	0 - 0,02	0 - 0,5
					Suy giảm trung bình	0,5 - 1	0,035 - 0,07	0,02 - 0,04	0,5 - 1
					Suy giảm mạnh	≥ 1	≥ 0,07	≥ 0,04	≥ 1

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng xu thế biến động chất hữu cơ của đất cát biển bị ảnh hưởng bởi khô hạn vùng duyên hải Nam Trung bộ

Đất và đặc biệt là chất hữu cơ của đất, là các thành phần chính của vùng đất khô, như bất kỳ hệ sinh thái trên cạn nào, cung cấp một loạt các chức năng và lợi ích có tác động rộng lớn đến các vấn đề toàn cầu, như an ninh lương thực và biến đổi khí hậu [13 - 15]. Đất là một trong những bể chứa than hoạt tính (C) lớn nhất trên trái đất [16, 17]. Chất hữu cơ trong đất, một thành phần của đất góp phần vào hầu như tất cả các chức năng và lợi ích của đất, bao gồm cả khả năng giữ nước và chống xói mòn [8], có vai trò đặc biệt đối với vùng đất khô.

Hàm lượng chất hữu cơ tổng số trong đất cát biển vùng duyên hải Nam Trung bộ có sự biến động rõ rệt, dao động từ 0,48 - 3,45%, phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên và hoạt động canh tác tại từng tỉnh. Tại tỉnh Ninh Thuận,

phần lớn mẫu đất nằm ở mức trung bình (53%) đến giàu (28%), chỉ có 19% mẫu đất thuộc mức nghèo. Ngược lại, tỉnh Khánh Hòa và Bình Thuận có tỷ lệ mẫu đất nghèo chất hữu cơ cao hơn, lần lượt là 50% và 50,88%, trong khi tỷ lệ mẫu đạt mức giàu chỉ đạt 2,5% và 15,79% tương ứng. Kết quả này phản ánh sự khác biệt về phương thức canh tác, mức độ đầu tư phân bón hữu cơ và ảnh hưởng của điều kiện khô hạn tại từng khu vực.

Trung bình trên toàn khu vực khảo sát, khoảng 40% mẫu đất có hàm lượng chất hữu cơ ở mức nghèo, 44,61% ở mức trung bình và chỉ 15,43% đạt mức giàu. So sánh với nền đất năm 2005, 37,9% số mẫu không suy giảm hàm lượng chất hữu cơ, điều này cho thấy, một số khu vực đã duy trì được độ phì đất nhờ vào các biện pháp canh tác hiệu quả. Tuy nhiên, 30,94% mẫu đất bị suy giảm nhẹ và 31,16% mẫu bị suy giảm trung bình, nhấn mạnh nguy cơ thoái hóa đất ngày càng gia tăng nếu không có giải pháp quản lý kịp thời.

Bảng 2. Hiện trạng và xu hướng biến động chất hữu cơ trong đất cát biển bị ảnh hưởng bởi khô hạn tại các tỉnh: Khánh Hoà, Ninh Thuận, Bình Thuận

Mức đánh giá	Tỉnh Khánh Hoà	Tỉnh Ninh Thuận	Tỉnh Bình Thuận	Trung bình trên toàn khu vực khảo sát
	(%)			
Tỷ lệ % mẫu đất có hàm lượng chất hữu cơ tổng số				
Nghèo	50,00	19,00	50,88	39,96
Trung bình	47,50	53,00	33,33	44,61
Giàu	2,50	28,00	15,79	15,43
Giá trị nhỏ nhất	0,56	0,52	0,48	-
Giá trị lớn nhất	2,34	3,45	2,55	-
Biến động chất hữu cơ trong đất				
	Tỉnh Khánh Hoà	Tỉnh Ninh Thuận	Tỉnh Bình Thuận	Trung bình trên toàn khu vực khảo sát
Không suy giảm	7,50	78,13	28,07	37,90
Suy giảm nhẹ	42,50	18,75	31,58	30,94
Suy giảm trung bình	50,00	3,13	40,35	31,16
Suy giảm mạnh	0,00	0,00	0,00	0,00

Xét riêng từng tỉnh, Khánh Hòa là tỉnh có tỷ lệ suy thoái chất hữu cơ cao nhất, với 92,5% mẫu đất bị suy thoái ở mức nhẹ và trung bình. Điều này cho thấy, đất tại đây dễ bị tổn thương trước tác động của khô hạn và thiếu các biện pháp cải tạo đất hiệu quả. Tỉnh Bình Thuận cũng có tình trạng tương tự, với 71,9% mẫu đất bị suy thoái, tuy nhiên mức độ suy giảm nhẹ hơn so với tỉnh Khánh Hòa. Trong khi đó, tỉnh Ninh Thuận nổi bật với tình trạng khả quan hơn, có đến 78,13% mẫu đất không bị suy thoái, cho thấy hiệu quả từ việc sử dụng phân bón hữu cơ và các biện pháp canh tác hợp lý.

Sự biến động chất hữu cơ phản ánh rõ ảnh hưởng của các yếu tố tự nhiên và nhân tạo. Đất cát biển với kết cấu cơ giới thô, khả năng giữ nước kém dễ bị mất chất hữu cơ dưới tác động của khô hạn kéo dài và thiếu lớp phủ thực bì. Tại tỉnh Khánh Hòa và Bình Thuận, tác động này đặc biệt rõ rệt khi phần lớn diện tích đất không được bảo vệ tốt trước các yếu tố thoái hóa. Ngược lại, tại tỉnh Ninh Thuận, việc áp dụng kỹ thuật nông nghiệp bền vững và sử dụng phân bón hữu cơ đã góp phần quan trọng trong việc duy trì và cải thiện hàm lượng chất hữu cơ. Việc

suy giảm chất hữu cơ sẽ gây ra hậu quả nghiêm trọng như: Giảm năng suất nông nghiệp, gia tăng rủi ro sa mạc hóa và ảnh hưởng tiêu cực đến sinh kế của người dân. Do đó, để bảo tồn và cải thiện chất hữu cơ trong đất cát biển vùng duyên hải Nam Trung bộ, cần thực hiện các biện pháp kỹ thuật nhằm tạo ra và sử dụng hiệu quả nguồn chất hữu cơ phục vụ sản xuất nông nghiệp, cải thiện lớp phủ thực vật để bảo vệ tài nguyên đất. Những giải pháp này không chỉ góp phần cải thiện hiệu quả sử dụng đất mà còn giúp ứng phó với các vấn đề toàn cầu như biến đổi khí hậu và suy thoái đất.

3.2. Xu thế biến động chất dinh dưỡng của đất cát biển bị ảnh hưởng bởi khô hạn vùng duyên hải Nam Trung bộ

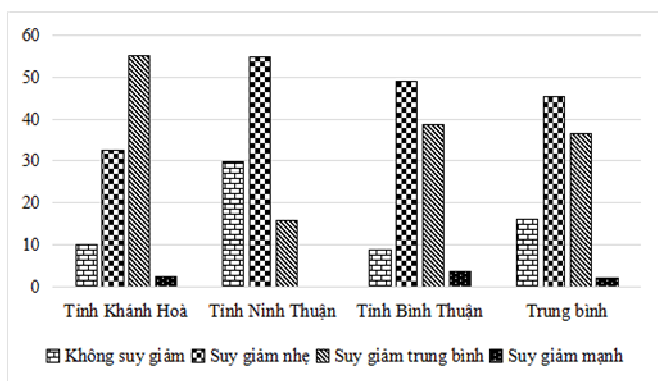
Nghiên cứu tại vùng duyên hải Nam Trung bộ cho thấy, hàm lượng các chất dinh dưỡng trong đất cát biển chịu ảnh hưởng nặng nề bởi điều kiện khô hạn và phương thức canh tác, với hơn 90% mẫu đất có hàm lượng nitơ tổng số ở mức nghèo đến trung bình. Tại tỉnh Khánh Hòa và Bình Thuận, tỷ lệ mẫu đất nghèo nitơ lần lượt đạt 62,5% và 73,68%, trong khi tỉnh Ninh Thuận chỉ chiếm 32,81%, điều này cho thấy, sự khác

biệt đáng kể trong khả năng duy trì chất dinh dưỡng đất giữa các tỉnh. Ninh Thuận là tỉnh có tỷ lệ mẫu đất ở mức trung bình và giàu nitơ cao hơn, lần lượt đạt 59,38% và 7,81%, phản ánh tác động tích cực từ các biện pháp cải tạo đất như bón phân hữu cơ và quản lý nước hiệu quả. So

với nền đất năm 2005, tỷ lệ mẫu không suy giảm nitơ tại tỉnh Ninh Thuận đạt 29,69%, vượt xa tỉnh Khánh Hòa (10%) và tỉnh Bình Thuận (8,77%), nhưng tình trạng suy giảm nhẹ (45,44%) và trung bình (36,41%) vẫn chiếm ưu thế trên toàn khu vực.

Bảng 3. Hiện trạng hàm lượng nitơ tổng số của đất cát biển bị ảnh hưởng bởi khô hạn tại các tỉnh: Khánh Hoà, Ninh Thuận, Bình Thuận

Mức đánh giá	Tỷ lệ (%) mẫu đất			
	Tỉnh Khánh Hoà	Tỉnh Ninh Thuận	Tỉnh Bình Thuận	Trung bình trên toàn khu vực khảo sát
Nghèo	62,50	32,81	73,68	56,33
Trung bình	35,00	59,38	19,30	37,89
Giàu	2,50	7,81	7,02	5,78
Giá trị nhỏ nhất	0,02	0,04	0,02	-
Giá trị lớn nhất	0,15	0,17	0,16	-



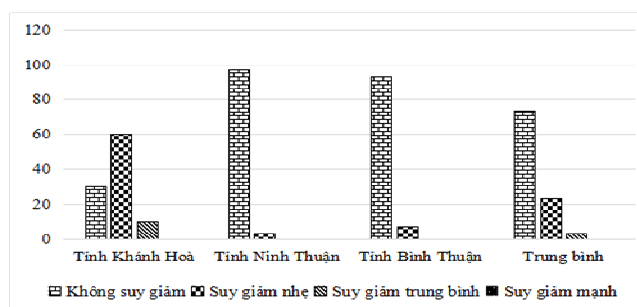
Hình 1. Biến động hàm lượng nitơ tổng số trong đất cát biển bị ảnh hưởng bởi khô hạn khu vực duyên hải Nam Trung bộ

Phốt pho (lân) tổng số trong đất cát biển cũng thể hiện xu hướng biến động đáng chú ý. Tỷ lệ mẫu đất nghèo phốt pho tại tỉnh Khánh

Hòa lên tới 90%, cao hơn nhiều so với tỉnh Bình Thuận (49,12%) và tỉnh Ninh Thuận (20,31%). Tuy nhiên, tỉnh Ninh Thuận dẫn đầu về tỷ lệ mẫu đất giàu phốt pho (45,31%), trong khi tỉnh Bình Thuận chỉ đạt 14,04% và tỉnh Khánh Hòa không có mẫu đất nào đạt mức giàu. Sự chênh lệch này có thể được giải thích bằng việc áp dụng các biện pháp quản lý đất bền vững tại tỉnh Ninh Thuận, bao gồm sử dụng phân bón hữu cơ và các phụ phẩm nông nghiệp. Đặc biệt, tỷ lệ mẫu không suy giảm phốt pho tại tỉnh Ninh Thuận và Bình Thuận lần lượt đạt 96,88% và 92,98%, trong khi tỉnh Khánh Hòa chỉ đạt 30%, điều này cho thấy, khu vực trên đang đối mặt với tình trạng suy thoái nghiêm trọng.

Bảng 4. Hiện trạng hàm lượng phốt pho tổng số của đất cát biển bị ảnh hưởng bởi khô hạn tại các tỉnh: Khánh Hoà, Ninh Thuận, Bình Thuận

Mức đánh giá	Tỷ lệ (%) mẫu đất			
	Tỉnh Khánh Hoà	Tỉnh Ninh Thuận	Tỉnh Bình Thuận	Trung bình trên toàn khu vực khảo sát
Nghèo	90,00	20,31	49,12	53,15
Trung bình	10,00	34,38	36,84	27,07
Giàu	0,00	45,31	14,04	19,78
Giá trị nhỏ nhất	0,02	0,04	0,03	-
Giá trị lớn nhất	0,05	0,39	0,22	-



Hình 2. Biến động hàm lượng photpho tổng số trong đất cát biển bị ảnh hưởng bởi khô hạn khu vực duyên hải Nam Trung bộ

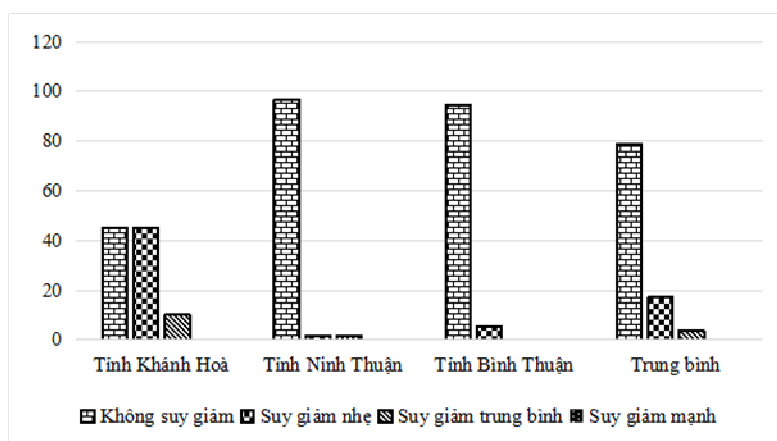
Hàm lượng kali tổng số trong đất cát biển cũng có sự khác biệt rõ rệt giữa các tỉnh. Tại tỉnh Khánh Hòa, 70% mẫu đất thuộc mức nghèo, trong khi tỷ lệ này tại tỉnh Bình Thuận và Ninh Thuận lần lượt là 26,32% và 9,38%. Ngược lại, tỉnh Ninh Thuận có 34,38% mẫu đất đạt mức giàu kali, vượt xa tỉnh Bình Thuận (7,02%) và tỉnh Khánh Hòa (0%). Sự khác biệt này phần nào phản ánh lợi thế tự nhiên của tỉnh Ninh Thuận với thành phần khoáng vật giàu mica và thạch anh, kết hợp với các biện pháp cải tạo đất hiệu quả. Tuy nhiên, tỷ lệ mẫu đất không bị suy giảm kali tại tỉnh Ninh Thuận và Bình Thuận cũng cao hơn đáng kể (96,88% và 94,74%) so với tỉnh Khánh Hòa (45%), nơi phần lớn mẫu đất bị suy giảm nhẹ (45%) và trung bình (10%).

So sánh với các nghiên cứu khác cho thấy, tình trạng suy giảm chất dinh dưỡng tại vùng duyên hải Nam Trung bộ tương đồng với các khu

vực khô hạn trên thế giới. Theo Plaza và cs (2018) [18], các hệ sinh thái khô hạn toàn cầu thường có hàm lượng nitơ và photpho thấp do điều kiện khô hạn kéo dài làm gián đoạn chu trình dinh dưỡng. Các khu vực khô hạn ở Ethiopia cũng ghi nhận tình trạng mất lớp thực bì và suy thoái đất nghiêm trọng, dẫn đến tỷ lệ nitơ thấp tương tự tỉnh Khánh Hòa và Bình Thuận [19]. Ngược lại, các vùng áp dụng các biện pháp tưới tiêu tiên tiến và bón phân hữu cơ như tại Israel đã cải thiện đáng kể hàm lượng dinh dưỡng đất, tương tự như kết quả nghiên cứu tại tỉnh Ninh Thuận [20]. Nghiên cứu chất lượng môi trường đất tại vùng khô hạn của Nam Trung bộ và Tây Nguyên của Ngô Thị Bảo Minh và cs (2018) [21] cho thấy, đất có độ xốp tương đối thấp, đất bị nén chặt, khả năng thấm, thoát nước và trao đổi không khí kém. Tại các điểm quan trắc, lớp phủ thực bì nghèo nàn kết hợp với điều kiện nắng hạn kéo dài đã làm thay đổi các đặc tính hóa lý của đất như: pH không ổn định, hàm lượng hữu cơ trong đất ngày càng sụt giảm đáng kể. Hàm lượng N, P, K và CEC tại các điểm quan trắc tuy khác nhau theo từng loại đất và thảm thực vật, song tất cả đều có mối quan hệ với hàm lượng và chiều hướng tăng giảm của hàm lượng hữu cơ theo tỉ lệ thuận. Điều này làm cho tình hình sản xuất nông nghiệp tại những vùng đất khô hạn trở nên khó khăn hơn trong tương lai.

Bảng 5. Hiện trạng hàm lượng và biến động kali tổng số của đất cát biển bị ảnh hưởng bởi khô hạn tại các tỉnh: Khánh Hòa, Ninh Thuận, Bình Thuận

Mức đánh giá	Tỷ lệ (%) mẫu đất			
	Tỉnh Khánh Hòa	Tỉnh Ninh Thuận	Tỉnh Bình Thuận	Trung bình trên toàn khu vực khảo sát
Nghèo	70,00	9,38	26,32	35,23
Trung bình	30,00	56,25	66,67	50,97
Giàu	0,00	34,38	7,02	13,80
Giá trị nhỏ nhất	0,10	0,41	0,07	-
Giá trị lớn nhất	2,00	3,29	3,35	-



Hình 3. Biến động hàm lượng kali tổng số trong đất cát biển bị ảnh hưởng bởi khô hạn khu vực duyên hải Nam Trung bộ

Vùng đất cát biển duyên hải Nam Trung bộ đang đối mặt với tình trạng suy thoái nghiêm trọng do ảnh hưởng của khô hạn và các phương thức canh tác không bền vững. Các nghiên cứu chỉ ra rằng, đất tại khu vực này, đặc biệt ở các tỉnh: Khánh Hòa, Ninh Thuận, Bình Thuận đang có xu hướng giảm mạnh hàm lượng chất hữu cơ và các chất dinh dưỡng chính như: Nitơ, photpho và kali. Tình trạng này không chỉ ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất cây trồng mà còn đặt ra những thách thức lớn đối với an ninh lương thực và bảo vệ môi trường đất. Mối liên hệ chặt chẽ giữa hàm lượng chất hữu cơ và các chất dinh dưỡng trong đất cho thấy, việc duy trì và cải thiện chất hữu cơ có thể trở thành chìa khóa quan trọng trong việc khắc phục tình trạng suy giảm dinh dưỡng của đất. Một trong những giải pháp quan trọng là tạo nguồn và tăng cường sử dụng phân bón hữu cơ để cải thiện chất lượng đất. Phân bón hữu cơ như: Phân chuồng, phân xanh và các phụ phẩm nông nghiệp không chỉ cung cấp chất dinh dưỡng thiết yếu mà còn góp phần cải thiện cấu trúc đất và tăng khả năng giữ nước. Việc bổ sung chất hữu cơ giúp cải thiện tỷ lệ C: N trong đất, giảm nguy cơ xói mòn và nâng cao khả năng chống chịu của đất trước tác động của khô hạn. Tại tỉnh Ninh Thuận, việc sử dụng phân bón hữu cơ trên diện rộng đất trồng trọt đã làm cho hơn 78% diện tích đất duy trì hoặc cải thiện hàm lượng chất hữu cơ. Đây là một bài học kinh nghiệm cho tỉnh Khánh Hòa và Bình

Thuận, nơi phần lớn đất cát biển có hàm lượng chất hữu cơ ở mức nghèo (trên 50%).

Song song với việc sử dụng phân bón hữu cơ, áp dụng các hệ thống tưới tiêu hiện đại, tiết kiệm tưới, sẽ giúp tối ưu hóa việc sử dụng nước và cải thiện điều kiện môi trường đất. Ví dụ như tưới nhỏ giọt đã được chứng minh là một giải pháp hiệu quả tại các khu vực khô hạn trên thế giới, nhất là ở Israel, nơi nông dân đã thành công trong việc duy trì năng suất và chất lượng đất nhờ kiểm soát chính xác lượng nước và chất dinh dưỡng được cung cấp cho cây trồng. Kinh nghiệm này hoàn toàn có thể được áp dụng tại các vùng khô hạn của Việt Nam, nơi tình trạng khô hạn kéo dài đang làm giảm khả năng giữ nước và dinh dưỡng của đất cát biển. Hệ thống này không chỉ tiết kiệm nước mà còn giảm thiểu hiện tượng xói mòn và rửa trôi dinh dưỡng, đồng thời tạo điều kiện thuận lợi cho việc tích tụ chất hữu cơ trong đất.

Bên cạnh đó, cải thiện lớp phủ thực vật là một giải pháp quan trọng để bảo vệ đất khỏi tác động của khô hạn và xói mòn [19]. Lớp phủ thực vật như cỏ phủ, cây trồng xen canh không chỉ giảm thiểu mất nước mà còn tăng cường khả năng hấp thụ dinh dưỡng của đất. Mô hình nông lâm kết hợp, với các loại cây chịu hạn như: Keo, mía, xoài, thanh long có thể được triển khai rộng rãi tại tỉnh Khánh Hòa và Bình Thuận. Những cây trồng này không chỉ mang lại giá trị kinh tế mà còn cải thiện chất lượng đất nhờ việc cung

cấp lượng lớn lá rụng, thân cành mục nát, đóng vai trò như một nguồn chất hữu cơ tự nhiên. Tại tỉnh Ninh Thuận, sự kết hợp giữa lớp phủ thực vật và phân bón hữu cơ đã giúp nâng tỷ lệ mẫu đất giàu photpho lên 45,31%, vượt xa các tỉnh còn lại.

Một yếu tố quan trọng khác là tái tạo và duy trì độ phì đất thông qua việc sử dụng các chế phẩm sinh học. Các chế phẩm này cung cấp vi sinh vật có lợi, hỗ trợ quá trình phân giải chất hữu cơ và tăng cường chu trình dinh dưỡng trong đất. Việc bổ sung chế phẩm sinh học đã được áp dụng thành công tại nhiều quốc gia, giúp cải thiện đáng kể năng suất và chất lượng đất, đặc biệt ở các khu vực có điều kiện khô hạn khắc nghiệt [13]. Tại Việt Nam, đây cũng là một giải pháp tiềm năng để nâng cao hàm lượng nitơ và photpho trong đất cát biển.

Để các giải pháp trên được triển khai hiệu quả, việc nâng cao nhận thức cộng đồng và hỗ trợ chính sách từ chính quyền địa phương là rất quan trọng. Các chương trình giáo dục và truyền thông cần tập trung vào việc giải thích rõ ràng tác động của suy thoái đất và lợi ích của các biện pháp cải tạo đất. Đồng thời, nhà nước cần cung cấp các gói hỗ trợ tài chính và kỹ thuật để khuyến khích nông dân áp dụng các biện pháp canh tác bền vững.

Cuối cùng, việc thiết lập hệ thống giám sát và đánh giá chất lượng đất thường xuyên là cần thiết để theo dõi hiệu quả của các giải pháp đã thực hiện. Các kết quả quan trắc cần được phân tích và công bố định kỳ để điều chỉnh kịp thời các chiến lược quản lý đất. Sự kết hợp giữa các biện pháp cải tạo đất, nâng cao nhận thức và hỗ trợ chính sách sẽ giúp cải thiện hiệu quả sử dụng đất tại vùng duyên hải Nam Trung bộ, đảm bảo sự bền vững trong sản xuất nông nghiệp và ứng phó với biến đổi khí hậu.

4. KẾT LUẬN

Vùng đất cát biển duyên hải Nam Trung bộ, đặc biệt ở các tỉnh Khánh Hòa, Ninh Thuận, Bình Thuận đang đối mặt với tình trạng suy

thoái nghiêm trọng về chất hữu cơ và các chất dinh dưỡng chính. Hàm lượng chất hữu cơ trong đất cát biển chủ yếu nằm ở mức nghèo đến trung bình, dao động từ 0,48 - 3,45%. So sánh với nền đất năm 2005, trên 60% số mẫu đất bị suy giảm chất hữu cơ ở mức nhẹ và trung bình, trong khi tỷ lệ suy giảm nặng rất thấp, điều này phản ánh sự suy thoái đất diễn ra âm thầm nhưng liên tục.

Hơn 90% mẫu đất khảo sát có hàm lượng nitơ tổng số nằm ở mức nghèo đến trung bình. Tình trạng thiếu hụt photpho đặc biệt nghiêm trọng tại tỉnh Khánh Hòa, nơi 90% mẫu đất được xếp vào mức nghèo, cao hơn nhiều so với tỉnh Ninh Thuận và Bình Thuận. Kali tổng số cũng cho thấy, sự chênh lệch đáng kể giữa các tỉnh, với 70% mẫu đất tại tỉnh Khánh Hòa ở mức nghèo, trong khi tỉnh Ninh Thuận và Bình Thuận có tỷ lệ mẫu giàu kali cao hơn đáng kể. Trung bình toàn khu vực so với năm 2005, có tới 84%, 27% và 20% số mẫu đất lần lượt bị suy giảm hàm lượng nitơ, photpho và kali ở các mức độ khác nhau.

Kết quả nghiên cứu chỉ ra tính cấp thiết của việc áp dụng các giải pháp tổng hợp để nâng cao nhận thức và thúc đẩy hành động của cộng đồng trong việc tạo ra và sử dụng hiệu quả nguồn chất hữu cơ, phân bón, nước tưới, xây dựng lớp phủ thực vật và triển khai các biện pháp phục hồi đất bền vững, cùng với sự giám sát và hỗ trợ của chính quyền nhằm đạt được mục tiêu phát triển bền vững trong điều kiện khô hạn.

LỜI CẢM ƠN

Trân trọng cảm ơn Bộ Nông nghiệp và PTNT, Bộ Tài nguyên và Môi trường (trước đây) đã tài trợ kinh phí để thực hiện nhiệm vụ “Xây dựng thí điểm mô hình bảo vệ môi trường khu vực đất cát biển và đất xám khô hạn để ứng phó với biến đổi khí hậu phục vụ sản xuất nông nghiệp bền vững vùng duyên hải Nam Trung bộ”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. César Plaza, Claudio Zaccone, Kasia Sawicka, Ana M. Méndez, Ana Tarquis, Gabriel

- Gascó, Gerard B. M. Heuvelink, Edward A. G. Schuur and Fernando T. Maestre (2018). Soil resources and element stocks in drylands to face global issues, *Scientific Reports*, vol. 8, article number: 13788.
2. Matar, A., Torrent, J. & Ryan, J. (1992). Soil and fertilizer phosphorus and crop responses in the dryland Mediterranean zone. *Advances in Soil Science*, 18, 81 - 146.
3. Eswaran, H., Reich, P. and Beinroth, F. (2001). Global desertification tension zones, in: Sustaining the global farm: Proceedings of the 10th international soil conservation organization meeting, Stott, D. E. *et al.*, Eds., 24 - 29 May 1999, West Lafayette, Indiana, pp. 24 - 28.
4. Tổng cục Quản lý Đất đai (2019). Báo cáo tổng hợp kết quả điều tra, đánh giá đất đai cả nước.
5. Trung tâm Điều tra và Quy hoạch đất đai (2019). Báo cáo tổng hợp kết quả điều tra thoái hoá đất đai lần tiếp theo (kỳ bổ sung) vùng Bắc Trung bộ và duyên hải miền Trung. Thuộc dự án tổng điều tra, đánh giá tài nguyên đất đai toàn quốc.
6. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 4046:1985. Đất trồng trọt - Phương pháp lấy mẫu.
7. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8941:2011. Chất lượng đất - Xác định các bon hữu cơ tổng số - Phương pháp Walkley Black
8. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6498:1999 (ISO 11261:1995). Chất lượng đất - Xác định nitơ tổng - phương pháp Kenden (Kjeldahl) cải biên.
9. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8940:2011. Chất lượng đất - Xác định phospho tổng số - Phương pháp so màu.
10. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8660:2011. Chất lượng đất - Phương pháp xác định kali tổng số.
11. Bộ Nông nghiệp và PTNT (2009). *Cẩm nang sử dụng đất*. Nxb Khoa học và Kỹ thuật.
12. Trung tâm Điều tra đánh giá tài nguyên đất (2011). Báo cáo tổng hợp kết quả điều tra thoái hoá đất đai vùng duyên hải Nam Trung bộ.
13. Paul E. A. (2016). The nature and dynamics of soil organic matter: Plant inputs, microbial transformations and organic matter stabilization. *Soil Biol. Biochem*, 98: 109 - 126. doi: 10.1016/j.soilbio.2016.04.001.
14. Pereira P., Bogunovic I., Munoz-Rojas M., Brevik E. C. (2018). Soil ecosystem services, sustainability, valuation and management. *Curr. Opin. Environ. Sci. Health*, 5: 7 - 13. doi: 10.1016/j.coesh.2017.12.003.
15. Plaza, C., Gascó, G., Méndez, A. M., Zacccone, C. & Maestre, F. T. (2018). Soil organic matter in dryland ecosystems in The future of soil carbon (eds. García, C., Nannipieri, P. & Hernández, T.) 39 - 70 (Academic Press).
16. Amundson R, et al. (2015). Soil and human security in the 21st century. *Science*, 348: 1261071. doi: 10.1126/science.1261071.
17. Schmidt, M. W. I., Torn, M. S., Abiven, S., Dittmar, T., Guggenberger, G., Janssens, I. A., ... & Trumbore, S. E. (2011). Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. *Nature*, 478(7367), 49 - 56. doi: 10.1038/nature10386.
18. Plaza, C., Gascó, G., Méndez, A. M., Zacccone, C. & Maestre, F. T. (2018). Soil resources and element stocks in drylands to face global issues. *Scientific Reports*, 8: 13788.
19. Biazin B., Sterk G. (2013). Drought vulnerability drives land-use and land cover changes in the Rift Valley drylands of Ethiopia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 164: 100 - 113. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2012.09.012>.
20. James J. J., Sheley R. L., Erickson T., Rollins K. S., Taylor M. H., Dixon K. W. (2013). A systems approach to restoring degraded drylands. *Journal of Applied Ecology*, 50(3): 730

- 739. <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2664.12090>. biến chất lượng môi trường đất ở một số vùng khô hạn tại Tây Nguyên và Nam Trung bộ. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 6(91), 64 - 68.
21. Ngô Thị Bảo Minh, Lê Hồng Lịch, Võ Thị Kim Oanh, Lê Thị Hoài Nam (2018). Diễn

THE CURRENT STATUS AND TRENDS IN THE VARIABILITY OF SOIL ORGANIC MATTER AND MAJOR NUTRIENTS IN COASTAL SANDY SOILS AFFECTED BY ARID CONDITIONS IN VIETNAM'S SOUTH - CENTRAL COAST

Nguyen Thu Ha¹, Nguyen Thi Hien¹, Ngo Thanh Son¹

¹Faculty of Natural Resources and Environment, Vietnam National University of Agriculture

Abstract

This study was conducted to assess the current status and trends in the variability of soil organic matter (SOM) and the total content of major nutrients (nitrogen, phosphorus, potassium) in coastal sandy soils affected by arid conditions in the provinces of Khanh Hoa, Ninh Thuan, Binh Thuan, located in Vietnam's South - Central Coast. A total of 160 topsoil samples (0 – 20 cm) were collected from various districts and analyzed for SOM, total nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K) contents. These results were compared to the baseline soil standards established in 2005 for the region. The findings indicated that SOM content in the study area predominantly ranged from low to medium levels (0.48 – 3.45%), with over 60% of samples exhibiting mild to moderate depletion. More than 90% of soil samples had total nitrogen content classified as low to medium, with approximately 84% showing a decline in total nitrogen levels. Additionally, 53.15% of samples were identified as having low total phosphorus content, with Khanh Hoa province standing out with 90% of samples in the low category. About 27% of the samples showed a reduction in total phosphorus levels. Potassium content was low in 35% of samples, medium in 50.97% and high in only 13.80%. Compared to the 2005 baseline, an average of 20% of sandy soil samples across the study area experienced a reduction in total potassium content. Sandy soils in Khanh Hoa province exhibited a greater tendency for depletion in SOM and total nutrient content compared to those in Ninh Thuan and Binh Thuan provinces. The degradation of organic matter and total nutrients necessitates the implementation of integrated measures to maintain and restore soil quality for sustainable agricultural production.

Keywords: *Organic matter, nutrients, coastal sandy soils, arid conditions, soil degradation.*

Ngày nhận bài: 8/01/2025

Ngày chuyển phản biện: 15/01/2025

Ngày thông qua phản biện: 10/02/2025

Ngày duyệt đăng: 27/02/2025

HIỆN TRẠNG VÀ GIẢI PHÁP GIẢM THIỂU Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ TẠI CÁC CƠ SỞ CHĂN NUÔI LỢN TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH THÁI BÌNH

Phạm Châu Thuý^{1,*}, Nguyễn Thu Hà², Nguyễn Thị Hiền²

¹ Khoa Công nghệ nông nghiệp, Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội

² Khoa Tài nguyên và Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

TÓM TẮT

Nghiên cứu đánh giá hiện trạng môi trường không khí và ô nhiễm mùi tại các cơ sở chăn nuôi lợn (CSCNL) trên địa bàn tỉnh Thái Bình, sử dụng phương pháp điều tra khảo sát và lấy mẫu trực tiếp tại các CSCNL. Kết quả khảo sát cho thấy, các CSCNL gồm: Chăn nuôi trang trại lớn, nuôi thương phẩm (chủ yếu) và chăn nuôi nông hộ. Mùi ô nhiễm phổ biến hơn tại các trang trại quy mô lớn, với 61,8% chủ trang trại cho rằng có mùi thối, trong khi tỷ lệ này ở các hộ gia đình là 35,09%. Tuy nhiên, việc sẵn sàng áp dụng các biện pháp kiểm soát mùi vẫn còn hạn chế, chỉ có 29,09% trang trại quy mô lớn và 19,3% hộ gia đình có nguyện vọng sẵn sàng áp dụng các công nghệ khử mùi. Các kết quả phân tích nồng độ khí gây ô nhiễm như: Methane (CH_4), amoniac (NH_3), hydro sulfur (H_2S) và hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOCs) cho thấy, nồng độ các khí ô nhiễm ở khu vực trong chuồng cao nhất, giảm dần ở cửa chuồng và cổng trại. Nồng độ các khí gây ô nhiễm có tương quan thuận với quy mô chăn nuôi, cao nhất ở các CSCNL quy mô lớn. Khí CH_4 có nồng độ cao nhất trong số các khí quan sát, đạt $1.145,5 \pm 282,2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ tại vị trí trong chuồng ở CSCNL quy mô lớn. Kết quả này chỉ ra rằng, cần có các giải pháp cải thiện việc quản lý chất thải chăn nuôi, áp dụng công nghệ giảm thiểu ô nhiễm không khí và khử mùi để giảm thiểu tác động môi trường, nâng cao chất lượng sống cho người chăn nuôi và cộng đồng xung quanh.

Từ khoá: Chăn nuôi lợn, giảm thiểu ô nhiễm, môi trường không khí, ô nhiễm mùi, tỉnh Thái Bình.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chăn nuôi luôn đóng vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế nông nghiệp và đảm bảo an ninh lương thực ở nước ta. Sự phát triển của ngành chăn nuôi đã mang lại lợi ích kinh tế đáng kể. Tuy nhiên, chăn nuôi cũng gây ra ô nhiễm môi trường không khí và nước do hầu hết lượng chất thải (khí thải, phân, nước tiểu, nước rửa chuồng) chưa được xử lý triệt để. Theo Cassou và cs (2017) [1], hàng năm ngành chăn nuôi nước ta tạo ra khoảng 80 triệu tấn chất thải, trong đó chăn nuôi lợn chiếm tỉ lệ cao nhất là 30,3%, sau đó đến chăn nuôi gia cầm 27,4% và chăn nuôi trâu, bò chiếm 23,7%. Thực trạng ô nhiễm môi trường không khí, đặc biệt là ô nhiễm mùi trong chăn nuôi vẫn đang là điểm nóng trong phát triển chăn nuôi của các tỉnh,

thành trong cả nước. Các chất ô nhiễm môi trường không khí phát thải từ các hoạt động chăn nuôi bao gồm: Bụi hô hấp ($\text{PM}_{2.5}$, PM_{10}), methane (CH_4), các khí gây mùi như: Amoniac (NH_3), hydro sulfur (H_2S), axit béo dễ bay hơi (VFAs), các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOCs)... [2]. Mùi trong chăn nuôi có chứa hàng trăm hợp chất, trong đó khí NH_3 , H_2S , VFAs và VOCs được phát hiện trong nhiều loại hình trang trại chăn nuôi khác nhau [3, 4]. Amoniac là hợp chất gây mùi phổ biến nhất được tạo ra trong các trang trại chăn nuôi và nồng độ amoniac cao nhất trong phân lợn ủ có thể lên tới 4.100 ppm [5]. Nồng độ của các hợp chất gây mùi thu được trong quá trình ủ phân thường cao hơn từ các nguồn khác. Phân gia súc, đặc biệt là phân lợn chứa một lượng lớn chất hữu cơ, có thể nhanh chóng bị phân hủy thành mùi đáng kể bởi các vi

sinh vật dưới điều kiện kiểm soát nhiệt độ tại khu vực ủ phân. Amoniac là thành phần chính gây mùi và lượng khí thải NH_3 từ hoạt động chăn nuôi chiếm 53 – 64% lượng khí thải amoniac ở những khu vực có quy mô chăn nuôi lớn (như Hoa Kỳ, châu Âu và Trung Quốc) [6].

Ô nhiễm không khí và các khí gây mùi hôi từ chăn nuôi liên quan đến các triệu chứng bệnh ở người như: Chảy nước mắt, đau xoang mũi, ngạt mũi, đau họng, ho, khó thở, chóng mặt, nổi mụn ở da, ngứa, đau khớp, giảm trí nhớ, viêm tai... Nguồn khí độc trong chuồng nuôi cũng là những nguyên nhân gây bệnh cho gia súc, gia cầm, làm giảm sức đề kháng của vật nuôi và giảm năng suất chăn nuôi. Hàm lượng khí NH_3 và H_2S trong không khí phát thải ra từ cơ sở chăn nuôi lợn ở phía Bắc cao hơn lần lượt từ 7 – 18 lần và từ 5 – 50 lần so với mức độ cho phép [7]. Theo Phùng Thị Vân và cs (2006) [8], đối với lợn tiếp xúc với hàm lượng khí H_2S >150 ppm trong vòng 20 phút gây kém ăn, thần kinh không bình thường, khi hàm lượng là 200 ppm gây phù thũng ở phổi, khó thở, chết. Với NH_3 ở hàm lượng 50 - 100 ppm năng suất và sức khỏe giảm, ở hàm lượng > 300 ppm tiếp xúc kéo dài sinh thở gấp, thở không đều và đi đến co giật. Trong khi đó, một số chất trong VOCs, chẳng hạn như benzen và acetaldehyde cũng gây ung thư và nguy hiểm, có thể trực tiếp xâm nhập vào cơ thể động vật qua đường hô hấp, da và các đường khác, gây tổn thương nghiêm trọng đến gan và hệ thần kinh; gây kích ứng cổ họng và mắt [9].

Theo Cục Thống kê tỉnh Thái Bình (2021) [10], chăn nuôi là lĩnh vực sản xuất quan trọng, là trụ cột và chiếm tỉ trọng cao trong cơ cấu giá trị sản xuất nông nghiệp của tỉnh Thái Bình. Năm 2020, chăn nuôi đóng góp đến 47,32% giá trị sản xuất của ngành nông nghiệp, tổng đàn lợn đạt 691,9 nghìn con, tổng đàn gia cầm đạt 14,4 triệu con (trong đó đàn gà chiếm 72,4%) và tổng đàn trâu, bò của tỉnh đạt trên 56,8 nghìn con (với 49,9 nghìn con bò). Việc tăng số lượng trang trại chăn nuôi trên địa bàn tỉnh trong những năm

gần đây đã mang lại hiệu quả rõ rệt về phát triển kinh tế cho tỉnh, nhưng song song với nó là các vấn đề về ô nhiễm môi trường từ chất thải chăn nuôi. Vệ sinh chuồng trại không sạch và mùi hôi từ chuồng trại chăn nuôi (kể cả những trang trại tập trung đảm bảo khoảng cách hay đối với những cơ sở chăn nuôi phân tán, xen kẽ trong các khu dân cư) là vấn đề nhức nhối nổi cộm, vừa gây ảnh hưởng trực tiếp tới sức khỏe người chăn nuôi và dân cư ở các khu vực xung quanh, vừa làm giảm sức đề kháng vật nuôi, tăng tỷ lệ mắc bệnh, giảm năng suất, tăng các chi phí phòng trị bệnh, làm giảm hiệu quả kinh tế của chăn nuôi. Tuy nhiên, môi trường không khí trong chăn nuôi trên địa bàn tỉnh Thái Bình chưa có số liệu thống kê thực tế, chưa có các biện pháp quản lý và xử lý mùi trong chăn nuôi một cách cụ thể, mang tính hệ thống. Vì vậy, nghiên cứu này khảo sát đánh giá hiện trạng môi trường không khí và nồng độ một số chất ô nhiễm không khí chính trong các CSCNL (NH_3 , H_2S , CH_4 , VOCs) làm cơ sở cho các biện pháp quản lý và lựa chọn biện pháp giảm ô nhiễm không khí và mùi phát sinh tại các CSCNL trên địa bàn tỉnh Thái Bình.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp điều tra khảo sát CSCNL

Nghiên cứu đã tiến hành khảo sát tại 111 trên 1.380 CSCNL (cả quy mô trang trại và nông hộ). Số mẫu điều tra được tính theo công thức Solvin:

$$n = \frac{N}{1 + N * e^2}$$

Trong đó: n là số mẫu (cơ sở chăn nuôi) cần điều tra; N là quy mô tổng thể (tổng số cơ sở chăn nuôi); e là sai số cho phép (10%).

Các mẫu khảo sát được chọn phân lớp theo quy mô trang trại và nông hộ. Danh sách trang trại và nông hộ chăn nuôi lợn được cung cấp bởi cơ quan quản lý chuyên môn tại địa phương, có tính đến tiêu chí sẵn sàng hợp tác của chủ CSCNL. Trong mỗi lớp quy mô, lựa chọn ngẫu nhiên các hộ để khảo sát. Quy mô cơ sở chăn

nuôi được xác định theo hướng dẫn của Nghị định số 13/2020/NĐ-CP [11].

Việc khảo sát được thực hiện dựa trên bộ câu hỏi bán cấu trúc để thu thập thông tin về quy mô chăn nuôi, thực trạng ô nhiễm không khí, mùi hôi và giải pháp xử lý mùi trong chăn nuôi.

2.2. Phương pháp lấy mẫu khí

Lấy mẫu khí tại các CSCNL để xác định nồng độ một số chất ô nhiễm không khí, trong đó có các chất gây mùi cơ bản trong chăn nuôi (NH_3 , H_2S , CH_4 , VOCs). Mẫu khí được lấy tại 34 CSCNL với 4 loại quy mô khác nhau (trang trại lớn, trang trại vừa, trang trại nhỏ và nông hộ) với hai kiểu chuồng nuôi (chuồng kín, chuồng hở) trên toàn bộ 8 huyện/thành phố trên địa bàn tỉnh Thái Bình

Vị trí lấy mẫu tại CSCNL: Mẫu khí được lấy tại 3 vị trí ở mỗi cơ sở chăn nuôi, bao gồm: (1) trong chuồng, (2) khu vực cửa chuồng nuôi, (3) cách chuồng 100 m (đối với trang trại nhỏ), 200 m (đối với trang trại vừa) hoặc 400 m (đối với trang trại lớn) theo hướng gió chủ đạo (khoảng cách ở vị trí (3) theo Thông tư số 23/2019/TT-BNNPTNN [12]). Mẫu khí được lấy ở độ cao 1,5 m trong vùng hít thở để đánh giá ảnh hưởng của các chất trong không khí xung quanh đến sức khỏe con người.

Kỹ thuật lấy mẫu dựa theo từng chỉ tiêu phân tích: Mẫu khí phân tích chỉ tiêu H_2S , NH_3 được hút bằng máy lấy mẫu lưu lượng thấp Minipump Sibata vào dung dịch hấp thụ tương ứng. Dung dịch hấp thụ H_2S là $\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ được pha trong dung dịch NaOH rồi trộn với dung dịch arabinogalactan; dung dịch hấp thụ NH_3 là H_2SO_4 0,05N. Dung dịch hấp thụ được cho vào 2 ống impinger nối tiếp nhau với thể tích 10 mL, ống thứ 3 để chất hút ẩm. Tốc độ hút khí từ 0,2 - 0,8 lít/phút, thời gian hút mẫu từ 30 - 60 phút. Mẫu khí phân tích CH_4 được hút trực tiếp mẫu không khí tại điểm lấy mẫu và thổi vào túi Tedlar tốc độ hút 1 lít/phút. Mẫu khí phân tích VOCs được lấy theo phương pháp hấp phụ bằng ống than hoạt tính, tốc độ 0,2 - 0,8 lít/phút; thời gian hút mẫu từ 30 - 60 phút [13].

2.3. Phương pháp phân tích mẫu khí

Phương pháp phân tích mẫu khí trong phòng thí nghiệm

- Chỉ tiêu phân tích: NH_3 , H_2S , CH_4 , VOCs.
- Các khí CH_4 và VOCs được phân tích tại Phòng Phân tích Độc chất Môi trường, Viện Khoa học Công nghệ Năng lượng và Môi trường. Hai chỉ tiêu khí NH_3 , H_2S được phân tích tại Phòng Phân tích kiểm nghiệm, Viện Nghiên cứu Tăng trưởng xanh, Học viện Nông nghiệp Việt Nam. CH_4 được phân tích bằng phương pháp GC-FID (MASA 101) [11], VOCs được phân tích theo phương pháp GC-MS (NIOSH method 1501) [14], H_2S được phân tích theo phương pháp UV-Vis (MASA 701) [11] và NH_3 được phân tích theo phương pháp UV-Vis [15].

2.4. Phương pháp đánh giá mức độ ô nhiễm

Kết quả phân tích mẫu khí được phân tích và so sánh với tiêu chuẩn quy định tại QCVN 05:2023/BTNMT (áp dụng đối với các vị trí xung quanh ngoài chuồng nuôi) và QCVN 01-79:2011/BNNPTNN (áp dụng đối với các vị trí trong chuồng nuôi) [16, 17].

2.5. Xử lý số liệu

Kết quả điều tra khảo sát được xử lý thống kê bằng phần mềm Excel, các tham số thống kê bao gồm giá trị trung bình (Mean) và độ lệch chuẩn (SD).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm chăn nuôi và tình trạng phát sinh mùi hôi tại các CSCNL

Đặc điểm chăn nuôi, bao gồm: Loại hình chăn nuôi, kiểu chuồng nuôi, loại thức ăn chăn nuôi, ảnh hưởng rõ rệt tới sự phát sinh mùi hôi tại chuồng trại, do đó ảnh hưởng đến không khí trong chuồng nuôi và không khí xung quanh. Kết quả khảo sát 111 CSCNL ở các quy mô khác nhau trên địa bàn tỉnh Thái Bình về đặc điểm loại hình chăn nuôi, tình trạng phát sinh mùi hôi cũng như các biện pháp giảm thiểu mùi hiện đang áp dụng, mức độ sẵn sàng tiếp nhận công nghệ khử mùi tại các CSCNL khảo sát trên địa bàn tỉnh Thái Bình được trình bày ở bảng 1.

Khoảng 51% cơ sở chăn nuôi được khảo sát là chăn nuôi thương phẩm, cả ở quy mô trang trại và nông hộ; 9,71% số cơ sở nuôi lợn sinh sản và 39,29% kết hợp cả hai loại hình. Ở quy mô trang trại, có tới 80% số cơ sở sử dụng kiểu chuồng kín, trong khi 87,72% số nông hộ vẫn sử dụng kiểu chuồng hở. Thức ăn chăn nuôi sử dụng tại các trang trại chủ yếu là thức ăn công nghiệp, đặc biệt CSCNL quy mô trang trại sử dụng 100% thức ăn công nghiệp, trong khi CSCNL quy mô nông hộ có sử dụng kết hợp cả thức ăn công nghiệp (80,7%) và thức ăn phối trộn (19,3%). Như vậy, có thể thấy, đặc điểm chung của chăn nuôi tập trung (quy mô trang trại) là chăn nuôi kiểu chuồng kín, sử dụng thức ăn công nghiệp, trong khi chăn nuôi nhỏ lẻ (quy mô nông hộ) phụ thuộc nhiều vào diện tích, khả năng đầu tư và tập quán chăn nuôi của các hộ gia đình.

Trong tổng số 111 CSCNL khảo sát, có 61,8% CSCNL quy mô trang trại và 35,09% CSCNL quy mô nông hộ cho biết, chăn nuôi lợn phát sinh mùi thối, trong khi 38,18% và 64,91% tương ứng cho rằng phát sinh mùi khai và 23,01% trong tổng số CSCNL cho rằng phát sinh cả mùi khai và thối. Hoạt động chăn nuôi được cho là một trong những nhân tố chính gây nên ô nhiễm mùi và có rủi ro phát tán dịch bệnh [1]. Ô nhiễm không khí gồm mùi hôi phát ra từ quá trình phân hủy và mục rữa của các chất hữu cơ trong phân,

nước tiểu động vật và thức ăn thừa. Ngoài ra, mùi hôi trong chăn nuôi có thể phát ra từ cơ thể vật nuôi. Do đó, các chất gây ô nhiễm môi trường không khí và mùi hôi/thối trong chăn nuôi liên quan chặt chẽ tới quy mô chăn nuôi, các biện pháp xử lý chất thải, vệ sinh chuồng trại và giảm thiểu mùi hôi tại các CSCNL. Kết quả khảo sát cho thấy, trên địa bàn tỉnh Thái Bình phần lớn các CSCNL đã áp dụng các biện pháp nhằm giảm thiểu mùi hôi từ chuồng trại, bao gồm: Sử dụng vôi và/hoặc các chế phẩm sinh học rắc vào nền chuồng đối với chăn nuôi nông hộ, biện pháp sinh học hoặc biện pháp tổng hợp (đối với chăn nuôi trang trại). Tuy nhiên, 18,18% CSCNL quy mô trang trại và 45,61% CSCNL quy mô nông hộ không áp dụng các biện pháp giảm mùi. Mặt khác, mức độ sẵn sàng tiếp nhận công nghệ khử mùi trong chăn nuôi ở các CSCNL được khảo sát chiếm tỉ lệ thấp (29,09% ở quy mô trang trại và 19,3% ở quy mô nông hộ), trong đó tỉ lệ đồng ý sử dụng chế phẩm khử mùi chỉ có 18,58% và tỉ lệ đồng ý điều chỉnh thức ăn chỉ chiếm 15,93%. Vì vậy, việc tăng cường nhận thức của người chăn nuôi về kiểm soát các quá trình phát tán mùi, vệ sinh chuồng trại chăn nuôi cũng như tiếp cận các công nghệ giảm thiểu ô nhiễm không khí và khử mùi trong chăn nuôi là rất cần thiết trong việc cải thiện môi trường chăn nuôi.

Bảng 1. Đặc điểm chăn nuôi và cảm nhận về mùi tại các CSCNL

TT	Thông tin khảo sát	Đơn vị	Trang trại	Nông hộ	Tổng hợp 2 hình thức
1	<i>Loại hình chăn nuôi</i>				
	Thương phẩm	%	60,00	42,11	51,05
	Sinh sản	%	3,64	15,79	9,71
	Kết hợp cả 2	%	36,36	42,11	39,29
2	<i>Kiểu chuồng nuôi</i>				
	Chuồng kín	%	80,00	12,28	-
	Chuồng hở	%	20,00	87,72	-
3	<i>Thức ăn chăn nuôi</i>				
	Công nghiệp	%	100,00	80,70	89,38
	Phối trộn	%	0,00	19,30	10,62
4	<i>Cảm nhận về mùi</i>				

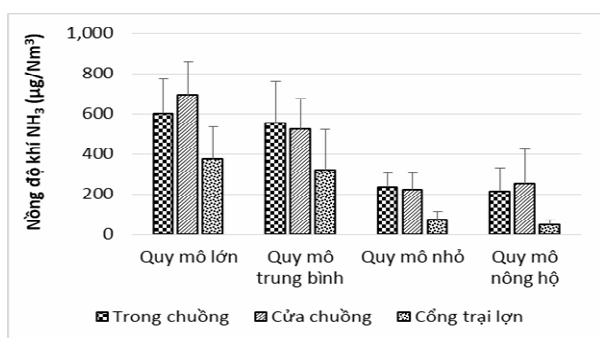
	Mùi thối	%	61,8	35,09	-
	Mùi khai và thối	%	-	-	23,01
	Mùi khai	%	38,18	64,91	-
5	<i>Biện pháp giảm mùi</i>				
	Có áp dụng	%	81,82	54,39	
	Không áp dụng	%	18,18	45,61	
	Áp dụng kết hợp các biện pháp	%	42,22	-	
	Phun/rắc chế phẩm/vôi vào nền chuồng	%		67,74	
	Biện pháp sinh học	%	22,22	9,68	
6	<i>Mức độ sẵn sàng tiếp nhận công nghệ</i>				
	Sẵn sàng	%	29,09	19,30	
	<i>Công nghệ muốn áp dụng</i>				
	Chế phẩm khử mùi	%			18,58
	Điều chỉnh thức ăn	%			15,93
	Không sẵn sàng	%	70,91	80,70	

Mức độ của ô nhiễm mùi phụ thuộc vào lượng phân được thải ra, điều kiện thông gió, nhiệt độ và độ ẩm. Lượng khí thải NH_3 và H_2S phát thải từ chất thải chăn nuôi thay đổi tùy vào giai đoạn phân hủy, loại chất hữu cơ, thành phần cấu tạo, loại vi sinh vật và điều kiện sức khỏe của vật nuôi [18, 19]. Theo Phùng Đức Tiến và cs (2009) [20], quy mô chăn nuôi ảnh hưởng đến mức độ ô nhiễm không khí, đối với CSCNL quy mô nông hộ, lượng khí NH_3 cao hơn 18 lần so với mức độ cho phép và CSCNL quy mô trang trại lớn lượng khí NH_3 cao hơn 21 lần so với mức độ cho phép. Kết quả khảo sát cũng cho thấy, quy mô chăn nuôi có tương quan dương đến mức độ phản ánh ô nhiễm mùi trong các CSCNL. Tuy nhiên, cần có số liệu đo đạc thực tế về nồng độ các khí gây mùi để xem xét mức độ tương quan với phản ánh của người dân. Vì vậy, nghiên cứu đã tiến hành lấy mẫu khí gây mùi tại các CSCNL ở các quy mô khác nhau, vị trí khác nhau để đánh giá về thực trạng ô nhiễm mùi tại các CSCNL trên địa bàn tỉnh Thái Bình.

3.2. Thực trạng ô nhiễm một số chất khí gây mùi tại các CSCNL

Khí gây mùi trong chăn nuôi chia làm 2 loại: Các khí gây mùi vô cơ (điển hình là NH_3 và H_2S), các khí gây mùi hữu cơ (VFAs, VOCs). Nghiên cứu đã tiến hành lấy mẫu tại 34 CSCNL ở các quy mô khác nhau và các vị trí khác nhau. Kết quả đo được của một số khí gây mùi điển hình tại các CSCNL trên địa bàn tỉnh Thái Bình cho thấy, nồng độ các khí gây mùi có xu hướng ở vị trí trong chuồng cao hơn vị trí ngoài chuồng và thấp nhất tại vị trí cổng CSCNL, cách xa chuồng nuôi từ 100 – 400 m tùy quy mô chăn nuôi. Tuy nhiên, đối với các chuồng nuôi hỏ, nồng độ NH_3 ở vị trí cửa chuồng cao hơn ở vị trí trong chuồng, các khí khác vẫn tuân theo xu hướng trong chuồng > cửa chuồng. Nồng độ NH_3 trung bình ở vị trí cửa chuồng cao hơn trong chuồng xuất hiện ở quy mô trang trại lớn và quy mô nông hộ. Điều này có thể được giải thích, do đa phần các nông hộ chăn nuôi theo kiểu chuồng hỏ, còn ở trang trại lớn thì thường là chuồng kín và có hệ thống quạt thông

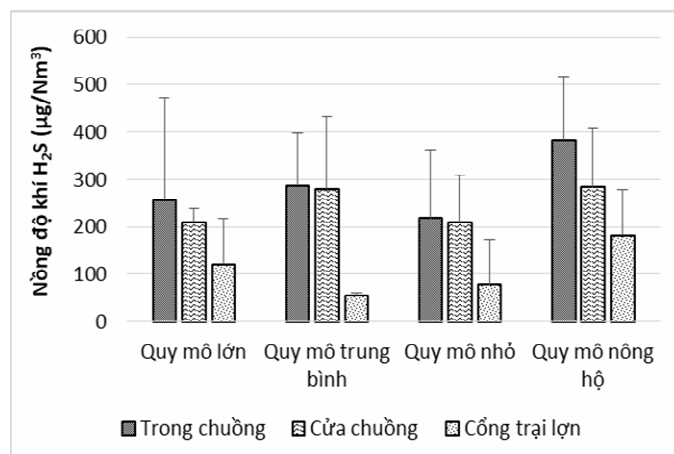
gió tốt nên nồng độ các khí ở trong chuồng thấp hơn ở cửa chuồng. Nồng độ các khí đo đặc có xu hướng giảm dần theo quy mô, với quy luật như sau: Quy mô lớn > quy mô trung bình > quy mô nhỏ. Nồng độ các khí H_2S , VOCs tại quy mô nông hộ cao hơn đáng kể so với quy mô trang trại nhỏ ở hầu hết các vị trí. Sự khác biệt giữa hai quy mô này có ý nghĩa khi kiểm định t-test, với giá trị $p < 0,05$.



Hình 1. Nồng độ khí NH_3 ở các quy mô chăn nuôi lợn khác nhau

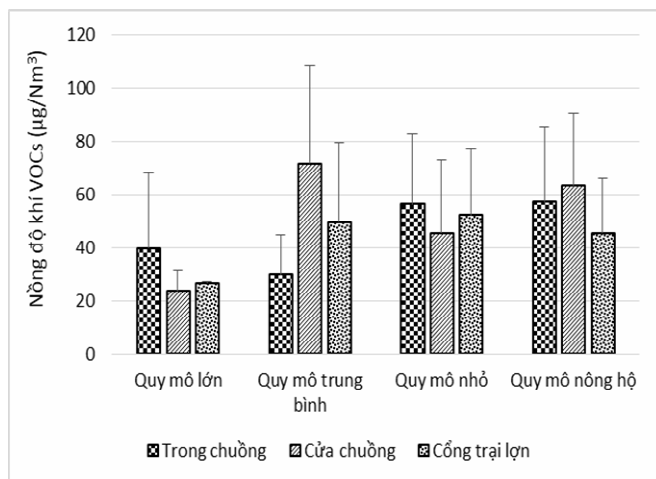
Kết quả so sánh nồng độ khí NH_3 ở các vị trí khác nhau tại các CSCNL được thể hiện ở hình 1. Nồng độ khí NH_3 tại vị trí trong chuồng nuôi được so sánh với QCVN 01-79:2011/BNNPTNN [17] cho thấy, nhìn chung giá trị này vẫn đảm bảo dưới mức cho phép. Kết quả phân tích cho thấy, trong số các quy mô chăn nuôi lợn khác nhau được khảo sát, nồng độ trung bình (TB) của khí vô cơ gây mùi điển hình là NH_3 tại vị trí xung quanh chuồng nuôi ở quy mô trang trại lớn và quy mô trang trại trung bình cao hơn QCVN 05:2023/BTNMT [16] từ 1,6 - 3,5 lần. Trong đó, nồng độ NH_3 tại vị trí cửa chuồng và vị trí cách xa chuồng nuôi khoảng 400 m tại quy mô chăn nuôi lớn cao nhất trong số các quy mô, với giá trị tương ứng $693,4 \pm 162,8$ và $373,8 \pm 160,9$ $\mu g/Nm^3$, cao gấp 3,5 và 1,9 lần so với giới hạn cho phép so với QCVN 05:2023/BTNMT [16]. Trong khi nồng độ NH_3 vị trí xung quanh chuồng nuôi ở quy mô trang trại nhỏ và quy mô nông hộ chỉ dao động xung quanh mức cho phép. Ở phía xa chuồng nuôi (cổng CSCNL), nồng độ NH_3 nằm ở dưới mức cho phép. Nồng độ NH_3 đo được tại các CSCNL trên địa bàn tỉnh Thái Bình có ngưỡng tương tự với kết quả nghiên cứu của Trương Thanh Cảnh (2010) [21]

về NH_3 tại một số chuồng nuôi lợn tại huyện Hóc Môn, thành phố Hồ Chí Minh.



Hình 2. Nồng độ khí H_2S ở các quy mô chăn nuôi lợn khác nhau

Nồng độ khí H_2S tại các CSCNL ở quy mô nông hộ tại vị trí trong chuồng là cao nhất so với các quy mô khác. Điều này có thể là do chế độ ăn cho động vật nuôi tại các CSCNL quy mô nông hộ, với tỉ lệ thức ăn phối trộn chiếm 19,3% có thể dẫn đến thành phần lưu huỳnh (Sulfur) trong thức ăn và trong phân thải ra khác so với chăn nuôi sử dụng thức ăn công nghiệp. Nồng độ H_2S xung quanh chuồng nuôi ở quy mô trang trại lớn cao gấp 5 và 2,9 lần so với QCVN 05:2023/BTNMT [16] ở vị trí cửa chuồng nuôi và cổng CSCNL, tương ứng. Tại vị trí cửa chuồng nuôi ở quy mô nông hộ và quy mô trang trại trung bình, nồng độ H_2S cao gấp 6,8 và 6,7 lần so với QCVN 05:2023/BTNMT [16], tương ứng. Nồng độ H_2S tại các CSCNL trên địa bàn tỉnh Thái Bình cao hơn so với kết quả đo đạc tại một số trang trại ở huyện Hóc Môn, thành phố Hồ Chí Minh [21]. Tuy nhiên, ngưỡng nồng độ NH_3 và H_2S tại các CSCNL thay đổi rất lớn phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: Quy trình chăn nuôi, chất lượng thức ăn, điều kiện vệ sinh chuồng trại, các yếu tố nhiệt độ, thời tiết... Ngưỡng nồng độ hai khí gây mùi vô cơ NH_3 và H_2S đo được tại các CSCNL trên địa bàn tỉnh Thái Bình cũng phù hợp với ngưỡng nồng độ đo đạc được ở các trang trại chăn nuôi lợn tại một số nghiên cứu khác trên thế giới [18, 22].

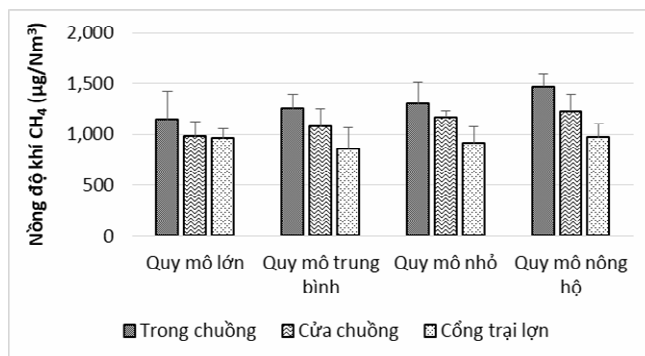


Hình 3. Nồng độ khí VOCs ở các quy mô chăn nuôi lợn khác nhau

VOCs là những chất hữu cơ gây mùi như: Phân thối, bắp cải thối, trứng thối... và có ảnh hưởng đến năng suất, sức khỏe vật nuôi cũng như người chăn nuôi, mặc dù chúng có nồng độ nhỏ nhất trong số các khí đo đạc. Nồng độ VOCs trong khu vực chăn nuôi cao hơn hẳn so với khu vực không chăn nuôi đã được ghi nhận trong kết quả nghiên cứu của Trabue và cs (2010) [23]. Nồng độ VOCs tại các CSCNL trên địa bàn tỉnh Thái Bình không có quy luật rõ ràng và có sự khác biệt đáng kể giữa các quy mô chăn nuôi cũng như các vị trí lấy mẫu khác nhau. Giá trị nồng độ VOCs cao nhất tại vị trí cửa chuồng ở quy mô trang trại trung bình và thấp nhất tại vị trí cửa chuồng ở quy mô trang trại lớn (Hình 3). Hiện nay, chưa có tiêu chuẩn cụ thể về các khí gây mùi hữu cơ trong chăn nuôi. Do đó, cần bổ sung thêm tiêu chuẩn về các chất gây mùi hữu cơ trong chăn nuôi, làm cơ sở đánh giá mức độ ảnh hưởng của mùi trong chăn nuôi một cách rõ ràng hơn.

3.3. Thực trạng phát thải khí methane (CH_4) tại các CSCNL

Kết quả phân tích cho thấy, trong số 4 khí quan trắc, khí CH_4 có nồng độ cao nhất, đạt $1.145,5 \pm 282,2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ tại vị trí trong chuồng ở quy mô trang trại lớn. Đây là một khí gây hiệu ứng nhà kính có hệ số hấp thụ nhiệt cao gấp 28 lần so với khí CO_2 , là một trong những nguyên nhân gây biến đổi khí hậu.



Hình 4. Nồng độ khí CH_4 ở các quy mô chăn nuôi lợn khác nhau

Số liệu phân tích nồng độ khí CH_4 cho thấy, sự biến động rõ rệt theo các vị trí quan trắc, nồng độ CH_4 trong chuồng > cửa chuồng và > cổng trang trại, tuy nhiên không có sự khác biệt rõ rệt giữa các quy mô chăn nuôi. Ở quy mô nông hộ, mức độ phát thải của khí CH_4 cao nhất ở vị trí trong chuồng ($1.469,5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$) và vị trí cửa chuồng ($1.225,6 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$). Điều này có thể là do ở quy mô nông hộ, việc vệ sinh chuồng trại chăn nuôi chưa được thực hiện tốt, chất thải, phân thải lưu lại lâu trong chuồng dẫn đến phân huỷ tạo thành CH_4 . Kết quả điều tra cho thấy, 61,4% CSCNL quy mô nông hộ sử dụng biện pháp biogas để xử lý chất thải chăn nuôi, 38,6% xử lý bằng biện pháp khác như làm phân bón cho cây trồng, thải ra môi trường. Do đó, xung quanh CSCNL có rác phân lợn dẫn đến phân huỷ tạo khí CH_4 và các khí gây mùi khác. Nhìn chung, kết quả này chỉ ra rằng, sự phát thải khí CH_4 có sự tương quan mạnh mẽ với các phương pháp quản lý và xử lý chất thải chăn nuôi, đặc biệt với các chuồng trại quy mô nông hộ có mức độ phát thải cao hơn đáng kể so với các quy khác do biện pháp quản lý chất thải khác nhau.

3.4. Giải pháp giảm thiểu ô nhiễm môi trường không khí tại các CSCNL

Từ thực trạng ô nhiễm môi trường không khí, mùi hôi chuồng trại chăn nuôi, qua điều tra khảo sát và kết quả nồng độ một số chất gây mùi tại các CSCNL trên địa bàn tỉnh Thái Bình đã vượt chuẩn cho phép, nghiên cứu đề xuất một số biện pháp nhằm cải thiện mùi hôi cũng như giảm thiểu ô nhiễm môi trường không khí trong

chăn nuôi lợn trên địa bàn tỉnh Thái Bình. Giải pháp đề xuất tập trung vào ưu tiên kiểm soát nguồn gốc phát sinh mùi (quản lý chất thải, khẩu phần ăn và thức ăn thừa rơi vãi), sau đó đến giải pháp giảm thiểu, khử mùi hôi. Do đó, điều chỉnh khẩu phần ăn, quản lý vệ sinh chuồng trại, quản lý và xử lý phân thải là các giải pháp cần thực hiện. Trong thực tế, áp dụng một công nghệ đơn lẻ khó có thể khử mùi hôi hoàn toàn cho các CSCNL, đặc biệt trong điều kiện chăn nuôi tập trung quy mô lớn với lượng chất thải lớn. Cần có sự kết hợp các công nghệ một cách phù hợp để đạt được hiệu quả xử lý mùi tốt nhất, đồng thời hiệu quả đầu tư tốt nhất cho các CSCNL. Do đó, giải pháp tổng thể nhằm giảm thiểu ô nhiễm môi trường không khí và mùi trong chăn nuôi lợn được đề xuất cho các CSCNL trên địa bàn tỉnh Thái Bình là kết hợp các giải pháp: Quản lý chất thải chăn nuôi (sử dụng hầm ủ biogas hoặc tách nước tiểu ra khỏi phân, xử lý riêng chất thải rắn thành phân hữu cơ bằng phương pháp ủ phân), điều chỉnh khẩu phần ăn giảm protein thô, sử dụng chế phẩm vi sinh khử mùi hoặc vật liệu hấp phụ khí gây mùi. Ngoài ra, cần thường xuyên vệ sinh chuồng trại, tránh ứ đọng chất thải và phun thuốc khử trùng để đảm bảo vệ sinh theo quy định. Chuồng trại cần được thiết kế thông thoáng, lắp đặt hệ thống thông gió hoặc quạt gió để làm loãng khí ô nhiễm. Cần duy trì điều kiện không khí ổn định trong chuồng trại, tạo vành đai thực vật xung quanh khu vực chăn nuôi giúp hạn chế mùi phát tán ra các khu vực dân cư. Việc tuyên truyền, phổ biến cho người chăn nuôi lợi ích của các công nghệ khử mùi hôi trong chăn nuôi nhằm nâng cao năng suất chăn nuôi và đảm bảo sức khỏe người chăn nuôi là cần thiết.

4. KẾT LUẬN

Các CSCNL trên địa bàn tỉnh Thái Bình chủ yếu ở quy mô trang trại và nông hộ, với thức ăn công nghiệp chiếm ưu thế ở quy mô trang trại. Cảm nhận về mùi trong các cơ sở này khác nhau, công nhân tại các trang trại cho rằng, mùi

thối nhiều hơn; trong khi nông hộ nhận thấy mùi khai nhiều hơn. Các biện pháp giảm mùi hiện tại còn hạn chế và mức độ sẵn sàng tiếp nhận công nghệ khử mùi còn thấp.

Nồng độ trung bình các khí gây ô nhiễm cao nhất tại vị trí trong chuồng, sau đó đến cửa chuồng và càng xa chuồng nồng độ càng giảm. Nồng độ các khí gây mùi điển hình là NH_3 và H_2S ở vị trí xung quanh chuồng nuôi cao hơn so với giới hạn cho phép của QCVN 05:2023/BTNMT, trong đó cao nhất là nồng độ trung bình khí H_2S tại vị trí cửa trại chăn nuôi quy mô nông hộ, cao gấp 6,8 lần so với giới hạn cho phép. Riêng nồng độ VOCs không có sự khác biệt đáng kể giữa các vị trí lấy mẫu và các quy mô khác nhau. Trong số các khí quan trắc được trong nghiên cứu này, nồng độ khí CH_4 là cao nhất ($1.145,5 \pm 282,2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$) tại vị trí cửa chuồng ở CSCNL quy mô lớn. Đây là một trong các khí nhà kính đóng góp đáng kể từ hoạt động chăn nuôi lợn.

Nhìn chung, thực trạng môi trường không khí và mùi hôi tại các cơ sở chăn nuôi trên địa bàn tỉnh Thái Bình đều cho thấy, môi trường chăn nuôi tại đây cần có các giải pháp để cải thiện. Kết quả khảo sát từ các hộ chăn nuôi hoàn toàn phù hợp với kết quả phân tích mẫu khí tại các cơ sở chăn nuôi. Kết quả này làm cơ sở để xây dựng, đề xuất và thử nghiệm các công nghệ giảm thiểu mùi hôi và cải thiện điều kiện vệ sinh trong chăn nuôi lợn.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin trân trọng cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Thái Bình; UBND tỉnh Thái Bình đã tài trợ cho nghiên cứu này trong khuôn khổ đề tài Khoa học và Công nghệ cấp tỉnh, mã số đề tài: TB-CT/NN 13/23.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Emilie Cassou, Trần Đại Nghĩa, Nguyễn Hồng Tín, Đinh Xuân Tùng, Nguyễn Văn Công, Cao Thăng Bình, Steven Jaffee, Jiang Ru (2017). Khái quát về ô nhiễm nông nghiệp ở Việt Nam:

Báo cáo tóm tắt. Chuẩn bị cho Ngân hàng Thế giới, Washington, DC.

2. Lunghi J., Malpede M., Reis L. A. (2024). Exploring the impact of livestock on air quality: A deep dive into Ammonia and particulate matter in Lombardy. *Environmental Impact Assessment Review*, 105, 107456.

3. Tanaka, N., Moriyama, K., Ohtsu, M., Miyazaki, A. (2019). Emissions of volatile organic compounds from a dairy cattle shed in Japan. *Asian J. Atmospheric Environ*, 13, 171 – 185.

4. Nie, E., Zheng, G., Ma, C. (2020). Characterization of odorous pollution and health risk assessment of volatile organic compound emissions in swine facilities. *Atmos. Environ*, 223, 117233 <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117233>.

5. Hanajima, D., Kuroda, K., Morishita, K., Fujita, J., Maeda, K., Morioka, R. (2010). Key odor components responsible for the impact on olfactory sense during swine feces composting. *Bioresour. Technol*, 101, 2306 - 2310.

6. Wang, Y., Xue, W., Zhu, Z., Yang, J., Li, X., Tian, Z., Dong, H., Zou, G. (2019). Mitigating ammonia emissions from typical broiler and layer manure management – A system analysis. *Waste Manage (Tucson, Ariz)*, 93, 23 – 33. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.05.019>.

7. Vũ Chí Cương (2014). Nghiên cứu ứng dụng các giải pháp khoa học và công nghệ trong chăn nuôi lợn công nghiệp nhằm giảm thiểu ô nhiễm môi trường. *Báo cáo tổng kết đề tài cấp Nhà nước. Viện Chăn nuôi*.

8. Phùng Thị Vân, Phạm Sỹ Tiệp, Nguyễn Văn Lục, Nguyễn Giang Phúc, Trịnh Quang Tuyên (2006). Xây dựng mô hình chăn nuôi lợn trong nông hộ nhằm giảm thiểu ô nhiễm môi trường và nâng cao năng suất chăn nuôi. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 14, 30 - 33.

9. Konkol, D., Popiela, E., Skrzypczak, D., Lzydorczyk, G., Mikula, K., Moustakas, K.,

Opaliński, S., Korczyński, M., Witek-Krowiak, A., Chojnacka, K. (2022). Recent innovations in various methods of harmful gases conversion and its mechanism in poultry farms. *Environ. Res.*, 214, 113825. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113825>.

10. Cục Thống kê tỉnh Thái Bình (2023). *Niên giám Thống kê tỉnh Thái Bình*. Nxb Thống kê.

11. Chính phủ (2020). *Nghị định số 13/2020/NĐ-CP ngày 21 tháng 01 năm 2020 hướng dẫn chi tiết Luật Chăn nuôi*.

12. Bộ Nông nghiệp và PTNT (2019). *Thông tư số 23/2019/TT-BNNPTNT ngày 30 tháng 11 năm 2019 hướng dẫn một số điều của Luật Chăn nuôi về hoạt động chăn nuôi*.

13. James P. Lodge; JR., Editor (2017). *Methods of air sampling and analysis (MASA)*, 3rd edition, Lewis Publishers, INC.

14. NIOSH (1984). Hydrocarbons, aromatic: Method 1501. In: Eller PM, ed. NIOSH manual of analytical methods. 4th rev. ed. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 94 - 113.

15. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5293:1995 (ST SEV 5299-80). Chất lượng không khí - Phương pháp Indophenol xác định hàm lượng amoniac.

16. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 05:2023/BTNMT về Chất lượng không khí.

17. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 01-79: 2011/BNNPTNT về Cơ sở chăn nuôi gia súc, gia cầm - Quy trình kiểm tra, đánh giá điều kiện vệ sinh thú y.

18. Ni, J.-Q., A. J. Heber and T.-T. Lim. (2018). Ammonia and hydrogen sulfide in swine production. In: Air quality and livestock production, Banhazi, T., A. Aland and J. Hartung (Eds). London, UK: CRC Press: 29 - 47.

19. Shi, Z., Sun, X., Lu, Y., Xi, L. and Zhao, X (2019). Emissions of ammonia and hydrogen sulfide from typical dairy barns in central China and major factors influencing the emissions. *Sci Rep* 9, 13821. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50269-y>.
20. Phùng Đức Tiến, Nguyễn Duy Điều, Hoàng Văn Lộc, Bạch Thị Thanh Vân (2009). Đánh giá thực trạng ô nhiễm môi trường trong chăn nuôi. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Chăn nuôi*, 4, 10 - 16.
21. Trương Thanh Cảnh (2010). *Kiểm soát ô nhiễm môi trường và sử dụng kinh tế chất thải chăn nuôi*. Nxb Khoa học Kỹ thuật.
22. Heber, A. J., Tao, P.-C., Ni, J.-Q., Lim, T.-T. & Schmidt, A. M. (2005). Air emissions from two swine finishing building with flushing: Ammonia characteristics. *Seventh International Livestock Environment Symposium*, 436 - 443.
23. Trabue, S., Scoggin, K., Li, H., Burns, R., Xin, H., Hatfield, J. (2010). Speciation of volatile organic compounds from poultry production. *Atmos. Environ*, 44, 3538-3546. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.06.009>.

CURRENT STATUS AND SOLUTIONS FOR MITIGATING AIR POLLUTION IN PIG FARMING FACILITIES IN THAI BINH PROVINCE

Pham Chau Thuy¹, Nguyen Thu Ha², Nguyen Thi Hien²

¹Faculty of Agricultural Technology, University of Engineering and Technology, Vietnam National University, Ha Noi

²Faculty of Natural Resources and Environment, Vietnam National Univeristiy of Agriculture

Abstract

This study evaluates the current status of air quality and odor pollution at pig farming facilities in Thai Binh province by employing survey methods and air sampling on-site. The survey results show that these pig farming facilities include large-scale commercial farms (predominantly) and household-level farming. According to survey results, odor pollution is more prevalent in large-scale farms, with 61.8% of farm owners reporting unpleasant odors, while the figure for households is 35.09%. However, willingness to adopt odor control measures remain limited: Only 29.09% of large-scale farms and 19.3% of households expressed a willingness to implement odor-reduction technologies. Analysis of pollutant concentrations such as methane (CH₄), ammonia (NH₃), hydrogen sulfide (H₂S), and volatile organic compounds (VOCs) indicates that pollutant levels are highest inside the barns, gradually decreasing at the barn entrance and the farm gate. Pollutant concentrations are positively correlated with farm size, being highest at large-scale pig farming facilities. Among the observed pollutants, CH₄ exhibits the highest concentration, reaching $1145.5 \pm 282.2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ inside barns at large-scale farms. These results indicate that there is a need for improvement of livestock waste management and the application of air pollution reduction and odor removal technologies to minimize environmental impacts and improve the quality of life for livestock farmers and surrounding communities.

Keywords: *Pig farming, atmospheric environment, odors pollution, pollution mitigation, Thai Binh province.*

Ngày nhận bài: 13/01/2025

Ngày chuyển phản biện: 20/01/2025

Ngày thông qua phản biện: 10/02/2025

Ngày duyệt đăng: 31/3/2025

NGHIÊN CỨU THÀNH PHẦN HÓA HỌC VÀ HOẠT TÍNH CHỐNG OXY HÓA CỦA TINH DẦU BẠC HÀ ĐỒNG VẴN *Elsholtzia winitiana* var. *dongvanensis* Phuong

Lục Quang Tấn¹, Hà Thị Dung², Nguyễn Quang Cơ³, Nguyễn Thị Lan Hương⁴, Cao Thị Huệ^{4*}

¹ Phân hiệu Đại học Thái Nguyên tại tỉnh Hà Giang

² Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

³ Viện Công nghệ Sinh học, Đại học Huế

⁴ Trường Đại học Thủy lợi

* Email: caohue@thu.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đã xác định được hiệu suất, chỉ số lý hóa, thành phần hóa học và hoạt tính kháng oxy hóa của tinh dầu bạc hà Đồng Văn *Elsholtzia winitiana* var. *dongvanensis* Phuong thu hái tại xã Tả Lũng, huyện Đồng Văn, tỉnh Hà Giang. Kết quả nghiên cứu cho thấy, hiệu suất chiết xuất tinh dầu bạc hà Đồng Văn đạt 0,5% (tính theo hàm lượng mẫu tươi), thành phần chính của tinh dầu bạc hà Đồng Văn bao gồm: Dehydroelsholtzia ketone (59,52%), caryophyllene (13,06%) và D-limonene (7,52%). Kết quả thử nghiệm hoạt tính chống oxy hóa đối với năng lực khử, hoạt tính chống oxy hóa tổng và quét gốc tự do DPPH cho giá trị EC₅₀ đạt tương ứng là 193,20; 257,50; 28,07 µg/mL. Nghiên cứu này đã góp phần bổ sung cơ sở dữ liệu khoa học về thành phần hóa học và khả năng kháng oxy hóa của cây bạc hà Đồng Văn thu hái tại tỉnh Hà Giang.

Từ khóa: Bạc hà Đồng Văn, thành phần hóa học, hoạt tính chống oxy hóa.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, lượng mưa và độ ẩm cao, tạo điều kiện tốt để hệ thực vật phát triển, tạo ra nguồn nguyên liệu dồi dào và phong phú cho đời sống con người. Thảm thực vật của Việt Nam có khoảng 12.000 loài, trong đó hơn 3.200 loài được sử dụng trong y học cổ truyền, những loài này cũng là nguyên liệu để thực hiện các nghiên cứu khoa học tạo ra các sản phẩm có giá trị [1, 2]. Từ xa xưa đã phát hiện và sử dụng nhiều loại thảo dược có nguồn gốc tự nhiên nhằm mục đích chữa bệnh, trong đó có các loài thuộc chi kinh giới, họ Bạc hà. Các loài thuộc chi kinh giới chủ yếu phân bố ở Đông Á, châu Phi, Bắc Mỹ và châu Âu [3, 4]. Nhìn chung, hầu hết các loài thuộc chi này đều được sử dụng trong các bài thuốc thảo dược để điều trị sốt, cảm lạnh, tiêu chảy, kiết lỵ, rối loạn tiêu hóa và giải độc. Một số

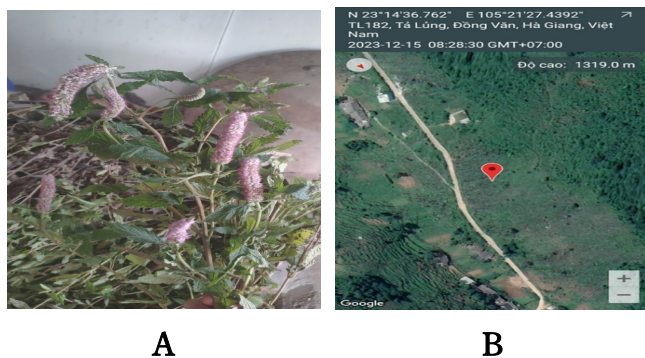
loài trong chi này như: *E. rugulosa*, *E. penduliflora*, *E. blanda*, *E. bodinieri*, *E. stauntoni*, *E. fruticosa*, *E. myosurus*, *E. densa* và *E. ciliata* được sử dụng để giảm đau và chống viêm. Loài *E. cypriani* được sử dụng để điều trị sốt xuất huyết và viêm mũi, trong khi loài *E. bodinieri* được sử dụng để chữa đau đầu, đau họng, đau răng, khó tiêu, viêm kết mạc cấp tính và viêm gan [5].

Ngoài ứng dụng trong y học cổ truyền, tinh dầu nói chung và tinh dầu từ các loài thuộc chi kinh giới nói riêng còn được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau, bao gồm: Y học, mỹ phẩm, dược phẩm và nhiều ngành công nghiệp khác. Nghiên cứu về chiết xuất tinh dầu có thể mang lại những kiến thức quan trọng và ứng dụng trong các lĩnh vực này, giúp hiểu rõ hơn về các hoạt chất sinh học và tác động của các hoạt chất này đến sức khỏe con người và vật nuôi [6].

Chi kinh giới hầu hết là cây thân thảo sống trong thời gian ngắn ngày (dưới một năm tuổi), có khoảng 40 loài đã được công nhận. Tại Việt Nam có 7 loài với tên gọi có chứa cụm từ kinh giới, hầu hết được dùng để làm thuốc, trong đó có bạc hà Đồng Văn [1, 2]. Cây bạc hà Đồng Văn (*Elsholtzia winitiana* var. *dongvanensis* Phuong) là loài ít thấy của chi kinh giới được tìm thấy chủ yếu ở vùng cao nguyên đá Đồng Văn thuộc tỉnh Hà Giang. Cho đến nay, những nghiên cứu về cây bạc hà Đồng Văn tập trung chủ yếu vào thành phần hóa học, chỉ ra sự có mặt của aldehyde, monoterenoid và secquiterpenoid [7, 8]. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu của Phạm Thị Ngọc Mai và cs (2021) cũng chỉ ra sự có mặt của một số hợp chất flavonoid có trong hoa bạc hà Đồng Văn [9]. Tuy nhiên, các công bố về hoạt tính sinh học của loài cây này còn hạn chế cả trong và ngoài nước. Do vậy, nghiên cứu này hướng tới mục tiêu đánh giá thành phần hóa học và hoạt tính chống oxy hóa của tinh dầu thu bằng phương pháp lôi cuốn hơi nước từ cây bạc hà Đồng Văn được thu tại xã Tả Lũng, thuộc cao nguyên đá Đồng Văn, huyện Đồng Văn, tỉnh Hà Giang.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu



Hình 1. Mẫu cây bạc hà Đồng Văn (A) và tọa độ thu hái mẫu (B)

2.2. Hóa chất và thiết bị nghiên cứu

Mẫu bạc hà Đồng Văn toàn cây (cành, lá và hoa) (Hình 1A) thu hái vào tháng 12 năm 2023 ở xã Tả Lũng, huyện Đồng Văn, tỉnh Hà Giang tại tọa độ 23°14'36.762"N, 108°21'527.4392 E (Hình

1B). Mẫu cây được thu hái vào thời điểm hoa đã già và xuất hiện mùi thơm đặc trưng của tinh dầu. Tên khoa học của cây được định danh bởi PGS.TS. Lê Thị Thanh Hương - Trường Đại học Khoa học - Đại học Thái Nguyên. Tiêu bản được kí hiệu là EW-Bio.TLU2023 và bảo quản tại Phòng thí nghiệm Công nghệ Sinh học - Trường Đại học Thủy lợi.

Nghiên cứu sử dụng những hóa chất và dụng cụ, thiết bị tại Phòng thí nghiệm Công nghệ Sinh học - Trường Đại học Thủy lợi và Viện Dược liệu, Bộ Y tế. Các hóa chất dùng hỗ trợ chưng cất, làm khan tinh dầu và xác định các chỉ số lý hóa của tinh dầu: Axit sunfuric, sodium phosphate, natri chloride, natri sulfate...được mua của Công ty Hóa chất Đức Giang (Thành phố Hà Nội, Việt Nam). Các hóa chất dùng trong phân tích thành phần hóa học và đánh giá hoạt tính sinh học (ammolium molybdate, axit ascorbic, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), potassium hydroxide...) có xuất xứ Sigma - Aldrich, Mỹ.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Phương pháp chiết xuất tinh dầu

Tinh dầu bạc hà Đồng Văn được chiết xuất bằng phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước tại Trung tâm Nghiên cứu Nguồn gen và Giống dược liệu Quốc gia thuộc Viện Dược liệu, Bộ Y tế theo mô tả bởi Nguyễn Đức Duy và cs (2022) [10]. Cụ thể, 5 kg cây bạc hà Đồng Văn tươi sau khi được băm nhỏ (kích thước khoảng 2 cm) được đưa vào thiết bị chưng cất và ngâm với dung dịch NaCl 9% trong 15 phút. Quá trình chưng cất được tiến hành trong 3 giờ, tính từ thời điểm xuất hiện giọt tinh dầu đầu tiên. Tinh dầu thô sau đó được làm khan bằng Na_2SO_4 để loại bỏ nước, thu được tinh dầu tinh khiết, ký hiệu là EWO-TLU. Mẫu tinh dầu tinh khiết được bảo quản trong chai thủy tinh tối màu, đậy kín nắp, ở nơi khô ráo, tránh ánh sáng trực tiếp. Thành phần hóa học của mẫu tinh dầu được phân tích ngay sau khi chưng cất.

2.3.2. Phương pháp đánh giá các chỉ số hóa lý của tinh dầu

Tỉ trọng của tinh dầu được xác định theo TCVN 8444:2010 [11], góc quay cực theo TCVN 8446:2010 [12], chỉ số khúc xạ theo TCVN 8445:2010 [13], chỉ số axit theo TCVN 8450:2010 [14], chỉ số este theo TCVN 8451:2010 [15].

2.3.3. Phương pháp tính hiệu suất của tinh dầu

Hiệu suất của tinh dầu được tính theo công thức sau:

Hiệu suất tinh dầu (%) = $\frac{\text{Khối lượng của tinh dầu (g)}}{\text{Khối lượng của mẫu tươi (g)}} \times 100$ (1)

2.3.4. Phương pháp phân tích thành phần hóa học của tinh dầu

Thành phần hóa học của tinh dầu được xác định theo phương pháp sắc ký khí kết nối với khối phổ GC/MS. Theo phương pháp này, hoà tan 1,5 mg tinh dầu đã được làm khan bằng Na_2SO_4 khan trong 1 mL *n*-hexane tinh khiết loại dùng cho sắc ký và phân tích phổ. Việc phân tích được thực hiện trên hệ thống GC/MS-QP2020 của hãng Shimadzu (Nhật Bản), cột mao quản SH - Rxi - 5Sil MS có kích thước 30 m x 0,25 mm x 0,25 μm . Chương trình nhiệt độ với điều kiện 60°C (giữ 2 phút), tăng lên nhiệt độ 120°C với tốc độ 10°C/phút, sau đó tăng lên 240°C với tốc độ 5°C, tiếp tục giữ ở 240°C trong 5 phút. Khí heli được sử dụng làm khí mang. Detector khối phổ được cài đặt trong khoảng tín hiệu 50 - 900 m/z. Thể tích mẫu tiêm vào cột là 1 μL với dung dịch mẫu tinh dầu có nồng độ 1% (w/v) trong *n*-hexane. Tỷ lệ chia dòng là 1: 20. Kết quả phân tích các thành phần trong mẫu tinh dầu được xử lý bằng cách so sánh về phổ khối của các chất với thư viện NIST và một số tài liệu tham khảo [16, 17]. Phương pháp này được thực hiện tại Viện Dược liệu, Bộ Y tế.

2.3.5. Phương pháp đánh giá hoạt tính chống oxy hóa của tinh dầu bạc hà Đồng Văn

Đánh giá năng lực khử của tinh dầu

Năng lực khử (RP) của mẫu tinh dầu được thực hiện theo phương pháp của Ferreira và cs

(2007) [18]. Hỗn hợp phản ứng gồm 0,5 mL tinh dầu pha trong ethanol (ở các nồng độ từ 0 - 500 $\mu\text{g/mL}$), 0,5 mL đệm phosphate (0,2 M, pH = 6,6) và 0,5 mL $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 1%. Sau đó, hỗn hợp phản ứng được ủ ở 50°C trong 20 phút, thêm 0,5 mL CCl_3COOH 10% rồi ly tâm 3.000 vòng/phút trong 10 phút. Nhẹ nhàng rút 0,5 mL cho vào 0,5 mL nước và 0,1 mL FeCl_3 0,1%, lắc đều rồi tiến hành đo mật độ quang của hỗn hợp phản ứng ở bước sóng 700 nm. Chất đối chứng dương sử dụng là axit ascorbic. Hiệu quả kháng oxy hóa của tinh dầu ở các nồng độ khác nhau được so sánh với chất chuẩn bằng cách sử dụng nồng độ mà tại đó chất chuẩn hay cao chiết ($\mu\text{g/mL}$) có giá trị OD = 0,5 ($\text{OD}_{0,5}$).

Đánh giá hoạt tính chống oxy hóa theo phương pháp phosphomolybdenum

Hoạt tính chống oxy hóa tổng của tinh dầu bạc hà Đồng Văn EWO-TLU được thực hiện theo phương pháp phosphomolybdenum [19]. Theo phương pháp này, mẫu tinh dầu được pha loãng bằng ethanol để đạt nồng độ 100 - 500 $\mu\text{g/mL}$. Lần lượt cho 0,1 mL dung dịch tinh dầu pha loãng với nồng độ tương ứng ở trên vào ống eppendorf dung tích 2 mL, bổ sung thêm 1 mL dung dịch phản ứng (0,6 M H_2SO_4 , 28 mM sodium phosphate và 4 mM ammonium molybdate). Ống eppendorff được đóng nắp chặt, ủ ở nhiệt độ 95°C trong thời gian 90 phút. Ống mẫu thí nghiệm được làm nguội tới nhiệt độ 25°C, sau đó đo độ hấp thụ ở bước sóng 760 nm. Axit ascorbic được sử dụng làm chất chuẩn. Hoạt tính chống oxy hóa tổng của mẫu EWO-TLU ở các nồng độ khác nhau được so sánh với chất chuẩn bằng cách sử dụng nồng độ mà tại đó chất chuẩn hay tinh dầu ($\mu\text{g/mL}$) có giá trị OD = 0,5 ($\text{OD}_{0,5}$).

Đánh giá hoạt tính chống oxy hóa theo phương pháp dọn gốc tự do DPPH

Hoạt tính quét gốc tự do DPPH được tiến hành theo mô tả của Sharma và cs (2009) [20]. Tiến hành hút 1,5 mL dung dịch DPPH với nồng độ 0,1 mM vào 1,5 mL dung dịch mẫu có nồng độ 6,15; 12,5; 25; 50 $\mu\text{g/mL}$ trong ethanol 90°. Sau đó, ủ hỗn hợp thu được trong bóng tối thời gian 30 phút và đo độ hấp thụ quang tại 517 nm.

Hoạt tính ức chế gốc tự do DPPH (I%) được tính toán theo công thức:

$$I\% = \frac{Ac - As}{Ac} \times 100 \quad (2)$$

Ac và As là mật độ quang của mẫu trắng và mẫu thử tương ứng. Dựa vào các giá trị I% thu được tại các nồng độ mẫu khác nhau tính được giá trị EC₅₀. Axit ascorbic được sử dụng làm chất đối chứng dương.

2.3.6. Xử lý số liệu và thống kê

Tất cả các phép thử chống oxy hóa của tinh dầu bạc hà Đồng Văn được thực hiện 3 lần. Giá trị được tính bằng giá trị trung bình +/- sai số. Quá trình đánh giá thành phần hóa học của tinh dầu bằng phương pháp GC-MS được thực hiện 1 lần. Số liệu được xử lý thống kê bằng phần mềm Two-way ANOVA.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiệu suất thu hồi tinh dầu bạc hà Đồng Văn

Tinh dầu bạc hà Đồng Văn có dạng lỏng, nhẹ hơn nước, màu vàng nhạt, mùi thơm đặc trưng. Hiệu suất thu hồi tinh dầu được tính theo nguyên liệu tươi là 0,51%, thấp hơn so với hiệu suất thu hồi tinh dầu bạc hà Đồng Văn từ các bộ phận hoa và phần trên mặt đất được thu hái và nghiên cứu bởi Phạm T. N. M và cs (2020) [7], Le X. D và cs (2021) [8]. Đồng thời, so với một số loài khác cùng chi, loài bạc hà Đồng Văn chứa hàm lượng tinh dầu cao hơn. Theo một số công trình công bố, hàm lượng tinh dầu tính theo mẫu tươi và chiết xuất bằng phương pháp lôi cuốn hơi nước của loài kinh giới thu hái tại các nơi khác nhau đạt hiệu suất 0,2 - 0,35% [21, 22].

3.2. Chỉ số lý hóa của tinh dầu bạc hà Đồng Văn

Mẫu tinh dầu bạc hà Đồng Văn được đánh giá một số chỉ tiêu lý hóa, kết quả được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Chỉ số lý hóa của tinh dầu bạc hà Đồng Văn

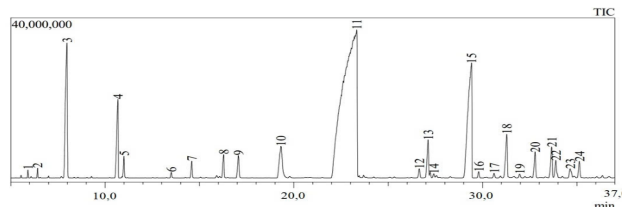
Các chỉ số hóa lý	Nhiệt độ	Tỷ trọng	Chỉ số khúc xạ	Góc quay cực	Chỉ số axit, mg KOH/g	Chỉ số este, mg KOH/g
EWO-TLU	25°C	0,952	1,465	86° 40'	0,645	0,725

Kết quả nghiên cứu trong bảng 1 thể hiện tỉ trọng của tinh dầu là 0,952, chỉ số khúc xạ là 1,465, chỉ số này nhỏ hơn 1,47 điều đó cho thấy, trong tinh dầu có chứa nhiều cấu tử có liên kết đôi.

So với mẫu tinh dầu chiết xuất từ quả phát thủ, tinh dầu bạc hà Đồng Văn có chỉ số khúc xạ, tỉ trọng và góc quay cực cao hơn. Đồng thời, các chỉ số axit hay este thì quy luật ngược lại, thấp hơn so với mẫu phát thủ được công bố [23].

3.3. Thành phần hóa học của tinh dầu

Kết quả phân tích phổ GC/MS (Hình 2) cho thấy có tổng số 24 hợp chất đã được xác định trong mẫu tinh dầu bạc hà Đồng Văn EWO-TLU (Bảng 2), so với mẫu tinh dầu bạc hà Đồng Văn được công bố bởi Phạm T. N. M và cs (2020) [7], Le X. D và cs (2021) [8] chỉ chứa 22 hợp chất.



Hình 2. Sắc ký đồ GC-MS của tinh dầu bạc hà Đồng Văn

Mẫu nghiên cứu EWO-TLU được chưng cất từ loài bạc hà Đồng Văn theo phương pháp lôi cuốn hơi nước chứa hợp chất chính là dehydroelsholtzia ketone với hàm lượng 59,52%. Một số chất khác chứa trong tinh dầu với hàm lượng cao như: Caryophyllene (13,06%), D-limonene (7,52%), α-naginatene (3,45%), 3-carvomenthenone (2,78%), humulene (2,32%), (-), β-bourbonene (1,87%), γ-elemene (1,44%), and β-copaene (1,13%). Các hợp chất chứa tỉ lệ thấp hơn (< 1%) bao gồm: β-phellandrene (0,15%), β-myrcene (0,19%), linalool (0,65%), 1,4-dihyronaphthalene (0,17%),

rosefuran epoxide (0,55%), elsholtzia ketone (0,23%), γ -elemene (0,19%), germacrene D (0,17%), (0,87%), 2,3-dimethyl-5-(2,6,10-trimethylundecyl) *trans*- α -bergamotene (0,85%), α -farnesene (0,56%), (0,95%), copaene (0,38%), *cis*-muurola-4(15), 5-cadina-3,9-diene (0,82%).
diene (0,16%), (+)-epi-bicyclosesquiphellandrene

Bảng 2. Thành phần hóa học của tinh dầu bạc hà Đồng Văn

STT	RT	KI (DB-5S)	Hàm lượng, %	Tên của hợp chất
1	5,909	1031	0,15	β -phellandrene
2	6,417	990	0,19	β -myrcene
3	7,977	1028	7,52	D-limonene
4	10,678	1425	3,45	Naginatene
5	10,999	1100	0,65	Linalool
6	13,505	1290	0,17	1,4-dihyronaphthalene
7	14,589	1375	0,55	Rosefuran epoxide
8	16,277	1525	0,87	Elsholtzia ketone
9	17,064	1620	0,95	2,3-dimethyl-5-(2,6,10-trimethylundecyl) furan
10	19,315	1465	2,78	3-carvomenthenone
11	23,329	1720	59,52	Dehydroelsholtzia ketone
12	26,653	1380	0,38	Copaene
13	27,116	1390	1,87	(-)- β -bourbonene
14	27,420	1480	0,16	<i>Cis</i> -muurola-4(15),5-diene
15	29,406	1425	13,06	Caryophyllene
16	29,800	1510	0,23	(+)-epi-icyclosesquiphellandrene
17	30,616	1480	0,19	γ -muurolene
18	31,285	1450	2,32	Humulene
19	31,972	1490	0,17	Germacrene D
20	32,788	1430	1,13	β -copaene
21	33,664	1440	1,44	γ -elemene
22	33,886	1440	0,85	<i>Trans</i> - α -bergamotene
23	34,647	1500	0,56	α -farnesene
24	35,135	1520	0,82	Cadina-3,9-diene

Ghi chú: STT: Số thứ tự; RT: Thời gian lưu (phút), KI: Chỉ số lưu giữ Kovats

Theo Phạm T. N. M và cs (2020) [17], mẫu tinh dầu bạc hà Đồng Văn được chiết xuất từ hoa và các bộ phận trên mặt đất chứa hai hợp chất chính: rosefuran epoxide (63,17%) và rosefuran (12,67%); trong khi mẫu tinh dầu ở nghiên cứu này không chứa rosefuran mà chỉ chứa rosefuran epoxide với tỉ lệ thấp hơn đáng kể, đạt 0,55%. Ngược lại, dehydroelsholtzia ketone là thành phần chính của mẫu EWO-TLU (59,52%), trong khi mẫu được công bố bởi nghiên cứu kể trên chỉ chiếm 0,26%. Sự khác biệt về thành phần hóa học của tinh dầu có thể phụ thuộc vào thời

vụ thu hái, bộ phận thu hái, tọa độ thu mẫu và phương pháp chưng cất.

Thành phần hóa học và hoạt tính sinh học của tinh dầu của các loài thuộc chi kinh giới cũng nhận được sự quan tâm của nhiều tác giả trên thế giới. Theo Pudziuvėlyte và cs (2017) [24], tinh dầu chiết xuất từ loài kinh giới *Elsholtzia ciliata* thu hái tại Lithuania chứa 26 hợp chất, trong đó có chứa 2 hợp chất chính là: Dehydroelsholtzia ketone (78,28%) và elsholtzia ketone (14,58%). Kết quả này cũng trùng hợp với công bố của Kharina và cs (1995), Thappa và cs

(1999) [25, 26]. Ngoài ra, Korolyuk và cs (2002) cũng đưa ra kết quả tương tự, theo đó, dehydroelsholtzia ketone và elsholtzia ketone là 2 hợp chất chính chứa trong tinh dầu kinh giới thu hái tại Novosibirsk [27]. Tinh dầu chiết xuất từ loài kinh giới này được báo cáo có hoạt tính đối với một số bệnh ung thư như: u nguyên bào thần kinh đệm (Glioblastoma), ung thư tuyến tụy và ung thư vú. Hiện nay, chưa có một công trình công bố chính thức nào về hoạt tính gây độc tế bào của hai hợp chất: Dehydroelsholtzia ketone và elsholtzia ketone [24]. Tuy nhiên, sự có mặt của nhóm chất này với hàm lượng cao, cùng với tác dụng hiệp đồng với các thành phần còn lại của tinh dầu có thể là nguyên nhân tạo nên hoạt tính chống ung thư của tinh dầu loài này. Cũng từ loài kinh giới này thu hái tại Việt Nam, Luu Tang Phuc Khang và cs (2023) đã xác định thành phần của tinh dầu, bao gồm 26 hợp chất, trong đó chứa các hợp chất chính là: Neral (15,66%), geranial (5,62%) và (Z)- β -farnesene (22,72%) và caryophyllene (9,57%) [28]. Kết quả nghiên cứu của Song và cs (2024) cho thấy, loài này thu hái tại Trung Quốc thu được tinh dầu chứa 3 hợp chất chính là R-carvone, L-limonene và S-carvone [29].

Một trong những hợp chất đáng chú ý khác của mẫu tinh dầu bạc hà Đồng Văn EWO-TLU là chứa hợp chất caryophyllene. Theo nghiên cứu của Djilani và Dicko (2012) [30] nhóm chất này thể hiện hoạt tính kháng viêm, hoạt tính kháng virus, kháng khuẩn và kháng nấm [31].

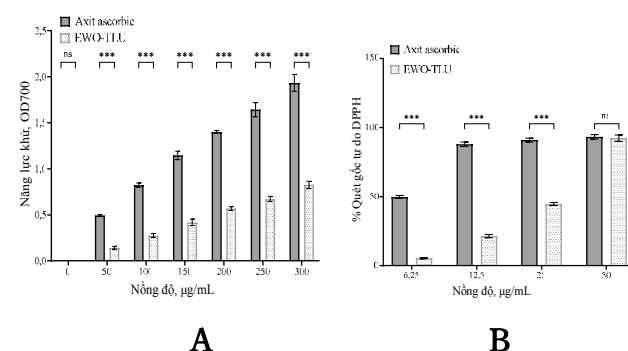
Như vậy, những dẫn chứng về thành phần hóa học có thể đưa ra kết luận rằng, tinh dầu của các loài trong cùng một chi sẽ khác nhau. Tinh dầu của cùng một loài cũng khác nhau về thành phần hóa học, phụ thuộc vào cách chưng cất, thời gian thu hái và bộ phận sử dụng để chiết xuất. Sự khác nhau trong thành phần hóa học của tinh dầu nói riêng và các loài thảo dược nói chung sẽ ảnh hưởng đến hoạt tính sinh học của tinh dầu (hoạt tính chống oxy hóa, hoạt tính kháng vi sinh vật kiểm định, hoạt tính kháng viêm...). Nghiên cứu này tiến hành đánh giá hoạt

tính chống oxy hóa của tinh dầu bạc hà Đồng Văn.

3.4. Hoạt tính kháng oxy hóa của tinh dầu bạc hà Đồng Văn

Khả năng kháng oxy hóa là một trong các đặc tính sinh học quan trọng của tinh dầu và là phương pháp sàng lọc hoạt tính sinh học trước khi thử nghiệm các hoạt tính khác. Ở nghiên cứu này, xác định khả năng kháng oxy hóa thông qua năng lực khử, khả năng quét gốc tự do DPPH và phép thử phosphomolybdenum (khả năng chống oxy hóa tổng).

3.4.1. Năng lực khử của tinh dầu bạc hà Đồng Văn

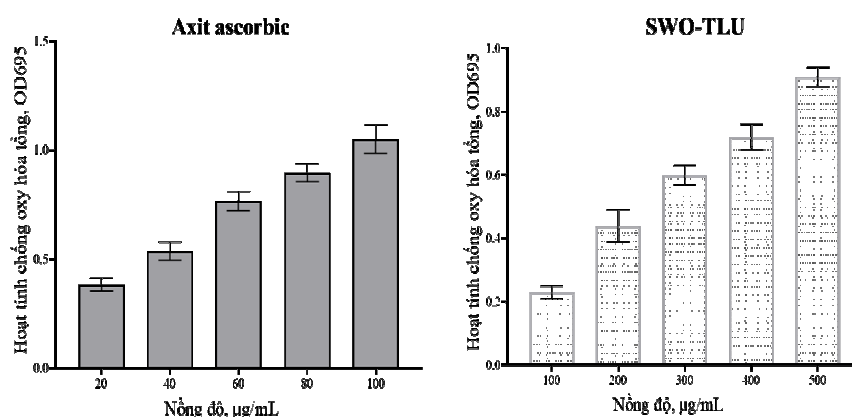


Hình 3. Năng lực khử (A) và khả năng quét gốc tự do DPPH (B) của tinh dầu bạc hà Đồng Văn

*Ghi chú: (ns: Khác biệt không có ý nghĩa thống kê; ***: Khác biệt có nghĩa thống kê ở mức $p < 0,001$ khi phân tích ANOVA hai chiều sử dụng Turkey test).*

Kết quả đánh giá năng lực khử cho thấy, tùy theo phương pháp và điều kiện phản ứng tiến hành khác nhau mà các hoạt chất từ tinh dầu sẽ cho khả năng phản ứng khác nhau. Độ hấp thụ quang tại bước sóng 700 nm tăng dần khi tăng nồng độ của tinh dầu. Mật độ quang càng cao thì năng lực khử càng mạnh. Từ số liệu về sự phụ thuộc của độ hấp thụ tại bước sóng 700 nm vào nồng độ của tinh dầu (Hình 3A) xây dựng được đường chuẩn và tính giá trị EC_{50} (Bảng 3). Giá trị EC_{50} đối với tinh dầu là 193,20 μ g/mL, cao hơn đối chứng dương (axit ascorbic). Đây là lần đầu tiên năng lực khử của tinh dầu bạc hà Đồng Văn được công bố.

3.4.2. Hoạt tính chống oxy hóa tổng của tinh dầu bạc hà Đồng Văn



Hình 4. Hoạt tính chống oxy hóa tổng của tinh dầu bạc hà Đồng Văn

Hoạt tính chống oxy hóa tổng theo phương pháp thử phosphomolybdenum là phương pháp đơn giản và có thể dễ dàng thực hiện trong phòng thí nghiệm, được áp dụng nhiều để đánh giá khả năng kháng oxy hóa của các cao chiết thực vật [32, 33]. Hoạt tính chống oxy hóa tổng của mẫu EWO-TLU được xác định dựa trên việc khử Mo (VI) thành Mo (V) bằng các hợp chất kháng oxy hóa và hình thành phức hợp phosphate/Mo (V) màu xanh có độ hấp thụ cực đại tại bước sóng 695 nm. Để xác định hoạt tính kháng oxy hóa tổng, mẫu tinh dầu EWO-TLU được pha loãng thành dãy nồng độ từ 100 - 500 µg/mL. Hiệu quả trung hòa dựa trên năng lực khử phosphomolybdenum của tinh dầu được so sánh dựa vào giá trị OD (Hình 4).

Kết quả nghiên cứu cho thấy, ở nồng độ 100 µg/mL, khả năng khử phức Mo của mẫu EWO-TLU có giá trị OD = 0,23 thấp hơn khoảng 5 lần khi so sánh với chất chuẩn axit ascorbic (OD = 1,05). Giá trị EC_{50} của EWO-TLU và axit ascorbic lần lượt là 257,50 và 33,29 µg/mL (Bảng 3).

3.4.3. Khả năng quét gốc tự do DPPH của tinh dầu bạc hà Đồng Văn

Kết quả đánh giá hoạt tính chống oxy hóa qua khả năng quét gốc tự do DPPH được trình bày ở hình 3B cho thấy, mẫu EWO-TLU có khả năng quét gốc tự do khá tốt. Khả năng quét gốc tự do DPPH ở nồng độ 6,25, 12,5, 25, 50 µg/mL đạt giá trị tương ứng là 5,44; 21,45; 44,70; 92,2%. Dựa trên giá trị EC_{50} thu được cho thấy, axit ascorbic có khả năng làm sạch gốc tự do cao hơn gấp hơn 4 lần (EC_{50} = 5,79 µg/mL) so với tinh dầu bạc hà Đồng Văn (EC_{50} = 28,07 µg/mL) (Bảng 3). Tuy nhiên, đối với mẫu thử là tinh dầu hoặc cao chiết thô, giá trị EC_{50} < 100 µg/mL được coi là có hoạt tính. Đồng thời, so với mẫu một số mẫu tinh dầu của loài kinh giới khác thuộc chi *Elsholtzia* [28], tinh dầu bạc hà Đồng Văn thể hiện hoạt tính chống oxy hóa tốt hơn. Như vậy, tinh dầu bạc hà Đồng Văn thu hái tại cao nguyên đá Đồng Văn, tỉnh Hà Giang có thể được xem như một nguyên liệu tiềm năng trong mục đích tạo các sản phẩm có khả năng chống oxy hóa.

Bảng 3. Giá trị EC_{50} của hoạt tính chống oxy hóa của tinh dầu bạc hà Đồng Văn

EC_{50} , µg/mL			
Các phép thử chống oxy hóa	Năng lực khử	Khả năng quét gốc tự do DPPH	Hoạt tính chống oxy hóa tổng
Axit ascorbic	33,29 ± 1,23	5,79 ± 0,51	33,29 ± 1,23
EWO-TLU	193,20 ± 1,32	28,07 ± 1,25	257,50 ± 4,32

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xác định được hiệu suất, chỉ số lý hóa, thành phần hóa học của tinh dầu bạc hà Đồng Văn thu hái tại xã Tả Lũng, huyện Đồng Văn, tỉnh Hà Giang. Hoạt tính sinh học của mẫu tinh dầu cũng được đánh giá thông qua năng lực khử, hoạt tính chống oxy hóa tổng và khả năng dọn gốc tự do DPPH. Kết quả nghiên cứu cho thấy, hiệu suất chiết xuất tinh dầu bạc hà Đồng Văn đạt 0,51% (tính theo hàm lượng mẫu tươi), thành phần chính của tinh dầu bạc hà Đồng Văn bao gồm: Dehydroelsholtzia ketone (59,52%), caryophyllene (13,06%) và D-limonene (7,52%). Kết quả thử nghiệm hoạt tính chống oxy hóa đối với năng lực khử, hoạt tính chống oxy hóa tổng và quét gốc tự do DPPH cho giá trị EC₅₀ đạt tương ứng là 93,20; 257,5; 28,07 µg/mL. Như vậy, tinh dầu bạc hà Đồng Văn thể hiện hoạt tính chống oxy hóa khá tốt. Nghiên cứu này đã góp phần bổ sung cơ sở dữ liệu khoa học về thành phần hóa học và khả năng kháng oxy hóa của cây bạc hà Đồng Văn thu hái tại tỉnh Hà Giang. Mối quan hệ giữa thành phần hóa học và các hoạt tính khác của tinh dầu sẽ được thực hiện ở các nghiên cứu tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Huy Bích, Đặng Quang Trung, Bùi Xuân Cường và cs (2006). *Cây thuốc và động vật làm thuốc ở Việt Nam*. Nxb Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội. Tập 1: 827 - 828.
2. Phạm Hoàng Hộ (2003). *Cây cỏ Việt Nam*. Nxb trẻ. Tập 1, 1027 tr.
3. Guo, Z., Liu, Z., Wang, X., Liu, W., Jiang, R., Cheng, R., She, G. (2012). *Elsholtzia*: Phytochemistry and biological activities. *Chemistry Central Journal*, 6: 147. DOI: 10.1186/1752-153X-6-147.
4. Boncheewin, B., Chantanranonthai, P., Paton, A. (2015). *Elsholtzia* (Lamiaceae) in Thailand. *Blumea*, 59(3): 209 - 214. DOI: 10.3767/000651915X688696.
5. Liu, A., Lee, S. M. Y., Wang, Y. T., Du, G. H. (2007). *Elsholtzia*. Review of traditional uses,

chemistry and pharmacology. *Journal of Chinese Pharmaceutical Sciences*, 16: 73 - 78.

6. Durczyńska, Z., Żukowska, G. (2024). Properties and applications of essential oils: A Review. *Journal of Ecological Engineering*, 25(2): 333 - 340. DOI:10.12911/22998993/177404.

7. Pham, T. N. M., Nguyen, T. H. V., Chu, Q. T., Tran, D. T., Tran, Q. T., Pham, Q. L., Cam, T. I., Dao, T. P., Tran, T. H., Tran, T. K. N. (2020). Compositional comparison of essential oils extracted from flowers and aerial parts of *Elsholtzia winitiana* var. *dongvanensis* Phuong harvested in Ha Giang province, Vietnam. *Asian Journal of Chemistry*, 32(10): 2438 - 2442.

8. Le, X. D., Pham, T. N. M., Cam, T. I., Do, H. N., Nguyen, T. H. V., Tran, D. T., Lai, T. P. T., Do, T. S., Nguyen, T. D., Pham, Q. L., Dao, T. P., Pham, T. N., Tran, Q. T. (2021). Optimization of the essential oils extraction process from Dong Van marjoram (*Winitiana* var. *dongvanensis* Phuong) by using microwave assisted hydrodistillation and its bioactivities against some cancer cell lines and bacteria. *Natural Product Communications*, 1610: 1 - 8. DOI: 10.1177/1934578X-211054235.

9. Phạm Thị Ngọc Mai, Trần Đình Thắng, Nguyễn Thị Ngân, Nguyễn Tân Thành, Cẩm Thị Ính (2021). Những hợp chất flavonoid từ hoa của cây bạc hà Đồng Văn (*Elsholtzia winitiana* var. *dongvanensis* Phuong) ở Việt Nam. *Tạp chí Phân tích Hóa, Lý và Sinh học*, 26(3A): 54 - 57.

10. Nguyễn Đức Duy, Nguyễn Thị Kim Thúy, Mai Thị Như Trang, Ninh Khắc Bấy, Quách Thị Thanh Vân, Quán Cẩm Thúy, Bùi Thị Phương Thảo (2022). Thành phần hóa học của tinh dầu cây Kinh giới (*Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Hyl.) trồng tại tỉnh Phú Thọ. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Hùng Vương*, 27(2): 80 - 84.

11. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8444:2010. Tinh dầu - xác định tỷ trọng tương đối ở 20°C.

12. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8446:2010. Tinh dầu - xác định độ quay cực.

13. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8445:2010. Tinh dầu – xác định chỉ số khúc xạ.
14. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8450:2010. Tinh dầu – xác định chỉ số axit.
15. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8451:2010. Tinh dầu – xác định chỉ số este.
16. Adams, R. P. (2017). Identification of Essential oil Components by gas chromatography/mass spectrometry. 4th ed.; Allured Publ. Corp.: Carol Stream, Illinois.
17. Linstrom, P. J. and Mallard, W. G. (2022). NIST chemistry WebBook, NIST Standard Reference database number 69. January 2022 ed.; National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg MD, 20899.
18. Ferreira, I. C. F. R, Baptista, P., Vilas-Boas, M and Barros, L. (2007). Free-radical scavenging capacity and reducing power of wild edible mushrooms from northeast Portugal: Individual cap and stipe activity. *Food chemistry*, 100(4): 1511 - 1516. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.11.043>.
19. Prieto, P., Pineda, M., Aguilar, M. (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: Specific application to the determination of vitamin E. *Analytical Biochemistry*, 269(2): 337341. <https://doi.org/10.1006/abio.1999.4019>.
20. Sharma, O. P., Bhat, T. K. (2009). DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chemistry*, 113(4): 1202 - 1205. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.008>.
21. Lê Ngọc Thạch, Trần Hữu Anh, Cao Như Anh, Nguyễn Thị Tuyết Nhung, Đoàn Ngọc Nhuận & Đỗ Quang Hiền (2003). Tách tinh dầu kinh giới, *Elsholtzia cristata* Wild. bằng phương pháp vi sóng. Hội nghị Khoa học và Công nghệ Hóa hữu cơ toàn quốc lần thứ 2, 356 - 360.
22. Đặng Thị Thanh Nhân, Lê Thị Huyền (2017). Nghiên cứu thành phần hóa học và hoạt tính kháng khuẩn, kháng nấm của tinh dầu cây Kinh giới (*Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Hyland).
- Tạp chí Khoa học và Giáo dục*, Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế, 02(42): 85 - 91.
23. Nguyễn Văn Lợi, Nguyễn Thị Minh Tú, Hoàng Đình Hòa. Nghiên cứu thành phần hóa học, chỉ số hóa lý và hoạt tính sinh học của tinh dầu quả phạt thủ Việt Nam. *Tạp chí Hóa học*, 53(1), 107 - 111. DOI: 10.15625/0866-7144.2015-0097.
24. Pudziuelyte, L., Stankevicius, M., Maruska, A., Petrikaite, V., Ragazinskiene, O., Draksiene, G., Bernatoniene, J. (2017). Chemical composition and anticancer activity of *Elsholtzia ciliata* essential oils and extracts prepared by different methods. *Industrial Crops and Products*, 107(15): 90 - 96. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.05.040>.
25. Kharina, T. G., Kalinkina, G.I., Dembitsky, A. D., Maksimenk, N.B. (1995). Essential oil composition and morphological and biological characteristics of *Elsholtzia ciliata* (Thunb.). *Hyl. Rastit. Resur.*, 31: 58 - 64 (In Russian).
26. Thappa, R. K., Agarwal, S. G., Kapahi, B. K., Srivastava, T. N. (1999). Chemosystematics of the Himalayan *Elsholtzia*. *J. Essent. Oil Res.*, 11: 97 - 103.
27. Korolyuk, E. A., König, W., Tkachevc, A. V. (2002). Composition of essential oil of *Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Hyl. from the Novosibirsk region, Russia. *Chemistry of Plant Resource*, 1: 31 - 36 (In Russian).
28. Luu Tang Phuc Khang, Nguyen Huu Tai, Cao Van Len, Nguyen Ngoc Thu Phuong, Nguyen Hoang Viet, Truong Vinh, Phan Thanh Bach, Tran Thi Phuong Dung, Nguyen Xuan Tong (2023). Chemical composition of *Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Hyland essential oil in Vietnam with multiple biological utilities: a survey on antioxidant, antimicrobial, anticancer activities. *Academia Journal of Biology*, 45(3): 99 - 110.
29. Song, S., Tang, Y., Feng, R., Zhang, X., An, Y., Kong, W., Wang, J., Zhang, J., Liang, J. (2024). Bioactivities and synergistic effect of *Elsholtzia ciliata* essential oil and its main

Components against *Lasioderma serricorne*. *Molecules*, 29(9):1924. DOI: 10.3390/molecules29091924.

30. Djilani, A., Dicko, A. (2012). The therapeutic benefits of essential oils. In: Bouayed, J., Bohn, T. (Eds.), *Nutrition, Well-Being and Health. In Tech, Croatia*, pp. 155 - 178.

31. Bougatsos, C., Ngassapa, O., Runyoro, D. K. B., Chinou, I. B. (2004). Chemical composition and *in vitro* antimicrobial activity of the essential oils of two *Helichrysum* species from Tanzania. *Zeitschrift Fur Naturforschung Sect. C J. Biosci.*, 59 (5/6): 368 - 372. DOI: 10.1515/znc-2004-5-614.

32. Prasad, K. N., Yang, B., Yang, S., Chen, Y., Zhao, M., Ashraf, M., Jiang Y. (2009). Identification of phenolic compounds and appraisal of antioxidant and antityrosinase activities from litchi (*Litchi sinensis Sonn.*) seeds. *Food Chemistry*, 116(1): 1 - 7. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.01.079>.

33. Zhao, H. F., Fan, W., Dong, J. J., Lu, J., Chen, J., Shan, L. J. (2007). Evaluation of antioxidant activities and total phenolic contents of typical malting barley varieties. *Food Chemistry*, 107: 296 - 304. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.08.018.

STUDY ON CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL FROM *Elsholtzia winitiana* var. *dongvanensis* Phuong

Luc Quang Tan¹, Ha Thi Dung², Nguyen Quang Co³, Nguyen Thi Lan Huong⁴, Cao Thi Hue⁴

¹Thai Nguyen University Ha Giang Campus

²Hanoi University of Industry

³Institute of Biotechnology, Hue University

⁴Thuyloi University

Abstract

This study aimed to evaluate the yield, physicochemical properties, chemical composition, and antioxidant activity of essential oil extracted from *Elsholtzia winitiana* harvested in Ta Lung commune, Dong Van district, Ha Giang province. The results showed that the extraction yield of *Elsholtzia winitiana* essential oil reached 0.5% (based on fresh sample weight) and the main components of the essential oil were dehydroelsholtzia ketone (59.52%), caryophyllene (13.06%) and D-limonene (7.52%). The antioxidant activity test results for reducing power, total antioxidant activity, and DPPH radical scavenging capacity showed EC₅₀ values of 193.20, 257.5, and 28.07 µg/mL, respectively. This study has contributed to supplementing the scientific database on the chemical composition and antioxidant capacity of *Elsholtzia winitiana* harvested in Ha Giang province.

Keywords: *Elsholtzia winitiana*, chemical composition, antioxidant activity.

Ngày nhận bài: 5/2/2025

Ngày chuyển phản biện: 3/3/2025

Ngày thông qua phản biện: 18/3/2025

Ngày duyệt đăng: 28/4/2025

NGHIÊN CỨU BIẾN TÍNH TINH BỘT CHUỐI XANH BẰNG PHƯƠNG PHÁP CARBOXYLMETHYL HÓA

Nguyễn Phan Hằng¹, Vũ Minh Tân², Nguyễn Thị Kim An²,

Hoàng Minh Quân³, Phạm Ngọc Anh⁴, Phạm Thị Thu Hà⁴,

Nguyễn Trung Đức⁴*, Nguyễn Thanh Tùng^{1,4}

¹Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

³Viện Công nghệ Phacogen

⁴Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

*Email: ducnt224@gmail.com

TÓM TẮT

Nồng độ NaOH ảnh hưởng đến sự thay thế nhóm carboxymethyl trong chuỗi polysaccharide và khả năng tiêu hóa của tinh bột chuối. Quá trình carboxymethyl hóa thể hiện độ thế DS cao từ 0,31 - 0,63, hàm lượng tinh bột kháng tiêu RS tăng từ 29,84% lên 41,67% khi tăng hàm lượng natri hydroxit từ 5 - 10%. Với hàm lượng NaOH 12%, cấu trúc hạt bị phá vỡ, độ kết tinh giảm đáng kể (từ 25,18% xuống 3,72%) dẫn đến DS và hàm lượng RS giảm (0,52 và 35,28%). Do đó, tinh bột chuối được xử lý với 10% theo khối lượng tinh bột là hàm lượng NaOH tối ưu. Tại hàm lượng này, các tính chất chức năng của tinh bột có các giá trị cao nhất như: Khả năng trương nở (35,14 g/g, 90°C), độ hòa tan trong nước (32,01%, 90°C), độ bền lạnh đông - tan giá (19,71% sau 4 chu kỳ lạnh đông - tan giá) và khả năng hấp thụ dầu và nước (OAC 1,78 mL/g và WAC 1,95 mL/g).

Từ khóa: Carboxymethyl hóa, tinh bột kháng tiêu RS4, tinh bột chuối xanh.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tinh bột là một nguyên liệu quan trọng và tương đối rẻ tiền được sử dụng nhiều trong ngành thực phẩm. Khi đi vào cơ thể, tinh bột tiêu hóa bị phân hủy (thủy phân) bởi các enzyme α -amylase, glucoamylase và sucrase – isomaltase trong ruột non để tạo ra glucose tự do sau đó được hấp thụ. Tuy nhiên, không phải tất cả tinh bột trong thức ăn đều được tiêu hóa và hấp thụ ở ruột non [1]. Dựa vào khả năng tiêu hóa, tinh bột thường được chia thành 3 phần: Tinh bột tiêu hóa nhanh (RDS), tinh bột tiêu hóa chậm (SDS) và tinh bột kháng (RS). RDS và SDS là những phần tinh bột được thủy phân thành glucose bởi α -amylase trong vòng 20 - 120 phút sau khi ăn, tương ứng. RS là phần không bị thủy phân sau 120 phút và tiếp tục đi từ ruột non đến ruột già,

tại đó nó có thể được lên men bởi hệ vi sinh đường ruột [1, 2].

RS có thể được phân thành 5 loại, trong đó RS1 và RS2 là tinh bột kháng tiêu tự nhiên, RS3 là tinh bột kháng tiêu bị biến đổi về mặt vật lý, RS4 là tinh bột kháng tiêu bị biến tính hóa học và RS5 là tinh bột kháng tiêu dạng phức hợp amylose và lipid [3]. Trong đó, RS4 có cấu trúc phân tử khá công kênh do các nhóm hydroxyl được thay thế thành các nhóm đặc trưng cho quá trình biến tính như: Nhóm phosphate (phản ứng phosphoryl hóa), nhóm carboxymethyl (phản ứng carboxymethyl hóa), nhóm actetyl (phản ứng acetyl hóa)... Chính điều này là nguyên nhân ngăn cản sự tiếp xúc của enzyme với tinh bột [4].

Ngoài ra, RS4 có độ ổn định khá tốt trong chế biến thực phẩm cũng như RS là thành phần

có lợi cho sức khỏe, giúp giảm độ pH của ruột kết, ngăn ngừa ung thư đại tràng, giảm lượng đường huyết và cholesterol trong máu, ức chế sự tích lũy chất béo [1, 3]. Vì vậy, nghiên cứu RS4 đang thu hút được nhiều sự quan tâm, đặc biệt là RS4 được tạo ra từ phản ứng carboxymethyl hóa [5, 6].

Tinh bột carboxymethyl (CMS) được tổng hợp từ phản ứng giữa tinh bột và natri monocloaxetat (SMCA) hoặc monocloaxetic axit (MCA) trong sự có mặt của natri hydroxit (NaOH) [7]. Sự hiện diện của nhóm chức CH_2COO^- gây cản trở cấu trúc không gian, tăng khả năng kháng tiêu hóa [5], cũng như cải thiện khả năng trương nở, độ tan của tinh bột và độ ổn định của gel [5 - 7]. Do đó, CMS với độ thế (DS) nhỏ hơn 0,4 có thể sử dụng trong thực phẩm như chất ổn định, chất làm đặc, chất nhũ hóa [6, 8].

Các nghiên cứu trước đây tập trung vào ảnh hưởng của điều kiện phản ứng đến độ thế (DS) của tinh bột và đối tượng nghiên cứu là tinh bột khoai tây [6, 9], ngô [10], sắn [11, 12], đậu xanh [13], sắn dây [14] và gạo [15], có rất ít nghiên cứu về mối liên hệ giữa DS, nồng độ NaOH và khả năng tiêu hóa của CMS. Nghiên cứu của Liu và cs (2012) [6] cho thấy, khi DS tăng từ 0,05 lên 0,32, hàm lượng RS trong tinh bột khoai tây CMS được tổng hợp trong lò vi sóng tăng từ 14,6% lên 20,0%, cao hơn nhiều so với tinh bột tự nhiên (10,8%). Khả năng kháng tiêu hóa trong ống nghiệm tinh bột khoai lang carboxymethyl khá cao ($\text{RS} = 57,8\%$) và sau khi ghép quercetin, tinh bột có $\text{DS} > 0,074$ và RS tăng nhẹ ($\text{RS} = 67,5\%$) [4]. Hà và cs (2024) [5] đã tổng hợp tinh bột hạt mít carboxymethyl có $\text{DS} = 0,57$ và $\text{RS} = 40\%$ khi phản ứng carboxymethyl hóa xảy ra ở nồng độ NaOH 10%.

Việc nghiên cứu và ứng dụng tinh bột ít phổ biến đang là xu hướng khi sự gia tăng nhu cầu tinh bột ngày càng cao và chuối xanh được biết đến là nguồn tinh bột dồi dào (60 - 80%). Hàm lượng RS2 trong tinh bột chuối xanh khoảng 50% [16], nên chuối xanh rất có lợi cho sức khỏe,

ngăn ngừa các bệnh mãn tính như: Ung thư ruột kết, cholesterol cao, đái tháo đường và béo phì. Tuy nhiên, RS2 dễ bị biến mất trong quá trình nghiền và chế biến [3], vì vậy một số phương pháp đã được áp dụng nhằm tăng hàm lượng RS trong tinh bột chuối xanh như: Phương pháp vật lý (chiếu xạ vi sóng [17], xử lý nhiệt - ẩm [18]), hóa học (hydroxypropyl hóa) [19], phosphoryl hóa [20]), hoặc phương pháp xử lý bằng enzyme [21]. Ngoài ra, việc biến tính tinh bột chuối xanh không chỉ cải thiện RS mà còn cải thiện độ ổn định khi đông lạnh - rã đông, gelatin hóa, độ trong, mở rộng khả năng ứng dụng trong thực phẩm.

Hiện nay, chưa có nghiên cứu nào về quá trình carboxymethyl hóa tinh bột chuối xanh. Vì vậy, trong nghiên cứu này, đã tiến hành carboxymethyl hóa tinh bột chuối xanh và nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ NaOH đến độ thế DS và khả năng tiêu hóa, đồng thời đánh giá các tính chất lý hóa, tính năng của tinh bột chuối sau quá trình xử lý.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu, hóa chất

Chuối tiêu xanh (*Musa* sp.) được thu hoạch từ các vườn trồng chuối quy mô lớn trên địa bàn tỉnh Phú Thọ, ở mốc thời gian 85 - 90 ngày kể từ khi ra hoa.

Bộ kit thử K-RSTAR (xác định tinh bột kháng tiêu) của hãng Megazym, Ireland. Sodium hydroxide, sodium bisulfite, monochloroacetic axit, isopropanol, acetic axit, chloric axit, sodium chloride xuất xứ Sigma - Aldrich.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Quá trình tách, tinh chế tinh bột

Tinh bột chuối xanh (BS) được chiết xuất theo quy trình của Waliszewski và cs (2003) [22] có sửa đổi. Sau khi gọt vỏ, phần ruột chuối xanh được thái lát mỏng (2 - 3 mm) và ngâm trong dung dịch natri bisulfite 0,5%. Hỗn hợp được nghiền nhuyễn bằng máy xay và được lọc qua

vải lọc để loại bỏ phần bã. Huyền phù tinh bột được để lắng, gạn rửa nhiều lần với nước để loại bỏ hóa chất dư, rửa sạch tinh bột. Cuối cùng, huyền phù tinh bột được sấy khô ở 50°C và bảo quản trong túi polypropylene.

2.2.2. Quá trình carboxymethyl hóa

Phản ứng cacboxymethyl hóa được thực hiện bằng monochloroacetic axit (MCA) với sự có mặt của NaOH theo Nisit và cs (2011) [7]. Cho 50 g tinh bột vào 250 mL nước cất chứa NaOH (khối lượng NaOH bằng 5 - 12% khối lượng tinh bột), khuấy đều trong 30 phút để tạo huyền phù. Sau đó, 250 mL dung dịch MCA ($m_{MCA} = 6\% m_{\text{tinh bột}}$) được thêm vào hỗn hợp huyền phù và tiếp tục khuấy. Kết thúc phản ứng, trung hoà hỗn hợp bằng CH_3COOH . Lọc và rửa sản phẩm bằng etanol 85%, sấy khô sản phẩm ở 50°C trong 14 giờ.

2.2.3. Phương pháp đánh giá khả năng tiêu hóa

Hàm lượng tinh bột kháng tiêu (RS), tinh bột tiêu hóa nhanh (RDS) và tinh bột tiêu hóa chậm (SDS) được xác định theo AOAC 2002.02 [23] bằng bộ kit test tinh bột kháng tiêu Megazyme.

* Hàm lượng RS: 0,1 g tinh bột được ủ trong 4 mL dung dịch α -amylase tuyến tụy và amyloglucosidase ở 37°C trong 16 giờ. Phản ứng được kết thúc bằng dung dịch IMS 50% (tỷ lệ thể tích ethanol: methanol: nước là 19: 1: 20) và ly tâm để tách các thành phần nổi phía trên và cận. Hòa tan cận trong KOH 2M trong bể nước đá, bổ sung dung dịch đệm natri axetat 1,2 M và thủy phân thành glucose bằng amyloglucosidase ở 50°C trong 30 phút. Sau đó, bổ sung thuốc thử glucose oxidase/peroxidase (GOPOD) vào dung dịch và ủ ở 50°C trong 20 phút. Tiến hành đo độ hấp thụ quang của mẫu phân tích trên quang phổ kế UV-VIS tại bước sóng $\lambda = 510 \text{ nm}$.

* Hàm lượng RDS: Ủ 0,1 g mẫu với 4 mL hỗn hợp α -amylase và amyloglucosidase (AMG) ở 37°C trong 20 phút. Phản ứng được kết thúc

bằng cách thêm 4 mL ethanol vào huyền phù sau đó ly tâm. Định mức 2 ml phần dịch chứa RDS bằng dung dịch natri axetat (100 mM, pH = 4,5) đến 100 mL. Sau đó, thêm 0,1 mL dung dịch vừa định mức vào 0,01 mL dung dịch AMG (300 U/mL) ở 50°C trong 20 phút. Cuối cùng, thêm 3 mL thuốc thử GOPOD vào dung dịch và ủ ở 50°C trong 20 phút nữa. Độ hấp thụ quang của các mẫu được đo ở bước sóng $\lambda = 510 \text{ nm}$ trên quang phổ kế UV-VIS.

Mẫu trắng là hỗn hợp dung dịch đệm natri acetate (100 mM, pH = 4,5) với thuốc thử GOPOD. Mẫu chuẩn là hỗn hợp dung dịch D-glucose chuẩn với thuốc thử GOPOD.

$$RS(\%) = (\Delta E \times F \times 90) / W$$

$$RDS(\%) = (\Delta E \times F \times 45) / W$$

$$SDS(\%) = 100 - (RS + RDS)$$

Trong đó: ΔE là độ hấp thụ (phản ứng) đọc trên mẫu trắng; F là chuyển đổi từ độ hấp thụ sang microgam ($F = 100 \mu\text{g D-glucose}$) chia cho độ hấp thụ GOPOD của $100 \mu\text{g D-glucose}$ này; W là khối lượng khô của mẫu phân tích (mg).

2.2.4. Độ thế của tinh bột carboxymethyl

Độ thế (DS) được định nghĩa là số nhóm thế trung bình của mỗi đơn vị anhydroglucose (AGU). AGU chứa ba nhóm hydroxyl, vì thế DS có thể đạt tối đa là 3. Axit hoá các nhóm carboxymetyl trong CMS bằng dung dịch HCl 5%. Tinh bột axit hoá sau đó được kết tủa trong metanol. Lọc, rửa bằng metanol và sấy ở 50°C. Tinh bột khô được hòa tan bằng một lượng dư dung dịch NaOH 0,1M. Chuẩn độ lượng NaOH dư bằng dung dịch HCl 0,1M.

Độ thế của tinh bột CMS được tính theo công thức:

$$DS = \frac{W_c \times M_a}{(100 - W_c) \times M_c}$$

Trong đó: M_a là khối lượng mol của 1 đơn vị anhydroglucose (162 g/mol); M_c là khối lượng mol của nhóm carboxymetyl (58 g/mol); W_c là

hàm lượng nhóm carboxymetyl, tính theo % khối lượng mẫu:

$$W_c = \frac{C \times M_c \times (V_{tr} - V_m) \times 10^{-3}}{m_m} \times 100 \times \frac{100}{100 - W_m}$$

Trong đó: C là nồng độ dung dịch HCl dùng để chuẩn độ (mol/L); V_{tr} là thể tích dung dịch HCl dùng để chuẩn mẫu trắng (mL); V_m là thể tích dung dịch HCl dùng để chuẩn mẫu (mL); M là khối lượng của mẫu thử (g); W_m là độ ẩm của tinh bột CMS (%).

2.2.5. Tính năng và đặc trưng lý hóa của tinh bột

* Khả năng trương nở (SP) và độ tan (WSI):

Khoảng 1 g mẫu tinh bột được trộn kỹ với 10 mL nước và đặt vào bể ổn nhiệt ở các nhiệt độ khác nhau (60, 70, 80, 90°C) trong 30 phút. Huyền phù sau đó được làm nguội đến nhiệt độ phòng trước khi ly tâm ở tốc độ 1.600 vòng/phút trong 15 phút. Phần nổi phía trên được sấy khô ở nhiệt độ 110°C trong 24 giờ để xác định độ hòa tan. Phần cặn lắng phía dưới được dùng để xác định khả năng trương nở.

$$SP \text{ (g/g)} = (m_2 - m_0) / m_0$$

$$WSI \text{ (%) } = (m_1 / m_0) \times 100$$

Trong đó: m_1 là khối lượng phần hòa tan của mẫu (g); m_2 là khối lượng của cặn lắng (g); m_0 là khối lượng của mẫu khô ban đầu (g).

* Khả năng hấp thụ dầu (OAC) và hấp thụ nước (WAC):

Khả năng hấp thụ dầu/nước được xác định theo phương pháp của Beuchat (1977) [24]. Cân 1 g tinh bột cho vào ống nghiệm, sau đó thêm 25 mL nước cất (xác định WAC) hoặc 25 mL dầu thực vật (xác định OAC). Huyền phù được trộn kỹ, sau đó để yên trong 1 giờ ở nhiệt độ phòng trước khi ly tâm (tốc độ 1.500 vòng/phút trong 10 phút). Phần nổi phía trên được dùng để xác định khả năng hấp thụ nước/dầu của tinh bột.

$$OAC \text{ (WAC) (mL/g)} = (V_1 - V_2) / m_0$$

Trong đó: V_1 là thể tích dầu (hoặc nước) ban đầu (mL); V_2 là thể tích dầu (hoặc nước) sau ly tâm (mL); m_0 là khối lượng của mẫu khô ban đầu (g).

* Độ bền lạnh đông - tan giá:

Huyền phù của tinh bột trong nước (6%, w/v) được gia nhiệt cho đến khi hồ hóa hoàn toàn và sau đó để nguội đến nhiệt độ phòng. Lấy khoảng 10 mL mẫu gel để tiến hành xác định độ bền lạnh đông - tan giá. Mẫu gel được để ở nhiệt độ -20°C trong 24 giờ, sau đó rã đông ở nhiệt độ phòng trong 2 giờ. Tiếp theo, mẫu được ly tâm ở tốc độ 3.000 vòng/phút trong 15 phút, phần dịch nổi được lấy ra để xác định khối lượng, phần lắng phía dưới tiếp tục được đưa vào tủ đông. Chu kỳ lạnh đông - tan giá được lặp lại 4 lần.

$$\text{Độ bền lạnh đông - tan giá (\%)} = (m_1 / m_0) \times 100$$

Trong đó: m_1 là khối lượng nước thoát ra sau mỗi chu kỳ lạnh đông - tan giá (g); m_0 là khối lượng mẫu tinh bột đã hồ hóa (g).

* Đặc trưng lý hóa:

Hình thái bề mặt của tinh bột/bột được phân tích SEM trên thiết bị JMS-6510LV (JEOL, Nhật Bản) của Viện Kỹ thuật Nhiệt đới, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Phổ hồng ngoại FTIR được thực hiện trên máy đo quang phổ FTIR Affinity-1S (Shimadzu, Nhật Bản) tại Khoa Hóa, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

Cấu trúc tinh thể của tinh bột/bột chuỗi xanh được nghiên cứu bằng nhiễu xạ tia X (XRD) trên máy đo nhiễu xạ Siemens-D5000 với phạm vi quét từ 5 - 80° tại Khoa Hóa, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

Độ kết tinh tương đối của tinh bột được tính bằng công thức:

$$RC (\%) = \frac{A_c}{A_c + A_a} \times 100$$

Trong đó: A_c là vùng tinh thể trên ảnh nhiễu xạ tia X; A_a là vùng vô định hình trên ảnh nhiễu xạ tia X.

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Trong nghiên cứu này, mỗi thí nghiệm được thực hiện ba lần lặp lại. Dữ liệu thu thập được tổng hợp và xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2010, sau đó phân tích phương sai (ANOVA) và kiểm định Bonferroni để đánh giá sự khác biệt giữa các số liệu thực nghiệm với mức ý nghĩa dưới 0,05.

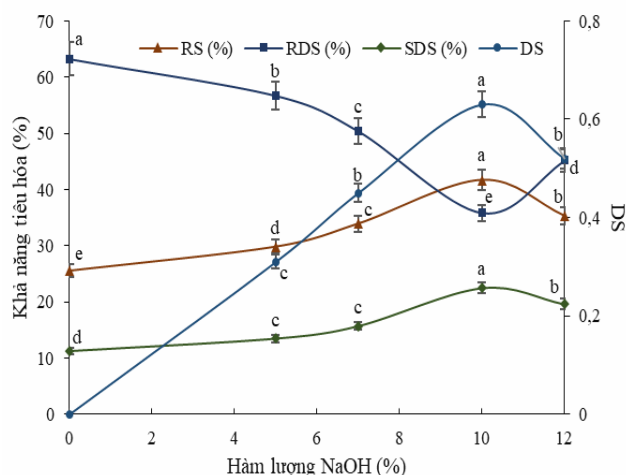
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Tinh bột chuối xanh biến tính CMS5, CMS7, CMS10, CMS12 được carboxymethyl hóa với hàm lượng NaOH 5%, 7%, 10%, 12% (so với khối lượng tinh bột), tương ứng.

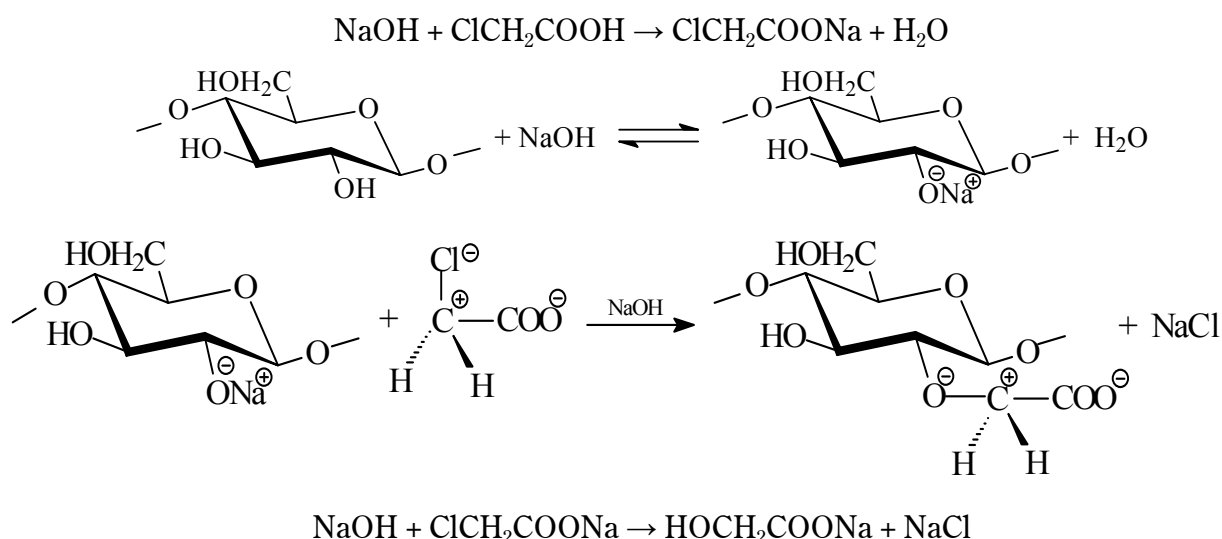
3.1. Độ thế và khả năng tiêu hóa

Khi tăng hàm lượng NaOH từ 5 - 10% thì DS tăng (từ 0,31 lên 0,63), điều này chứng tỏ môi trường kiềm đóng vai trò là chất trương nở tạo điều kiện thuận lợi cho sự khuếch tán và xâm nhập của các chất ethylene đến cấu trúc hạt của

tinh bột [25]. Tuy nhiên, khi tăng hàm lượng NaOH lên 12%, DS có xu hướng giảm (DS = 0,52), do môi trường kiềm mạnh gây hồ hóa tinh bột, ngăn cản tiếp xúc giữa MCA và tinh bột trong hỗn hợp phản ứng [5]. Mặt khác, nồng độ NaOH cao sẽ làm tăng khả năng tạo sản phẩm phụ là sodium glycolat làm cản trở sự tiếp xúc giữa MCA và tinh bột trong hỗn hợp phản ứng làm giảm hiệu quả của phản ứng.



Hình 1. Độ thế (DS) và khả năng tiêu hóa (RS, RDS, SDS) của tinh bột chuối carboxymethyl với hàm lượng NaOH khác nhau



Hình 2. Sơ đồ phản ứng carboxymethyl hóa giữa tinh bột và monochloroacetic axit [25]

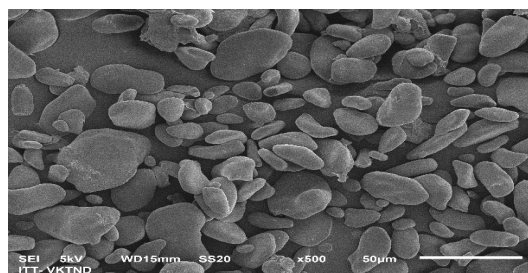
DS càng cao chứng tỏ nhóm carboxymethyl trong chuỗi polysaccharide càng nhiều, do đó cấu trúc tinh bột càng trở nên công kênh, cản trở cấu

trúc không gian, ngăn cản sự tiếp xúc của enzyme với tinh bột [5, 6], do đó hàm lượng RS trong tinh bột tăng lên. Với hàm lượng NaOH 10%, hàm

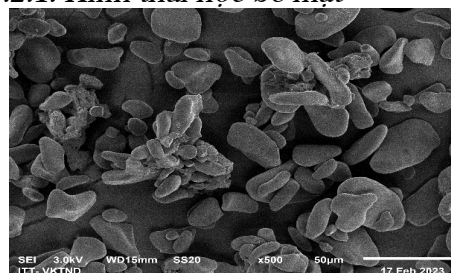
lượng RS và SDS đạt giá trị cao nhất (42,36% và 19,27%), RDS đạt giá trị thấp nhất (38,37%).

3.2. Đặc trưng lý hóa

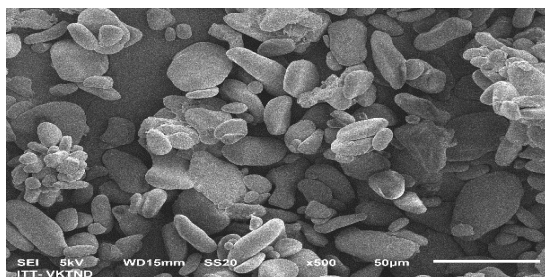
3.2.1. Hình thái học bề mặt



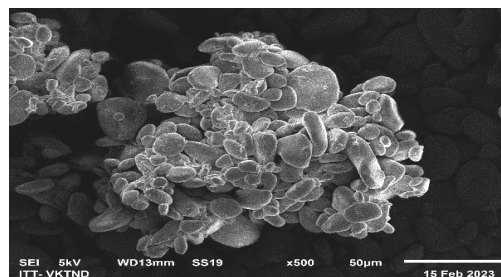
a. GB



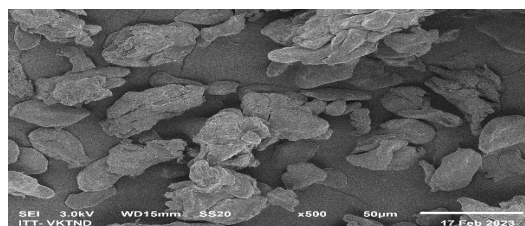
b. CMS5



c. CMS7



d. CMS10



e. CMS12

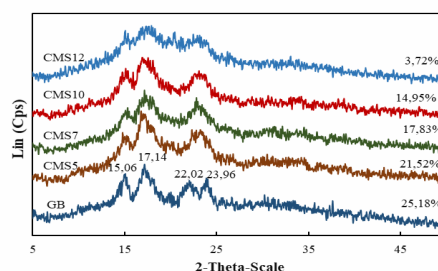
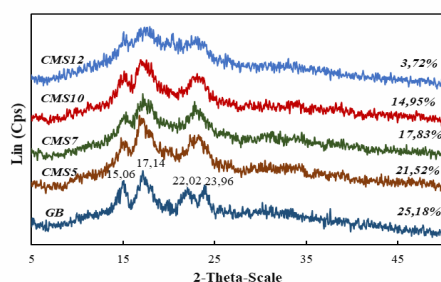
Hình 3. Ảnh SEM (x 500) của tinh bột chuối xanh trước và sau quá trình carboxymethyl hóa

Hạt GB có hình bầu dục hoặc thuôn dài tự do với kích thước khác nhau, bề mặt tương đối nhẵn, các hạt tách rời nhau (Hình 3a). Các hạt tinh bột CMS5, CMS7, CMS10 không có sự thay đổi nhiều so với hạt GB giống như hạt tinh bột CMS12. Khi hàm lượng NaOH trong quá trình biến tính càng cao, hiện tượng kết tụ thành khối và gel hóa xuất hiện càng nhiều (Hình 3b, c, d), đặc biệt ở hàm lượng NaOH 12%. Việc tăng hàm lượng NaOH dẫn đến hiện tượng hồ hóa kiềm

làm hỏng bề mặt của hạt tinh bột, gây mất hình thái và tính ổn định của cấu trúc phân tử của hạt tinh bột [5, 15].

Mặt khác, sự phá vỡ cấu trúc hạt ở hàm lượng 12% liên quan đến sự cắt chuỗi và giảm độ bền của tinh bột, tạo điều kiện để enzyme xâm nhập [5]. Điều này giải thích lý do RS giảm ở CMS12.

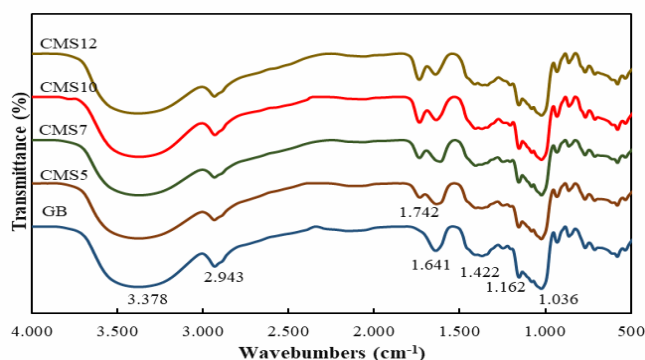
3.2.2. Nhiễu xạ tia X



Hình 4. Biểu đồ nhiễu xạ tia X của tinh bột chuối xanh trước và sau quá trình carboxymethyl hóa

Các peak ở $\sim 15^\circ$, $\sim 17^\circ$, $\sim 22 - 24^\circ$ trên mẫu GB đặc trưng cho cấu trúc kết tinh kiểu “B” có cường độ giảm dần khi tăng hàm lượng NaOH từ 5 - 12%. Hàm lượng NaOH càng cao thúc đẩy quá trình thủy phân các chuỗi amylose dẫn đến sự biến dạng của hạt tinh bột [5], kết quả là độ kết tinh giảm từ 25,18% (GB) xuống 3,72% (CMS12). Điều này chứng tỏ, cấu trúc hạt của tinh bột gần như bị phá vỡ, phù hợp với kết quả SEM (Hình 3).

3.2.3. Phổ hồng ngoại FTIR



Hình 5. Phổ FTIR của tinh bột chuối xanh ban đầu và tinh bột carboxymethyl hóa

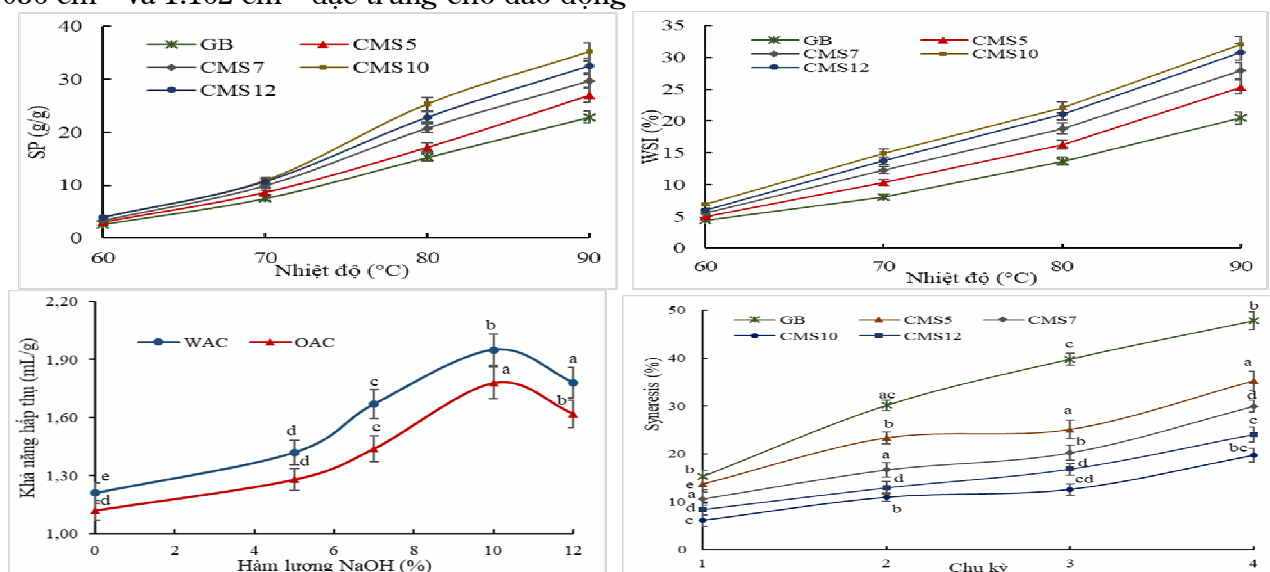
Về cơ bản, phổ hồng ngoại của tinh bột tự nhiên (GB) và các CMS không khác nhau nhiều, các phổ đều xuất hiện peak rộng 3.378 cm^{-1} và 2.943 cm^{-1} đặc trưng cho dao động hóa trị nhóm -OH và dao động hóa trị không đối xứng của liên kết $-\text{CH}_2\text{ no}$; peak 1.422 cm^{-1} đặc trưng cho dao động biến dạng của liên kết $-\text{CH}-\text{no}$. Các đỉnh ở 1.036 cm^{-1} và 1.162 cm^{-1} đặc trưng cho dao động

của các nhóm hydroxyl và các nhóm C-O-C của anhydroglucose. Peak 1.641 cm^{-1} biểu thị sự biến dạng rung động của nước hấp thụ.

Sự khác biệt rõ ràng nhất của GB và CMS là sự xuất hiện thêm vai peak 1.742 cm^{-1} bên cạnh peak 1.641 cm^{-1} đặc trưng cho dao động hóa trị của nhóm C = O và khi hàm lượng NaOH tăng, cường độ của peak 1.742 cm^{-1} càng mạnh còn peak 1.641 cm^{-1} càng giảm, điều này chứng tỏ đã xảy ra phản ứng carboxymethyl hóa [5, 13].

3.3. Tính năng của tinh bột

Độ trương nở (SP) và độ tan trong nước (WSI) của tinh bột được khảo sát ở các nhiệt độ khác nhau (60°C , 70°C , 80°C , 90°C). Nhiệt độ càng cao, SP và WSI của tinh bột tăng lên và các mẫu tinh bột có sự thay đổi đáng kể. Quá trình carboxymethyl hóa đã làm tăng SP và WSI của tinh bột. Ở 90°C , SP của tinh bột CMS tăng từ 4,14 – 12,30 g/g so với GB (22,84 g/g). Cụ thể, SP của CMS5, CMS7, CMS10, CMS12 lần lượt là 26,98, 29,63, 35,14, 132,52 g/g. Tương tự, WSI của tinh bột CMS tăng 4,89 – 11,55% so với GB (20,46%), WSI của CMS5, CMS7, CMS10, CMS12 lần lượt là 25,35, 27,94, 32,01, 30,82%. Như vậy, khả năng trương nở và độ tan trong nước được sắp xếp theo thứ tự: $\text{GB} < \text{CMS5} < \text{CMS7} < \text{CMS12} < \text{CMS10}$.



Hình 6. Một số tính năng của tinh bột chuối xanh ban đầu và tinh bột carboxymethyl hóa

Sự xuất hiện của nhóm carboxymethyl ($-\text{CH}_2\text{COO}$) làm tăng độ phân cực trong tinh bột do lực đẩy tĩnh điện giữa các chuỗi polysaccharide [26] và sự biến dạng của các hạt tinh bột (Hình 2) có thể làm tăng khả năng thẩm thấu của các phân tử nước [5]. Điều đó làm tăng độ trương nở và độ hòa tan trong nước của CMS, cũng như giải thích lý do tại sao CMS10 có SP và WSI lớn nhất.

Khả năng hấp thụ nước và dầu (WAC và OAC) của tinh bột CMS cao hơn nhiều so với tinh bột chuối ban đầu (WAC và OAC lần lượt là 1,21 và 1,12 mL/g). WAC tăng mạnh (từ 1,42 lên 1,95 mL/g) khi hàm lượng NaOH tăng từ 5 - 10%, sau đó giảm khi hàm lượng NaOH là 12%. Xu hướng của OAC cũng tương tự WAC, OAC của CMS5, CMS7, CMS10 và CMS12, lần lượt là 1,28, 1,44, 1,78 và 1,62 mL/g.

Khả năng hấp thụ dầu và nước của tinh bột CMS tỷ lệ thuận với độ thể của quá trình carboxymethyl hóa do nhóm carboxymethyl ($-\text{CH}_2\text{COO}$) làm tăng khả năng hấp thụ chất lỏng. Ngoài ra, môi trường kiềm mạnh thúc đẩy sự phân cắt chuỗi polysaccharide dẫn đến sự gia tăng vùng vô định hình. Điều đó làm tăng sự hấp thụ chất lỏng của tinh bột biến tính bằng lực hút mao dẫn [8].

Việc giải phóng nước trong mỗi chu kỳ lạnh đông - tan giá có liên quan đến sự ổn định của gel tinh bột. Lượng nước giải phóng của mẫu GB tăng nhanh từ 15,24% (chu kỳ 1) đến 47,83% (chu kỳ 4). Các mẫu CMS có độ bền lạnh đông - tan giá cao hơn so với GB và tỷ lệ thuận với DS. Sau 4 chu kỳ, độ bền lạnh đông - tan giá của các mẫu CMS được sắp xếp theo thứ tự tăng dần: CMS5 (35,25%) < CMS7 (29,94%) < CMS12 (24,04%) < CMS10 (19,71%).

Độ bền lạnh đông - tan giá được cải thiện của CMS có thể do sự sắp xếp chuỗi tinh bột bị chậm lại, điều này liên quan đến nhóm hydroxyl có trong tinh bột. Tinh bột CMS có ít nhóm hydroxyl, độ bền lạnh đông - tan giá càng cao [6]. Ngoài ra, nhiều nhóm ưa nước $-\text{COO}-$ trong

các mẫu CMS góp phần tăng khả năng giữ phân tử nước trong cấu trúc [5].

4. KẾT LUẬN

Quá trình carboxymethyl hóa với hàm lượng 10% cho độ thể cao nhất (0,63), hàm lượng tinh bột kháng tiêu đạt 41,67%, cao hơn so với tinh bột ban đầu 16,11%. Cấu trúc hạt bị biến dạng nghiêm trọng khi tăng hàm lượng NaOH lên 12% dẫn đến độ kết tinh giảm mạnh (từ 25,18% xuống 3,72%). Tinh bột chuối carboxymethyl có khả năng trương nở, độ tan trong nước, khả năng hấp thụ dầu/nước và độ bền lạnh đông - tan giá được cải thiện rõ rệt, đặc biệt là tinh bột được xử lý với hàm lượng NaOH 10%. Ở 90°C, SP và WSI của CMS10 lần lượt là 32,52 g/g và 30,82%. Sau 4 chu kỳ lạnh đông - tan giá, lượng nước CMS10 giải phóng ra khoảng 24%, thấp hơn đáng kể lượng nước GB giải phóng ra (47,83%). Sự thay đổi tính năng và hàm lượng RS giúp mở rộng khả năng ứng dụng trong ngành thực phẩm của tinh bột chuối carboxymethyl.

LỜI CẢM ƠN

Công trình nghiên cứu này được thực hiện với sự hỗ trợ kinh phí của Bộ Khoa học và Công nghệ thông qua đề tài mã số: ĐTDL.CN-115/21.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Fuentes-Saragoza, E., Sánchez-Zapata, E., Sendra, E., Sayas, E., Navarro, C., Fernández-López, J. & Pérez-Alvarez, J. A. (2011). Resistant starch as prebiotic: A review. *Starch/Stärke*, 63, 406 – 415.
2. Sajilata, M. G., Singhal, R. S. & Kulkarni, P. R. (2006). Resistant starch – A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 4, 1 – 17.
3. Bojarczuk, A., Skapska, S., Mousavi Khaneghah, A. & Marszałek, K. (2022). Health benefits of resistant starch: A review of the literature. *Journal of Functional Foods*, 93, 105094.
4. Lv, X., Ye, F., Li, J., Ming, J. & Zhao, G. (2016). Synthesis and characterization of a novel antioxidant RS4 by esterifying carboxymethyl

sweetpotato starch with quercetin. *Carbohydrate Polymers*, 152, 31 – 38.

5. Pham, T. T., Nguyen, T. D., Pham, N. A., Le, T. H. T., Nguyen, N. T., Nguyen, T. T. & Nguyen, T. T. (2024). The effects of substitution degree in the carboxymethylation of jackfruit seed starch on starch digestibility. *Food Biophysics*, 19, 1068 – 1076.

6. Liu, J., Ming, J., Li, W. & Zhao, G. (2012). Synthesis, characterisation and in vitro digestibility of carboxymethyl potato starch rapidly prepared with microwave-assistance. *Food Chemistry*, 133(4): 1196 – 1205.

7. Nisit, K., Suwakon, J. & Ornanong, K. (2011). Preparation of cross-linked carboxymethyl jackfruit starch and evaluation as a tablet disintegrant. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 24(4): 415 – 420.

8. Spychaj, T., Wilpiszewska, K. & Zdanowicz, M. (2012). Medium and high substituted carboxymethyl starch: Synthesis, characterization and application. *Starch/Stärke*, 65(1 – 2): 22 – 33.

9. Tijssen, C. J., Kolk, H. J., Stamhuis, E. J. & Beenackers, A. A. C. M. (2001). An experimental study on the carboxymethylation of granular potato starch in non-aqueous media. *Carbohydrate Polymers*, 45, 219 – 226.

10. El-Sheikh, M. A. (2010). Carboxymethylation of maize starch at mild conditions. *Carbohydrate Polymers*, 79, 875 – 881.

11. Jie, Y., Wen-Ren, C., Manurung, R. M., Ganzeveld, K. J. & Heeres, H. J. (2004). Exploratory studies on the carboxymethylation of cassava starch in water-miscible organic media. *Starch/Stärke*, 56, 100 – 106.

12. Sangseethong, K., Ketsilp, S. & Sriroth, K. (2005). The role of reaction parameters on the preparation and properties of carboxymethyl cassava starch. *Starch/Stärke*, 57, 84 – 91.

13. Kittipongpatana, O. S., Sirithunyalug, J. & Laenger, R. (2006). Preparation and physicochemical properties of sodium

carboxymethyl mungbean starches. *Carbohydrate Polymers*, 63, 105 – 113.

14. Kooijman, L. M., Ganzeveld, K. J., Manurung, R. M. & Heeres, H. J. (2003). Experimental studies on the carboxymethylation of arrowroot starch in isopropanol-water media. *Starch/Stärke*, 55, 495 – 501.

15. Rachtanapun, P., Simasatitkul, P., Chaiwan, W. & Watthanaworasakun, Y. (2012). Effect of sodium hydroxide concentration on properties of carboxymethyl rice starch. *International Food Research Journal*, 19(3): 923 – 931.

16. Tribess, T. B., Hernández-Uribe, J. P., Méndez-Montealvo, M. G. C., Menezes, E. W., Bello-Perez, L. A. & Tadini, C. C. (2009). Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions. *LWT - Food Science and Technology*, 42(5): 1022 – 1025.

17. Surendra Babu, A., Mohan Naik, G. N., James, J., Aboobacker, A. B., Eldhose, A. & Jagan Mohan, R. (2018). A comparative study on dual modification of banana (*Musa paradisiaca*) starch by microwave irradiation and cross-linking. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12, 2209 – 2218.

18. Wu, T. Y., Tsai, S. J., Sun, N. N., Dai, F. J., Yu, P. H. & Chau, C. F. (2020). Enhanced thermal stability of green banana starch by heat-moisture treatment and its ability to reduce body fat accumulation and modulate gut microbiota. *International Journal of Biological Macromolecules*, 160, 915 – 924.

19. Waliszewski, K. N., Aparicio, M. A., Bello, L. A. & Monroy, J. A. (2003). Changes of banana starch by chemical and physical modification. *Carbohydrate Polymers*, 52, 237 – 242.

20. Vu, M. T., Nguyen, K. A. T., Pham, M. H. T., Le, H. N. T., Nguyen, N. T., Nguyen, T. T. & Nguyen, P. H. (2024). Noodle production for diabetics from modified green banana starch by phosphate cross-linking. *Starch/Stärke*, 2400001.

21. Garofalo, M. A., Villon, P., Cornejo, F. & Rosell, C. M. (2024). Exploring the effects of enzymatic and thermal treatments on banana starch characteristics. *International Journal of Biological Macromolecules*, 254, 127748.
22. Waliszewski, K. N., Aparicio, M. A., Bello, L. A. & Monroy, J. A. (2003). Banana starch: Production, physicochemical properties and digestibility - a review. *Carbohydrate Polymers*, 52, 237 – 242.
23. Megazyme (2015). Resistant starch assay procedure. <http://secure.megazyme.com/downloads/en/data/K-RSTAR.pdf> (Accessed 20 July 2017).
24. Beuchat, L. R. (1977). Functional and electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour protein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 25(2), 258 – 261.
25. Lawal, O. S., Lechner, M. D., Hartmann, B. & Kulicke, W. M. (2007). Carboxymethyl cocoyam starch: Synthesis, characterisation and influence of reaction parameters. *Starch/Stärke*, 59, 224 – 233.
26. Wang, Y., Ju, B. & Zhang, S. (2012). Viscosity properties of acetylated carboxymethyl starch. *Carbohydrate Polymers*, 90, 696 – 702.

STUDY ON THE MODIFICATION OF GREEN BANANA STARCH BY CARBOXYMETHYLATION METHOD

Nguyen Phan Hang¹, Vu Minh Tan², Nguyen Thi Kim An²,
Hoang Minh Quan³, Pham Ngoc Anh^{1,4}, Pham Thi Thu Ha⁴,
Nguyen Trung Duc⁴, Nguyen Thanh Tung^{1,4}

¹ Graduate University of Sciences and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology

² Hanoi University of Industry

³ Phacogen Institute of Technology

⁴ Institute of Chemistry, Vietnam Academy of Science and Technology

Abstract

The content of NaOH influences the substitution of carboxymethyl groups in the polysaccharide chain and the digestibility of banana starch. The carboxymethylation process exhibits a high degree of substitution (DS) ranging from 0.31 to 0.63 and the resistant starch (RS) content increases from 29.84% to 41.67% as the sodium hydroxide concentration rises from 5% to 10%. At a NaOH concentration of 12%, the granular structure is disrupted and the crystallinity significantly decreased (from 25.18% to 3.72%), lead to a reduction in both DS and RS content (0.52 and 35.28%, respectively). Therefore, banana starch treated with 10% NaOH relative to starch weight is considered optimal. At this concentration, the functional properties of the starch reached their highest values, such as swelling capacity (35.14 g/g at 90°C), water solubility (32.01% at 90°C), freeze-thaw stability (19.71% after four freeze-thaw cycles) and oil and water absorption capacities (OAC 1.78 mL/g and WAC 1.95 mL/g).

Keywords: Carboxymethylation, resistant starch type 4 (RS4), green banana starch.

Ngày nhận bài: 8/01/2025

Ngày chuyển phản biện: 16/01/2025

Ngày thông qua phản biện: 17/02/2025

Ngày duyệt đăng: 25/3/2025

ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ SẤY ĐỐI LƯU ĐẾN HÀM LƯỢNG POLYPHENOL VÀ HOẠT TÍNH CHỐNG OXY HÓA CỦA BỘT MÍT NON VÀ BỘT XƠ MÍT (*Artocarpus heterophyllus* Lam)

Đặng Mai Thy¹, Mai Thanh Thoại¹, Lê Thị Chúc Phương¹,

Nguyễn Hà Đăng Huy¹, Dương Thị Phụng Liên^{2,*}

¹Sinh viên ngành Công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ

²Viện Công nghệ sinh học và Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ

*Email: dtplien@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ sấy (50, 60, 70°C) bằng không khí nóng đối lưu đến khả năng duy trì các thành phần hoạt tính sinh học trong bột mít non và bột xơ mít, thông qua việc xác định hàm lượng polyphenol tổng số (TPC) và khả năng loại gốc tự do 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Đường cong sấy thể hiện tương quan giữa tỷ số độ ẩm (MR) với thời gian sấy cùng với năng lượng hoạt hóa (Ea) của quá trình sấy cho 2 dạng nguyên liệu mít non và xơ mít cũng được xác định. Nhiệt độ và thời gian sấy tối ưu được đề xuất nhằm hạn chế sự tổn thất các thành phần có hoạt tính sinh học trong quá trình xử lý nhiệt. Mô hình Lewis-Newton thích hợp để mô tả quá trình giảm ẩm ở các điều kiện nhiệt độ sấy cho cả hai dạng nguyên liệu. Năng lượng hoạt hóa khi sấy mít non và xơ mít lần lượt là 29,48 kJ/mol và 30,32 kJ/mol. Nhiệt độ sấy thích hợp cho cả mít non và xơ mít là ở 60°C. Khi đó, bột mít non có TPC và khả năng loại gốc tự do DPPH lần lượt là $8,01 \pm 0,16$ mg GAE/g và $89,29 \pm 0,32\%$, với thời gian sấy 4,3 giờ. Trong khi đó, bột xơ mít với thời gian sấy 4,8 giờ, có TPC là $2,61 \pm 0,30$ mg GAE/g và khả năng loại gốc DPPH đạt $33,49 \pm 0,56\%$. Kết quả nghiên cứu mở ra khả năng tận dụng mít non và xơ mít bổ sung vào sản phẩm thực phẩm giúp cải thiện hoạt tính chống oxy hóa.

Từ khóa: DPPH, mít non, polyphenol tổng số, sấy đối lưu, xơ mít.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mít có tên khoa học là *Artocarpus heterophyllus* Lam, thuộc họ Dâu tằm (Moraceae), được cho là xuất phát từ Ấn Độ và Bangladesh. Hiện nay, mít được trồng phổ biến tại nhiều nước ở Nam và Đông Nam Á, đặc biệt là Bangladesh, Myanmar, Nepal, Sri Lanka, Thái Lan, Malaysia, Indonesia, Ấn Độ và Philippines [1].

Tại Việt Nam, mít được trồng rất phổ biến. Trong năm 2020, diện tích trồng mít (chủ yếu là mít Thái) đạt 58.511 ha, trong đó đồng bằng sông Cửu Long chiếm 30.045 ha. Năm 2021, sản lượng mít Thái ở các tỉnh phía Nam ước đạt khoảng 524.000 tấn, tăng 110% so với năm 2020

[2]. Tuy nhiên, nhiều nông dân trồng mít Thái cần thực hiện việc cắt tỉa và loại bỏ trái non, cùng với việc áp dụng các kỹ thuật chăm sóc để cây phát triển tốt. Về mặt dinh dưỡng, mít non (trên 100 g phần ăn được) chứa khoảng 2,0 - 2,6 g protein, 9,4 - 11,5 g carbohydrate. Đặc biệt, hàm lượng canxi (30 - 73 mg), kali (~287 mg) và vitamin C (12 - 14 mg) ở mít non cao hơn so với mít chín (canxi 20 - 37 mg, kali ~191 mg và vitamin C khoảng 7 - 10 mg). Xơ mít chiếm 25,35% trong quả mít [3]. Nhiều nghiên cứu đã xác định, xơ mít là nguồn cung cấp protein, chất xơ, đường khử, pectin và các polyphenol khác, bao gồm: Anthocyanin, coumarin và flavonoid

[4]. Những hợp chất sinh học này giúp tăng cường hệ miễn dịch, ức chế viêm và sự phát triển của khối u, ngăn ngừa và làm chậm sự phát triển của tế bào ung thư, đồng thời đóng vai trò như chất chống oxy hóa. Tuy nhiên, xơ mít thường bị xem là phế phẩm và bị loại bỏ [5].

Thực tế cho thấy, các phụ phẩm từ mít như trái non và xơ mít chứa nhiều dinh dưỡng và hợp chất chống oxy hóa, nhưng thường bị lãng phí. Nhiều nghiên cứu đã khai thác các phụ phẩm khác từ mít như hạt và vỏ để tạo ra sản phẩm bột có chất lượng cao. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là chế biến bột từ mít non và xơ mít, nhằm duy trì tốt nhất hoạt tính chống oxy hóa để tận dụng và đa dạng hóa sản phẩm từ phụ phẩm mít.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Chuẩn bị nguyên liệu

Mít non (khoảng 40 ngày tuổi sau khi đậu trái) bị loại ra trong quá trình tỉa trái được thu nhận từ các nhà vườn thuộc huyện Cái Bè, tỉnh Tiền Giang.

Xơ mít được thu mua tại chợ Tân An, phường Tân An, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ.

Nguyên liệu được thu gom vào bao bì polyethylene (PE) và vận chuyển về Phòng thí nghiệm Bộ môn Công nghệ Thực phẩm, Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ để tiến hành thí nghiệm.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Mít non và xơ mít được chọn lựa, rửa sạch và để ráo. Mít non được gọt vỏ, cắt thành lát mỏng (2 - 3 mm), trong khi xơ mít được cắt làm đôi theo chiều dài (khúc dài khoảng 2 cm). Dựa trên các thí nghiệm khảo sát và nghiên cứu liên quan, mít non và xơ mít được chần trong nước ở nhiệt độ 95 - 100°C (tỷ lệ nguyên liệu/nước là 1: 5) trong 1 phút. Sau đó, nguyên liệu được làm ráo và tiến hành sấy ở các mức nhiệt độ 50, 60, 70°C cho đến khi đạt độ ẩm dưới 10%, khi đó quá trình sấy kết thúc. Các lát mít non và xơ mít sau đó được nghiền và sàng qua rây (kích thước lỗ rây 0,25 mm) để tạo thành bột mịn. Bột mít non

và bột xơ mít được bảo quản trong các túi PE và giữ ở nhiệt độ 4°C chờ xác định các chỉ tiêu chất lượng. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần để đảm bảo tính chính xác.

2.3. Phương pháp phân tích và đo đạc các chỉ tiêu

Xác định độ ẩm: Bằng phương pháp sấy ở 105°C đến khối lượng không đổi [6].

Xây dựng đường cong sấy và xác định thời gian cần thiết của quá trình sấy sản phẩm bột từ mít non và xơ mít đến độ ẩm yêu cầu: Tủ sấy đối lưu tự nhiên Sibata (Nhật Bản) được sử dụng làm thiết bị sấy trong toàn bộ thí nghiệm. Nhiệt độ sấy được cài đặt và nguyên liệu được cho vào tủ sấy khi nhiệt độ không khí trong tủ đạt mức theo yêu cầu của thí nghiệm. Có ba mức nhiệt độ sấy khảo sát là: 50, 60, 70°C, tương ứng với độ ẩm tương đối không khí trong tủ sấy lần lượt là: 27,4; 16,3; 9,7%. Mẫu nguyên liệu (100 g) được trải thành một lớp trên khay và được sấy cho đến khi đạt độ ẩm dưới 10%. Sự thay đổi độ ẩm nguyên liệu được theo dõi trong suốt quá trình sấy tại các thời điểm cách nhau 15 phút (đối với mít non) và 10 phút (đối với xơ mít). Mô hình đường cong sấy được xây dựng theo mô hình Lewis – Newton [7]. Mức độ phù hợp của mô hình được xác định dựa trên giá trị R².

Phương trình Lewis – Newton (phương trình 1):

$$MR = \frac{M - M_e}{M_i - M_e} = e^{-kt} \quad (1)$$

Trong đó: MR, M, M_i, M_e là tỷ số độ ẩm, độ ẩm tại thời điểm t, độ ẩm ban đầu và độ ẩm cân bằng (%), tính theo căn bản khô; t là thời gian (phút); k là hằng số tốc độ sấy (phút⁻¹).

Xác định năng lượng hoạt hóa (E_a) của quá trình sấy: Để quan sát ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến các thông số động học thể hiện tốc độ sấy (k), phương trình Arrhenius đã được áp dụng (phương trình 2) [8].

$$k = k_0 \times \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right) \quad (2)$$

Trong đó: E_a là năng lượng hoạt hóa (kJ/mol) và được xác định bằng đồ thị tương quan giữa $\ln(k)$ với T^{-1} (K).

Xác định hàm lượng phenolic tổng (TPC):

Phương pháp trích mẫu: Trích ly mẫu (2 g) trong metanol (80%) đến thể tích 20 ml, để yên trong 24 giờ ở 4°C. Dung dịch được lọc để xác định TPC và khả năng loại gốc tự do DPPH [9].

Xác định TPC trong mẫu: TPC được xác định bằng phương pháp Folin-Ciocalteu [9]. Phenol phản ứng với axit phosphomolybdic trong thuốc thử Folin-Ciocalteu, xuất hiện phức chất có màu xanh trong môi trường kiềm. Đo độ hấp thụ của mẫu ở 765 nm bằng máy đo quang phổ UV. Căn cứ vào cường độ màu đo được trên máy quang phổ và dựa vào đường chuẩn axit garlic để xác định TPC có trong mẫu, chuyển kết quả tính được theo khối lượng chất khô của mẫu. Kết quả TPC được thể hiện qua đường lượng axit garlic có trong 1 g chất khô mẫu thử (mg GAE/g chất khô).

Xác định khả năng loại gốc tự do DPPH:

Khả năng loại gốc tự do DPPH (%) được xác định theo phương pháp của Ojwang và cs (2018) [9]. Các chất chống oxy hóa sẽ loại gốc DPPH bằng cách cho hydrogen, làm giảm độ hấp thụ tại bước sóng cực đại và màu của dung dịch phản ứng sẽ nhạt dần, chuyển từ tím sang vàng nhạt. Kết quả được tính theo căn bản khô.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Các thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại. Số liệu thu thập được phân tích phương sai (ANOVA) và kiểm định LSD để kết luận về sự sai khác giữa trung bình các nghiệm thức, với mức ý nghĩa 0,05. Phần mềm Stagraphics Centurion 15.1 và Microsoft Excel 2010 được sử dụng để xử lý số liệu và vẽ đồ thị.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Các chỉ tiêu hóa lý của nguyên liệu

Nguyên liệu là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm, vì vậy việc xác định các thành phần cơ bản của nguyên liệu ban đầu là cần thiết để tạo ra sản phẩm cuối có chất lượng tốt.

Nguyên liệu mít non sử dụng có các chỉ tiêu hóa lý như sau: Độ ẩm là $85,61 \pm 0,36\%$, hàm lượng chất khô hòa tan tổng (còn gọi là °Brix) là $3,69 \pm 0,24\%$, TPC đạt $4,43 \pm 0,19$ mg GAE/g và khả năng loại gốc DPPH là $88,69 \pm 0,51\%$. Theo Ranasinghe và Marapana (2019) [10], độ ẩm của mít non trong giai đoạn 6 - 7 tuần kể từ ngày ra hoa là $86,18 \pm 0,85\%$ và hàm lượng chất khô hòa tan là $3,4 \pm 0,7\%$. Các chỉ tiêu của mít non được sử dụng trong thí nghiệm tương tự như kết quả nghiên cứu của Ranasinghe và Marapana (2019) [10].

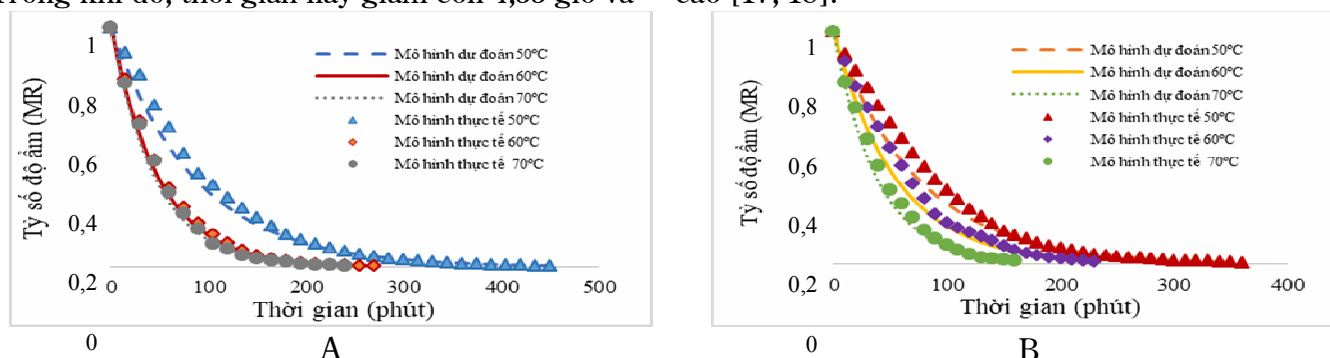
Nguyên liệu xơ mít có các chỉ tiêu hóa lý như sau: Độ ẩm là $78,57 \pm 0,53\%$, hàm lượng chất khô hòa tan là $7,1 \pm 0,6\%$, giá trị TPC là $1,62 \pm 0,09$ mg GAE/g và khả năng loại gốc DPPH là $19,61 \pm 0,57\%$. Độ ẩm trong xơ mít tương tự với kết quả nghiên cứu của Tống Thị Ánh Ngọc và cs (2018) [11] là $75,98 \pm 0,33\%$. Tuy nhiên, một số nghiên cứu khác báo cáo độ ẩm trong xơ mít lần lượt là 61,37% và 86,93% [12, 13]. TPC của xơ mít trong nghiên cứu này cũng tương đồng với kết quả nghiên cứu của Dương Thị Phượng Liên và cs (2024) [14], TPC của xơ mít theo ngày chín đạt từ 1,01 - 1,10 lên 1,32 - 1,52 mg GAE/g. Tuy nhiên, khả năng loại gốc tự do DPPH của nguyên liệu sử dụng lại thấp hơn, từ 22,67 - 27,01% đến 27,58 - 31,79%. Nguyên nhân có thể là do giống cây trồng và địa điểm trồng khác nhau cũng như quy trình phân tích, đặc biệt là chuẩn bị nồng độ gốc tự do DPPH trong hỗn hợp không giống nhau.

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến sự thay đổi độ ẩm theo thời gian

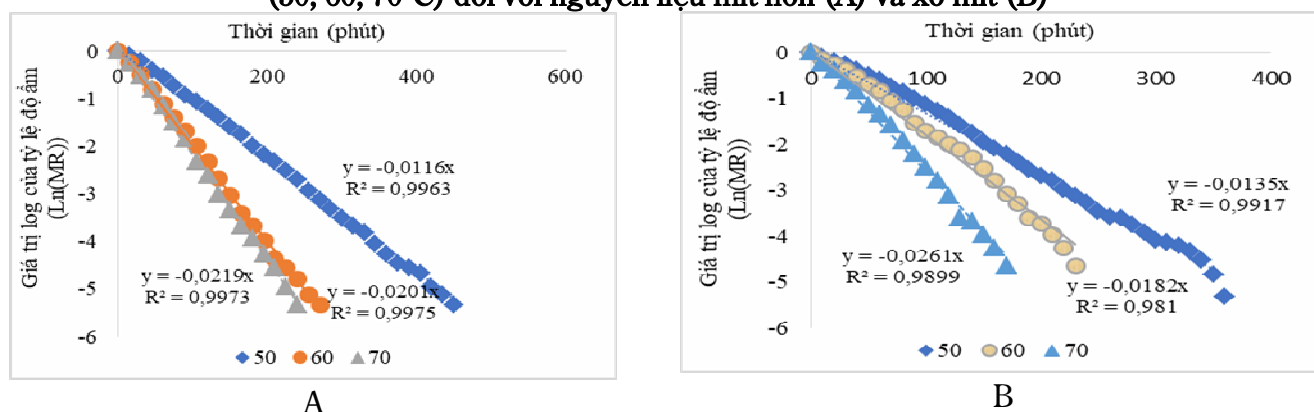
Trong quá trình sấy đối lưu, không khí nóng đóng vai trò là tác nhân chính. Theo báo cáo của Chong và cs (2008) [15], thời gian sấy có mối quan hệ tỉ lệ nghịch với nhiệt độ, khi nhiệt độ sấy tăng, thời gian thoát ẩm sẽ giảm nhanh chóng. Đường cong sấy được xây dựng sẽ giúp dự đoán thời điểm kết thúc quá trình sấy, đảm bảo hàm ẩm đạt yêu cầu và chất lượng sản phẩm cao.

Thời gian cần thiết để sấy nguyên liệu mít non và xơ mít với độ ẩm ban đầu lần lượt là 88,63% và 85,31% sẽ được rút ngắn khi tăng nhiệt độ, nhờ vào quá trình truyền nhiệt và truyền khối diễn ra nhanh hơn [16]. Hình 1A cho thấy, tại nhiệt độ 50°C, thời gian sấy mít non kéo dài đến 7,5 giờ để đạt độ ẩm yêu cầu dưới 10%. Trong khi đó, thời gian này giảm còn 4,33 giờ và

4 giờ khi tăng nhiệt độ lên 60°C và 70°C. Đối với xơ mít (Hình 1B), cần 6 giờ để sấy đạt độ ẩm yêu cầu ở nhiệt độ 50°C, nhưng thời gian này cũng giảm đáng kể khi tăng nhiệt độ lên 60°C và 70°C, còn 4,83 giờ và 3,83 giờ. Xu hướng tương tự cũng được ghi nhận trong quá trình sấy đối lưu các nguyên liệu khác như nấm mèo và hạt ca cao [17, 18].



Hình 1. Mức độ tương thích của sự thay đổi ẩm giữa thực tế và dự đoán ở các nhiệt độ sấy khác nhau (50, 60, 70°C) đối với nguyên liệu mít non (A) và xơ mít (B)



Hình 2. Đồ thị theo mô hình Lewis – Newton dự đoán ở các nhiệt độ sấy khác nhau (50, 60, 70°C) đối với nguyên liệu mít non (A) và xơ mít (B)

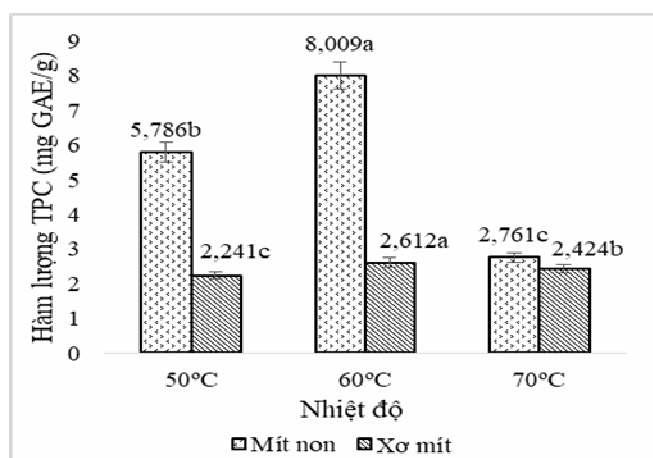
Bảng 1. Ảnh hưởng nhiệt độ sấy đến hằng số tốc độ sấy được tính toán theo mô hình Lewis - Newton

Nguyên liệu	Nhiệt độ (°C)	k	R ²
Mít non	50	0,0116	0,996
	60	0,0201	0,998
	70	0,0219	0,997
Xơ mít	50	0,0135	0,992
	60	0,0182	0,981
	70	0,0261	0,990

Ghi chú: k: Hằng số tốc độ sấy và hằng số thực nghiệm; R²: Hệ số xác định.

Đồ thị hình 2 cho phép xác định hằng số tốc độ sấy (k) cho mít non (Hình 2A) và xơ mít (Hình 2B) khi sấy ở 50, 60, 70°C theo mô hình Lewis - Newton. Các hệ số xác định R² > 0,98 cho thấy, mô hình Lewis - Newton có thể được sử dụng để mô phỏng quá trình thoát ẩm trong nguyên liệu khi sấy và để tính hằng số tốc độ sấy cho quá trình sấy mít non và xơ mít. Kết quả ở bảng 1 cũng cho thấy, khi nhiệt độ tăng (đến 70°C), hằng số tốc độ sấy k cũng tăng, đồng nghĩa với việc tốc độ giảm ẩm diễn ra nhanh hơn.

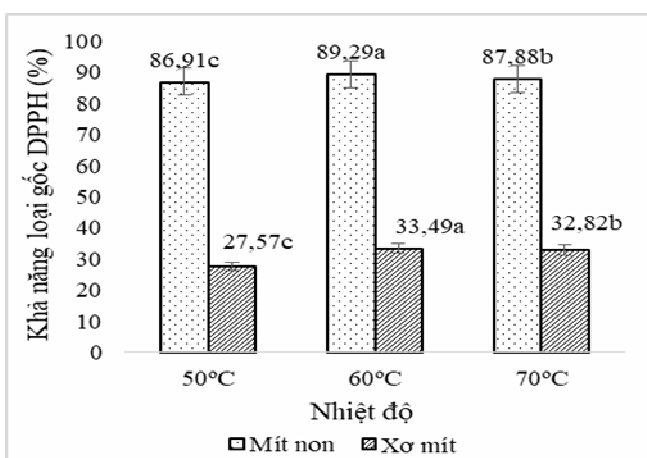
Tính toán năng lượng hoạt hóa: Năng lượng hoạt hóa Ea có thể được xác định từ độ dốc của đường thẳng trong phương trình Arrhenius (2). Năng lượng hoạt hóa để tách nước mít non và xơ mít được tính toán từ nghiên cứu này lần lượt là 29,48 kJ/mol và 30,32 kJ/mol. Các giá trị này gần với kết quả nghiên cứu của Watanabe và cs (2023) [19] thực hiện đối với hạt mít (Ea = 28,40 – 29,13 kJ/mol); Saxena và Dash (2015) [20] đối với mít chín (Ea = 40,846 kJ/mol).



A

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng polyphenol và hoạt tính chống oxy hóa của bột mít non và bột xơ mít

Sau quá trình sấy, bột mít non và bột xơ mít được trích ly để xác định các chỉ tiêu. TPC và khả năng loại gốc tự do DPPH trong bột mít non và bột xơ mít được thể hiện trong hình 3A và 3B. Kết quả cho thấy, có sự khác biệt có ý nghĩa về các hợp chất chống oxy hóa trong bột mít non và bột xơ mít theo nhiệt độ sấy.



B

Hình 3. TPC (mg GAE/g) (A) và khả năng loại gốc tự do DPPH (%) (B) khi sấy với các nhiệt độ khác nhau đối với nguyên liệu mít non và xơ mít

Ghi chú: Thể hiện qua trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn, các chữ cái giống nhau thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê, $\alpha = 0,05$.

TPC và khả năng loại gốc tự do DPPH tăng khi nhiệt độ sấy tăng từ 50 - 60°C. Cụ thể, ở nhiệt độ 50°C, TPC đạt $5,79 \pm 0,14$ mg GAE/g đối với bột mít non và $2,24 \pm 0,12$ mg GAE/g đối với bột xơ mít. Khi tăng lên 60°C, các giá trị này lần lượt là $8,01 \pm 0,16$ mg GAE/g (mít non) và $2,62 \pm 0,3$ mg GAE/g (xơ mít). Khả năng loại gốc tự do DPPH của bột mít non đạt $86,91 \pm 0,96\%$ và tăng lên $89,29 \pm 0,32\%$, trong khi bột xơ mít tăng từ $27,57 \pm 0,46\%$ lên $33,49 \pm 0,56\%$. Tuy nhiên, khi nhiệt độ sấy tăng đến 70°C, cả TPC và khả năng loại gốc DPPH của cả hai loại bột đều giảm. Có thể giải thích kết quả này, là do hàm lượng các hợp chất chống oxy hóa như phenolic và flavonoid, cũng như khả năng loại gốc tự do DPPH đều bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ và thời

gian sấy. Nhiệt độ là yếu tố ảnh hưởng lớn nhất đến hàm lượng phenolic trong bột, điều này phù hợp với các nghiên cứu trước đây về sự phân hủy polyphenol tổng số [21]. Sự tăng TPC có thể do nhiệt độ cao giúp giải phóng phenolic từ các hợp chất phenol liên kết, chuyển hóa các hợp chất phenolic không hòa tan thành hòa tan, đồng thời phân hủy lignin dẫn đến sự phóng thích dẫn xuất axit phenolic hoặc sinh ra các phenolic mới [18]. Enzyme polyphenoloxylase cũng bị vô hoạt hoàn toàn, giúp bảo toàn các hợp chất chống oxy hóa, trong khi độ ẩm giảm làm tăng nồng độ chất khô và hàm lượng hoạt chất chống oxy hóa. Tuy nhiên, khi nhiệt độ sấy quá cao, hàm lượng polyphenol sẽ giảm do tác động của nhiệt và quá trình oxy hóa, làm phá vỡ

các hợp chất phenol, tăng axit phenol tự do, trong khi giảm các ester, glycoside và các phân đoạn ester, dẫn đến sự gia tăng phenol tự do [22].

Điều này cho thấy, các hợp chất có hoạt tính chống oxy hóa trong mít non và xơ mít bị ảnh hưởng đáng kể theo nhiệt độ sấy.

4. KẾT LUẬN

Với hệ số xác định R^2 cao, mô hình Lewis-Newton thích hợp mô tả sự giảm ẩm của bột mít non và bột xơ mít trong quá trình sấy với khoảng nhiệt độ 50 - 70°C. Nhiệt độ sấy có ảnh hưởng lớn đến hàm lượng các hợp chất có hoạt tính chống oxy hóa trong cả hai loại bột. Cả bột mít non và bột xơ mít đạt hàm lượng các hợp chất chống oxy hóa ở mức cao nhất khi sấy đối lưu ở nhiệt độ 60°C, với thời gian sấy tương ứng là 4,33 giờ đối với bột mít non và 4,83 giờ đối với bột xơ mít. Kết quả nghiên cứu cho thấy, các nguồn phụ phẩm từ mít có thể được tận dụng để tạo ra dạng bột bán thành phẩm dễ sử dụng và bảo quản. Sản phẩm bột xơ mít và bột mít non từ kết quả nghiên cứu với đặc tính chống oxy hóa cao có thể được tiếp tục nghiên cứu bổ sung vào các sản phẩm thực phẩm như những dạng bánh nướng, yaourt, giúp nâng cao hoạt tính chống oxy hóa cho sản phẩm mang lại nhiều lợi ích về sức khỏe cho người tiêu dùng.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu xin gửi lời cảm ơn chân thành đến Trường Đại học Cần Thơ đã hỗ trợ về điều kiện thực hiện và tài trợ kinh phí cho nghiên cứu trong khuôn khổ đề tài NCKH của sinh viên, mã số THS2024-170.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kumari, S., Prasad, R. & Gupta, A. (2018). Processing and utilization of jackfruit seeds, pearl millet and soybean flour for value addition. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(6): 569 - 572.

2. Nguyễn Ái Thạch và Nguyễn Thị Cẩm Tiên (2022). Đánh giá ảnh hưởng một số yếu tố của thời điểm thu hái, phương pháp chần và nồng độ NaCl đến chất lượng sản phẩm mít Thái (*Artocarpus heterophyllus* L.) non muối chua. *Tạp chí Phân tích Hóa, Lý và Sinh học*, 4(28): 49 - 54.

3. Patowary, R., Patowary, K., Kalita, M. C., Deka, S., Lam, S. S. & Sarma, H. (2022). Green production of noncytotoxic rhamnolipids from jackfruit waste: process and prospects. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 12(10): 4375 - 4388.

4. Han, C. E., Chan, S. W., Yap, C. Y., Tan, P. L., Lin, D., He, L. & Xu, C. (2024). Valorization of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) rags as a functional ingredient in sandwich cookies: Sensory, physicochemical and antioxidant properties. *Journal of Culinary Science & Technology*, 1 - 15.

5. Morton, J. F. (1987). Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*). In: Fruits of Warm Climates. *J. F. Morton, Miami, Florida*, 58 - 64.

6. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 3700:1990. Thủy sản - Phương pháp xác định hàm lượng nước.

7. Toğrul, İ. T. & Pehlivan, D. (2004). Modelling of thin layer drying kinetics of some fruits under open-air sun drying process. *Journal of Food Engineering*, 65(3): 413 - 425.

8. Lien, D., Lieu, V., Tram, P. & Toan, H. T. (2020). Influence of different drying techniques on drying characteristics and quality aspects of pink lotus (*Nelumbo nucifera*) flowers. *Journal of Advanced Research in Food Science and Nutrition*, 3: 16 - 23.

9. Ojwang, R. A., Muge, E. K., Mbatia, B., Mwanza, B. & Ogoyi, D. O. (2018). Compositional, elemental, phytochemical and

- antioxidant characterization of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) pulps and seeds from selected regions in Kenya and Uganda. *European Journal of Medicinal Plants*, 23(3): 1 - 12.
10. Ranasinghe, R. & Marapana, R. (2019). Effect of maturity stage on physicochemical properties of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) flesh. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 14(1): 17 - 25.
11. Tống Thị Ánh Ngọc, Bùi Thị Ánh Ngọc, Nguyễn Thị Mỹ Ngọc, Ngô Minh Quang (2018). Ảnh hưởng của pH và chất khô hòa tan đến quá trình lên men rượu từ xơ mít (*Artocarpus heterophyllus*) giống Thái Lan. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*. Số chuyên đề Nông nghiệp, 54: 211 - 218.
12. Pomasa, P., Sai-Ut, S., Sinthusamran, S. & Techavuthiporn, C. (2024). Formulation of supplemented Thai custard spread using jackfruit rag and sugar replacement with sevia. *Current Applied Science and Technology*, e0259802 - e0259802.
13. Amadi, J. A., Ihemeje, A. & Afam-Anene, O. (2018). Nutrient and phytochemical composition of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) pulp, seeds and leaves. *International Journal of Innovative Food, Nutrition and Sustainable Agriculture*, 6(3): 27 - 32.
14. Dương Thị Phương Liên, Đoàn Ngọc Liễu, Võ Thị Ngọc Liễu, Lê Duy Nghĩa & Nguyễn Thị Thu Thủy (2024). Ảnh hưởng của độ chín và vùng trồng đến các hợp chất có hoạt tính sinh học và hoạt tính chống oxy hóa của các phần trong quả mít Thái tỉnh Hậu Giang. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 473: 51 - 60.
15. Chong, C. H., Law, C. L., Cloke, M., Hii, C. L., Abdullah, L. C. & Daud, W. R. W. (2008). Drying kinetics and product quality of dried chempedak. *Journal of Food Engineering*, 88(4): 522 - 527.
16. Thorat, I. D., Mohapatra, D., Sutar, R., Kapdi, S. & Jagtap, D. D. (2012). Mathematical modeling and experimental study on thin-layer vacuum drying of ginger (*Zingiber officinale* R.) slices. *Food and Bioprocess Technology*, 5: 1379 - 1383.
17. Trịnh Thanh Tâm, Nguyễn Quốc Cường, Từ Phan Nam Phương, Đồng Thị Anh Đào (2011). Ảnh hưởng của điều kiện sấy đối lưu đến thành phần dinh dưỡng của bột nấm mèo *Auricularia auricula-judae*. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 69(6A): 176 - 182.
18. Abhay, S., Hii, C., Law, C., Suzannah, S. & Djaeni, M. (2016). Effect of hot-air drying temperature on the polyphenol content and the sensory properties of cocoa beans. *International Food Research Journal*, 23(4): 1479 - 1484.
19. Watanabe, C. M. U., de Brito, R. C., Freire, J. T., Hodapp, M. J., Perazzini, M. T. B. & Perazzini, H. (2023). Modelling and characterisation of jackfruit seeds drying using the diffusion theory considering shrinkage. *Biosystems Engineering*, 233: 206 - 220.
20. Saxena, J. & Dash, K. (2015). Drying kinetics and moisture diffusivity study of ripe Jackfruit. *International Food Research Journal*, 22(1): 414 - 420.
21. Kim, S.-Y., Jeong, S.-M., Park, W.-P., Nam, K., Ahn, D. & Lee, S.-C. (2006). Effect of heating conditions of grape seeds on the antioxidant activity of grape seed extracts. *Food Chemistry*, 97(3): 472 - 479.
22. Réblová, Z. (2012). Effect of temperature on the antioxidant activity of phenolic acids. *Czech Journal of Food Sciences*, 30(2): 171 - 175.

EFFECTS OF CONVECTION DRYING TEMPERATURE ON TOTAL PHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF TENDER JACKFRUIT POWDER AND RAGS OF JACKFRUIT POWDER (*Artocarpus heterophyllus* Lam)

Dang Mai Thy¹, Mai Thanh Thoai¹,

Le Thi Chuc Phuong¹, Nguyen Ha Dang Huy¹, Duong Thi Phuong Lien²

¹Food Technology student, Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University

²Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University

Abstract

The study aims to evaluate the effect of hot air convective drying temperature (50, 60, 70°C) on the ability to maintain bioactive components in the powders of tender jackfruit and rags of jackfruit by determining the total polyphenol content (TPC) and the 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) free radicals scavenging. The drying curve that shows the correlation between moisture ratio (MR) and the drying time, as well as the activation energy (Ea) of the drying process for tender jackfruit and rags of jackfruit was also determined. The optimal drying temperature and time that limit the loss of bioactive components were determined. The Lewis - Newton model is suitable to describe the moisture reduction process at drying temperature conditions for both raw materials. The activation energy when drying young jackfruit and rags of jackfruit were 29.48 kJ/mol and 30.32 kJ/mol, respectively. The suitable drying temperature for both young jackfruit and rags of jackfruit was at 60°C. At that time, young jackfruit powder showed TPC and DPPH radical scavenging of 8.01 ± 0.16 mg GAE/g and $89.29 \pm 0.32\%$, respectively, with a drying time of 4.3 hours. Meanwhile, rags of jackfruit powder dried for 4.8 hours, showed a TPC of 2.61 ± 0.30 mg GAE/g and DPPH radical scavenging of $33.49 \pm 0.56\%$. The research results open up the possibility of utilizing young jackfruit and rags of jackfruit to supplement food products to improve antioxidant activity.

Keywords: *Convention drying, DPPH, rags of jackfruit, tender jackfruit, total phenolic content (TPC).*

Ngày nhận bài: 24/9/2024

Ngày chuyển phản biện: 3/10/2024

Ngày thông qua phản biện: 21/10/2024

Ngày duyệt đăng: 28/3/2025

XÁC ĐỊNH ĐA HÌNH NUCLEOTIDE ĐƠN KHÔNG ĐỒNG NGHĨA (NON-SYNONYMOUS SNP) TIỀM NĂNG LIÊN QUAN ĐẾN TÍNH TRẠNG TĂNG TRƯỞNG TRÊN CÁ CHÉP LAI BẰNG GIẢI TRÌNH TỰ RNA-SEQUENCING

Lưu Thị Hà Giang^{1,*}, Vũ Văn In², Kim Thị Phương Oanh³

¹ Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I

² Trường Đại học Việt Nhật, Đại học Quốc gia Hà Nội

³ Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

*Email: hagiang@ria1.org

TÓM TẮT

Cá chép (*Cyprinus carpio*) là loài cá nuôi nước ngọt truyền thống quan trọng trong nuôi trồng thủy sản ở nhiều quốc gia. Chọn giống truyền thống kết hợp di truyền phân tử đóng vai trò quan trọng trong cải thiện tốc độ sinh trưởng, nâng cao năng suất và hiệu quả kinh tế. Công nghệ RNA-sequencing được áp dụng trong nghiên cứu này để xác định các SNP không đồng nghĩa (nsSNP) tiềm năng của 2 nhóm cá chép lai (sinh trưởng nhanh và sinh trưởng chậm) giữa cá chép thuần Hungary và cá chép thuần Việt Nam. Sau khi giải trình tự, tổng số reads sau sàng lọc đạt ~24,6 triệu ở nhóm sinh trưởng nhanh (FG) và ~24,8 triệu ở nhóm sinh trưởng chậm (SG), với tỷ lệ mapping tương ứng là 87,64% và 84,79%. Phân tích xác định 333.328 SNP ở FG, 453.729 SNP ở SG, trong đó có 138.837 SNP chung. Kết quả kiểm định SNP cho thấy, 1.984 SNP có ý nghĩa thống kê liên quan đến khác biệt tăng trưởng, phân bố trên 47 nhiễm sắc thể. Phân tích chức năng cho thấy, các nsSNP chủ yếu nằm ở các gen liên quan đến chuyển hóa các - bon và năng lượng. Đặc biệt, 37 nsSNP tiềm năng được phát hiện trong các gen như: Myogenic Factor 6, Myozenin, Myosin, có vai trò quan trọng trong phát triển cơ và tăng trưởng. Kết quả nghiên cứu là cơ sở khoa học giúp cho các chương trình chọn giống cá chép sinh trưởng nhanh ở Việt Nam đạt hiệu cao hơn.

Từ khóa: RNA-Sequencing, SNP không đồng nghĩa (nsSNP), cá chép lai, tính trạng sinh trưởng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá chép (*Cyprinus carpio*) là một trong những loài cá nước ngọt quan trọng nhất trong nuôi trồng thủy sản của thế giới, đặc biệt tại khu vực châu Á. Theo FAO (2022), tổng sản lượng cá chép năm 2022 đạt 4,7 triệu tấn, với giá trị ước tính trên 8 tỷ USD [1]. Việc cải thiện tốc độ tăng trưởng của cá chép thông qua chọn giống có ý nghĩa quan trọng trong nâng cao năng suất và hiệu quả kinh tế. Phương pháp chọn giống kết hợp giữa phương pháp truyền thống (dựa trên

thông tin về kiểu hình và phả hệ) và phương pháp di truyền phân tử (thông tin về sự sai khác trong trình tự ADN - chỉ thị phân tử) đã và đang được ứng dụng cho kết quả chính xác và rút ngắn quá trình chọn lọc. Gần đây, với sự phát triển của công nghệ giải trình tự thế hệ mới bao gồm RNA-sequencing, việc nghiên cứu các đa hình đơn nucleotide (SNP) đơn có liên quan đến gen/protein quy định các tính trạng kinh tế quan trọng trong chọn giống được thực hiện một cách hiệu quả và nhanh chóng hơn, giúp tối ưu hóa quá trình chọn lọc/lai tạo nhằm cải thiện

năng suất ứng dụng trong lĩnh vực di truyền chọn giống [2]. Trong đó, các SNP không đồng nghĩa (nsSNP - Non synonymous SNP) là những đột biến đơn nucleotide xảy ra trong vùng mã hóa của gen, dẫn đến sự thay đổi axit amin trong chuỗi protein, có khả năng ảnh hưởng cấu trúc protein, tương tác protein và tác động đến chức năng sinh học của gen. Bằng cách phân tích nsSNPs, các nhà nghiên cứu có thể đánh giá mối liên hệ giữa biến đổi di truyền và biểu hiện kiểu hình, từ đó dự đoán chính xác giá trị di truyền của các cá thể trong quần thể. Ngoài ra, nsSNPs cung cấp thông tin quan trọng trong nghiên cứu chức năng gen và cơ chế điều hòa sinh học, với khoảng 20 - 30% nsSNPs được ước tính có ảnh hưởng đến chức năng protein, việc tập trung nghiên cứu vào các SNP này mang lại tiềm năng lớn trong việc cải thiện các giống cá có năng suất cao và khả năng chống chịu tốt [3].

Công nghệ RNA-sequencing đã được áp dụng trong nhiều nghiên cứu, tạo ra được bộ dữ liệu lớn, nâng cao sự hiểu biết về dinh dưỡng, tăng trưởng, sinh sản, chức năng miễn dịch và khả năng thích ứng với môi trường của một số loài nuôi thủy sản [4 - 6]. Trên cá chép, công nghệ RNA-sequencing RNA-seq đã được áp dụng vào nghiên cứu hệ gen biểu hiện (transcriptome) cho các tính trạng về sinh sản và miễn dịch [7]; công bố cơ sở dữ liệu (tổng số 712.042 SNPs) cho các loài cá chép ở Trung Quốc [8]. Tuy nhiên, các cơ sở dữ liệu SNP từ transcriptome này đều chưa chỉ ra mối liên quan với các tính trạng quan trọng (như tính trạng sinh trưởng) trong chọn giống cũng như nuôi trồng thủy sản của loài cá chép *Cyprinus carpio*.

Nghiên cứu này ứng dụng công nghệ giải trình tự toàn bộ hệ gen RNA (RNA-sequencing) kết hợp với phương pháp tin sinh học nhằm xác định các nsSNP tiềm năng, là các đa hình đơn nucleotide xảy ra trong vùng mã hóa của gen và dẫn đến thay đổi axit amin trong protein, từ ảnh hưởng trực tiếp đến tính trạng sinh trưởng của cá chép lai. Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp cơ

sở khoa học cho việc ứng dụng các chỉ thị phân tử trong chọn giống cá chép có tốc độ tăng trưởng cao, góp phần nâng cao hiệu quả sản xuất trong ngành nuôi trồng thủy sản.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Cá chép lai (*Cyprinus carpio*) (dòng cá chép thuần Hungary x dòng cá chép thuần Việt Nam) được sản xuất (6 gia đình full-sib/phép lai) và nuôi đánh giá sinh trưởng tại Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 1. Cụ thể, 40 cá thể cá chép lai được lựa chọn căn cứ vào các chỉ tiêu đánh giá tốc độ sinh trưởng và cân nặng của cá chép lai, số mẫu thu trong mỗi nhóm đều có đại diện của mỗi gia đình trong phép lai xuôi và lai ngược. Tổng cộng 40 mẫu mô cơ thịt từ hai nhóm cá chép lai đã được kiểm định có sự sai khác sinh trưởng (P value $< 0,05$) bao gồm 20 mẫu từ những cá thể thuộc nhóm cá chép lai sinh trưởng nhanh (FG) ($608,5 \pm 45,44$ g) và 20 mẫu từ những cá thể thuộc nhóm cá chép lai sinh trưởng chậm (SG) ($424,6 \pm 33,45$ g), được thu thập để giải trình tự hệ gen RNA và phân tích tin sinh học xác định các biến thể. Cắt ít nhất 50 mg mẫu mô cơ, bảo quản trong RNAlater ở 4°C cho đến khi tách chiết.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

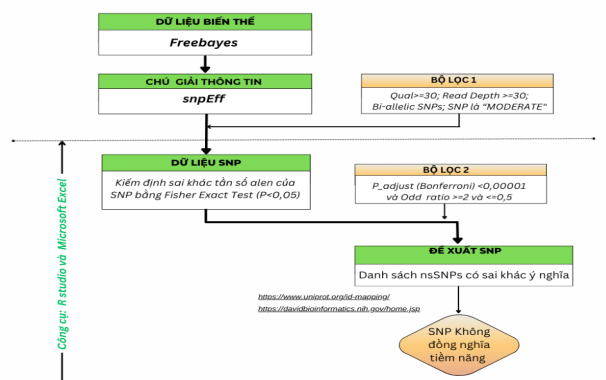
RNA tổng số được tách chiết theo hướng dẫn của TRIsure Plus RNA Purification Kit, được áp dụng để tách chiết RNA tổng số từ các mẫu mô cá chép đã thu. Để giảm thiểu các biến thể trong quá trình chuẩn bị và giải trình tự thư viện, đảm bảo sự khác biệt mức độ biểu hiện gen giữa các nhóm cá đều là do yếu tố sinh học chứ không phải do yếu tố kỹ thuật. Các mẫu RNA (cùng nồng độ) sẽ được gộp mẫu (3 - 4 mẫu cho 1 nhóm thư viện), trong nghiên cứu này 3 mẫu gộp sẽ được xây dựng cho 2 nhóm kiểu hình nhóm tăng trưởng nhanh và nhóm tăng trưởng chậm, tổng số là 6 thư viện cDNA. Thư viện cDNA được thiết lập bằng cách sử dụng Illumina Truseq Stranded mRNA Sample Preparation Kit.

Các bước tiến hành được thực hiện theo hướng dẫn của nhà sản xuất. Kiểm tra chất lượng thư viện bằng Bioanalyzer (Using DNA High Sensitive Kit) và qPCR (Using KAPA Library Qualification Kit). Mẫu cDNA được đưa lên hệ thống giải trình tự gen thế hệ mới Illumina MiSeq và thực hiện theo hướng dẫn của nhà sản xuất. Quá trình giải trình tự Novaseq 100PE được thực hiện bởi NOVOGENE (<https://www.novogene.com/amea-en/>), mẫu được giải trình tự theo hai chiều (paired-end) với độ phủ 20 triệu reads. Chất lượng của dữ liệu giải trình tự được đánh giá bằng công cụ FastQC v.0.11.2 [9]. Quá trình lọc chất lượng và loại bỏ các đoạn Adapter dư thừa được thực hiện trên các cặp reads bằng công cụ Trimmomatic v.0.32 [10] với các tham số cơ bản như sau: Điểm chất lượng tối thiểu là 30; chiều dài tối thiểu 50 bp. Dữ liệu giải trình tự hệ gen RNA sau khi sàng lọc sẽ được xuất ra ở định dạng FASTQ, được sử dụng làm tệp tin đầu vào để phát hiện các SNP. Dữ liệu sau khi được đóng hàng bằng công cụ căn chỉnh HISAT2 [11] với hệ gen tham chiếu cá chép GCF_018340385.1 (NCBI), sẽ được xác định các biến thể bằng công cụ freebayes [12]. Kết quả là các đa hình có thể có trong mẫu được lưu trữ dưới dạng variant call file (VCF). Sau đó, các SNP này được chú giải và dự đoán ảnh hưởng lên gen và protein bằng công cụ snpEff [13].

2.3. Phương pháp xác định và sàng lọc SNP

Sau khi thu được các biến thể từ dữ liệu RNA-sequencing dưới định dạng VCF, quá trình xác định và sàng lọc SNP được thực hiện theo hình 1 để chọn các SNP có độ tin cậy cao và có tiềm năng sinh học. Tất cả các biến thể là đột biến chèn/xóa (InDels) và biến thể cấu trúc lớn (CNVs, inversion, translocation) sẽ được loại bỏ, chỉ giữ lại các đột biến điểm (SNP). Các SNP được sàng lọc chất lượng dựa trên chỉ số QUAL, đại diện cho xác suất Phred-scaled về sự tồn tại của biến thể tại một vị trí cụ thể. Chỉ các biến thể có $QUAL \geq 30$ được giữ lại, tương ứng với độ chính xác $\geq 99,9\%$ [14]. Độ sâu đọc (DP) thể hiện tổng số lượt đọc bao phủ vị trí biến thể. Để

đảm bảo độ phủ đầy đủ, các SNP có $DP < 30$ bị loại bỏ khỏi phân tích tiếp theo [14]. Để xác định SNP liên quan đến sự khác biệt sinh trưởng giữa hai nhóm cá chép, kiểm định Fisher's exact test (2 chiều) được thực hiện, kết hợp tính toán Odds Ratio (OR) và hiệu chỉnh p-value bằng phương pháp Bonferroni. Chỉ các SNP có p-value $< 0,05$, $p_{\text{adjust}} < 0,00001$ và $OR \geq 2$ hoặc $\leq 0,5$ được xem là có ý nghĩa thống kê cao. Đồng thời, tần số alen tối thiểu (MAF) cũng được tính để loại bỏ các biến thể hiếm.



Hình 1. Sơ đồ phương pháp xác định và sàng lọc SNP không đồng nghĩa tiềm năng

Tất cả phân tích thống kê được thực hiện bằng phần mềm SNP tiếp tục được phân loại dựa trên tác động lên chức năng protein, các SNP có tác động MODERATE được giữ lại, đây là chính là các SNP không đồng nghĩa. Danh sách các SNP tiềm năng sẽ được đưa vào nghiên cứu chú giải chức năng bằng công cụ UniProt Retrieve/ID mapping và nền tảng DAVID (Database for Annotation, Visualization, and Integrated Discovery) [15]. Các thuật ngữ Gene Ontology (GO) liên quan đến quá trình sinh học, chức năng phân tử và thành phần tế bào được xác định cho các gen chứa nsSNP tiềm năng.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả giải trình tự hệ gen RNA và đóng hàng hệ gen tham chiếu

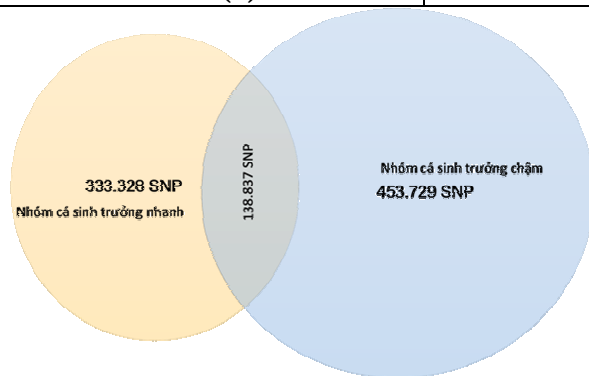
Kết quả giải trình tự và đóng hàng với hệ gen tham chiếu của cá chép được trình bày trong bảng 1. Hệ gen RNA của hai nhóm cá chép lai đã được giải trình tự thành công từ mẫu mô cơ thịt. FG có trung bình 52,76 triệu reads và 7,9 Gb dữ

liệu, cao hơn so với SG (48,15 triệu reads; 7,23 Gb). Hiệu quả giải trình tự cao ở cả hai nhóm (98,5%), chỉ số Q30 > 93%, tỷ lệ GC tương đương (~48,8%). Số reads được dóng hàng đạt khoảng 24,6 triệu reads mỗi nhóm, với tỷ lệ mapping cao hơn ở nhóm sinh trưởng nhanh (87,64% so với 84,79%). Kết quả trong nghiên cứu này tương đồng với các nghiên cứu gần đây trên cá chép. Nghiên cứu trên ba dòng cá chép, giải trình tự từ mô cơ và gan nhằm xác định các gen và con đường sinh hóa liên quan đến dinh dưỡng đã thu

được từ 38 - 51 triệu reads với điểm chất lượng Q30 đạt trên 95% [16]. Tương tự, nghiên cứu trên cá chép (*Cyprinus carpio rubrofasciatus*) ở hai nhóm cá lớn nhanh và lớn chậm cũng thu được 20 - 23 triệu reads, với tỷ lệ GC dao động từ 46,83 - 50,07% và Q30 trên 95,2% [17]. Nhìn chung, dữ liệu trình tự RNA-seq có chất lượng cao, tỷ lệ mapping hiệu quả, đạt yêu cầu cho các phân tích tiếp theo để xác định các biến thể ở hai nhóm sinh trưởng trưởng của cá chép lai.

Bảng 1. Thống kê kết quả giải trình tự và dóng hàng với hệ gen tham chiếu của cá chép

Nhóm cá chép	Nhóm sinh trưởng nhanh	Nhóm sinh trưởng chậm
Số lượng Reads*	52.761.616 ± 3.864.102	48.152.444 ± 4.633.784
Dung lượng trình tự thô (Gb)	7,9 ± 0,6	7,233 ± 0,74
Hiệu quả (%)	98,54 ± 0,68	98,48 ± 0,23
Độ tin cậy Q30(%)	93,6 ± 0,69	93,73 ± 0,95
Tỷ lệ GC (%)	48,91 ± 0,85	48,78 ± 0,39
Tổng số reads đưa vào dóng hàng (reads)	24.598.256 ± 849.080	24.861.129 ± 1.082.078
Tỷ lệ mapping với hệ gen tham chiếu (%)	87,64 ± 4,7	84,79 ± 4,42



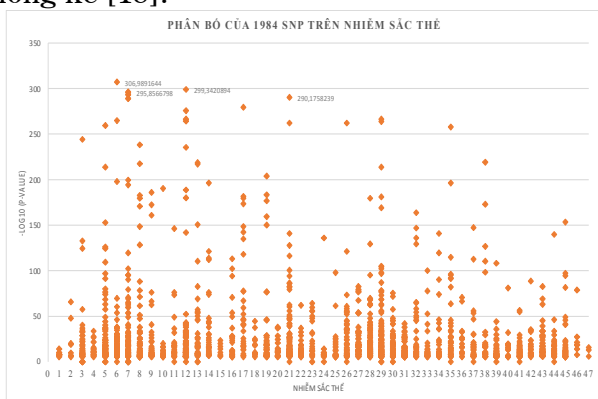
Hình 2. Số lượng SNP phát hiện trên hai nhóm cá chép

* Ghi chú: Số lượng reads = tổng số trình tự của 2 lần đọc; dung lượng trình tự thô (Gigabyte -Gb) = (Số lượng đoạn trình tự) x (độ dài chuỗi), tính bằng Gigabyte. Đối với giải trình tự 2 chiều, độ dài chuỗi bằng 150. Hiệu quả = (Số lượng đoạn trình tự sạch/Số lượng đoạn trình tự) *100%; Q30: (Số lượng base của giá trị Phred > 30)/(Tổng số base). Tỷ lệ GC: (Số lượng base G & C)/(Tổng số lượng base).

3.2. Kết quả xác định SNP

Dựa trên hệ gen tham chiếu của cá chép *GCF_018340385.1* với tổng chiều dài 1.680.118.328 bp và 50 nhiễm sắc thể. Kết quả sau khi gọi biến thể đã phát hiện được 333.328 SNP cho nhóm cá sinh trưởng nhanh và 453.729 SNP cho nhóm cá sinh trưởng chậm. Cả hai nhóm chia sẻ 138. 837 SNP (Hình 2) cho thấy, sự tương đồng di truyền nhưng cũng phản ánh sự khác biệt về số lượng biến dị riêng biệt của từng nhóm. Kết quả sau khi kiểm định các SNP có liên quan đến sự khác biệt trong sinh trưởng giữa hai nhóm cá chép sinh trưởng nhanh và sinh trưởng chậm sử dụng Fisher's exact test (2-tail test), kết hợp với p-adjust bằng phương pháp Bonferroni, đã xác định được 1984 SNP có ý nghĩa thống kê (p-value <0,05 và (p_adjust) < 0,00001; OR ≥ 2 hoặc ≤ 0,5), trên 47 nhiễm sắc thể của cá chép. Kết quả xác định biến thể SNP dựa trên RNA-sequencing trong

nghiên cứu này cho tổng số SNP gọi ra thấp hơn so với phương pháp giải trình tự hệ gen ADN trên cá bơn (*Cynoglossus semilaevis*), đã gọi ra 6.545.735 SNP. Tuy nhiên, sau khi kiểm sai khác tần số alen giữa 2 nhóm các bơn lớn nhanh và lớn chậm bằng Fisher exact test lại cho kết quả ít hơn nghiên cứu này với 1.206 SNP có ý nghĩa thống kê [18].



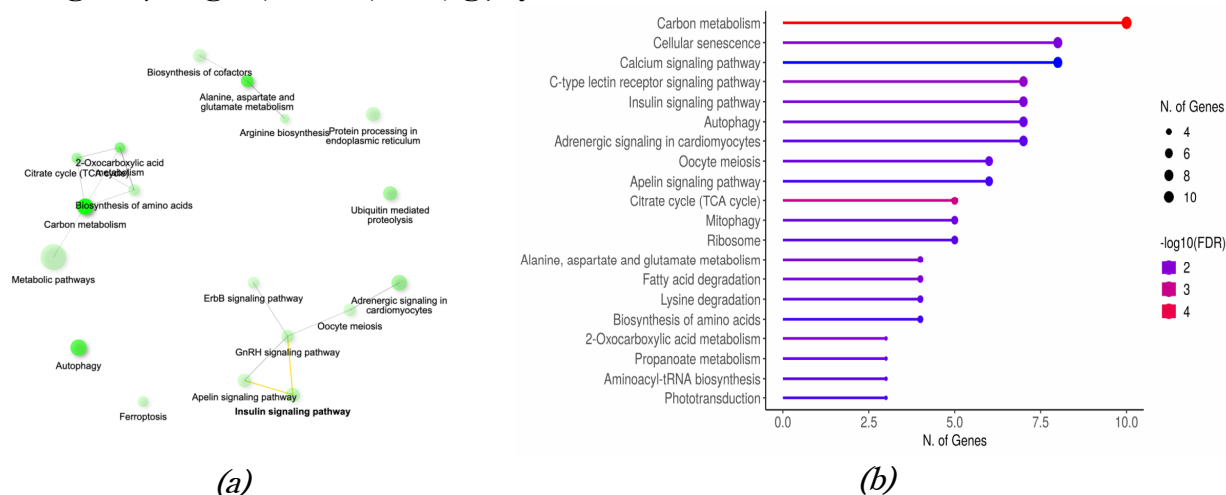
Hình 3. Biểu đồ phân bố của 1.984 SNP trên các nhiễm sắc thể

Kết quả ở hình 3 cho thấy, SNP phân bố trên các nhiễm sắc thể với mật độ và mức độ ý nghĩa thống kê có sự khác biệt rõ rệt. Đặc biệt, các nhiễm sắc thể số 6, 10, 14, 17 và 25 có nhiều SNP với giá trị $-\log_{10}(P\text{-value})$ cao, gợi ý các

vùng này có thể chứa những gen hoặc yếu tố di truyền quan trọng liên quan đến đặc điểm sinh trưởng hoặc thích nghi của cá chép. Ngược lại, một số nhiễm sắc thể khác có các SNP với mức độ ý nghĩa thống kê thấp, cho thấy mối liên hệ yếu hơn hoặc không đáng kể (nhiễm sắc thể số 19, 21 và 42). Các SNP có giá trị P - value cao nên được ưu tiên trong các nghiên cứu tiếp theo để xác định các gen tiềm năng liên quan đến tính trạng mong muốn, đồng thời làm cơ sở cho các ứng dụng trong chọn giống và cải thiện giống cá chép.

3.3. Kết quả thông tin gen và chú thích chức năng các gen có SNP

Tổng số 1984 SNP có ý nghĩa thống kê trong nghiên cứu sai khác giữa nhóm cá sinh trưởng nhanh và nhóm cá sinh trưởng chậm được phát hiện trên 881 gen. Kết quả phân tích chức năng gen sử dụng cơ sở dữ liệu UniProt và DAVID [15] làm rõ hơn vai trò của các gen mang những SNP tiềm năng này, là cơ sở đề xuất những SNP được ưu tiên trong nghiên cứu tính trạng sinh trưởng trên cá chép được thể hiện trong hình 4.



Hình 4. Biểu đồ chú giải chức năng sinh học các gen chứa SNP. (a) Biểu đồ mạng liên kết giữa các gen chứa SNP. Hai con đường được kết nối với nhau nếu chúng chia sẻ 20% số gen trở lên. (b) Biểu đồ số lượng gen tham gia trong mỗi con đường KEGG

Kết quả ở hình 4 cho thấy, các SNP chủ yếu nằm trong nhóm gen liên quan đến con đường chuyển hóa cac - bon (10 gen), có chức năng chuyển hoá, tổng hợp và sản xuất năng lượng,

duy trì cân bằng nội môi [19]. Điều này cho thấy, vai trò trung tâm của quá trình chuyển hóa năng lượng trong điều hòa sinh trưởng. Đáng chú ý, con đường Insulin signaling pathway (7 gen) có

vai trò trung tâm được liên kết với nhiều con đường tín hiệu khác như: Apelin signaling pathway, GnRH signaling pathway và ErbB signaling pathway. Insulin signaling pathway, được xác định là một hệ thống tín hiệu quan trọng, linh hoạt và có nhiều chức năng đa dạng. Ngoài vai trò chính trong duy trì cân bằng đường huyết, insulin còn điều hòa các quá trình quan trọng như: Tăng trưởng, tuổi thọ, trao đổi chất trung gian và sinh sản [20]. Nghiên cứu tác động của insulin đã được thực hiện cho một số loài cá, đã chỉ ra có sự khác biệt tùy theo loài và mô, một số gen liên quan đến con đường này như: MAPK/ERK, Akt/PKB và TOR [21]. Ngoài ra, các con đường liên quan đến chuyển hóa như Citrate cycle (TCA cycle), C-type lectin receptor signaling và 2-Oxocarboxylic axit metabolism cũng thấy xuất hiện từ 6 -7 gen, phản ánh sự điều chỉnh mạnh mẽ của các quá trình chuyển hóa năng lượng. Việc làm giàu các con đường Alanine, aspartate and glutamate metabolism và Arginine biosynthesis cho thấy, sự tham gia tích cực của các axit amin trong cân bằng nội môi và sản xuất năng lượng. Nghiên cứu trên cá chình châu Âu cũng cho thấy, các SNP chủ yếu nằm trên các gen liên quan đến các con đường tín hiệu bao gồm: Các con đường tín hiệu MAPK/ERK, tín hiệu canxi và tín hiệu GnRH, có liên quan đến tăng trưởng và phản ánh sự thích nghi với các điều kiện sống khác nhau của cá chình [22]. Nghiên cứu trên 107 SNP bằng công nghệ GWAS cũng chỉ ra các con đường liên quan đến sinh trưởng trên cá chim vây vàng có liên quan đến tổ chức bộ khung tế bào và quá trình trao đổi chất [23]. Kết quả cho thấy, các gen chứa SNP không chỉ phân bố ngẫu nhiên mà còn tập trung trong một số con đường sinh học cụ thể, đặc biệt là các con đường liên quan đến chuyển hóa và tín hiệu sinh trưởng. Dựa trên tài liệu tham khảo và kết quả phân tích Gene Ontology [24]; các gen liên quan đến sinh trưởng, trao đổi chất và phát triển cơ bắp được ưu tiên cho phân tích SNP tiềm năng. Đặc biệt chú ý đến các gen tham gia vào con đường phát

triển cấu trúc cơ và tổng hợp protein liên quan đến điều hòa trao đổi chất trên cá chép.

Tăng trưởng là một tính trạng đa gen, chịu ảnh hưởng bởi các gen nằm trong nhiều con đường sinh lý khác nhau, chẳng hạn như các con đường điều hòa trao đổi chất, phát triển cơ, hình thành xương và kiểm soát sự thèm ăn, việc chọn giống MAS dựa trên một vài chỉ thị phân tử đơn lẻ sẽ không hiệu quả trong việc cải thiện các đa gen này [25]. Phương pháp chọn giống MAS dựa trên nhiều gen liên quan hoặc chọn giống hệ gen (Genome selection), cho phép đánh giá toàn diện tiềm năng di truyền bằng cách tính đến tác động kết hợp của nhiều locus trên toàn hệ gen, từ đó giúp cải thiện độ chính xác trong dự đoán và nâng cao hiệu quả chọn giống đối với các tính trạng liên quan đến tăng trưởng trong thủy sản [26].

3.4. Các nsSNP tiềm năng liên quan đến tính trạng sinh trưởng

Kết quả phân tích SNP căn cứ vào kết quả Gene Ontology, lựa chọn trên các gen và nhóm gen quan trọng có liên quan đến tính trạng sinh trưởng, nghiên cứu đề xuất tổng số 37 nsSNP tương ứng với 14 gen có tiềm năng cho nghiên cứu di truyền liên quan đến sự khác biệt về tốc độ tăng trưởng giữa hai nhóm cá. Thông tin chi tiết của các nsSNP được mô tả ở bảng 2.

Các nsSNP đáng chú ý trong nghiên cứu này bao gồm biến thể nsSNP- c.465T>G (làm thay đổi axit amin p.His155Gln) trong gen *Myogenic Factor 6* (MYF6), có vai trò quan trọng liên quan đến tính trạng tăng trưởng ở nhiều loài động vật, như nghiên cứu trên cá hilsa (*Tenualosa ilisha*) bằng phương pháp giải mã transcriptome mô cơ đã chỉ ra Myf6 có liên kết chức năng với các gen quan trọng khác trong con đường phát triển cơ, qua đó xác định được 3 SNP làm thay đổi axit amin (p.Glu32Gly; p.Glu48Gly và p.Val67Ala) giữa các nhóm cá tăng trưởng chậm và tăng trưởng nhanh có tiềm năng sử dụng làm chỉ thị phân tử để phân biệt giữa các loài cá tăng trưởng chậm và nhanh [27]. Các SNP nằm trong vùng mã hóa của gen *Myf6*

của cá rô phi vẫn được báo cáo có liên quan đến các đặc điểm về chiều dài và cân nặng cá, là những chỉ thị quan trọng trong chọn giống cá rô phi sinh trưởng nhanh [28]. Myf6: nsSNP-c.465T>G có tần số alen thiếu số khác biệt giữa hai nhóm cá (MAF = 0,45 trên nhóm cá sinh trưởng chậm và MAF = 0,19 trên nhóm cá sinh trưởng nhanh); cho thấy đột biến này mặc dù được quan sát thấy trên cả hai nhóm cá, tuy nhiên xuất hiện phổ biến hơn ở nhóm cá sinh trưởng chậm.

Các SNP cũng được báo cáo cho *MEF* trong nghiên cứu chọn lọc nhân tạo cá ngừ vằn dựa trên kích thước cá thể [29]. Biểu thể này lại được quan sát xuất hiện phổ biến hơn ở nhóm cá sinh trưởng nhanh với MAF = 0,39 so với tần số alen tối thiểu rất thấp MAF = 0,02 ở nhóm cá sinh trưởng chậm. Hai gen *MYF6* và *MEF2* đều có vai trò quan trọng trong quá trình sinh học phát triển và biệt hóa cơ xương (Myogenesis), ảnh hưởng trực tiếp lên sinh trưởng và phát triển của cá.

Bảng 2. Thông tin các nsSNP tiềm năng cho nghiên cứu sinh trưởng trên cá chép lai

STT	Vị trí SNP trên NST	Tên gen	Kiểu thay thế nucleotide	Kiểu thay thế Axit amin	Nhóm cá sinh trưởng nhanh		Nhóm cá sinh trưởng chậm	
					Kiểu gen	MAF	Kiểu gen	MAF
1	NC_056579.1-10532428	<i>GLS2A</i>	c.76A>G	p.Ile26Val	T/C	0,39	C/C	0,11
2	NC_056581.1-16456014	<i>MEF2CA</i>	c.1340C>A	p.Thr447Asn	G/T	0,39	T/T	0,02
3	NC_056575.1-14637504	<i>MYF6</i>	c.465T>G	p.His155Gln	G/G	0,19	T/G	0,45
4	NC_056608.1-14758333	<i>MYOZ1B</i>	c.433A>G	p.Asn145Asp	T/C	0,43	C/C	0,11
5	NC_056619.1-7112923	<i>MYBPHA</i>	c.95T>C	p.Val32Ala	C/C	0	T/C	0,37
6	NC_056602.1-21802374	<i>MYH</i>	c.3457T>G	p.Ser1153Ala	A/C	0,49	C/C	0
7	NC_056581.1-16741859	<i>MYO18B</i>	c.5386A>G	p.Arg1796Gly	G/G	0	A/G	0,46
8	NC_056581.1-16710640		c.454T>A	p.Ser152Thr	A/A	0	T/A	0,42
9	NC_056602.1-21738773	<i>PERM1</i>	c.2274G>C	p.Leu758Phe	C/G	0,31	G/G	0
10	NC_056602.1-21738904		c.2143A>G	p.Thr715Ala	T/C	0,5	C/C	0
11	NC_056602.1-21740534		c.513G>T	p.Trp171Cys	C/A	0,32	A/A	0
12	NC_056602.1-21740292		c.755C>A	p.Ser252Tyr	G/T	0,36	T/T	0,02
13	NC_056602.1-21740713		c.334G>T	p.Gly112Trp	C/A	0,32	A/A	0
14	NC_056602.1-21740322		c.725C>T	p.Thr242Met	G/A	0,38	A/A	0,02
15	NC_056602.1-21739572		c.1475A>T	p.Glu492Val	T/A	0,45	A/A	0
16	NC_056602.1-21739146		c.1901C>A	p.Thr634Asn	G/T	0,45	T/T	0
17	NC_056602.1-21739263		c.1784A>T	p.Lys595Ile	T/A	0,49	A/A	0
18	NC_056588.1-933928	<i>ADSSI</i>	c.1110A>T	p.Glu370Asp	A/T	0,31	A/T	0,43
19	NC_056588.1-933971		c.1153A>G	p.Ile385Val	A/G	0,31	A/G	0,43
20	NC_056578.1-39568680	<i>SYNPO2A</i>	c.3437G>C	p.Gly1146Ala	C/G	0,39	G/G	0
21	NC_056578.1-39570023		c.2094C>G	p.Asp698Glu	G/C	0,5	C/C	0
22	NC_056578.1-39570446		c.1671T>A	p.His557Gln	A/T	0,29	A/T	0,3
23	NC_056578.1-39569215		c.2902G>C	p.Glu968Gln	C/G	0,34	C/G	0,3
24	NC_056578.1-39569161		c.2956G>A	p.Glu986Lys	C/T	0,38	C/T	0,3
25	NC_056578.1-39569152		c.2965T>G	p.Ser989Ala	A/C	0,38	A/C	0,32
26	NC_056603.1-41164083	<i>SYNPO2L</i>	c.2422G>A	p.Ala808Thr	C/T	0,46	C/T	0,17
27	NC_056603.1-41162964		c.3541G>A	p.Val1181Ile	C/T	0,42	C/T	0,22
28	NC_056603.1-41161880		c.4625C>G	p.Ala1542Gly	G/C	0,45	G/C	0,25
29	NC_056603.1-41163621		c.2884C>A	p.His962Asn	G/T	0,45	G/T	0,25

30	NC_056620.1-20326784	<i>OBSL1</i>	c.20111A>G	p.His6704Arg	A/G	0,48	G/G	0
31	NC_056620.1-20313832		c.15564A>T	p.Glu5188Asp	A/T	0,46	T/T	0
32	NC_056620.1-20313909		c.15641T>A	p.Phe5214Tyr	T/A	0,38	A/A	0
33	NC_056620.1-20312997		c.14729A>T	p.Glu4910Val	A/T	0,43	T/T	0
34	NC_056598.1/2173700	<i>MYLK3L</i>	c.861C>G	p.Asp287Glu	C/C	0,07	G/C	0,35
35	NC_056598.1/2173536		c.1025C>A	p.Thr342Lys	T/T	0,09	G/T	0,39
36	NC_056598.1/2173516		c.1045C>A	p.His349Asn	T/T	0,09	G/T	0,37
37	NC_056578.1-6639735	<i>ACTN3</i>	c.285A>G	p.Phe876Leu	A/G	0,26	A/G	0,3

Ghi chú: GLS2A (Glutaminase 2, mitochondrial-like A), MEF2CA (Myocyte Enhancer Factor 2C A-like), MYF6 (Myogenic Factor 6), MYOZ1B (Myozenin 1b), MYBPHA (Myosin Binding Protein H A-like), MYH (Myosin Heavy Chain), MYO18B (Myosin XVIII B), PERM1 (PPARGC1 và ESRR-induced Regulator, Muscle 1), ADSS1 (Adenylosuccinate Synthase 1), SYNPO2A (Synaptopodin 2A), SYNPO2L (Synaptopodin 2-like), OBSL1 (Obscurin-like 1), MYLK3L (Myosin Light Chain Kinase 3-like), ACTN3 (Alpha-actinin-3).

Số lượng nhiều các nsSNP có ý nghĩa thống kê phát hiện được trên gen *PERM1* (9 nsSNP) và *SYNPO2* (10 nsSNP) với tần số alen thiếu số lớn hơn ở nhóm cá sinh trưởng trưởng nhanh (MAF của cá sinh trưởng nhanh = 0,29 - 0,5 và MAF của cá sinh trưởng chậm = 0 - 0,32), cho thấy các chỉ thị SNP này có thể được sử dụng để đại diện cho nhóm cá chép sinh trưởng nhanh. Về chức năng sinh học, hai gen *PERM1* và *SYNPO2* đều tham gia vào quá trình myogenesis; *PERM1* là một protein đặc hiệu của cơ, được kích hoạt bởi PGC-1 α và ERRs, có vai trò quan trọng trong điều hòa gen liên quan đến chuyển hóa năng lượng, sinh tổng hợp ty thể và chức năng cơ cơ. Sự suy giảm *PERM1* làm giảm khả năng hô hấp của tế bào cơ và ảnh hưởng đến quá trình sinh tổng hợp ty thể [30]. *SYNPO2* là một protein tham gia vào việc duy trì cấu trúc tế bào và hỗ trợ phát triển cơ bắp của Myogenesis, đặc biệt trong các tế bào cơ. Nó điều chỉnh sự phân chia tế bào và phát triển mô, ảnh hưởng đến tốc độ tăng trưởng của cá. *SYNPO2* cũng có vai trò trong việc ứng phó với stress sinh lý, duy trì sự ổn định của tế bào trong môi trường khắc nghiệt [31, 2].

Tổng số 08 nsSNP cũng được đề xuất cho nhóm gen (*MYOZ1B*: Myozenin 1B; *MYBPH*: Myosin Binding Protein H; *MYH*: Myosin Heavy Chain và *MYO18B*: Myosin XVIII B) liên quan đến chức năng phát triển mô cơ, nằm trong con

đường sinh học tế bào muscle cytoskeleton, bao gồm các biến thể: *MYOZ1B*: c.433A>G (p.Asn145Asp); *MYBPH*: c.95T>C (p.Val32Ala); *MYH*: c.3457T>G (p.Ser1153Ala); hai SNP trên *MYO18B*: c.5386A>G (p.Arg1796Gly) và c.454T>A (p.Ser152Thr); ba SNP trên gen *MYLK3L*: c.861C>G (p.Asp287Glu), c.1025C>A (p.Thr342Lys), c.1045C>A (p.His349Asn). Tần số alen thiếu số cũng cho thấy có sự khác biệt đáng kể giữa nhóm cá chép sinh trưởng nhanh và nhóm cá chép sinh trưởng chậm cho các nsSNP này, các biến thể trên *MYBPH*, *MYO18B*, *MYLK3L* (MAF = 0,35 - 0,46) có phổ biến hơn cho nhóm cá sinh trưởng chậm, trong khi các biến thể trên gen *MYOZ1B* (MAF = 0,43) và *MYH* (MAF = 0,49) là phổ biến hơn trên nhóm cá sinh trưởng nhanh. Họ gen Myosin đã được nghiên cứu chức năng trong quá trình phát triển và mối liên kết với các tính trạng như: Sinh trưởng nhanh, chất lượng mô cơ, thích nghi với nhiệt độ trên nhiều loài cá bao gồm cá chép [32]; cá hồi [33]; cá quế (*Siniperca chuatsi*) [34]... Các nghiên cứu về SNP trên các gen họ Myosin cũng được báo cáo liên quan đến tính trạng sinh trưởng trên các loài cá, như chỉ thị SNP gây thay đổi cấu trúc protein (Tr40Ser) trên gen myosin heavy fast skeletal nằm trên LG6 của các bon (*Scophthalmus maximus*) được báo cáo có sai khác tần số alen giữa nhóm cá sinh trưởng nhanh và chậm [35].

Một số gen có xác định được các nsSNP có ý nghĩa trong nghiên cứu này là *ADSS* (*Adenylosuccinate Synthase*), *GLS2A* (*Glutaminase 2A*) và *OBSL* (*Obscurin-like*) cũng có vai trò quan trọng liên quan đến sinh trưởng của cá; tuy nhiên chưa có nhiều nghiên cứu báo cáo cho các chỉ thị phân tử cho các gen này. Gen *Obscurin-like* đặc trưng ở nhóm cá sinh trưởng nhanh báo cáo trên cá ngựa vằn cũng mô tả đây là các gen có kích thước lớn, có liên quan đến cấu trúc và các yếu tố phát triển mô cơ. Gen *ADSS1* có chức năng liên quan đến điều hòa phát triển cơ đã được báo cáo ở động vật có vú và cá ngựa vằn (Park và cs (2016); Li và cs (2007); trên cá chép, gen *ADSS1* nằm trên QTL cho khối lượng cơ thể tại linked- group 41 đã phát hiện được một SNP tiềm năng, tuy nhiên vẫn cần xác nhận thêm về quan hệ của gen này với các tính trạng tăng trưởng [36]. *GLS2a* là một gen mã hóa enzyme glutaminase 2 trong cá và nhiều loài động vật khác, đóng vai trò quan trọng trong việc vận chuyển nitơ, các - bon và chuyển hóa. Chức năng và biểu hiện của gen này đã được báo cáo trên cá chép [37]; nghiên cứu trên cá diếc tam bội (*Carassius auratus*) cho thấy dinh dưỡng có ảnh hưởng lên hoạt động của gen *GLS* [38]; trong khi nghiên cứu trên cá quế (*Siniperca chuatsi*) chỉ ra chức năng phân tử của *GLS* trong miễn dịch [39]; cho thấy vai trò của *GLS* trong các con đường chuyển hóa năng lượng từ đó liên quan đến chức năng phân tử của các con đường sinh học khác, các SNP trong gen này *GLS* chưa được báo cáo cho phân tích tính trạng sinh trưởng cho các loài cá.

Phân tích chức năng gen cho thấy, tiềm năng của các nsSNP này trong việc nghiên cứu cơ chế di truyền của tính trạng sinh trưởng trên cá chép lai ở Việt Nam, qua đó có thể xây dựng được các chỉ thị hoặc bộ chỉ thị cho tính trạng sinh trưởng, ứng dụng quan trọng trong chọn giống, cho phép chọn lọc các cá thể có tốc độ tăng trưởng cao hơn và cải thiện năng suất nuôi trồng thủy sản.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Dữ liệu toàn bộ hệ gen RNA từ hai nhóm cá chép lai sinh trưởng nhanh và chậm đã được giải trình tự và đóng hàng thành công với hệ gen tham chiếu, tỷ lệ mapping đạt mức cao, đảm bảo chất lượng cơ sở dữ liệu phục vụ cho các phân tích các SNP. Kết quả đã xác định được tổng số 333.328 SNP cho FG và 453.729 SNP cho SG và chia sẻ 138.837 SNP chung cho cả hai nhóm mẫu. Quá trình sàng lọc và kiểm định SNP đã xác định được tổng số 1.984 SNP có ý nghĩa thống kê và liên quan đến sự khác biệt trong sinh trưởng giữa hai nhóm cá chép sinh trưởng nhanh và chậm, phân bố trên 47 nhiễm sắc thể. Phân tích chức năng gen ontology cho thấy, nsSNP được phát hiện trên nhóm các gen liên quan đến con đường chuyển hóa các - bon, có chức năng chuyển hoá, tổng hợp và sản xuất năng lượng, duy trì cân bằng nội môi. Tổng số 37 nsSNP tiềm năng quan trọng được xác định trên 14 gen có vai trò trong quá trình phát triển cơ bắp và chức năng chuyển hóa năng lượng, tác động lên quá trình sinh trưởng, phát triển của cá chép. Đây là những biến dị di truyền quan trọng có tiềm năng để nghiên cứu ứng dụng trong chọn giống.

Nghiên cứu trong tương lai cần tiếp tục kiểm định các nsSNP trên các nhóm mẫu lớn hơn, nghiên cứu ảnh hưởng đến biểu hiện kiểu hình sinh trưởng, qua đó xây dựng chỉ thị/bộ chỉ thị phân tử hữu ích cho chương trình chọn giống cá chép lai sinh trưởng nhanh trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. FAO (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation*, FAO, Rome, Italy.
2. Koopae H. K. and Koshkoiyeh A. E. (2014). SNPs genotyping technologies and their applications in farm animals breeding programs: review. *Braz arch biol technol*, 57, 87 - 95.
3. Lee M. A., Keane O. M., Glass B. C. *et al.* (2006). Establishment of a pipeline to analyse non-synonymous SNPs in *Bos taurus*. *BMC Genomics*, 7(1), 298.

4. Escalante-Rojas M., Peña E., Hernández C. *et al.* (2018). De novo transcriptome assembly for the rose spotted snapper *Lutjanus guttatus* and expression analysis of growth/atrophy - related genes. *Aquaculture Research*, 49(4), 1709 - 1722.
5. Leduc A., Zatylny-Gaudin C., Robert M. *et al.* (2018). Dietary aquaculture by-product hydrolysates: Impact on the transcriptomic response of the intestinal mucosa of European seabass (*Dicentrarchus labrax*) fed low fish meal diets. *BMC Genomics*, 19(1), 396.
6. Yang Y., Han T., Xiao J. *et al.* (2018). Transcriptome analysis reveals carbohydrate-mediated liver immune responses in *Epinephelus akaara*. *Sci Rep*, 8(1), 639.
7. Cai S., Li Y., Xu R. *et al.* (2023). Transcriptome analysis provides new insights into ovarian follicle growth in common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture Reports*, 33, 101864.
8. Xu P., Zhang X., Wang X. *et al.* (2014). Genome sequence and genetic diversity of the common carp, *Cyprinus carpio*. *Nat Genet*, 46(11), 1212 - 1219.
9. Andrews, Simon (2017). Babraham Bioinformatics - FastQC A quality control tool for high throughput Sequence data. <<https://www.bioinformatics.babraham.ac.uk/projects/fastqc/>>, accessed: 04/20/2024.
10. Bolger Anthony M., Marc Lohse and Bjoern Usadel (2014). Trimmomatic: a flexible trimmer for Illumina sequence data | Bioinformatics | Oxford Academic. *Bioinformatics*, 30(15), 2114 - 2120.
11. Kim D., Langmead B. and Salzberg S. L. (2015). HISAT: a fast spliced aligner with low memory requirements. *Nat Methods*, 12(4), 357 - 360.
12. Garrison E. and Marth G. (2012). Haplotype-based variant detection from short-read sequencing. <<http://arxiv.org/abs/1207.3907>>, accessed: 02/07/2024.
13. Cingolani P. (2022). Variant annotation and functional prediction: SnpEff. *Variant Calling: Methods and Protocols*. Springer US, New York, NY, 289 - 314.
14. Lin Y. -L., Chang P. - C., Hsu C. *et al.* (2022). Comparison of GATK and deep Variant by trio sequencing. *Sci Rep*, 12(1), 1809.
15. Dennis G., Sherman B. T., Hosack D. A. *et al.* (2003). DAVID: Database for Annotation, Visualization, and Integrated Discovery. *Genome Biol*, 4(9), R60.
16. Wu Y., Xiao P., Sha H. *et al.* (2024). Transcriptome analysis reveals the potential key genes in nutritional deposition in the common carp (*Cyprinus carpio*). *Animals*, 14(13), 1939.
17. Zhong Z., Fan J., Tian Y. *et al.* (2024). Comparative transcriptome, ultrastructure and histology analyses provide insights into the potential mechanism of growth arrest in south China carp (*Cyprinus carpio rubrofasciatus*). *BMC Genomics*, 25, 1164.
18. Song W., Zhu H., Wang Y. *et al.* (2021). Large-scale screening of growth-related variants in Chinese tongue sole (*Cynoglossus semilaevis*). *J Ocean Univ China*, 20(3), 669 - 680.
19. Weber J.-M. and Haman F. (1996). Pathways for metabolic fuels and oxygen in high performance fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 113(1), 33 - 38.
20. Paloma Álvarez-Rendón J., Manuel Murillo-Maldonado J. and Rafael Riesgo - Escovar J. (2023). The insulin signaling pathway a century after its discovery: Sexual dimorphism in insulin signaling. *General and Comparative Endocrinology*, 330, 114146.
21. Caruso M. A. and Sheridan M. A. (2011). New insights into the signaling system and function of insulin in fish. *General and Comparative Endocrinology*, 173(2), 227 - 247.
22. Pujolar J. M., Jacobsen M. W., Bekkevold D. *et al.* (2015). Signatures of natural selection between life cycle stages separated by

- metamorphosis in European eel. *BMC Genomics*, 16(1), 600.
23. Zhu F., Sun H., Jiang L. *et al.* (2023). Genome - wide association study for growth - related traits in golden pompano (*Trachinotus ovatus*). *Aquaculture*, 572, 739549.
24. Ashburner M., Ball C. A., Blake J. A. *et al.* (2000). Gene Ontology: Tool for the unification of biology. *Nat Genet*, 25(1), 25 - 29.
25. Garcia A., Tsuruta S., Gao G. *et al.* (2023). Genomic selection models substantially improve the accuracy of genetic merit predictions for fillet yield and body weight in rainbow trout using a multi-trait model and multi-generation progeny testing. *Genet Sel Evol*, 55(1), 11.
26. Robledo D., Matika O., Hamilton A. *et al.* (2018). Genome - wide association and genomic selection for resistance to amoebic gill disease in atlantic salmon. *G3 (Bethesda)*, 8(4), 1195 - 1203.
27. Divya B. K., Yadav P., Masih P. *et al.* (2017). *In silico* characterization of myogenic factor 6 transcript of Hilsa, *Tenualosa ilisha* and putative role of its SNPs with differential growth. *Meta Gene*, 13, 140 - 148.
28. Zou G., Zhu Y., Liang H. *et al.* (2015). Association of pituitary adenylate cyclase-activating polypeptide and myogenic factor 6 genes with growth traits in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquacult Int*, 23(5), 1217 - 1225.
29. Harish P., Mareco E. A. and Garcia de la serrana D. (2019). A pilot study to elucidate effects of artificial selection by size on the zebrafish (*Danio rerio*) fast skeletal muscle transcriptome. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 233, 65 - 73.
30. Cho Y., Hazen B. C., Russell A. P. *et al.* (2013). Peroxisome proliferator-activated receptor γ Coactivator 1 (PGC-1)- and Estrogen-related receptor (ERR) - induced regulator in muscle 1 (PERM1) is a Tissue-specific regulator of oxidative capacity in skeletal muscle cells*. *Journal of Biological Chemistry*, 288(35), 25207 - 25218.
31. Jin J. J., Lv W., Xia P. *et al.* (2018). Long noncoding RNA SYISL regulates myogenesis by interacting with polycomb repressive complex 2. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(42), E9802-E9811.
32. Ikeda D., Nihei Y., Ono Y. *et al.* (2010). Three embryonic myosin heavy chain genes encoding different motor domain structures from common carp show distinct expression patterns in cranial muscles. *Marine Genomics*, 3(1), 1 - 9.
33. Hevrøy E. M., Jordal A.-E. O., Hordvik I. *et al.* (2006). Myosin heavy chain mRNA expression correlates higher with muscle protein accretion than growth in *Atlantic salmon*, *Salmo salar*. *Aquaculture*, 252(2), 453 - 461.
34. Chen L., Pan Y., Cheng J. *et al.* (2023). Characterization of myosin heavy chain (MYH) genes and their differential expression in white and red muscles of Chinese perch, *Siniperca chuatsi*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 250, 125907.
35. Robledo D., Rubiolo J. A., Cabaleiro S. *et al.* (2017). Differential gene expression and SNP association between fast and slow-growing turbot (*Scophthalmus maximus*). *Sci Rep*, 7(1), 12105.
36. Hu X., Zhang X., Ge Y. *et al.* (2023). Mapping of quantitative trait loci for growth traits around the first overwintering period in Songpu mirror carp (*Cyprinus carpio* L.) cultured in Northeast China. *Aquaculture Reports*, 31, 101686.
37. Jiang J., Feng L., Liu Y. *et al.* (2014). Molecular cloning and expression of kidney-type glutaminase from common carp (*Yprinus carpio*) and its up-regulation by glutamine in primary culture enterocyte. *Aquaculture Nutrition*, 20(6), 731 - 740.
38. Xiao Y., Huang R., Cao S. *et al.* (2022). Molecular characterization and dietary

regulation of glutaminase 1 (gls1) in triploid crucian carp (*Carassius auratus*). *Fishes*, 7(6), 377.

chuatsi: Molecular characterization, expression pattern and function involving in virus replication. *Aquaculture*, 519, 734924.

39. Liu S., Li N., Lin Q. *et al.* (2020).
Glutaminase 1 in mandarin fish *Siniperca*

IDENTIFICATION OF POTENTIAL NON-SYNONYMOUS SNPS ASSOCIATED WITH GROWTH TRAITS IN HYBRID COMMON CARP USING RNA-SEQ

Luu Thi Ha Giang¹, Vu Van In², Kim Thi Phuong Oanh³

¹ *Research Institute for Aquaculture No. 1*

² *Vietnam Japan University, Vietnam National University, Hanoi*

³ *Vietnam Academy of Science and Technology*

Abstract

Common carp (*Cyprinus carpio*) is a traditionally important freshwater aquaculture species in many countries. Conventional selective breeding, when combined with molecular genetics, plays a crucial role in improving growth rate, productivity, and economic efficiency. This study applied RNA-sequencing technology to identify potential non-synonymous single-nucleotide polymorphisms (nsSNPs) in two hybrid carp groups (fast-growing and slow-growing), derived from crosses between pure Hungarian and Vietnamese carp lines. After sequencing, the total number of filtered reads was approximately 24.6 million in the fast-growing group (FG) and 24.8 million in the slow-growing group (SG), with mapping rates of 87.64% and 84.79%, respectively. A total of 333,328 SNPs were identified in FG and 453,729 in SG, with 138,837 SNPs shared between the two groups. Statistical analysis revealed 1,984 SNPs significantly associated with growth differences, distributed across 47 chromosomes. Functional annotation indicated that most nsSNPs were located in genes related to carbon and energy metabolism. Notably, 37 potential nsSNPs were detected in genes such as Myogenic Factor 6, Myozenin, and Myosin, which are known to be involved in muscle development and growth regulation. These findings provide valuable insights and a scientific foundation for improving the efficiency of fast-growing common carp breeding programs in Vietnam.

Keywords: *Hybrid common carp, growth traits, nonsynonymous SNP (nsSNP), RNA-Seq.*

Ngày nhận bài: 12/3/2025

Ngày chuyển phản biện: 13/3/2025

Ngày thông qua phản biện: 13/4/2025

Ngày duyệt đăng: 28/4/2025

NGHIÊN CỨU HIỆN TƯỢNG PHÚ DƯỠNG HÓA NGUỒN NƯỚC TẠI TỈNH HẬU GIANG

Lê Anh Tuấn^{1,*}, Nguyễn Văn So²

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

²Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang

*Email: latuan@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Tỉnh Hậu Giang ở vị trí vùng giữa đồng bằng sông Cửu Long, sinh kế của người dân phần lớn phụ thuộc vào sản xuất nông nghiệp và số ít lao động tại các nhà máy công nghiệp. Vùng này có những bất lợi về địa hình thấp trũng, nhiều khu ngập nước, khó tiêu thoát nước, cộng thêm các công trình thủy lợi ngăn mặn, giữ ngọt để canh tác nông nghiệp liên tiếp nhiều vụ trong năm theo hình thức thâm canh. Điều này dẫn đến hệ quả tạo nên nguồn nước bị tích tụ quá nhiều các chất dinh dưỡng dạng nitrat (NO_3) và photphat (PO_4) từ các nguồn thải canh tác nông nghiệp lạm dụng phân bón và nước thải lẫn rác sinh hoạt không qua xử lý, nhiều con sông và kênh mương trên địa bàn tỉnh Hậu Giang có hiện tượng tắc nghẽn dòng chảy và xuất hiện vấn đề phú dưỡng hóa. Tình trạng này dẫn đến nguồn nước bị ô nhiễm và chất lượng nước ngày một xấu đi. Hệ sinh thái nguồn nước, tính đa dạng sinh học và chất lượng cuộc sống, thu nhập của người dân bị suy giảm. Chính sách chuyển đổi nông nghiệp và quy hoạch vùng đồng bằng sông Cửu Long đã định hướng chiến lược giảm sản xuất lúa gạo chuyển qua các hình thức sản xuất thuận thiên hơn, đặc biệt tỉnh Hậu Giang có chiến lược phát triển thành trung tâm đầu mối về logistic cho vùng châu thổ. Phát triển nông nghiệp bền vững và giải pháp thúc đẩy dịch vụ logistic là chủ đề được thảo luận trong nghiên cứu này.

Từ khóa: Canh tác nông nghiệp, Hậu Giang, ô nhiễm nguồn nước, phú dưỡng hóa, tắc nghẽn dòng chảy, trung tâm logistic.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tỉnh Hậu Giang có vị trí trung tâm của vùng đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), phía Bắc và phía Tây giáp thành phố Cần Thơ thuộc vùng thượng nguồn sông Hậu, phía Nam giáp các tỉnh Sóc Trăng và Bạc Liêu thuộc vùng ven biển Đông và phía Tây giáp tỉnh Kiên Giang thuộc hệ thống sông Cái Lớn - Cái Bé thông ra biển Tây và vịnh Thái Lan (Hình 1). Tỉnh Hậu Giang có tổng diện tích tự nhiên 162.232 ha, chiếm 3,95% diện tích vùng vùng ĐBSCL, dân số 729.888 người (năm 2022), với hơn 73% người dân sống ở vùng nông thôn.

Tỉnh Hậu Giang có cao độ địa hình rất thấp, nơi cao nhất là gần bờ sông Hậu, có cao độ trong khoảng từ 1,0 - 1,5 m so với mức nước biển, khi đi vào nội đồng thì thấp dần theo hướng Đông Bắc - Tây Nam. Huyện Châu Thành có cao độ

trung bình từ 0,5 - 0,8 m, đến huyện Phụng Hiệp cao độ chỉ còn 0,2 - 0,5 m, vì vậy gần như ngập nước quanh năm, ví dụ như khu vực Trung tâm Nông nghiệp Mùa Xuân và Khu Bảo tồn Thiên nhiên đất ngập nước Lung Ngọc Hoàng. Nhìn chung, cao độ toàn tỉnh phần lớn nằm trong khoảng 0,2 - 1,0 m, chiếm 90% diện tích toàn tỉnh.

Về thổ nhưỡng và nguồn nước liên quan đến sản xuất nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản và lâm sinh, có thể chia tỉnh Hậu Giang thành 2 vùng khác biệt: (1) Vùng Đông Bắc kết nối với sông Hậu, có nhiều nước ngọt và phù sa thuận lợi cho canh tác nông nghiệp (lúa, cây ăn trái) và thủy sản (nuôi cá nước ngọt). Nơi đây đã hình thành nhiều ô bao khép kín, có diện tích từ 50 - 100 ha, chủ yếu là đất sử dụng cho canh tác 3 vụ lúa/năm; (2) Vùng Tây Nam phần lớn là đất

phèn, nhiễm mặn, nước tù đọng, nhiều khu giáp nước do chịu tác động cả 2 loại triều biển Đông và biển Tây truyền ngược nhau. Vùng này canh tác nông nghiệp khá bất lợi, trong khi thủy sản chỉ phù hợp cho những loại cá chịu nước đọng trong ao như: Cá thát lát cườm, cá rô đồng. Tuy nhiên, do những chủ trương ưu tiên cho sản xuất lúa trước đây, nhiều hệ thống thủy lợi, đặc biệt là các công trình cống đập ngăn mặn giữ ngọt đã được xây dựng trong 3 thập niên qua.

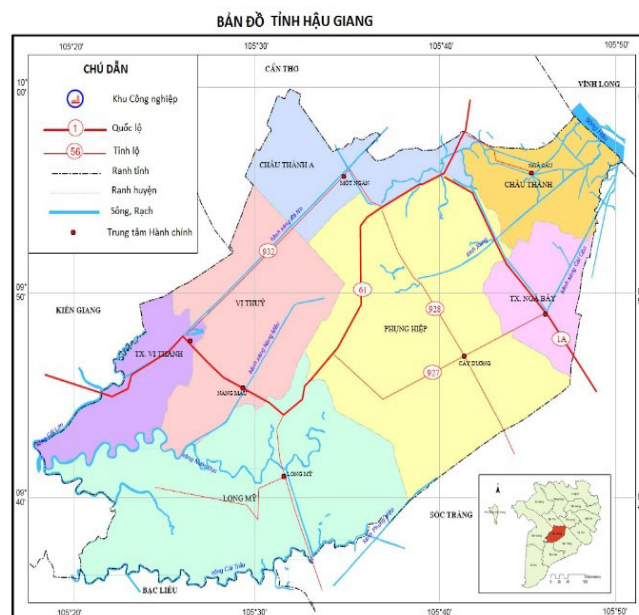
Do cả hai vùng này đều thâm canh sản xuất nông nghiệp và tác động giữ nước trong các ô bao đê và cống ngăn mặn nên nguồn nước bị ô nhiễm nặng do thoát nước kém, rác thải bị ứ đọng, bèo lục bình phát triển dày đặc, dẫn đến tình trạng tắc nghẽn dòng chảy, xuất hiện hiện tượng phú dưỡng, làm ảnh hưởng lớn đến chất lượng nước và giao thông thủy. Người dân trong vùng buộc phải khai thác nước ngầm quá mức, khiến tình trạng sụt lún ngày càng rõ rệt và không được khắc phục hay hạn chế. Các khu công nghiệp lớn với nhiều nhà máy sản xuất nằm ở thị trấn Mái Dầm, huyện Châu Thành cũng đang sử dụng một lượng nước từ sông Hậu, tiềm ẩn nhiều nguy cơ gây các sự cố môi trường.

Từ thực trạng trên, “*Nghiên cứu hiện tượng phú dưỡng hóa nguồn nước tại tỉnh Hậu Giang*” là cần thiết, nhằm đánh giá hiện trạng môi trường nước mặt gồm nước trên các sông, kênh, rạch nước chính và các thủy vực trầm tích nước ngọt trên địa bàn tỉnh Hậu Giang. Nghiên cứu đặt trọng tâm cho hiện tượng phú dưỡng, áp dụng cho thủy vực ô nhiễm hữu cơ, vì yếu tố này là đặc trưng cho tình trạng nước kém lưu thông ở nhiều khu vực của tỉnh Hậu Giang. Qua kết quả về môi trường, các vấn đề xã hội và chính sách cũng được thảo luận trong nghiên cứu.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu dựa trên sự hợp tác thu thập dữ liệu liên tục trong 3 năm gần nhất (từ năm 2019 đến năm 2021) đối với các kết quả quan trắc chất lượng nước trong địa bàn tỉnh Hậu Giang. Trung tâm Quan trắc Tài nguyên và Môi trường là đơn

vị trực thuộc Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang có kế hoạch tổ chức thực hiện và báo cáo kết quả quan trắc các thông số môi trường hàng năm theo quy định của Bộ Tài nguyên và Môi trường (2021) [1]. Kế hoạch quan trắc môi trường do Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (2021) [2] chuẩn bị và được UBND tỉnh Hậu Giang (2021) [3] phê duyệt thực hiện cho 5 năm, từ năm 2021 đến năm 2025.



Hình 1. Bản đồ tỉnh Hậu Giang với các tuyến giao thông chính

Nguồn: <https://galaxylands.com.vn/ban-do-hau-giang/>

Địa bàn tỉnh Hậu Giang có các vị trí quan trắc theo từng nhóm thành phần được thể hiện ở bảng 1. Liên quan đến chất lượng nước mặt, vị trí các điểm quan trắc được phân bố khá đều theo không gian, nơi có những điểm nhạy cảm về môi trường như: Các khu công nghiệp, khu bảo tồn, các sông ngòi và trục giao thông được thể hiện ở hình 1. Theo Quyết định số 1460/QĐ-TCMT [4], các thông số được sử dụng để tính VN-WQI được chia thành 5 nhóm:

Nhóm I: Thông số pH.

Nhóm II (nhóm thông số thuốc bảo vệ thực vật), bao gồm các thông số: Aldrin, BHC, Dieldrin, DDTs (p,p'-DDT, p,p'-DDD, p,p'-DDE), Heptachlor và Heptachlorepoxyde.

Nhóm III (nhóm thông số kim loại nặng), bao gồm các thông số: As, Cd, Pb, Cr₆₊, Cu, Zn, Hg.

Nhóm IV (nhóm thông số hữu cơ và dinh dưỡng), bao gồm các thông số: DO, BOD₅, COD, TOC, N-NH₄, N-NO₃, N-NO₂, P-PO₄.

Nhóm V (nhóm thông số vi sinh), bao gồm các thông số: *Coliform*, *E. coli*.

Sau khi tính toán WQI đối với từng thông số nêu trên, tính toán chỉ số VN_WQI cuối cùng đối với kết quả quan trắc chất lượng nước mặt tỉnh Hậu Giang năm 2021 áp dụng công thức (1) - Áp dụng cho thủy vực ô nhiễm hữu cơ.

$$WQI = \frac{WQI_I}{100} \times \frac{\left(\prod_{i=1}^n WQI_{II} \right)^{1/n}}{100} \times \frac{\left(\prod_{j=1}^m WQI_{III} \right)^{1/m}}{100} \times \left[\left(\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k WQI_{IV} \right)^2 \times \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l WQI_V \right]^{1/3} \quad (1)$$

Bảng 1. Số lượng các vị trí quan trắc theo khu vực thuộc tỉnh Hậu Giang

TT	Vị trí	Thành phần môi trường nước mặt	
		Quan trắc nước mặt trên các tuyến kênh, sông, rạch	Quan trắc thủy sinh, trầm tích nước ngọt
1	Thành phố Vị Thanh	5	02
2	Thị xã Long Mỹ	4	0
3	Thành phố Ngã Bảy	4	01
4	Huyện Vị Thủy	4	01
5	Huyện Long Mỹ	5	01
6	Huyện Châu Thành A	5	02
7	Huyện Phụng Hiệp	7	02
8	Huyện Châu Thành	10	01
	Tổng	44	10

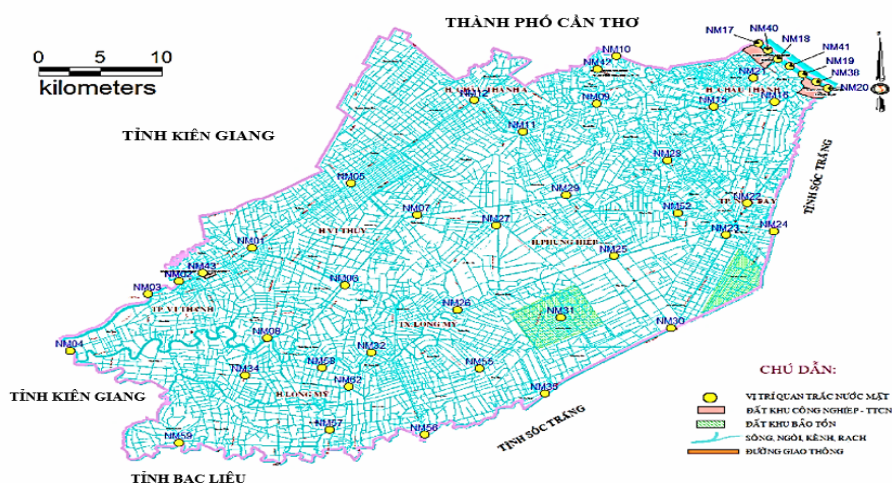
Nguồn: Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (2022) [5]

Bảng 2. Phương pháp phân tích thành phần môi trường nước mặt trong phòng thí nghiệm

TT	Tên thông số	Tên/số hiệu phương pháp sử dụng	Giới hạn phát hiện/phạm vi đo
1	TSS	TCVN 625:2000 [6]	5,0 mg/L
2	COD	SMEWW 5220C:2012 [7]	3,0 mg/L
3	N-NO ₂ ⁻	TCVN 6178:1996 [8]	0,005 mg/L
4	N-NO ₃ ⁻	TCVN 6180:1996 [9]	0,05 mg/L
5	N-NH ₄ ⁺	TCVN 6179-1:1996 [10]	0,04 mg/L
6	P-PO ₄ ³⁻	TCVN 6202:2008 [11]	0,03 mg/L
7	Fe	TCVN 6177:1996 [12]	0,1 mg/L
8	<i>Coliform</i>	TCVN 6187-2:1996 [13]	3MPN/100 mL
9	BOD ₅	TCVN 6001-1:2008 [14]	1,0 mg/L
10	Cl ⁻	TCVN 6194:1996 [15]	5,0 mg/L
11	Độ màu	SMEWW2120C:2017 [16]	10 t-Co
12	Cr (VI)	SMEWW3500Gr.B:2017 [17]	0,003 mg/L
13	CN ⁻	SMEWW4500-CN C&E:2017 [18]	0,003 mg/L
14	As	SMEWW3113B:2017 [19]	0,001 mg/L
15	Cd	SMEWW3113B:2017 [20]	0,0001 mg/L
16	Permanganat	TCVN 6186:1996 [19]	0,5 mg/L
17	Pb	SMEWW 3113B:2017 [19]	0,1 mg/Kg

18	Cu	SMEWW 3111B:2017 [20]	0,1 mg/Kg
19	As	SMEWW 3113B:2017 [19]	0,1 mg/Kg
20	Hg	SMEWW 3113B:2017 [19]	0,01 mg/Kg
21	Cd	SMEWW 3113B:2017 [19]	0,01 mg/Kg
22	Thuốc bảo vệ thực vật gốc clo hữu cơ	US EPA Method 8141B:2007 [21]	5 µg/Kg
23	Thuốc bảo vệ thực vật gốc photpho hữu cơ	US EPA Method 8141B:2007 [21]	5 µg/Kg

Các mẫu nước được thu thập theo hướng dẫn kỹ thuật liên quan đến chất lượng nước [4]. Các phương pháp phân tích được thực hiện theo thống kê tại bảng 2. Chỉ số WQI được làm tròn thành số nguyên sau khi tính toán, áp dụng trọng số 2 đối với nhóm IV và trọng số 1 đối với nhóm V.



Hình 2. Bản đồ các vị trí quan trắc môi trường nước mặt tỉnh Hậu Giang

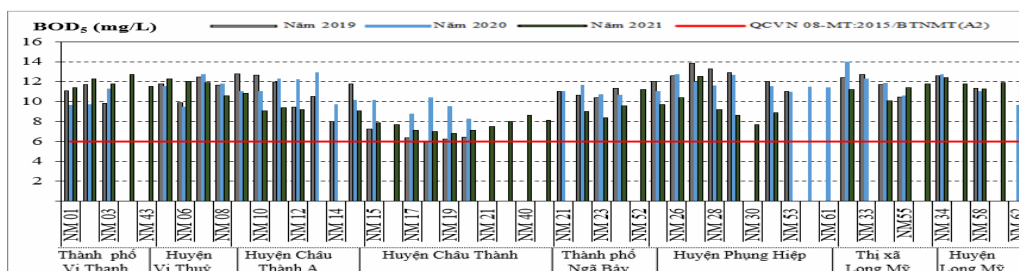
Nguồn: Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (2022) [5]

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả phân tích ô nhiễm nước mặt tỉnh Hậu Giang từ năm 2019 đến năm 2021

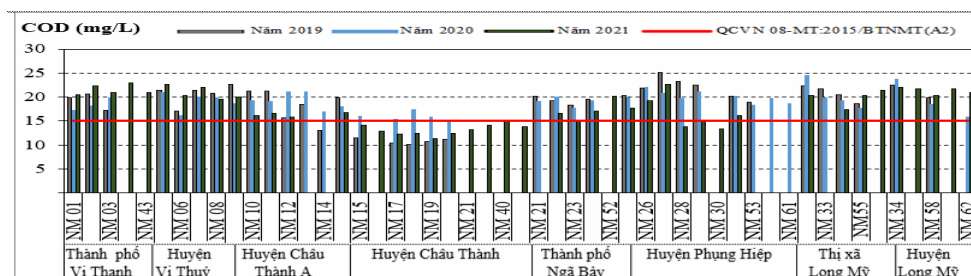
Chất lượng nước mặt tại vị trí quan trắc với các thông số như: Sắt, TSS, N-NO₂, N-NH₄, BOD₅, COD, *Coliform* có kết quả vượt QCVN 08-MT:2015/BTNMT, cột A₂ [22]. Với thông số ô nhiễm hữu cơ dễ phân hủy, quan sát giá trị trung bình năm BOD₅ và COD cho thấy, ô nhiễm nước mặt trong 3 năm gần nhất (năm 2019, 2020, 2021) khá cao (Hình 3, 4), hầu hết đều vượt QCVN 08-MT:2015/BTNMT, cột A₂ [22], nhiều điểm quan trắc ở mức D của QCVN 08:2023/BTNMT [23], tương ứng >10 mg/L và >20 mg/L (Hình 3, 4). Trong 2 năm 2020 và

2021, thông số *Coliform* vượt rất cao mức D của QCVN 08:2023/BTNMT [23], điển hình ở vị trí NM07 thuộc huyện Vị Thủy có 30.413 MPN/100 ml (Hình 5); tương ứng năm 2020 có đến 38/39 vị trí, chiếm tỷ lệ 97,4% và năm 2021 có 40/44 vị trí, chiếm tỷ lệ 90,9%. Riêng thông số pH, qua kết quả quan trắc trong 3 năm, từ năm 2019 đến năm 2021 đạt QCVN 08-MT:2015/BTNMT, cột A₂ [22] (6,0 - 7,0). Một cách tổng quan, theo chỉ số WQI và bảng màu cho thấy, chất lượng nước tỉnh Hậu Giang (Hình 8) phần lớn nằm trong nhóm bị ô nhiễm ở mức độ từ trung bình đến xấu, nguồn nước chỉ có thể sử dụng giới hạn cho mục đích tưới tiêu, giao thông thủy và không phù hợp cho ăn uống.



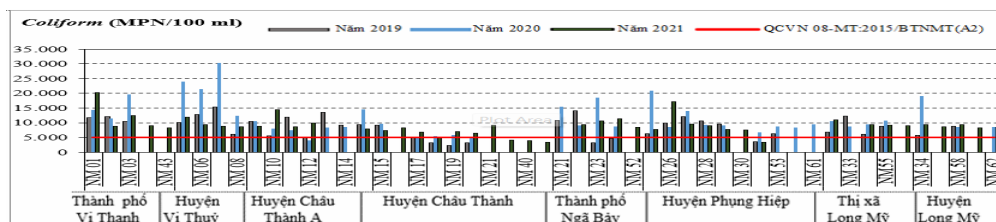
Hình 3. Kết quả quan trắc ô nhiễm BOD₅ tại tỉnh Hậu Giang năm 2019, 2020, 2021

Nguồn: Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (2022) [5]



Hình 4. Kết quả quan trắc ô nhiễm COD tại tỉnh Hậu Giang năm 2019, 2020, 2021

Nguồn: Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (2022) [5]

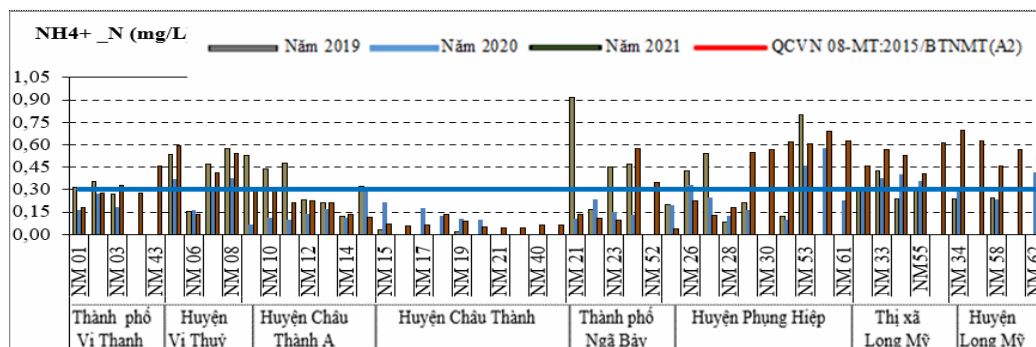


Hình 5. Kết quả quan trắc ô nhiễm Coliform tại tỉnh Hậu Giang năm 2019, 2020, 2021

Nguồn: Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (2022) [5]

Kết quả thông số N-NH₄⁺ năm 2021 đã có sự gia tăng mạnh so với các năm 2019 và 2020. Cụ thể, năm 2021 có 24/44 vị trí (chiếm tỷ lệ 54,5%); năm 2020 có 11/39 vị trí (chiếm tỷ lệ 28%; năm 2019 có 17/36 vị trí (chiếm tỷ lệ 47%), tương ứng

tỷ lệ các mẫu quan sát của 3 năm có kết quả vượt QCVN 08-MT:2015/BTNMT, cột A₂ [22]; tổng nitơ cũng vượt ngưỡng C của QCVN 08:2023/BTNMT [23] (Hình 6).

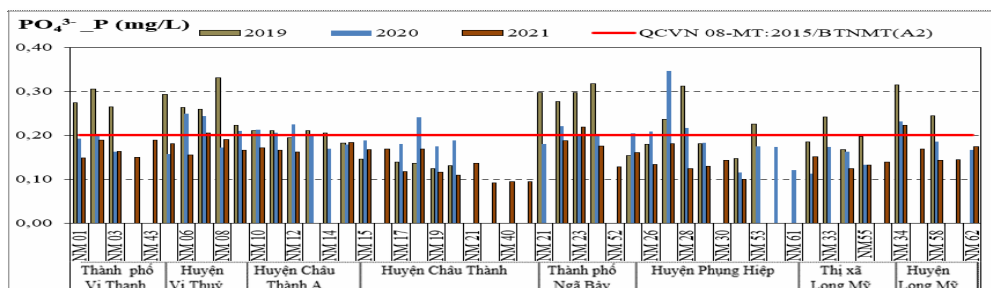


Hình 6. Diễn biến thông số N-NH₄⁺ năm 2019, 2020, 2021

Nguồn: Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (2022) [5]

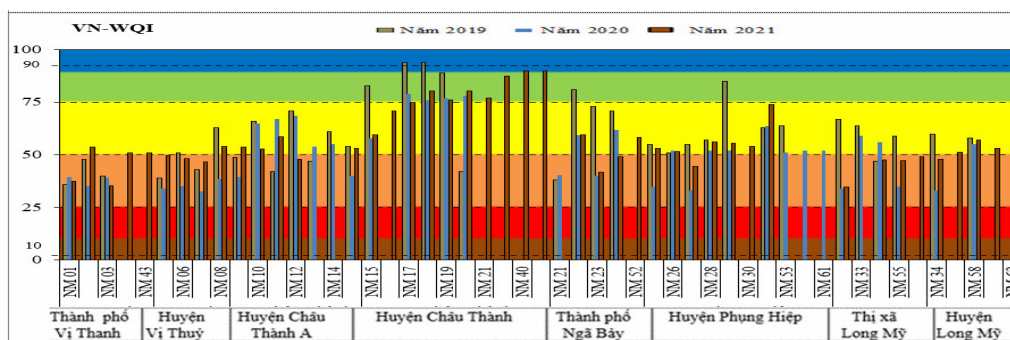
Thông số $P-PO_4^{3-}$: Năm 2021, các điểm quan trắc có 18/44 vị trí (chiếm tỷ lệ 40,9%); năm 2020 có 13/39 vị trí (chiếm tỷ lệ 33,33%); năm 2019 có 18/36 vị trí (chiếm tỷ lệ 50%) (Hình 7), tương ứng tỷ lệ % các mẫu quan sát của 3 năm có kết

quả vượt QCVN 08-MT:2015/BTNMT, cột A₂ [22]; bên cạnh đó, so với QCVN 08:2023/BTNMT [23] đạt ngưỡng ở mức B, có một số vị trí quan trắc thuộc mức C.



Hình 7. Diễn biến thông số $P-PO_4^{3-}$ năm 2019, 2020, 2021

Nguồn: Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (2022) [5]



Hình 8. Chất lượng nước theo WQI tại tỉnh Hậu Giang năm 2019, 2020, 2021

Nguồn: Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (2022) [5]

Biểu đồ diễn biến chỉ số chất lượng nước mặt từ năm 2019 đến năm 2021 cho thấy, phần lớn các vị trí quan trắc đều có giá trị VN_WQI dao động từ 33 - 94 (từ mức xấu đến rất tốt). Các vị trí có giá trị VN_WQI từ 25 - 50 (xấu): Năm 2019 là 11/36 vị trí (30,6%), năm 2020 là 16/39 vị trí (41,0%), năm 2021 là 14/44 (31,8%), tăng 3 vị trí so với năm 2019 và tăng 02 vị trí so với năm 2020. Các điểm có giá trị VN_WQI từ 51 - 75 (trung bình): Năm 2019 là 19/36 vị trí (52,8%), năm 2020 là 19/39 vị trí (48,7%), năm 2021 là 23/44 vị trí (52,3%), tăng 4 vị trí so với năm 2019 và 2020. Các vị trí có giá trị VN_WQI từ 76 - 90 (tốt), năm 2019 có 4/36 vị trí (11,1%), bao gồm: NM17 và NM20 của huyện Châu Thành, NM23 của thành phố Ngã Bảy và NM31 tại Khu Bảo tồn Thiên nhiên Lung Ngọc Hoàng của huyện Phụng Hiệp; năm 2020 là 4/39 vị trí (10,3%), bao

gồm: NM17, NM18, NM19, NM20 tại khu vực sông Hậu của huyện Châu Thành; năm 2021 là 7/44 vị trí (15,9%), bao gồm: NM18, NM19, NM20, NM21, NM38, NM40, NM41 của huyện Châu Thành, tăng 3 vị trí so với năm 2019 và 2020. Năm 2021 không có vị trí quan trắc nào đạt giá trị VN_WQI ở mức rất tốt. Chất lượng nước mặt năm 2021 nhìn chung tốt hơn so với các năm trước. Tuy nhiên, năm 2021 không có vị trí nào có chỉ số VN_WQI đạt rất tốt, số vị trí ở mức trung bình và tốt có tăng lên so với năm 2019 và 2020.

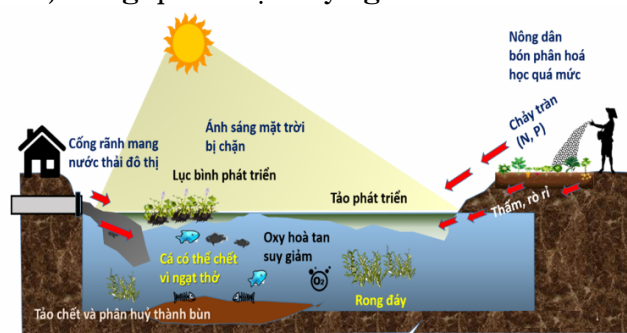
3.2. Thảo luận về hiện tượng phú dưỡng trong môi trường nước mặt tỉnh Hậu Giang

Phú dưỡng (*Eutrophication*) là hiện tượng xảy ra trong môi trường nước ít trao đổi và khi có hàm lượng các chất dinh dưỡng như nitrat hay photphat quá dư thừa khiến các thực vật phù du như: Rong,

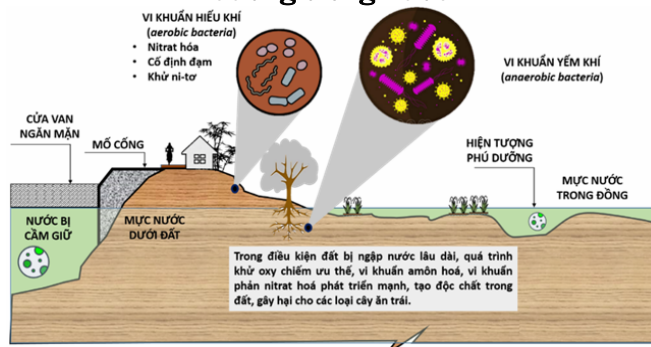
bèo, tảo lam, tảo lục... phát triển mạnh, tiêu thụ nhiều oxy trong nước, gây hại cho các loài thủy sinh khác. Phú dưỡng trong nước thường xảy ra khi hàm lượng nitơ lớn hơn 500 $\mu\text{g/l}$ và photpho lớn hơn 20 $\mu\text{g/l}$. Việc phát triển nhiều hệ thống cống ngăn mặn, giữ ngọt, đóng lâu ngày khiến nước không di chuyển trong thủy vực, oxy trong nước thấp và vi sinh vật yếm khí phát triển trong tầng đất ngập nước lâu ngày tạo ra những độc chất trong đất (Hình 10). Phú dưỡng làm nước mặt sẽ chuyển thành màu xanh lục hay đỏ rất điển hình. Tảo, rêu phát triển sẽ tiêu thụ nhiều oxy trong nước, xuất hiện khí độc, mùi hôi... đe dọa môi trường sống của các loài thủy sản và làm gia tăng nguy cơ tích tụ bùn hữu cơ, làm cạn kiệt tích chứa trong sông, rạch, ao, hồ và đầm lầy.

Đã có nhiều nghiên cứu về hiện tượng phú dưỡng ở vùng hạ lưu sông Cửu Long [24 - 27]. Tại tỉnh Hậu Giang, phần lớn hiện tượng phú dưỡng xảy ra do việc sử dụng phân bón hóa học quá mức thải ra môi trường. Ngoài ra, phú dưỡng còn do ứ đọng các chất thải sinh hoạt, nước thải sinh hoạt, nước thải công nghiệp, nước thải chăn nuôi... chưa được xử lý, làm gia tăng hàm lượng hữu cơ và vi sinh trong nước. Hiện tượng phú dưỡng xảy ra phổ biến ở các huyện Long Mỹ, Vị Thủy, Phụng Hiệp và thị xã Long Mỹ (Hình 6, 7, 8, 9) [5]. Quan sát chất lượng nước cho thấy, sự hiện diện các loài tảo khá nhiều, chứng tỏ khu vực có dấu hiệu ô nhiễm do hiện tượng phú dưỡng (Bảng 3), nhất là giai đoạn đầu mùa mưa (tháng 5) và cuối mùa mưa (tháng 11). Ở điểm quan trắc NM05, NM11, NM59 có sự xuất hiện

khá cao mật độ tảo lam (tương ứng với tỷ lệ 68,7%, 65,3%, 56,2%). Mật độ tảo lam rất cao với các loài tảo sợi *Oscillatoria* spp. làm màu nước xuất hiện các vệt xanh lam đậm. Thời điểm tháng 5 trùng với vụ lúa xuân - hè, người dân tháo nước từ ruộng để cây lúa cứng, ít bị đổ, theo đó có nhiều N, P được mang theo dòng chảy. Ngoài ra, vào tháng 11 các dòng chảy trên địa bàn tỉnh Hậu Giang có tốc độ rất yếu, khả năng trao đổi nước rất kém, từ đó làm tăng mật độ tảo lam, tương quan chặt có ý nghĩa.



Hình 9. Minh họa các nguồn gây hiện tượng phú dưỡng trong nước



Hình 10. Minh họa các tác động gây phú dưỡng trong nước và tình trạng yếm khí trong đất

Bảng 3. Sự biến động số loài của từng ngành trong tổng số loài phiêu sinh thực vật

STT	Ngành/lớp tảo	Tháng 5		Tháng 11	
		Số loài	Tỉ lệ (%)	Số loài	Tỉ lệ (%)
1	Tảo lam (Cyanophyta)	25	22	24	24
2	Tảo mắt (Euglenophyta)	15	13	20	20
3	Tảo khuê (Bacillariophyta)	42	37	30	30
4	Tảo lục (Chlorophyta)	32	28	25	25
5	Tảo giáp (Pyrrophyta)	0	0	1	1
	Tổng	114		100	

Nguồn: Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (2022) [5]

Theo Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (2022) [5], nguồn hữu cơ gây ô nhiễm ở vị trí NM05 và sự lưu chuyển tảo lam từ các thủy vực nội đồng lân cận hay các nguồn ô nhiễm hữu cơ từ các nhánh của sông Cái Lớn ở sâu bên trong đưa ra. Hệ thống cống ngăn mặn khi đóng lại vào mùa khô để ngăn mặn và giữ ngọt khiến nước sông cao hơn mặt ruộng, nước trong ruộng không thoát được, sự dao động theo thủy triều bị triệt tiêu, dẫn đến đất trong ruộng trở nên nhão, vi sinh vật hiếu khí không thở được sẽ thay bằng vi sinh vật yếm khí gây ô nhiễm và thoái hóa đất. Đất bị ngập nước hoàn toàn sau một ngày thì hàm lượng oxy giảm nhanh tới mức không phát hiện được sự hiện diện oxy trong đất nữa. Khi đó, các tác nhân như NO_2 , các hợp chất mangan, sắt, CO_2 , NH_3 , H_2S , CH_4 , C_2H_2 , $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (ethanol), các sản phẩm biến dưỡng của vi sinh vật gia tăng, gây tổn thương vùng rễ, làm nhiễm độc cho cây trồng [28]. Nước tù đọng thành nước đen, độc hại, dòng chảy bị bao phủ bởi bèo lục bình. Khi nước mặt bị ô nhiễm cả 2 vùng mặn và ngọt, người dân gia tăng sử dụng nước ngầm gây ra nguy cơ sụt lún diện rộng và ô nhiễm nước dưới đất.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Hiện tượng tắc nghẽn dòng chảy do cả yếu tố tự nhiên (các vùng giáp nước) và do yếu tố nhân tạo (nhiều hệ thống cống ngăn mặn, giữ ngọt và không xử lý nguồn nước bị ô nhiễm hữu cơ từ sản xuất và sinh hoạt) làm hiện tượng phú dưỡng phổ biến ở hầu hết các hệ thống nguồn nước mặt của tỉnh Hậu Giang.

Nhằm hướng đến sản xuất nông nghiệp thông minh, việc chuyển đổi lối canh tác cổ truyền sang những hình thức nông nghiệp đa canh (*Poly - Culture*) thích ứng dựa với hệ sinh thái (Ecosystem based Adapation - EbA) là một bước đi cần được khuyến khích, có thể giảm hiện tượng phú dưỡng và ô nhiễm nguồn nước.

Cần có phân tích chính sách đầu tư cho tỉnh Hậu Giang sâu hơn, quan trọng nhất là nguồn nhân lực, bao gồm việc thu hút nhân lực giỏi từ nơi khác (thành phố Cần Thơ, thành phố Hồ Chí

Minh, các quốc gia có trí thức Việt kiều) và phát triển nhân lực tại chỗ. Bên cạnh đó, tỉnh Hậu Giang cần phát triển hệ thống nông nghiệp thông minh, nông nghiệp xanh, tuần hoàn, giảm thiểu tác động đến môi trường theo hướng bền vững, thích ứng với biến đổi khí hậu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2021). *Thông tư số 10/2021/TT-BTNMT, ngày 30 tháng 6 năm 2021. Quy định kỹ thuật quan trắc môi trường và quản lý thông tin, dữ liệu quan trắc chất lượng môi trường.*
2. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (2021). *Kế hoạch số 11/KH-STNMT ngày 12 tháng 3 năm 2021, Kế hoạch quan trắc môi trường trên địa bàn tỉnh Hậu Giang năm 2021.*
3. UBND tỉnh Hậu Giang (2021). Quyết định số 250/QĐ-UBND, ngày 9 tháng 02 năm 2021. *Phê duyệt Chương trình quan trắc môi trường trên địa bàn tỉnh Hậu Giang, giai đoạn 2021 - 2025.*
4. Tổng cục Môi trường (2019). Quyết định số 1460/QĐ-TCMT, ngày 12 tháng 11 năm 2019. *Ban hành hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng nước Việt Nam (VN - WQI).*
5. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (2022). *Báo cáo kết quả quan trắc môi trường năm 2021.*
6. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6625:2000 (ISO 11923:1997). *Chất lượng nước - Xác định chất rắn lơ lửng bằng cách lọc qua cái lọc sợi thủy tinh.*
7. Standard Methods Committee of the American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. 5220 chemical oxygen demand (cod) In: *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.* Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E,

editors. Washington DC: APHA Press. DOI: 10.2105/SMWW.2882.103.

8. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6178:1996 (ISO 6777:1984 (E)). Chất lượng nước - Xác định nitrit - Phương pháp trắc phổ hấp thụ phân tử.

9. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6180:1996 (ISO 7890/3:1988 (E)). Chất lượng nước - Xác định nitrat - Phương pháp trắc phổ dùng axit sunfosalixylic.

10. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6179-1:1996 (ISO 7150-1:1984 (E)). Chất lượng nước - Xác định amoni - Phần 1: Phương pháp trắc phổ thao tác bằng tay.

11. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6202:2008 (ISO 6878:2004). Chất lượng nước - Xác định phospho - Phương pháp đo phổ dùng amoni molipdat.

12. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6177:1996 (ISO 6332:1988 (E)). Chất lượng nước - Xác định sắt bằng phương pháp trắc phổ dùng thuốc thử 1.10 – Phenantrolin.

13. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6187-2:1996 (ISO 9308/2:1990 (E)). Chất lượng nước - Xác định - Phát hiện và đếm vi khuẩn *coliform* - Vi khuẩn *coliform* chịu nhiệt và *escherichia coli* giả định: Phần 2: Phương pháp nhiễu ống (số có xác suất cao nhất).

14. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6001-1:2008 (ISO 5815/1:2003). Xác định nhu cầu oxy sinh hóa của nước bằng phương pháp pha loãng và cấy các tác nhân gây ức chế quá trình nitrat hóa.

15. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6194:1996 (ISO 9297:1989 (E)). Chất lượng nước - Xác định clorua - Chuẩn độ bạc nitrat với chỉ thị cromat (phương pháp MO).

16. Standard Methods Committee of the American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. 2120 color In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE,

Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press. DOI: 10.2105/SMWW.2882.017.

17. Standard Methods Committee of the American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. 3500-cr chromium In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press. DOI: 10.2105/SMWW.2882.053.

18. Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater, 23rd. 4500-CN-Cyanide <https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.077>.

19. Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater, 23rd. 3113 Metals by Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry. <https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.045>

20. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6186:1996 (ISO 8467:1993 (E)). Chất lượng nước - Xác định chỉ số pemanganat.

21. United States for Environmental Protection Agency (2007). Hazardous Waste Test Methods/SW-846.

22. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 08-MT:2015/BTNMT về chất lượng nước mặt.

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

24. Mekong River Committee (2008). The Mekong river report card on water quality (2000 - 2006). Vol. 1: Sep. 2008.

25. Zita Sebesvari, Huong Thi Thu Le, Pham Van Toan, Ute Arnold and Fabrice G. Renaud (2016). *Agriculture and water quality in the Vietnamese Mekong delta*. In book Fabrice G. Renaud, Claudia Kuenze (eds.): *The Mekong delta system: Interdisciplinary analyses of a river delta*. Chapter: 13, Publisher: Springer Environmental Science and Engineering. DOI: 10.1007/978-94-007-3962-8_13 page.

26. Ratha Chea, Gaël Grenouillet and Sovan Lek (2016). Evidence of water quality

- degradation in lower Mekong basin revealed by self - organizing map. *PLoS One*, 11(1): e0145527. doi: 10.1371/journal.pone.0145527.
27. Nguyen Thanh Giao and Huynh Thi Hong Nien (2020). Phytoplankton - water quality relationship in water bodies in the Mekong delta, Vietnam. *App. Envi. Res*, (42:2): 1 - 12.
28. Jackson M. B. and Drew M. C. (1984). Effects of flooding on growth and metabolism of herbaceous plants. In: Kozlowski T.T. (ed.): *Flooding and Plant Growth*. pp: 47 - 128. Academic Press.

THE PHENOMENON RESEARCH OF WATER FLOW STAGNATION AND EUTROPHICATION PROBLEMS IN HAU GIANG PROVINCE

Le Anh Tuan¹, Nguyen Van So²

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

²*Department of Natural Resources and Environment of Hau Giang province*

Abstract

Hau Giang province is located in the middle of the Mekong delta, where people's livelihoods are largely dependent on agricultural production and a few workers in industrial factories. This area has the disadvantages of low-lying terrain, many areas blocked water, difficult to drain water, plus irrigation works to prevent salinity and keep fresh for continuous agricultural cultivation in many seasons in the year in the form of intensive farming. It leads to the result that the water source accumulates too many nutrients in the form of nitrate (NO₃) and phosphate (PO₄) from agricultural wastes, overuse of fertilizers and untreated sewage combined domestic solid waste. Due to the reasons, the phenomenon of flow stagnation and eutrophication problems in many rivers and canals in Hau Giang province are common. The agricultural transformation policy and the planning of the Mekong delta region have oriented the strategy of reducing rice production to shifting to more favorable production forms, especially for Hau Giang province with a strategy of developing into a logistics hub for the delta region. Sustainable agricultural development and the solution of promoting logistics services are the topics discussed in this report.

Keywords: *Agricultural farming, eutrophication, flow stagnation, Hau Giang, logistic hub, water pollution.*

Ngày nhận bài: 15/5/2024

Ngày chuyển phản biện: 20/5/2024

Ngày thông qua phản biện: 6/6/2024

Ngày duyệt đăng: 26/02/2025

NGHIÊN CỨU TIỀM NĂNG VÀ GIẢI PHÁP PHÁT TRIỂN DU LỊCH NÔNG NGHIỆP TRÊN ĐỊA BÀN HUYỆN TRÙNG KHÁNH, TỈNH CAO BẰNG

Nguyễn Văn Tâm^{1,*}

¹ Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Thái Nguyên

* Email: nguyenvantam@tuaf.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu tiềm năng và giải pháp phát triển du lịch nói chung, du lịch nông nghiệp nói riêng luôn nhận được sự quan tâm của các địa phương. Huyện Trùng Khánh là điểm sáng trong phát triển du lịch của tỉnh Cao Bằng. Trong chiến lược phát triển, huyện Trùng Khánh có định hướng phát triển du lịch trở thành ngành kinh tế mũi nhọn của huyện. Để đạt được kết quả như kỳ vọng, huyện Trùng Khánh cần đa dạng hóa các hoạt động du lịch (trong đó có hoạt động du lịch nông nghiệp) thay vì chỉ khai thác du lịch dựa trên tài nguyên sẵn có. Nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) và phương pháp phân tích SWOT để đạt được mục tiêu đưa ra bức tranh tổng quát về tiềm năng du lịch nông nghiệp, những điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội, thách thức đối với phát triển du lịch nông nghiệp của huyện Trùng Khánh. Từ kết quả trên, nghiên cứu đã đề xuất các giải pháp nhằm đẩy mạnh phát triển du lịch nông nghiệp trên địa bàn huyện Trùng Khánh, tỉnh Cao Bằng.

Từ khóa: *Tiềm năng phát triển du lịch, du lịch nông nghiệp, phân tích thứ bậc (AHP), Trùng Khánh.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong chiến lược phát triển du lịch Việt Nam, định hướng du lịch nông nghiệp là một trong năm dòng sản phẩm chủ đạo [1]. Du lịch nông nghiệp là hoạt động du lịch được diễn ra ở nơi có sản xuất nông nghiệp, tại đây du khách sẽ được tham gia, trải nghiệm các hoạt động liên quan đến quá trình sản xuất nông nghiệp nhằm mục đích tìm hiểu, giải trí, khám phá,... qua đó góp phần đáp ứng nhu cầu du lịch của du khách cũng như nâng cao giá trị sản phẩm nông nghiệp và chất lượng cuộc sống của người dân địa phương [2]. Hiện nay, sự liên kết giữa sản xuất nông nghiệp và du lịch đang là xu hướng phát triển mạnh mẽ [3], [4]. Du lịch nông nghiệp giúp thúc đẩy phát triển nông nghiệp địa phương thông qua các mối liên kết cho phép nông dân địa phương cung cấp nhu cầu thực phẩm cho các cơ sở du lịch [5]. Qua đó, hoạt động du lịch nông

nghiệp tạo ra nhiều cơ hội việc làm, góp phần sử dụng hiệu quả nguồn lao động và nâng cao thu nhập cho người dân [6].

Xác định du lịch là thế mạnh và tiềm năng của tỉnh, trong những năm gần đây, tỉnh Cao Bằng rất chú trọng phát triển du lịch [7]. Huyện Trùng Khánh được coi là điểm sáng trong phát triển du lịch tỉnh Cao Bằng. Năm 2023, du khách đến với huyện Trùng Khánh đạt 92.339 người, doanh thu đạt 362,68 tỷ đồng [8]. Mặc dù có nhiều lợi thế về tài nguyên du lịch, tuy nhiên để hiện thực hóa mục tiêu đưa du lịch trở thành ngành kinh tế mũi nhọn của huyện thì Trùng Khánh cần đẩy mạnh phát triển nhiều loại hình du lịch, trong đó có du lịch nông nghiệp [9]. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá đúng tiềm năng, những điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội, thách thức đối với phát triển du lịch nông nghiệp trên địa bàn huyện Trùng Khánh. Từ đó

đề xuất những giải pháp hữu hiệu nhằm đẩy mạnh phát triển du lịch nông nghiệp trên địa bàn huyện Trùng Khánh, tỉnh Cao Bằng.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thu thập thông tin thứ cấp

Thu thập, tìm kiếm những báo cáo tổng kết, những kế hoạch về hoạt động du lịch trên địa bàn huyện Trùng Khánh, những công trình nghiên cứu khoa học gồm: Luận án tiến sĩ, luận văn thạc sĩ, bài báo khoa học đã được công bố, xuất bản với từ khóa “du lịch huyện Trùng Khánh”. Sau đó, những công trình nghiên cứu có liên quan đến nội dung nghiên cứu sẽ được phân tích, đánh giá.

2.2. Thu thập thông tin sơ cấp

Để đánh giá thực trạng tiềm năng, điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội, thách thức đối với phát triển du lịch nông nghiệp trên địa bàn huyện Trùng Khánh, nghiên cứu đã thực hiện khảo sát 45 đối tượng gồm 36 hộ dân có tham gia hoạt động du lịch, 9 cán bộ cấp xã và 60 du khách.

Để đánh giá từng cặp yếu tố theo thang đánh giá trong phân tích thứ bậc (AHP), đã tham khảo ý kiến của 18 chuyên gia gồm: 11 giảng viên đại học, 3 cán bộ quản lý du lịch cấp tỉnh và cấp huyện, 4 lãnh đạo cấp huyện và cấp xã.

2.3. Phương pháp phân tích thứ bậc (AHP)

Sử dụng phương pháp phân tích thứ bậc (Analytic Hierarchy Process - AHP) để đánh giá và phân hạng tiêu chí nhằm nhìn nhận rõ tiềm năng du lịch nông nghiệp của huyện Trùng Khánh, tỉnh Cao Bằng.

** Bước 1: Xác định các tiêu chí và phân cấp tiêu chí đánh giá tài nguyên du lịch nông nghiệp huyện Trùng Khánh.*

Dựa trên những tiêu chí đánh giá tiềm năng du lịch nông nghiệp đã được phân tích bởi các nghiên cứu của Hoàng Thị Hoài Hương (2022) [10], Hoàng Thị Thu Hương và Trương Quang

Hải (2016) [11] kết hợp với kết quả khảo sát thực trạng phát triển du lịch của huyện Trùng Khánh, nghiên cứu đã xác định được 6 tiêu chí đánh giá tiềm năng du lịch nông nghiệp của huyện Trùng Khánh (Bảng 1).

Bảng 1. Tiêu chí đánh giá tiềm năng du lịch nông nghiệp của huyện Trùng Khánh

STT	Tiêu chí	Ký hiệu
1	Người dân địa phương	NDĐP
2	Sự quan tâm của chính quyền địa phương	CQĐP
3	Cơ sở hạ tầng địa phương	CSHT
4	Sản phẩm nông nghiệp của địa phương	SPNN
5	Di tích lịch sử, văn hóa ở địa phương	DTLS
6	Cảnh quan thiên nhiên, cảnh quan nông nghiệp	CQTN

** Bước 2: Thu thập ý kiến chuyên gia*

Nghiên cứu lấy ý kiến của 18 chuyên gia gồm giảng viên đại học, cán bộ quản lý du lịch, lãnh đạo địa phương về đánh giá từng cặp yếu tố theo thang đánh giá của Saaty (1990) [12]. Kết quả lấy ý kiến được thể hiện qua giá trị trung bình cộng của các chuyên gia, làm cơ sở thiết lập ma trận so sánh cặp, từ đó giúp xếp hạng mức độ ưu tiên các tiêu chí đánh giá tiềm năng du lịch nông nghiệp của huyện Trùng Khánh, tỉnh Cao Bằng.

** Bước 3: Xác định mức độ ưu tiên cho các tiêu chí thông qua ma trận so sánh cặp*

Để so sánh các tiêu chí khác biệt, nghiên cứu sử dụng ma trận so sánh [12]. Ma trận sử dụng để liên kết hai tiêu chí đánh giá theo một thứ tự của thang phân loại với sự so sánh cặp nghịch đảo (Bảng 2).

Bảng 2. Ma trận so sánh cặp của sáu tiêu chí

Tiêu chí đánh giá	NDĐP	CQĐP	CSHT	SPNN	DTLS	CQTN
NDĐP	1	a	b	c	d	e
CQĐP	1/a	1	f	g	h	i
CSHT	1/b	1/f	1	k	l	m
SPNN	1/c	1/g	1/k	1	n	o
DTLS	1/d	1/h	1/l	1/n	1	p
CQTN	1/e	1/i	1/m	1/o	1/p	1

* Bước 4: *Tính trọng số cho các tiêu chí và tỷ số nhất quán*

Tính toán trọng số cho các tiêu chí: Sau khi lập xong ma trận so sánh cặp, tiến hành tính toán trọng số của các tiêu chí bằng cách lấy giá trị trong từng ô chia cho giá trị tổng các ô theo cột, giá trị thu được được gán vào chính ô được tính toán. Trọng số của mỗi tiêu chí tương ứng sẽ bằng bình quân các giá trị theo từng hàng ngang [12].

Sau khi có giá trị trọng số, cần phải kiểm tra tính nhất quán trong đánh giá của các chuyên gia. Tỷ số nhất quán (CR) nhỏ hơn hay bằng 10% là ở mức có thể chấp nhận. Nếu CR lớn hơn 10% chứng tỏ có sự không nhất quán trong đánh giá và cần phải đánh giá và tính toán lại

[12].

Công thức: $CR = \frac{CI}{RI}$

Trong đó, CR là tỷ số nhất quán; CI là chỉ số nhất quán; RI là chỉ số ngẫu nhiên

Chỉ số nhất quán CI được xác định theo công thức: $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}$

Trong đó, λ_{max} là giá trị riêng lớn nhất của ma trận so sánh; n là số tiêu chí.

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n w_i * \sum_{j=1}^n a_{ij}$$

Trong đó, w_i là trọng số của chỉ tiêu i; a_{ij} là giá trị với i chạy theo hàng, j chạy theo cột.

Chỉ số ngẫu nhiên RI: được xác định từ bảng [12].

Bảng 3. Chỉ số ngẫu nhiên ứng với số tiêu chí lựa chọn được xem xét

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

2.4. Phương pháp phân tích SWOT

SWOT là một trong những công cụ phổ biến nhất để phân tích thực trạng và xác định giải pháp [13]. Công cụ SWOT được sử dụng trong nghiên cứu nhằm phân tích những điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức của phát triển du lịch nông nghiệp trên địa bàn huyện Trùng Khánh, tỉnh Cao Bằng. Phương pháp này tập trung vào bốn yếu tố sau:

Điểm mạnh: Đây là những đặc điểm thuận lợi bên trong của huyện Trùng Khánh đã được phát huy hoặc nên được phát huy để phát triển

du lịch nông nghiệp, những điểm này là lợi thế đặc trưng của huyện Trùng Khánh trong phát triển du lịch nông nghiệp.

Điểm yếu: Đây là những đặc điểm khó khăn bên trong của huyện Trùng Khánh trong phát triển du lịch nông nghiệp.

Cơ hội: Đây là những cơ hội đến từ môi trường bên ngoài tạo điều kiện thúc đẩy phát triển du lịch nông nghiệp của huyện Trùng Khánh.

Thách thức: Đây là những yếu tố bên ngoài tác động gây trở ngại cho phát triển du lịch nông

ng nghiệp của huyện Trùng Khánh.

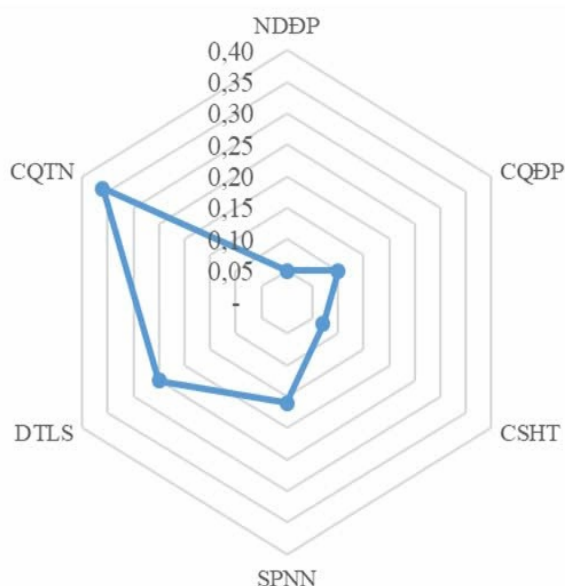
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) đánh giá tiềm năng phát triển du lịch nông nghiệp của huyện Trùng Khánh

Trọng số của các tiêu chí phản ảnh tầm quan trọng của các tiêu chí ảnh hưởng đến tiềm năng phát triển du lịch của địa phương. Kết quả nghiên cứu được thể hiện qua bảng 4.

Bảng 4. Giá trị so sánh ma trận cặp của các tiêu chí phản ảnh tiềm năng du lịch nông nghiệp của huyện Trùng Khánh

Tiêu chí đánh giá	NDĐP	CQĐP	CSHT	SPNN	DTLS	CQTN	Trọng số tiêu chí (W)	Thứ tự theo trọng số	λ_{max}	Chỉ số nhất quán - CI	Tỷ lệ nhất quán - CR
NDĐP	0,05	0,03	0,03	0,05	0,07	0,07	0,05	6	6,260	0,052	0,042
CQĐP	0,20	0,11	0,12	0,07	0,05	0,12	0,10	4			
CSHT	0,10	0,06	0,06	0,05	0,07	0,07	0,07	5			
SPNN	0,15	0,22	0,18	0,14	0,09	0,12	0,16	3			
DTLS	0,20	0,55	0,24	0,42	0,27	0,12	0,25	2			
CQTN	0,25	0,33	0,30	0,42	0,81	0,37	0,36	1			



Hình 1. Trọng số các tiêu chí phản ảnh tiềm năng du lịch nông nghiệp của huyện Trùng Khánh

Bảng 4 và hình 1 cho thấy, tiềm năng du lịch nông nghiệp của huyện Trùng Khánh, tỉnh Cao Bằng được phản ảnh bởi sáu tiêu chí (với trọng số từ cao đến thấp), gồm: Cảnh quan thiên nhiên, cảnh quan nông nghiệp; di tích lịch sử, văn hóa ở địa phương; sản phẩm nông nghiệp của địa phương; sự quan tâm của chính quyền địa phương; cơ sở hạ tầng địa phương; người dân địa phương.

Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra, tỷ lệ nhất quán CR = 0,042 (CR < 0,1) cho thấy, kết quả thu được từ đội ngũ chuyên gia có độ nhất quán cao, sai số ở mức 0,42%.

3.1.1. Cảnh quan thiên nhiên, cảnh quan nông nghiệp

Cảnh quan thiên nhiên, cảnh quan nông nghiệp quyết định đến tiềm năng du lịch nông

ng nghiệp của huyện Trùng Khánh với trọng số cao nhất là 0,36. Kết quả nghiên cứu của Hoàng Thị Hoài Hương và Nguyễn Thị Thu Thủy (2022) [10] cũng chỉ ra rằng, cảnh quan thiên nhiên, cảnh quan nông nghiệp hấp dẫn là lợi thế rất lớn trong phát triển du lịch nói chung, du lịch nông nghiệp nói riêng. Đội ngũ chuyên gia và người trả lời phỏng vấn đều nhận thấy, thiên nhiên đã ban tặng cho Trùng Khánh những cảnh quan thiên nhiên vô cùng hùng vĩ, thơ mộng. Khi nhắc đến cảnh quan thiên nhiên của huyện Trùng Khánh, không thể không nhắc đến Di tích quốc gia thác Bản Giốc, động Ngườm Ngao (xã Đàm Thủy). Ngoài ra, huyện Trùng Khánh có nhiều danh thắng nổi tiếng khác như: Mát Thần núi, sông Quây Sơn, sông Bắc Vọng, hồ Bản Viết, cánh đồng Phong Nặm (xã Phong Nặm), cánh đồng Giộc Sâu và đảo Păng Giê (xã Ngọc Khê), cánh đồng Ngọc Côn (xã Ngọc Côn)...

3.1.2. Di tích lịch sử, văn hóa

Tiêu chí lịch sử, văn hóa có trọng số là 0,25 trong đánh giá tiềm năng du lịch nông nghiệp của huyện Trùng Khánh. Mặc dù di tích lịch sử văn hóa không thuộc tài nguyên du lịch nông nghiệp nhưng việc có được những di tích lịch sử văn hóa sẽ thu hút khách du lịch đến với địa phương, từ đó giúp nâng tầm và quảng bá những điểm du lịch nông nghiệp. Kết quả nghiên cứu của Trương Trí Thông (2019)[2] cũng chỉ ra rằng, một điểm du lịch có tài nguyên du lịch phong phú và đa dạng sẽ tạo nên sự hấp dẫn và thu hút du khách. Huyện Trùng Khánh Những có di tích lịch sử, văn hóa nổi tiếng của như: Đền Hoàng Lục, xã Đình Phong; khu lưu niệm Đài Tiếng nói Việt Nam tại hang Ngườm Chiêng, thị trấn Trùng Khánh. Ngoài ra, trên địa bàn huyện Trùng Khánh hiện có 10 lễ hội và những làn điệu dân ca đặc sắc gắn với văn hóa truyền thống của

dân tộc Tày và Nùng như: Sli Giang, Dá Hai, Hát Lượn, Phong Sự, Hát Then đàn tính, Hát Hà Lều và Hát Păng Lài. Những di tích lịch sử và những giá trị văn hóa đã tạo nên đặc trưng riêng của huyện Trùng Khánh.

3.1.3. Sản phẩm nông nghiệp của địa phương

Sản phẩm nông nghiệp của địa phương phong phú và riêng biệt là lợi thế lớn trong phát triển du lịch vì du khách thường hấp dẫn với những điều mới lạ, đặc biệt là ẩm thực. Hiện nay, huyện Trùng Khánh đã bước đầu khôi phục và phát triển thành công nhiều sản vật nổi tiếng của địa phương như hạt dẻ Trùng Khánh, vịt cỏ Trùng Khánh. Tính đến tháng 12 năm 2023, toàn huyện Trùng Khánh đã có 8 sản phẩm OCOP, nổi bật là sản phẩm vịt cỏ Trùng Khánh, miến dong Minh Khôi, rượu ngô Thiên Sơn, bánh khảo Cô Hải... Đây là những sản vật nổi tiếng, có chất lượng tốt của địa phương.

3.1.4. Sự quan tâm của chính quyền địa phương

Nghiên cứu Hoàng Thị Hoài Hương và Nguyễn Thị Thu Thủy (2022) [10] đã chỉ ra rằng sự quan tâm của chính quyền địa phương đóng vai trò quan trọng trong phát triển du lịch của mỗi địa phương. Theo đánh giá của đội ngũ chuyên gia, trọng số của tiêu chí sự quan tâm của chính quyền địa phương là 0,10. Kết quả khảo sát cho thấy, huyện Trùng Khánh đã tích cực ban hành kế hoạch phát triển du lịch cho địa phương như Nghị quyết số 03-NQ/HU ngày 01 tháng 03 năm 2021 của Huyện ủy về phát triển du lịch - dịch vụ bền vững giai đoạn 2021-2025 [14]; kế hoạch thực hiện chương trình phát triển du lịch huyện Trùng Khánh năm 2021, 2022, 2023... [15]. Ngoài ra, chính quyền địa phương cũng sẵn sàng đồng hành cùng người dân nhân

quảng bá, xúc tiến phát triển du lịch và sẵn sàng tham gia quản lý phát triển du lịch trên địa bàn.

3.1.5. Cơ sở hạ tầng

Đội ngũ chuyên gia, cán bộ và người dân địa phương đều nhận thấy cơ sở hạ tầng của huyện Trùng Khánh ngày càng hoàn thiện đã tác động tích cực đến phát triển du lịch của địa phương nói chung, du lịch nông nghiệp nói riêng. Kết quả nghiên cứu của Hoàng Thị Thu Hương và Trương Quang Hải (2016) [11] cũng chỉ ra rằng, để phát triển du lịch, cần đẩy mạnh đầu tư hệ thống kết cấu hạ tầng. Đối với huyện Trùng Khánh, tuyến đường quốc lộ 3 và tỉnh lộ 206 từ thành phố Cao Bằng đi trung tâm huyện Trùng Khánh được cải tạo, nâng cấp đáp ứng tốt nhu cầu đi lại của du khách. Cơ sở lưu trú trên địa bàn huyện từng bước phát triển. Năm 2023, huyện Trùng Khánh có 52 cơ sở lưu trú hoạt động phục vụ du lịch với tổng số 645 phòng nghỉ và 1.188 giường nghỉ [8]. Việc phát triển các cơ sở lưu trú của người dân địa phương đã góp phần đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của du khách khi đến với huyện Trùng Khánh.

3.1.6. Người dân địa phương

Sự tham gia của người dân địa phương có ý nghĩa quyết định đến sự thành công của hoạt động du lịch nông nghiệp, kết quả này cũng được chỉ ra trong nghiên cứu của Hoàng Thị Hoài Hương và Nguyễn Thị Thu Thủy (2022) [10]. Kết quả nghiên cứu cho thấy, người dân địa phương sẵn sàng chia sẻ không gian, diện tích đất của mình để làm du lịch nông nghiệp. Sự sẵn sàng tham gia phát triển du lịch nông nghiệp của người dân địa phương còn được thể hiện thông qua sự sẵn sàng tham gia học tập để nâng cao kỹ năng làm du lịch.

3.2. Điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội, thách thức đối với phát triển du lịch nông nghiệp trên địa bàn huyện Trùng Khánh, tỉnh Cao Bằng

3.2.1. Điểm mạnh (S)

- S1: Huyện Trùng Khánh có nhiều tài nguyên du lịch về tự nhiên và nhân văn hấp dẫn, nổi bật là thác Bản Giốc, động Ngườm Ngao..., có không gian nông nghiệp đặc thù rất riêng biệt với núi đá, sông xanh uốn lượn và cánh đồng lúa xanh ngát. Huyện có các sản phẩm nông nghiệp đặc trưng đạt chuẩn OCOP (tính đến tháng 12 năm 2023 có 8 sản phẩm OCOP), VietGAP.

- S2: Tỷ lệ người dân tham gia hoạt động sản xuất nông nghiệp cao. Người dân có nhiều kinh nghiệm trong sản xuất nông nghiệp.

- S3: Du lịch của huyện đã phát triển, có những điểm du lịch nổi tiếng cả nước (thác Bản Giốc), các điểm du lịch được đầu tư, hệ thống đường giao thông được đầu tư, tôn tạo. Đường quốc lộ 3 và tỉnh lộ 206 từ thành phố Cao Bằng đi thác Bản Giốc rất thuận tiện.

- S4: Người dân hòa đồng, thân thiện, mang đậm bản sắc của người vùng cao. Bản sắc văn hóa truyền thống trong phong tục, tập quán, lễ hội, trang phục, nhạc cụ,... vẫn còn được giữ nguyên, tạo nên nét hấp dẫn du khách ưa thích khám phá, tìm hiểu văn hóa và trải nghiệm.

- S5: Chính quyền địa phương quan tâm chỉ đạo, huy động các nguồn lực để phát triển du lịch. Ban Chấp hành Đảng bộ huyện Trùng Khánh đã ban hành Nghị quyết số 03-NQ/HU ngày 01 tháng 3 năm 2021 về phát triển du lịch - dịch vụ bền vững giai đoạn 2021-2025 [14]. Hàng năm, UBND huyện đều xây dựng kế hoạch phát triển du lịch cụ thể.

3.2.2. Điểm yếu (W)

- W1: Sản phẩm du lịch nông nghiệp còn đơn giản, nhãn mác bao bì các sản phẩm nông

ng nghiệp còn sơ sài, chưa thu hút sự quan tâm của khách du lịch; chưa xây dựng được sản phẩm du lịch nông nghiệp mang tính đặc trưng, độc đáo, hấp dẫn của huyện nhằm thu hút khách du lịch lưu lại dài ngày.

- W2: Vẫn còn một bộ phận người dân nhận thức chưa đầy đủ về phát triển du lịch nông nghiệp. Một số hộ trồng cây ăn quả không muốn cho khách vào vườn vì sợ mất trộm.

- W3: Cơ sở hạ tầng và các địa điểm lưu trú tại các điểm du lịch nông nghiệp còn ít và chất lượng còn rất hạn chế. Cơ sở hạ tầng phục vụ du lịch nông nghiệp chưa phát triển. Tại các điểm du lịch nông nghiệp, tình trạng đường hẹp, khả năng lưu thông còn hạn chế.

- W4: Hoạt động sản xuất nông nghiệp mang tính mùa vụ. Hoạt động du lịch của huyện mang tính thời vụ chủ yếu tập trung vào mùa xuân, mùa hè.

- W5: Hoạt động quảng bá du lịch và xúc tiến đầu tư còn hạn chế. Hoạt động tiếp thị, quảng bá du lịch nông nghiệp còn nhiều hạn chế. Hoạt động quảng bá hiện nay chủ yếu tập trung tại khu du lịch thác Bản Giốc, nên hiệu quả du lịch nông nghiệp không cao.

3.2.3. Cơ hội (O)

- O1: Nhà nước (Trung ương và tỉnh Cao Bằng) quan tâm và đầu tư phát triển du lịch, trong đó bao gồm du lịch nông nghiệp. Bộ

Chính trị ban hành Nghị quyết số 08-NQ/TW về phát triển du lịch trở thành ngành kinh tế mũi nhọn [15]. Tỉnh Cao Bằng đã thành lập bản chỉ đạo thực hiện các nội dung đột phát của tỉnh trong đó có nội dung du lịch.

- O2: Du lịch nông nghiệp đang là xu hướng mới trên thế giới và ở Việt Nam. Nhiều mô hình du lịch nông nghiệp đã và đang được thực hiện ở nhiều tỉnh thành trên cả nước và mang lại những hiệu quả về kinh tế, văn hóa, xã hội nhất định.

- O3: Sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ thông tin giúp người dân ngày càng dễ dàng hơn trong việc học hỏi các mô hình, quảng bá hình ảnh và sản phẩm địa phương, thu hút khách du lịch trong nước và quốc tế.

- O4: Du lịch Cao Bằng đang phát triển mạnh mẽ, đây là cơ hội lớn cho du lịch các địa phương, các loại hình du lịch trong đó có du lịch nông nghiệp.

3.2.4. Thách thức (T)

- T1: Tỉnh Cao Bằng nói chung và huyện Trùng Khánh nói riêng ở vị trí xa các trung tâm kinh tế - chính trị - xã hội (thị trường du khách tiềm năng) nên gây khó khăn cho 1 số nhóm du khách, đặc biệt là người già và trẻ nhỏ.

- T2: Du lịch nông nghiệp vẫn là loại hình mới, chưa hút được sự quan tâm của các bên liên quan. Do vậy, khả năng liên kết vùng, liên kết với các công ty du lịch lữ hành còn hạn chế.

Bảng 5. Kết hợp các yếu tố SWOT làm cơ sở giải pháp phát triển du lịch nông nghiệp tại huyện Trùng Khánh

Kết hợp	Cơ sở giải pháp
S + O: Tận dụng cơ hội để khai thác thế mạnh	- S1, S5 + O1, O2: Quy hoạch phát triển du lịch nói chung, du lịch nông nghiệp nói riêng trở thành ngành kinh tế mũi nhọn. - S1, S3, S5 + O1, O3, O4: Đẩy mạnh hoạt động tiếp thị, quảng bá để đưa hình ảnh du lịch của huyện Trùng Khánh đến với đông đảo du khách trong và ngoài nước. - S1, S3 + O1, O3, O4: Đầu tư xây dựng những mô hình du lịch điểm mang tính đặc trưng của huyện Trùng Khánh. - S2, S4 + O1: Tăng cường tuyên truyền để người dân hiểu hơn nữa về du lịch tập trung đào tạo, bồi dưỡng để người dân địa phương đủ năng lực, kỹ thuật tham gia vào lĩnh vực du lịch.

S - T: Tận dụng điểm mạnh để hạn chế thách thức	- S1, S3, S4, S5 + T1, T2: Xây dựng những điểm du lịch nông nghiệp mang tính đặc thù, phù hợp với huyện Trùng Khánh. - S1, S3 + T1, T2: Đẩy mạnh quảng bá, xúc tiến du lịch để du khách biết đến du lịch huyện Trùng Khánh nói chung, du lịch nông nghiệp huyện Trùng Khánh nói riêng.
O - W: Khai thác cơ hội để hạn chế điểm yếu	- O1, O2, O3 + W1, W4: Xây dựng những mô hình nông nghiệp du lịch và sản phẩm du lịch mang tính đặc thù, hoàn thiện mẫu mã, chất lượng sản phẩm. - O1, O2, O3 + W2, W3: Tăng cường tuyên truyền để người dân hiểu hơn về du lịch nông nghiệp. Huy động mọi nguồn lực để đầu tư hạ tầng phục vụ du lịch. - O1, O2, O3 + W2, W5: Đẩy mạnh hoạt động tiếp thị, quảng bá du lịch để du khách biết đến du lịch huyện Trùng Khánh nhiều hơn nữa.
W + T: Khắc phục điểm yếu, giảm thách thức từ bên ngoài	- W1, W4 + T1, T2: Đẩy mạnh xây dựng sản phẩm nông nghiệp và điểm du lịch mang tính đặc thù. - W2, W3 + T1, T2: Tuyên truyền nhận thức để người dân hiểu rõ về du lịch. Tập trung đầu tư xây dựng và phát triển hạ tầng đồng bộ phục vụ du lịch. - W5 + T1, T3: Đẩy mạnh tuyên truyền, quảng bá để du khách trong và ngoài nước biết đến du lịch huyện Trùng Khánh nói chung, du lịch nông nghiệp huyện Trùng Khánh nói riêng.

3.3. Giải pháp phát triển du lịch nông nghiệp trên địa bàn huyện Trùng Khánh, tỉnh Cao Bằng

Trên cơ sở lý thuyết và thực tiễn qua quá trình nghiên cứu, đề xuất các giải pháp thúc đẩy phát triển du lịch nông nghiệp tại huyện Trùng Khánh.

Thứ nhất, nhóm giải pháp về quy hoạch phát triển du lịch nông nghiệp của huyện Trùng Khánh: Lãnh đạo địa phương đã thể hiện sự quan tâm và đầu tư đối với du lịch nói chung và du lịch nông nghiệp nói riêng tại huyện Trùng Khánh. Để phát triển hiệu quả và bền vững, huyện Trùng Khánh cần quy hoạch tài nguyên du lịch, xây dựng các tuyến và mô hình du lịch nông nghiệp đặc thù; quy hoạch về cơ sở vật chất, cơ sở hạ tầng, chú ý đến các địa điểm tiếp nhận khách du lịch, tăng cường công tác quản lý nhà nước về du lịch và du lịch nông nghiệp tại địa phương.

Thứ hai, nhóm giải pháp về đào tạo và phát triển nguồn nhân lực du lịch: Kết quả phân tích thứ bậc đã chỉ ra, người dân địa phương luôn sẵn sàng và rất mong muốn làm du lịch nông nghiệp. Tuy nhiên, kết quả khảo sát cũng cho thấy người dân vốn dĩ chỉ quen với sản xuất nông nghiệp, do đó để làm du lịch thì huyện Trùng Khánh cần

xây dựng kế hoạch bồi dưỡng, bổ sung kiến thức, đào tạo nguồn lao động tại địa phương về vai trò của du lịch đối với sự phát triển kinh tế - xã hội của gia đình và xã hội; kỹ năng làm du lịch tại cộng đồng... Bên cạnh đó, huyện cần có chính sách đãi ngộ để có thể thu hút cán bộ có trình độ, chuyên môn về du lịch đến làm việc tại địa phương nhằm tăng cường năng lực của cộng đồng về phát triển du lịch nông nghiệp.

Thứ ba, nhóm giải pháp xây dựng sản phẩm du lịch nông nghiệp: Sản phẩm du lịch nông nghiệp hiện tại của địa phương còn nhỏ lẻ, chưa có tính đặc thù và tính cạnh tranh. Do đó, cần đánh giá hiện trạng sản phẩm du lịch nông nghiệp phù hợp với đặc điểm đặc thù và thế mạnh của địa phương; đáp ứng nhu cầu và thị hiếu của khách du lịch trong và ngoài nước; tăng cường xúc tiến quảng bá sản phẩm du lịch nông nghiệp bằng các hình thức và kênh thông tin khác nhau.

Thứ tư, nhóm giải pháp tăng cường công tác quảng bá và xúc tiến mở rộng thị trường: Du lịch nông nghiệp là một loại hình du lịch mới phát triển và chưa thu hút sự quan tâm của các bên liên quan, chưa tiếp cận được với các khách du lịch tiềm năng trong nước và quốc tế. Do đó, cần

đẩy mạnh công tác quảng bá tài nguyên du lịch nông nghiệp địa phương qua các kênh khác nhau. Thêm vào đó, cần tăng cường xúc tiến đầu tư bằng cách phối hợp với các Sở, ban ngành địa phương và các công ty du lịch để có thể tổ chức đón các đoàn khách du lịch kết hợp hội nghị, hội thảo, tham quan, nghiên cứu để giới thiệu tài nguyên, lợi thế, sản phẩm du lịch nông nghiệp của địa phương.

4. KẾT LUẬN

Có rất nhiều yếu tố quyết định đến tiềm năng phát triển du lịch nông nghiệp của huyện Trùng Khánh, tỉnh Cao Bằng. Căn cứ vào các tài liệu thứ cấp, điều kiện thực tế và tham khảo ý kiến các chuyên gia, nghiên cứu đã xác định được sáu tiêu chí để đưa vào đánh giá tổng hợp tiềm năng phát triển du lịch nông nghiệp của huyện Trùng Khánh, tỉnh Cao Bằng. Phương pháp xác định trọng số AHP cho thấy trong sáu tiêu chí được lựa chọn thì các tiêu chí gồm: Cảnh quan thiên nhiên, cảnh quan nông nghiệp; di tích lịch sử, văn hóa; sản phẩm nông nghiệp của địa phương đóng vai trò quan trọng hơn. Mặc dù huyện Trùng Khánh có tiềm năng phát triển du lịch nông nghiệp cao nhưng hiện du lịch nông nghiệp chưa phát triển tương xứng với tiềm năng hiện có. Để phát triển du lịch nông nghiệp, Trùng Khánh cần thực hiện tốt quy hoạch phát triển du lịch nông nghiệp; đào tạo và phát triển nguồn nhân lực du lịch; xây dựng sản phẩm du lịch nông nghiệp đặc sắc; tăng cường công tác quảng bá và xúc tiến mở rộng thị trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đoàn Mạnh Cường (2020). Phát triển du lịch nông nghiệp gắn với Chương trình mục tiêu quốc gia xây dựng nông thôn mới theo hướng bền vững (phần 2). <https://vietnamtourism.gov.vn/post/33581>
2. Trương Trí Thông (2019). Các nhân tố thu hút du khách đến du lịch biển đảo ở huyện Kiên Hải, tỉnh Kiên Giang. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 55(4), 113 - 122.
3. Manuel Rodríguez Díaz, Tomás F. Espino Rodríguez (2016). Determining the sustainability factors and performance of a tourism destination from the stakeholders' perspective. *Sustainability*, 9(8), 1 - 17.
4. Anne Hardy, Leonie J. Pearson (2016). Determining sustainable tourism in regions. *Sustainability*, 8(7), 1 - 18.
5. Rebecca Torres and Janet Henshall Momsen (2004). Challenges and potential for linking tourism and agriculture to achieve pro-poor tourism objectives. *Progress in Development Studies*, 4(4), 294 - 318.
6. Nguyễn Thanh Long, Nguyễn Thanh Lam (2016). Sustainable development of rural tourism in an Giang province, Vietnam. *Sustainability*, 10(4), 1 - 20.
7. Tỉnh ủy Cao Bằng (2016). Chương trình số 10-CT/TU ngày 29/4/2016 về phát triển du lịch giai đoạn 2016 - 2020.
8. UBND huyện Trùng Khánh (2024). *Kết quả thực hiện chương trình phát triển du lịch huyện Trùng Khánh các năm 2021, 2022, 2023*.
9. Beeton Sue (2004). Rural tourism in Australia - has the gaze altered? Tracking rural images through film and tourism promotion. *International Journal of Tourism Research*, 6(3), 125 - 135.
10. Hoàng Thị Hoài Hương, Nguyễn Thị Thu Thủy (2022). Tiềm năng phát triển du lịch nông nghiệp trên địa bàn huyện Phù Mỹ, tỉnh Bình Định. *Tạp chí Khoa học Xã hội miền Trung*, 4(7), 53 - 62.
11. Hoàng Thị Thu Hương, Trương Quang Hải (2016). Ứng dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) và hệ thống thông tin địa lý (GIS) đánh giá tổng hợp tài nguyên du lịch Tây Nguyên. *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, 32(4), 1 - 11.

12. Thomas L. Saaty (1990). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48, 9 - 26.
13. Yichuan Zhang, Lei Feng (2013). Development assessment of leisure agriculture in Henan province of China based on SWOT-AHP method. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 6(2), 642 - 653.
14. Ban Chấp hành Đảng bộ huyện Trùng Khánh, tỉnh Cao Bằng (2021). Nghị quyết số 03-NQ/HU ngày 01 tháng 3 năm 2021 của Ban Chấp hành Đảng bộ huyện Trùng Khánh về phát triển du lịch - dịch vụ bền vững giai đoạn 2021-2025
15. Ban chấp hành Trung ương Đảng Cộng sản Việt Nam (2017). Nghị quyết số 08/NQ-TW ngày 16 tháng 01 năm 2017 của Bộ Chính trị về phát triển du lịch trở thành ngành kinh tế mũi nhọn.

POTENTIAL AND SOLUTIONS FOR DEVELOPING AGRICULTURAL TOURISM IN TRUNG KHANH DISTRICT, CAO BANG PROVINCE

Nguyen Van Tam¹

¹ *Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry*

Abstract

Researching potential and solutions for developing tourism in general and agritourism in particular always receives the attention of localities. Trung Khanh district is a bright spot in tourism development of Cao Bang province. In the development strategy, Trung Khanh district has the orientation of developing tourism to become a key economic sector of the district. To achieve expected results, Trung Khanh district needs to diversify tourism activities (including agritourism activities) instead of only exploiting tourism based on available resources. The study uses the Analytical Hierarchy Process (AHP) and SWOT analysis methods to achieve the goal of providing an overview of the agricultural tourism potential, strengths, weaknesses, opportunities, and challenges for the development of agricultural tourism in Trung Khanh district. From the above results, the study also proposed solutions to promote the development of agricultural tourism in Trung Khanh district, Cao Bang province.

Keywords: *Potential of tourism development, agritourism, Analytic Hierarchy Process (AHP), Trung Khanh.*

Ngày nhận bài: 20/1/2025

Ngày chuyển phản biện: 28/3/2025

Ngày thông qua phản biện: 15/4/2025

Ngày duyệt đăng: 20/4/2025