

**BAN BIÊN TẬP TẠP CHÍ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN**

| STT       | Họ và tên                    | Đơn vị                                                                      | Nhiệm vụ      |
|-----------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>I</b>  | <b>Thành viên trong nước</b> |                                                                             |               |
| 1         | Chế Minh Tùng                | Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM                                              | Tổng biên tập |
| 2         | Nguyễn Đình Phú              | Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM<br>University of California, Irvine, Mỹ      | Biên tập viên |
| 3         | Lê Đình Đôn                  | Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM                                              | Biên tập viên |
| 4         | Lê Quốc Tuấn                 | Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM                                              | Biên tập viên |
| 5         | Nguyễn Bạch Đằng             | Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM                                              | Biên tập viên |
| 6         | Nguyễn Huy Bích              | Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM                                              | Biên tập viên |
| 7         | Phan Tại Huân                | Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM                                              | Biên tập viên |
| 8         | Nguyễn Phú Hòa               | Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM                                              | Biên tập viên |
| 9         | Võ Thị Trà An                | Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM                                              | Biên tập viên |
| 10        | Tăng Thị Kim Hồng            | Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM                                              | Biên tập viên |
| <b>II</b> | <b>Thành viên nước ngoài</b> |                                                                             |               |
| 11        | Tô Phúc Tường                | Nguyên chuyên gia IRRI, Việt Nam                                            | Biên tập viên |
| 12        | Peeyush Soni                 | Asian Institute of Technology, Thái Lan                                     | Biên tập viên |
| 13        | Ta-Te Lin                    | National Taiwan University, Đài Loan                                        | Biên tập viên |
| 14        | Glenn M. Young               | University of California, Davis, Mỹ                                         | Biên tập viên |
| 15        | Soroosh Sorooshian           | University of California, Irvine, Mỹ                                        | Biên tập viên |
| 16        | Katleen Raes                 | Ghent University, Bỉ                                                        | Biên tập viên |
| 17        | Vanessa Louzier              | Lyon University, Pháp                                                       | Biên tập viên |
| 18        | Wayne L. Bryden              | The University of Queensland, Úc                                            | Biên tập viên |
| 19        | Jitender Singh               | Sardar Vallabhbhai Patel University of<br>Agriculture and Technology, Ấn Độ | Biên tập viên |
| 20        | Kevin Fitzsimmons            | University of Arizona, Mỹ                                                   | Biên tập viên |
| 21        | Cyril Marchand               | University of New-Caledonia, Pháp                                           | Biên tập viên |
| 22        | Koichiro Shiomori            | University of Miyazaki, Nhật Bản                                            | Biên tập viên |
| 23        | Kazunari Tsuji               | Saga University, Nhật Bản                                                   | Biên tập viên |
| 24        | Sreeramanan Subramaniam      | Universiti Sains Malaysia, Malaysia                                         | Biên tập viên |
| 25        | Thomas L. Rost               | University of California, Davis, Mỹ                                         | Biên tập viên |
| 26        | James E. Hill                | University of California, Davis, Mỹ                                         | Biên tập viên |

**BAN THƯ KÝ TẠP CHÍ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN**

| STT | Họ và tên         | Đơn vị                         | Nhiệm vụ          |
|-----|-------------------|--------------------------------|-------------------|
| 1   | Nguyễn Thị Thương | Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM | Trưởng ban thư ký |
| 2   | Trương Quang Bình | Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM | Trưởng ban trị sự |
| 3   | Hoàng Minh Phương | Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM | Thành viên        |

**Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển**

Giấy phép xuất bản:  
567/GP-BVHTT-24/12/2002  
175/GP-BTTTT-20/04/2018

**Tòa soạn:**

Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh  
Khu phố 33, Phường Linh Xuân, TP. Hồ Chí Minh  
Điện thoại: (028)37245670  
Email: jad@hcmuaf.edu.vn

## MỤC LỤC (CONTENT)

### Nông học, Lâm nghiệp (Agronomy and Forestry Sciences)

- 1 Implementing an automated irrigation system to improve the efficiency of durian (*Durio zibethinus* L.) cultivation in Lam Dong province

Giang T. T. Tran

Nghiên cứu áp dụng hệ thống tưới tự động để nâng cao hiệu quả canh tác sầu riêng (*Durio zibethinus* L.) tại tỉnh Lâm Đồng

Trần Thị Trường Giang

- 16 The structural characteristics and diversity of tree species in the poor evergreen broad-leaved natural forests situated on mountainous terrain within the Dau Tieng protection forest in Tay Ninh province

Canh M. Nguyen, Duc A. Vu, Hung M. Bui, Cham V. Mac, Hai T. M. Nguyen, Thu T. Nguyen, Lien L.T. Dang, & Tuyen T. Ho

Đặc điểm cấu trúc và đa dạng loài cây gỗ ở rừng tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh nghèo tại Khu rừng phòng hộ Dầu Tiếng, tỉnh Tây Ninh

Nguyễn Minh Cảnh, Vũ Anh Đức, Bùi Mạnh Hùng, Mạc Văn Chăm, Nguyễn Thị Minh Hải, Nguyễn Thị Thu, Đặng Lê Thanh Liên & Hồ Thanh Tuyền

### Chăn nuôi, Thú y, Thủy sản (Animal Sciences, Veterinary Medicine and Aquaculture)

- 36 Evaluation of the antimicrobial efficacy of crude tea tree oil (*Melaleuca alternifolia*) extract against *Bordetella bronchiseptica* strains isolated from dogs

Xuan N. T. Nguyen, Hau T. H. Tran, & Yen T. H. Tran

Đánh giá khả năng kháng khuẩn của tinh dầu trà trà thô (*Melaleuca alternifolia*) trên vi khuẩn *Bordetella bronchiseptica* được phân lập trên chó

Nguyễn Ngọc Thanh Xuân, Trần Thị Hải Hậu & Trần Thị Hải Yến

- 49 Effect of in-barn temperature-humidity index on the productivity and rumination index of lactating dairy cows

Loi V. Ho, Tin T. Ton, Kien T. Doan, & Hai T. Nguyen

Ảnh hưởng của chỉ số nhiệt ẩm trong chuồng nuôi lên năng suất và chỉ số nhai lại của bò sữa giai đoạn khai thác sữa

Hồ Văn Lợi, Tôn Thất Tín, Đoàn Trung Kiên & Nguyễn Thanh Hải

- 59 A retrospective study examining the use of machine learning models to diagnose chronic kidney disease in cats, utilizing hematological and blood biochemistry data

Dao H. Dang, Chanh D. Tran, & Binh T. Tran

Nghiên cứu hồi cứu về ứng dụng mô hình học máy trong chẩn đoán bệnh thận mãn tính ở mèo dựa trên dữ liệu sinh lý và sinh hóa máu

Đặng Hoàng Đạo, Trần Đình Chánh & Trần Thanh Bình

- 74 Morphological characteristics of the Greenback Mullet *Planiliza subviridis* (Valenciennes, 1836) in the estuarine and coastal waters of Can Gio, Ho Chi Minh City

Can T. Tran, Sang M. Huynh, & Tri N. Thai

Đặc điểm hình thái của loài cá đối lưng xanh *Planiliza subviridis* (Valenciennes, 1836) ở vùng cửa sông, ven biển Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh

Trần Trung Can, Huỳnh Minh Sang & Thái Ngọc Trí

- 88 Biological characteristics of the longarm mullet *Moolgarda cunnesius* (Valenciennes, 1836) in the estuarine and coastal waters of Can Gio, Ho Chi Minh City

Can T. Tran, Khanh C. Dinh, Phang V. Vo, Sang M. Huynh, & Tri N. Thai

Đặc điểm sinh học của loài cá đối đầu nhọn *Moolgarda cunnesius* (Valenciennes, 1836) ở vùng cửa sông, ven biển Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh

Trần Trung Can, Đinh Công Khánh, Võ Văn Phưởng, Huỳnh Minh Sang & Thái Ngọc Trí

### Môi trường và Tài nguyên (Environment and Natural Resources)

- 100 Evaluating the efficiency of nitrogen removal through batch aerobic biotechnology by changing the ratio of chemical oxygen demand to nitrogen

Loi T. Nguyen, Quyen L. A. Nguyen, Tran N. Trinh, Thao H. U. Nguyen, & Huy V. Nguyen

Đánh giá hiệu quả xử lý N bằng công nghệ sinh học hiếu khí từng mẻ khi thay đổi tỉ lệ nhu cầu ôxi hóa học:N

Nguyễn Thành Lợi, Nguyễn Lâm Ái Quỳ, Trịnh Ngọc Trân, Nguyễn Hoàng Uyên Thảo & Nguyễn Văn Huy

- 112 Recycling crushed pottery as a growing media for *Angelonia angustifolia* Benth. in Binh Duong

Nhung T. C. Truong, Tran H. T. Q. Nguyen, & Tien T. M. Duong

Nghiên cứu sử dụng phế phẩm gạch gốm nghiền làm giá thể trồng cây hoa bằng khung (*Angelonia angustifolia* Benth.) tại tỉnh Bình Dương

Trương Thị Cẩm Nhung, Nguyễn Huỳnh Thị Quế Trân & Dương Thị Mỹ Tiên

- 122 Diversity of succulent plant species in Ho Chi Minh City's ornamental plant market and their applications in interior decoration

Ai N. G. Ton, Tien T. M. Duong, Thanh T. Nguyen, Nhuan N. Do, & Tram T. A. Hoang

Sự đa dạng của các loài sen đá trên thị trường cây cảnh của Thành phố Hồ Chí Minh và ứng dụng trong trang trí nội thất

Tôn Nữ Gia Ái, Dương Thị Mỹ Tiên, Nguyễn Thiện Thanh, Đỗ Ngọc Nhuận & Hoàng Thị Anh Trâm

Implementing an automated irrigation system to improve the efficiency  
of durian (*Durio zibethinus* L.) cultivation in Lam Dong province

Giang T. T. Tran\*

Smart Landscape Management Company Limited, Ho Chi Minh City, Vietnam

| ARTICLE INFO                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ABSTRACT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Research Paper</b></p> <p>Received: April 20, 2025<br/>Revised: June 24, 2025<br/>Accepted: July 30, 2025</p> <p><b>Keywords</b></p> <p>Automatic irrigation<br/>Durian cultivation</p> <p><b>*Corresponding author</b></p> <p>Tran Thi Truong Giang<br/>Email:<br/>18131012@st.hcmuaf.edu.vn</p> | <p>The study aimed to evaluate the effectiveness of an automatic irrigation system equipped with sensors in the cultivation of durian (<i>Durio zibethinus</i> L.) in Phuoc Loc commune, Da Huoi district, Lam Dong province. The system was designed to adapt to the actual terrain conditions and the physiological requirements of the crop, featuring pressure-compensated sprinkler heads, soil moisture sensors, and a remote control system. The experiment was conducted on three-year-old Ri6 durian trees (<i>Durio zibethinus</i> L. cv. Ri6) employing two irrigation techniques: automatic and manual. The observed indicators included irrigation volume, soil moisture, growth parameters, flowering rate, fruit set, fruit retention rate, and the timely ripening rate of fruit. The results indicated that the automatic irrigation group, which was watered according to demand, had a higher flowering rate (68 compared with 53%), a higher average number of fruits per tree (7.2 compared with 1.3 fruits/tree), and a significantly enhanced timely ripening rate (92 compared with 35%). The results validated that the automated irrigation system enhanced both yield and fruit quality while also optimizing water consumption and decreasing labor expenses. These findings underscore the possibility of extensive implementation of intelligent irrigation systems in durian farming.</p> |

**Cited as:** Tran, G. T. T. (2026). Implementing an automated irrigation system to improve the efficiency of durian (*Durio zibethinus* L.) cultivation in Lam Dong province. *The Journal of Agriculture and Development* 25(4), 1-15.

## Nghiên cứu áp dụng hệ thống tưới tự động để nâng cao hiệu quả canh tác sầu riêng (*Durio zibethinus* L.) tại tỉnh Lâm Đồng

Trần Thị Trường Giang\*

Công Ty TNHH Quản Lý Cảnh Quan Thông Minh, TP. Hồ Chí Minh

### THÔNG TIN BÀI BÁO

#### Bài báo khoa học

Ngày nhận: 20/04/2025

Ngày chỉnh sửa: 24/06/2025

Ngày chấp nhận: 30/07/2025

#### Từ khóa

Canh tác Sầu Riêng

Tưới tự động

#### \*Tác giả liên hệ

Trần Thị Trường Giang

Email:

18131012@st.hcmuaf.edu.vn

### TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm đánh giá hiệu quả của hệ thống tưới tự động tích hợp cảm biến trong canh tác sầu riêng (*Durio zibethinus* L.) tại xã Phước Lộc, huyện Đa Huoai, tỉnh Lâm Đồng. Hệ thống được thiết kế phù hợp với điều kiện địa hình thực tế và nhu cầu sinh lý của cây trồng, bao gồm béc tưới phun mưa bù áp, cảm biến độ ẩm đất và điều khiển từ xa. Thí nghiệm được thực hiện trên giống sầu riêng Ri6 (*Durio zibethinus* L. cv. Ri6) ba năm tuổi với hai phương pháp tưới là tự động và thủ công. Các chỉ tiêu theo dõi bao gồm lượng nước tưới, độ ẩm đất, chỉ số sinh trưởng, tỷ lệ ra hoa, đậu trái, tỷ lệ giữ trái và chín đúng vụ. Kết quả cho thấy nhóm tưới tự động tưới theo nhu cầu nước có tỷ lệ ra hoa cao hơn (68 so với 53%), số trái đậu trung bình cao hơn (7,2 so với 1,3 trái/cây), và tỷ lệ chín đúng thời điểm vượt trội (92 so với 35%). Kết quả đã khẳng định hiệu quả vượt trội của hệ thống tưới tự động không chỉ nâng cao năng suất và chất lượng quả mà còn góp phần tối ưu hóa sử dụng nước, giảm chi phí lao động. Kết quả này khẳng định tiềm năng ứng dụng rộng rãi của công nghệ tưới thông minh trong canh tác sầu riêng.

### 1. Đặt Vấn Đề

Hoa Sầu riêng (*Durio zibethinus* L.) là một loại cây ăn trái có giá trị kinh tế tại tỉnh Lâm Đồng. Theo Báo Lâm Đồng (LDN, 2025), tổng sản lượng sầu riêng thu hoạch năm 2024 ước đạt khoảng 175,282 tấn và theo báo cáo của Ngân hàng Phát triển Châu Á (ADB, 2017), Lâm Đồng là một trong những tỉnh thuộc khu vực Tây Nguyên có diện tích ứng dụng hệ thống tưới hiệu quả cao lớn nhất cả nước, đóng góp vào tổng diện tích khoảng 60.000 - 70.000 ha toàn quốc. Việc áp dụng hệ thống tưới tiên tiến này giúp giảm đến 50 - 70% lượng phân bón, tiết

kiệm 20 - 30% chi phí điện, và giảm khoảng 60% chi phí lao động so với phương pháp tưới truyền thống, đặc biệt hiệu quả đối với các loại cây công nghiệp dài ngày như cà phê và cây ăn trái. Trong bối cảnh nền nông nghiệp toàn cầu đang chịu tác động của biến đổi khí hậu, theo báo cáo của Lobell & ctv. (2011), nền nông nghiệp toàn cầu đang chịu tác động rõ rệt của biến đổi khí hậu, đặc biệt là sự gia tăng nhiệt độ trong giai đoạn 1980 - 2008, khiến năng suất của các loại cây trồng giảm mạnh. Những ảnh hưởng đến sinh trưởng và năng suất nông sản nói chung và trồng trọt sầu riêng nói riêng.

Trong bối cảnh đó, việc ứng dụng các giải pháp nông nghiệp thông minh, đặc biệt là hệ thống tưới tự động tích hợp cảm biến được quan tâm nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng và quản lý nước. Thêm vào đó, Lâm Đồng có mùa mưa và mùa khô rõ rệt trong mùa khô những trận mưa có cường độ lớn ngày càng giảm nên thường xuyên gây ra tình trạng thiếu nước, hạn hán (Vuong, 2020), nên việc thiết kế và đánh giá hiệu quả hệ thống tưới tự động theo điều kiện địa phương là một điều cấp thiết trong sản xuất nông nghiệp. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả của hệ thống tưới tự động so với phương pháp tưới thủ công truyền thống, thông qua các chỉ tiêu cấu thành năng suất của cây sầu riêng giống Ri6 ba năm tuổi.

## 2. Vật Liệu và Phương Pháp

### 2.1. Vật liệu

Thiết bị được sử dụng ở (i) khối tưới tự động trong quá trình nghiên cứu được trình bày ở Bảng 1 và bao gồm: Vườn cây sầu riêng với diện tích 1,16 ha, giống Ri6, 3 năm tuổi, ở xã Phước Lộc, huyện Đa Huoai, Lâm Đồng trong năm 2023. Các chỉ tiêu sinh trưởng (chiều cao cây, số lá mới, số trái đậu, khối lượng trái...) được ghi nhận mỗi tháng từ tháng 2 đến tháng 12. Khoảng cách trồng là  $7,5 \times 7,5$  m. Thu thập 20 mẫu từ 20 cây ở 2 khối nghiên cứu và theo phương pháp chọn mẫu ngẫu nhiên.

**Bảng 1.** Danh sách thiết bị của (i) khối tưới tự động

| STT | Thiết bị                       | Mã hiệu                          | Hãng sản xuất                   | Xuất xứ             | Số lượng (đơn vị) |
|-----|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|
| 1   | Béc tưới phun mưa bù áp có van | VINDRIP V9 R17 - 76              | Công ty VINDRIP                 | Việt Nam            | 258               |
| 2   | Bộ điều khiển                  | X-Core 8                         | Hunter Industries               | San Marcos, CA, USA | 1 (cái)           |
| 3   | Bộ giải mã                     | EZDM                             | Hunter Industries               | San Marcos, CA, USA | 1 (cái)           |
| 4   | Cảm biến mưa                   | MINI-CLIK                        | Hunter Industries               | San Marcos, CA, USA | 1 (cái)           |
| 5   | Van điện từ                    | PGV-201-B                        | Hunter Industries               | San Marcos, CA, USA | 1 (cái)           |
| 6   | Bộ điều chỉnh áp suất          | ACCU-SYNC-ADJ                    | Hunter Industries               | San Marcos, CA, USA | 1 (cái)           |
| 7   | Hộp đựng van tưới              | 1015 1G2G (41 × 55,3 × 30,48 cm) | Hunter Industries               | San Marcos, CA, USA | 4 (cái)           |
| 8   | Ống chính HDPE                 | D90 - PN10                       | Công ty Cổ phần Nhựa Tiền Phong | Việt Nam            | 100 (m)           |

|    |                             |                                |                                              |                     |          |
|----|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|---------------------|----------|
| 8  | Ống chính HDPE              | D75 - PN10                     | Công ty Cổ phần Nhựa Tiền Phong              | Việt Nam            | 59 (m)   |
| 9  | Ống nhánh HDPE              | D63 - PN10                     | Công ty Cổ phần Nhựa Tiền Phong              | Việt Nam            | 67,5 (m) |
| 10 | Ống nhánh HDPE              | D40 - PN10                     | Công ty Cổ phần Nhựa Tiền Phong              | Việt Nam            | 899 (m)  |
| 11 | Máy bơm ly tâm              | 3M 65-160/7,5 (7,5 kW - 10 HP) | Ebara Corporation                            | Nhật Bản            | 1 (cái)  |
| 12 | Rọ hút inox DN50            |                                | Công ty TNHH Vật tư công nghiệp An Phú Thành | Việt Nam            | 1 (cái)  |
| 13 | Van Y lọc                   | Y-Strainer JIS 10K             | Wonil Industrial Co., Ltd.                   | Busan, Hàn Quốc     | 1 (cái)  |
| 14 | Van lấy nước nhanh QCV      | HQ-3RC                         | Hunter Industries                            | San Marcos, CA, USA | 4 (cái)  |
| 15 | Cáp điện lực hạ thế bọc PVC | CXV 2 × 1,5 mm <sup>2</sup>    | CADIVI                                       | Việt Nam            | (i)      |

(i) Khối tưới tự động: 0,6 ha (118 cây). (ii) Khối tưới thủ công: 0,56 ha (98 cây), hệ thống tưới bằng ống mềm kéo di chuyển bởi người tưới nước được bơm từ giếng.

Thiết bị đo đạc: Máy đo độ ẩm đất cầm tay TDR 100 (Spectrum Technologies, Inc., USA) (STI, 2023).

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.2.1. Xác định lượng nước cần tưới của cây

Áp dụng Phương pháp Penman Monteith ước tính nhu cầu nước theo giai đoạn sinh trưởng của cây trồng và thể hiện ở Bảng 2.

$$\text{Công thức: } ET = Kc \times ET_0$$

Trong đó:

ET: Lượng nước cần tưới cho cây (mm/ngày),

Kc: Hệ số cây (crop coefficient),

ET<sub>0</sub>: Lượng bốc thoát hơi nước tham chiếu (mm/ngày).

Theo số liệu từ Cục Khí tượng Thủy văn Việt Nam (VNMHA, 2022), lượng bốc thoát hơi nước tham chiếu (ET<sub>0</sub>) trung bình tại tỉnh Lâm Đồng, Việt Nam trong năm 2022 như sau: Tổng ET<sub>0</sub> trung bình cả năm 2022: ET<sub>0</sub> = 4,3 mm/ngày.

Hệ số cây (Kc) thay đổi theo giai đoạn sinh trưởng của cây trồng xác định dựa trên hướng dẫn của FAO (1998) cây trồng trải qua bốn giai đoạn sinh trưởng chính, mỗi giai đoạn có hệ số Kc đặc trưng. Các hệ số Kc của từng giai đoạn phát triển, giai đoạn khởi đầu: 0,3 - 0,6; giai đoạn phát triển: 0,6 - 1,0; giai đoạn giữa mùa: 1,05 - 1,20; giai đoạn cuối mùa: 0,8 - 1,05. Trong giai đoạn khởi phát mầm hoa Kc = 0,00 nhằm tạo điều kiện khô hạn kích thích phân hóa mầm hoa đồng đều. Lượng nước tưới tối ưu được mô tả ở Bảng 2.

Lượng nước tưới tối ưu cho mỗi cây sầu riêng trong một lần tưới (L/cây/lần) = ET × Diện tích tán (diện tích tán cây thực tế đo được là 10 m<sup>2</sup>).

**Bảng 2.** Nhu cầu nước và lượng nước tưới tối ưu của cây sầu riêng trong một lần tưới theo các giai đoạn phát triển

| Giai đoạn sinh trưởng            | Thời gian tại Lâm Đồng | Hệ số (Kc) để xuất | ET <sub>0</sub> (mm/ngày) | ET (mm/ngày) | Lượng nước tưới 1 lần (L/cây) |
|----------------------------------|------------------------|--------------------|---------------------------|--------------|-------------------------------|
| Giai đoạn sinh trưởng sinh dưỡng | Tháng 2 - 3, 11 - 12   | 0,6                | 4,3                       | 2,58         | 25,80                         |
| Khởi phát mầm hoa                | Tháng 3 - 4            | 0,00               | 4,3                       | 0,00         | 0,00                          |
| Phát triển mầm hoa               | Tháng 4                | 0,75               | 4,3                       | 3,23         | 32,25                         |
| Đậu trái                         | Tháng 5                | 0,50               | 4,3                       | 2,15         | 21,50                         |
| Giai đoạn trái non               | Tháng 6                | 0,60               | 4,3                       | 2,58         | 25,80                         |
| Giai đoạn phát triển trái        | Tháng 7 - 8            | 0,85               | 4,3                       | 3,66         | 36,55                         |
| Giai đoạn trái chín              | Tháng 9 - 10           | 0,75               | 4,3                       | 3,23         | 32,25                         |

*ET<sub>0</sub>: Lượng bốc thoát hơi nước tham chiếu (mm/ngày); ET: Lượng nước cần tưới cho cây (mm/ngày).*

### 2.2.2. Bố trí béc tưới

Quy tắc bố trí béc (i) Khối tưới tự động: Theo Hunter Industries (HI, 2020), quy tắc quan trọng được áp dụng trong bố trí đầu phun là phun đều đến đâu, theo đó mỗi đầu tưới cần được bố trí sao cho tia nước của nó có thể đạt tới vị trí của đầu tưới kế cận và ngược lại. Ngoài ra, cần tránh bố trí lẫn lộn các loại đầu tưới khác nhau trong cùng một khu vực để đảm bảo tốc độ kết tủa đồng đều và tránh lãng phí nước. Như vậy mỗi đầu béc tưới cần được bố trí sao cho tia nước từ một đầu phun có thể vươn tới đầu phun kế cận và ngược lại. Điều này có nghĩa bán kính tưới của béc bằng khoảng cách giữa hai béc.

Béc tưới model VINDRIP V9 R17-76 bán kính 0 - 3,5 m; lưu lượng 76-92-130 L/h có kinh phí và thông số kỹ thuật phù hợp với nhu cầu thực tế, đầu tưới được chỉnh góc tưới là 360°.

Theo kết quả khảo sát, khu vườn trồng sầu riêng có tổng cộng 118 cây, được trồng theo các hàng thẳng. Hệ thống béc tưới được bố trí dọc theo các hàng cây, và theo quy tắc bố trí béc có khoảng cách giữa các béc là 3,5 m, các đầu tưới đặt ở vị trí chính giữa hai hàng cây nhằm đảm bảo phân bố nước đồng đều. Ngoài ra, các béc còn được bố trí dọc theo ranh giới khu đất, giúp phủ kín toàn bộ diện tích canh tác. Tổng số béc trong hệ thống là 258 đầu tưới, đảm bảo bao phủ đầy đủ khu vực trồng sầu riêng như minh họa tại Hình 2.

### 2.2.3. Phân kênh tưới và lựa chọn bơm

#### 2.2.3.1. Phân kênh tưới

Để tính lưu lượng tổng của hệ thống tưới sử dụng béc VINDRIP V9 R17-76 công thức: Lưu lượng tổng (Q) = Số lượng béc (258) × Lưu lượng

trung bình của mỗi béc (130). Lưu lượng tổng là  $33540 \text{ L/h} \approx 33,54 \text{ m}^3/\text{h}$ . Để đảm bảo bơm hoạt động hiệu quả theo thời gian và hệ thống cần sử dụng ống có kích thước lớn để tải tổng lưu lượng. Vì vậy, lưu lượng này được chia thành 4 kênh tưới như trình bày trong Hình 2.

Mỗi lần bơm hoạt động sẽ tưới lần lượt các kênh. Các kênh có lưu lượng như sau: Kênh 1 (57 béc):  $7,41 \text{ m}^3/\text{h}$ ; kênh 2 (65 béc):  $8,45 \text{ m}^3/\text{h}$ ; kênh 3 (76 béc):  $9,88 \text{ m}^3/\text{h}$ ; kênh 4 (60 béc):  $7,8 \text{ m}^3/\text{h}$ . Để bơm cung cấp đủ nước, lưu lượng của Kênh 3 được chọn làm cơ sở tính toán thông số bơm và ống.

Theo bảng thông số kỹ thuật ống HDPE tiêu chuẩn ISO 4427 của Nhựa Tiên Phong (Tien Phong Plastic, 2023), ống chính HDPE dân nước từ bơm đến ống nhánh và để đảm bảo đường ống nhánh DN 40 mm và cấp áp lực PN16 (SDR11) có chiều dày thành ống là 3,7 mm thì khuyến nghị tổng lưu lượng trực ống nhánh DN 40 mm không vượt quá  $4 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Theo Hình 2, Ống chính HDPE D90 dẫn toàn bộ lưu lượng  $9,88 \text{ m}^3/\text{h}$  từ máy bơm đến ống HDPE D75 - PN10, sau đó chia thành hai nhánh HDPE D63, mỗi nhánh  $4,94 \text{ m}^3/\text{h}$ . Từ đó, nước

được phân phối đều qua nhánh ống HDPE D40 đến các đầu béc tưới.

### 2.2.3.2. Lựa chọn bơm

Để đảm bảo áp lực đầu phun và cung cấp đủ lượng nước tưới, cần tính cột áp của bơm. Các thông số kỹ thuật, tổn thất áp lực được trình bày trong Bảng 3.

Theo bảng thông số kỹ thuật ống HDPE tiêu chuẩn ISO 4427 của Nhựa Tiên Phong (Tien Phong Plastic, 2023), các thông số đường kính ngoài (mm), Độ dày (mm), Đường kính trong (mm) được tra.

Theo bảng thông số tổn thất áp suất qua van điện từ PGV (HI, 2020), tại lưu lượng  $9,88 \text{ m}^3/\text{h}$ , van loại  $1\frac{1}{2}"$  (40 mm) dạng Globe có tổn thất áp suất là 0,3 bar.

Trong quá trình thiết kế hệ thống bơm, hệ số an toàn thường được áp dụng để đảm bảo hiệu suất và độ ổn định của hệ thống. Hệ số an toàn được khuyến nghị trong khoảng từ 1,10 đến 1,25, tùy theo quy mô và tính ổn định của hệ thống. Trong nghiên cứu này, hệ số an toàn 1,20 được lựa chọn nhằm dự phòng các tổn thất cột áp và bảo đảm hệ thống vận hành ổn định của hệ thống bơm.

**Bảng 3.** Bảng kê tổng thất cột áp trên hệ thống ống dẫn

| Tuyến ống                    | Lưu lượng kênh (m <sup>3</sup> /h) | Đường kính ống (mm)   |             |                       | Chiều dài ống (m) | Vận tốc (m/s) | Tổn thất áp theo chiều dài ống (bar) | Tổn thất áp cục bộ (bar) | Tổng tổn thất (bar) |
|------------------------------|------------------------------------|-----------------------|-------------|-----------------------|-------------------|---------------|--------------------------------------|--------------------------|---------------------|
|                              |                                    | Đường kính ngoài (mm) | Độ dày (mm) | Đường kính trong (mm) |                   |               |                                      |                          |                     |
| HDPE D90 - PN10              | 9,88                               | 90                    | 5,4         | 79,2                  | 100,0             | 0,6           | 0,04                                 | 0,011                    | 0,05                |
| HDPE D75 - PN10              | 9,88                               | 75                    | 4,5         | 66,0                  | 110,0             | 0,8           | 0,11                                 | 0,028                    | 0,14                |
| HDPE D63 - PN10 (nhánh trái) | 4,94                               | 63                    | 3,8         | 55,4                  | 48,0              | 0,6           | 0,03                                 | 0,008                    | 0,04                |
| HDPE D63 - PN10 (nhánh phải) | 4,94                               | 63                    | 3,8         | 55,4                  | 48,0              | 0,6           | 0,03                                 | 0,008                    | 0,04                |
| HDPE D40 - PN10              | 4,00                               | 40                    | 2,4         | 35,2                  | 65,0              | 1,1           | 0,27                                 | 0,067                    | 0,34                |

Ghi chú: Để đảm bảo cung cấp đủ lưu lượng và áp của bơm thiết kế đề xuất lưu lượng tải lớn tối đa của ống nhánh HDPE D40 là 4 m<sup>3</sup>/h; Các thông số mất áp được tra theo thông số kỹ thuật của hãng.

Tổng tổn thất áp lực qua ống ở Bảng là 0,61 bar; Tổn thất qua van solenoid với 9,88 m<sup>3</sup>/h: 0,30 bar; Tổn thất qua bộ lọc: 0,35 bar; Áp vòi phun cho đầu tối thiểu hoạt động: 0,50 bar; Cao độ: 1,96 bar; Hệ số an toàn (K): 1,20 bar. Tổng tổn thất áp của bơm:  $H_t = H_m + H_d$ .

Trong đó:

$H_m$ : Tổn thất ma sát trên đường ống,

$H_d$ : Tổn thất cục bộ (do co, thắt, van, cút...).

Vậy Áp để chọn bơm là 4,92 bar.

Công suất bơm

$$P = \frac{Q \times H \times 1000}{102 \times S}$$

Trong đó:

P: Công suất bơm (đơn vị: kW),

Q: Lưu lượng nước (đơn vị: m<sup>3</sup>/s),

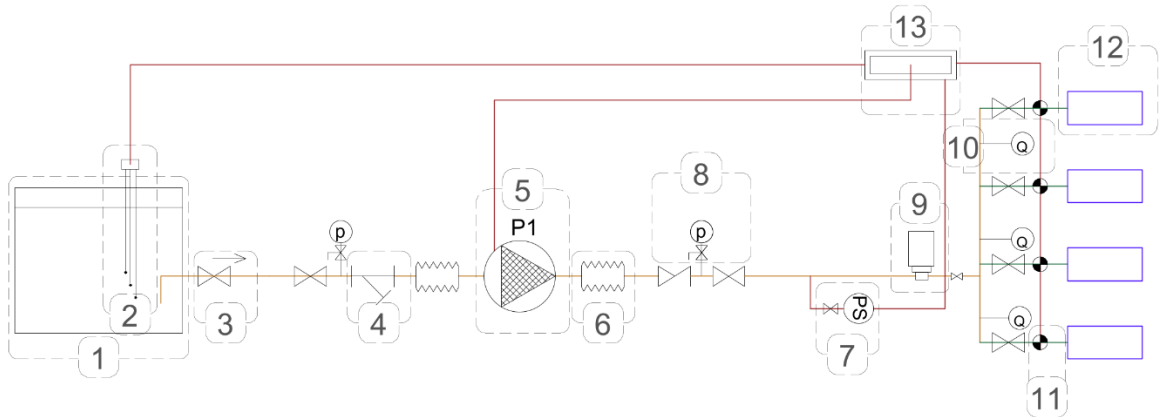
H: Chiều cao cột nước (đơn vị: m),

S: Hiệu suất bơm (S = 0,65 trung bình hệ tưới nhỏ giọt, phun mưa nhỏ).

Suy ra, công suất bơm  $\geq 7,5$  kW (10 HP).

## 2.2.4. Sơ đồ nguyên lý, mặt bằng bố trí hệ thống tưới và thuyết minh nguyên lý hoạt động

### 2.2.4.1. Sơ đồ nguyên lý



**Hình 1.** Sơ đồ nguyên lý hệ thống tưới. Chú thích: 1: Nguồn nước, bể chứa; 2: Rọ hút; 3: van cổng; 4: van Y lọc; 5: Bơm; 6: Nối mềm; 7: Cảm biến áp suất; 8: Áp kế; 9: Bộ lọc; 10: Van lấy nước nhanh; 11: Van điện tử; 12: kênh tưới; Nét đỏ: Cấp truyền tín hiệu; Nét vàng và xanh: Đường ống.

### 2.2.4.2. Thuyết minh nguyên lý hoạt động hệ thống tưới

Sơ đồ nguyên lý hệ thống được minh họa qua Hình 1, mặt bằng bố trí được thể hiện qua Hình 2, và Hình 3 với 4 thực tế vận hành tại khu vực nghiên cứu. Hệ thống chia thành 4 kênh tưới, mỗi kênh điều khiển bằng van điện tử. Nước từ đường ống chính sẽ đi vào ống nhánh của vùng tưới khi van mở, tạo áp lực làm đầu phun hoạt động. Các đầu phun có thể điều chỉnh bán kính tưới. Khi van đóng, áp lực giảm và đầu phun ngừng hoạt động.

Gồm 1 bơm hoạt động chính và 1 bơm dự phòng, hoạt động luân phiên theo chu kỳ. Lần 1 tưới kênh 1, các chu kỳ tiếp theo lặp lại như chu kỳ đầu. Hệ thống có 2 chế độ vận hành, Với

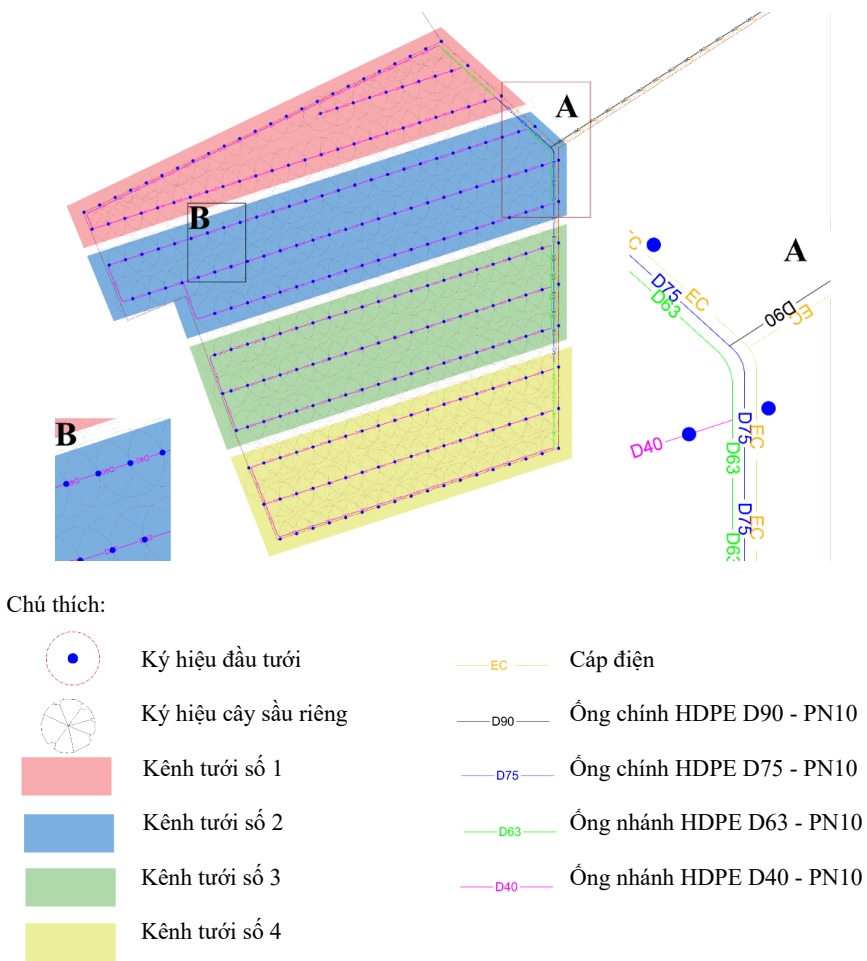
chế độ tự động bơm hoạt động khi cảm biến áp suất phát hiện áp suất giảm dưới ngưỡng cài đặt. Bơm được điều khiển bằng biến tần, cấp nước luân phiên cho từng kênh (1 đến 4) để đảm bảo lưu lượng và cột áp. Trong chế độ này, các vòi tưới tay không hoạt động để đảm bảo hiệu suất hệ thống. Sử dụng bộ biến tần để cho bơm đảm bảo bơm chạy ổn định, bơm sẽ cấp cho 1 kênh từ 1 đến 4 kênh tưới hoạt động lần lượt để đạt được lưu lượng. Trong quá trình tưới tự động tất cả các vòi tưới tay không hoạt động đảm bảo lưu lượng, và cột áp cho bơm tưới. Ngoài ra, van lấy nước nhanh được mở bằng tay.

Dựa vào Bảng 2 ta có thể tính thời gian tưới (phút/lần tưới/cây) dựa trên lưu lượng trung bình của một béc là 130 L/giờ được trình bày ở Bảng 4.

**Bảng 4.** Thời gian một lần tưới và tưới một lần trong ngày ứng với giai đoạn phát triển

| Giai đoạn sinh trưởng            | Thời gian (tháng)    | Lượng nước 1 lần<br>(L/cây) | Thời gian tưới 1 lần<br>(phút/cây) |
|----------------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Giai đoạn sinh trưởng sinh dưỡng | Tháng 2 - 3, 11 - 12 | 25,80                       | 12 phút                            |
| Khởi phát mầm hoa                | Tháng 3 - 4          | 0,00                        | Không tưới                         |
| Phát triển mầm hoa               | Tháng 4              | 32,25                       | 15 phút                            |
| Đậu trái                         | Tháng 5              | 21,50                       | 10 phút                            |
| Giai đoạn trái non               | Tháng 6              | 25,80                       | 12 phút                            |
| Giai đoạn phát triển trái        | Tháng 7 - 8          | 36,55                       | 17 phút                            |
| Trái chín                        | Tháng 9 - 10         | 32,25                       | 15 phút                            |

2.2.4.3. Mặt bằng bố trí hệ thống tưới



**Hình 2.** Mặt bằng bố trí hệ thống tưới.



**Hình 4.** Thực trạng hệ thống tưới.



**Hình 5.** Thực trạng béc tưới hoạt động.

#### 2.2.5. Phương pháp theo dõi, thu thập và phân tích dữ liệu

Mỗi chỉ tiêu được đo 4 lần/tháng (tương ứng 1 lần/tuần), lấy trung bình tháng làm giá trị đại diện. Mỗi lần ghi nhận 20 cây/mẫu, được chọn ngẫu nhiên từ hai khối. Các chỉ tiêu sinh trưởng và phát triển được xác định và ghi nhận theo hướng dẫn kỹ thuật trong FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56 - Supplement (FAO, 1996a).

Thời gian: Dữ liệu được thu thập trên mẫu, mỗi nhóm thu thập 20 mẫu trong 1 lần thu thập

và định kỳ hàng tuần theo quá trình phát triển ở hai nhóm.

Sử dụng phương pháp Analysis of Variance (ANOVA) để so sánh sự khác biệt ở 2 nhóm và phương pháp phân tích hồi quy so sánh kết quả.

### 3. Kết Quả và Thảo Luận

#### 3.1. So sánh lượng nước tưới ở khối tưới tự động và khối tưới thủ công

**Bảng 5.** Lượng nước tưới thực tế ở khối tưới tự động và khối tưới thủ công trong 1 lần tưới

| Thời gian (tháng)    | (i) Khối tưới tự động<br>(L/cây) | (ii) Khối tưới thủ công<br>(L/cây) |
|----------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Tháng 2 - 3, 11 - 12 | 25,80                            | 38                                 |
| Tháng 3 - 4          | 0,00                             | 0                                  |
| Tháng 4              | 32,25                            | 36                                 |
| Tháng 5              | 21,50                            | 35                                 |
| Tháng 6              | 25,80                            | 22                                 |
| Tháng 7 - 8          | 36,55                            | 32                                 |
| Tháng 9 - 10         | 32,25                            | 37                                 |

Dựa vào Bảng 5, hệ thống tưới tự động có cảm biến mưa điều chỉnh lượng nước linh hoạt theo điều kiện khí hậu tại Lâm Đồng, cấp lượng nước đúng với Bảng 2. Trong giai đoạn sinh trưởng sinh dưỡng, lượng tưới tự động (26 L/cây/lần). Giai đoạn khởi phát mầm hoa, cả hai phương pháp đều không tưới. Khi cây bước vào phát triển mầm hoa, hệ thống tưới tự động tăng lên 31 L/cây/lần, tiệm cận mức tối ưu (32 L). Từ tháng 5 đến 10, lượng tưới tự động được

điều chỉnh linh hoạt giảm xuống phù hợp với mùa mưa và nhu cầu sinh lý của cây, dao động từ 17 - 26 L/cây/lần. Trong khi đó, tưới thủ công biến động mạnh và nhiều thời điểm vượt mức tưới tối ưu và dựa trên kinh nghiệm làm vườn của người dân.

Kết luận, hệ thống tưới tự động thể hiện hiệu quả cao trong việc quản lý nước, phù hợp với từng giai đoạn phát triển của cây và điều kiện môi trường.

### 3.2. So sánh độ ẩm ở khối tưới tự động và khối tưới thủ công

**Bảng 6.** Độ ẩm đất ở khối tưới tự động và khối tưới thủ công

| Giai đoạn sinh trưởng            | Thời gian             | Độ ẩm khối tưới tự động (%) | Độ ẩm khối tưới thủ công (%) |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Giai đoạn sinh trưởng sinh dưỡng | Tháng 2 - 3, 11 - 12  | 72 - 76                     | 61 - 79                      |
| Khởi phát mầm hoa                | Tháng 3 - 4 (khô hạn) | 60                          | 60                           |
| Phát triển mầm hoa               | Tháng 4               | 67 - 72                     | 74 - 81                      |
| Đậu trái                         | Tháng 5               | 63 - 68                     | 69 - 81                      |
| Giai đoạn trái non               | Tháng 6               | 68 - 73                     | 72 - 78                      |
| Giai đoạn phát triển trái        | Tháng 7 - 8           | 72 - 76                     | 60 - 63                      |
| Giai đoạn trái chín              | Tháng 9 - 10          | 70 - 75                     | 73 - 80                      |

Dữ liệu từ Bảng 6 cho thấy hệ thống tưới tự động duy trì độ ẩm đất ổn định hơn rõ rệt so với tưới thủ công trong suốt các giai đoạn sinh trưởng của cây sầu riêng. Trong giai đoạn sinh trưởng sinh dưỡng, độ ẩm đất ở khối tưới tự động dao động hẹp trong khoảng 72 - 76%, phù hợp với nhu cầu sinh lý của cây. Ở giai đoạn phát triển mầm hoa và đậu trái, hệ thống này điều chỉnh độ ẩm giảm xuống 67 - 68%, hỗ trợ tốt cho quá trình phân hóa mầm hoa và hình thành trái. Khi bước vào giai đoạn phát triển trái ở mức 72 - 76%, giúp cây đủ nước để nuôi trái nâng cao tỷ lệ giữ trái.

Ngược lại, phương pháp tưới thủ công cho thấy sự dao động lớn và thiếu ổn định về độ ẩm đất. Ở giai đoạn sinh trưởng sinh dưỡng, độ ẩm dao động rộng từ 61 - 79. Ở giai đoạn phát triển

mầm hoa và đậu trái, độ ẩm tại vượt mức cần thiết (74 - 81%), điều này ảnh hưởng tiêu cực đến quá trình phân hóa mầm hoa và đậu trái. Trong giai đoạn phát triển tưới thủ công lại không đáp ứng đủ, độ ẩm đất chỉ đạt mức thấp 60 - 63%, dẫn đến khả năng giữ trái kém hơn.

Việc áp dụng hệ thống tưới tự động giúp giảm đáng kể chi phí nhân công. Thêm vào đó người dân có thể quản lý nước từ xa. Ngoài ra, năng suất trái và tỷ lệ chín đúng vụ tăng cao giúp nâng giá trị sản lượng, cho thấy tiềm năng mở rộng mô hình trong sản xuất sầu riêng bền vững.

### 3.3. Tăng trưởng của cây sầu riêng ở khối tưới tự động và khối tưới thủ công

So sánh hiệu suất tăng trưởng ở Bảng 7.

**Bảng 7.** Các chỉ tiêu cấu thành năng suất theo từng giai đoạn sinh trưởng

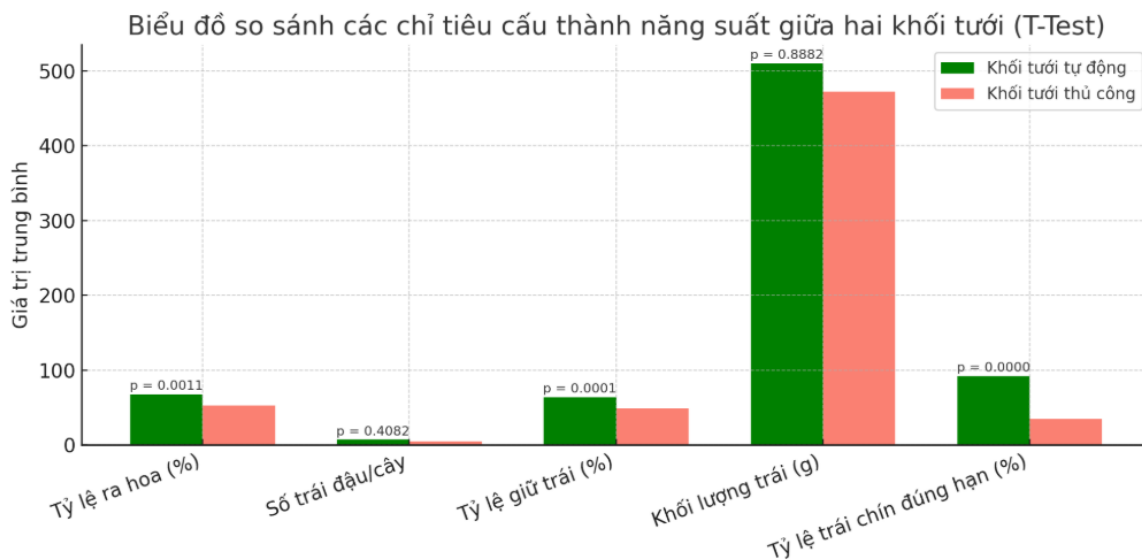
| Tháng | Giai đoạn sinh trưởng | Chỉ tiêu chính               | Tưới tự động (i) | Tưới thủ công (ii) |
|-------|-----------------------|------------------------------|------------------|--------------------|
| 4     | Phát triển mầm hoa    | Tỷ lệ ra hoa (%)             | 68 ± 1,5         | 53 ± 3,8           |
| 5     | Đậu trái              | Số trái đậu/cây              | 7 ± 0,6          | 5 ± 2,1            |
| 6     | Trái non              | Tỷ lệ giữ trái (%)           | 64 ± 1,4         | 49 ± 3,6           |
| 7     | Phát triển trái       | Tỷ lệ giữ trái (%)           | 66 ± 1,3         | 50 ± 3,9           |
| 10    | Chín trái             | Khối lượng trái (g)          | 510 ± 14         | 472 ± 26           |
| 10    | Chín trái             | Tỷ lệ trái chín đúng hạn (%) | 92 ± 2,1         | 35 ± 4,5           |

**Bảng 8.** Kết quả T-test giữa hai phương pháp tưới (n = 20, α = 0,05)

| Chỉ tiêu                     | T-statistic | P        | Ý nghĩa thống kê |
|------------------------------|-------------|----------|------------------|
| Tỷ lệ ra hoa (%)             | 3,66        | 0,0011   | Có ý nghĩa       |
| Số trái đậu/cây              | -0,84       | 0,4082   | Không đáng kể    |
| Tỷ lệ giữ trái (%)           | 4,67        | 0,0001   | Có ý nghĩa       |
| Khối lượng trái (g)          | -0,14       | 0,8882   | Không đáng kể    |
| Tỷ lệ trái chín đúng hạn (%) | 12,34       | < 0,0001 | Có ý nghĩa       |

Phân tích thống kê T-test ở Bảng 8. Giả thuyết không ( $H_0$ ): Không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về các chỉ tiêu năng suất giữa hai phương pháp tưới; Giả thuyết đối ( $H_1$ ): Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở ít nhất một chỉ

tiêu năng suất giữa hai phương pháp tưới. Kết quả kiểm định cho thấy đa số các chỉ tiêu có ( $P < 0,05$ ), do đó bác bỏ giả thuyết  $H_0$  và khẳng định hiệu quả vượt trội của hệ thống tưới tự động so với tưới thủ công.



**Hình 6.** Biểu đồ so sánh các chỉ tiêu năng suất giữa hai khối tưới (T-test).

Kết quả nghiên cứu cho thấy khối tưới tự động mang lại tích cực lớn giữa các chỉ năng suất của cây sầu riêng so với tưới thủ công được trình bày ở Bảng 5. Cây ở khối tưới tự động có tỷ lệ ra hoa đạt 68% so với 53%; tỷ lệ giữ trái giai đoạn phát triển đạt 66% so với 50%; tỷ lệ trái chín đúng mùa vụ ở khối tưới tự động đạt 92%, cao hơn đáng kể so với 35% ở khối tưới thủ công ( $P < 0,05$ ).

### 3.4. Hiệu quả kinh tế

Chi phí đầu tư là khoảng 120 triệu đồng; giảm chi phí lao động với hệ thống tưới tự động giúp giảm khoảng 60% chi phí lao động, chi phí lao động tưới nước bằng phương pháp thủ công hàng năm ước khoảng 15 triệu đồng/ha, thì hệ

thống tưới tự động giúp tiết kiệm hàng năm khoảng 9 triệu đồng/ha.

Tăng thu từ năng suất và chất lượng: Tỷ lệ chín đúng vụ tăng từ 35 lên 92%.

Tổng sản lượng khối tưới tự động:  $3,57 \text{ kg} \times 118 \text{ cây} = 421,26 \text{ kg}$ . Tỷ lệ chín đúng vụ tăng từ 35 lên 92%, tức:  $421,26 \times (92 - 35) = 421,26 \times 0,57 = 240 \text{ kg}$  (có thể bán giá cao). Suy ra tăng thu nhập do tỷ lệ chín đúng vụ:  $240 \times 20.000 \text{ đ/kg} = 4.800.000 \text{ VNĐ}$  (1,16 ha). Quy đổi về đơn vị trên 1 ha: 4.137.931 đ/năm. Tổng lợi ích trên 1 ha: 13.137.931 đ/năm;

$$\text{Tỷ suất lợi nhuận} = \left( \frac{13.137.931}{120.000.000} \right) \times 100 = 10,95\%.$$

#### 4. Kết Luận

Nghiên cứu đã xác nhận hiệu quả vượt trội của hệ thống tưới tự động trong sinh trưởng và phát triển của cây sầu riêng (*Durio zibethinus* L.) so với phương pháp tưới thủ công truyền thống. Xác lượng nước tưới dựa trên giai đoạn sinh trưởng và điều kiện khí tượng tại địa phương, hệ thống tưới tự động giúp duy trì độ ẩm đất ổn định. Các kết quả thu thập được cho thấy sự cải thiện đáng kể về các chỉ tiêu năng suất. Bên cạnh đó, khả năng vận hành linh hoạt, giảm phụ thuộc vào nhân công, cùng với tính thích ứng cao trong điều kiện biến đổi khí hậu và địa hình phức tạp tại Lâm Đồng ứng dụng thực tiễn của hệ thống. Những kết quả này góp phần khẳng định vai trò của công nghệ tưới tự động như một giải pháp nông nghiệp thông minh, hướng đến mục tiêu canh tác sầu riêng hiệu quả, bền vững và thích ứng với điều kiện sản xuất hiện đại.

#### Lời Cam Đoan

Tôi xin cam đoan nghiên cứu này là kết quả nghiên cứu của chính tôi, không sao chép từ bất kỳ nguồn nào. Các dữ liệu và kết quả trình bày trong bài là trung thực, được thu thập và theo đúng quy trình nghiên cứu. Mọi trích dẫn đều được ghi rõ nguồn gốc. Tôi hoàn toàn chịu trách nhiệm về nội dung của bài nghiên cứu này.

#### Lời Cảm Ơn

Tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành đến chủ vườn nghiên cứu đã tạo điều kiện và giúp đỡ tôi trong suốt quá trình nghiên cứu và thu thập dữ liệu và hoàn thành nghiên cứu của mình.

#### Tài Liệu Tham Khảo (References)

ADB (Asian Development Bank). (2017). Quantifying water and energy linkages in irrigation:

Experiences from Viet Nam. Retrieved May 21, 2025, from <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/328621/quantifying-water-energy-linkages.pdf>.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (1998). *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56)*. Rome, Italy: FAO.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (1996a). *Guidelines for the conduct of a field experiment to determine agronomic data for crop water requirements (Irrigation and Drainage Paper No. 56- Supplement)*. Rome, Italy: FAO.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (1996b). *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56)*. Rome, Italy: FAO.

HI (Hunter Industries). (2020). Hunter irrigation product catalog 2020. Retrieved January 3, 2023, from <https://www.hunterindustries.com>.

LDN (Lam Dong Newspaper). (2025). Solutions to enhance the quality management of durian products for export. Retrieved May 21, 2025, from <https://baolamdong.vn/kinh-te/202504/ban-giai-phap-tang-cuong-quan-ly-chat-luong-san-pham-sau-rieng-phuc-vu-xuat-khau-6f978e6/>.

Lobell, D. B., Schlenker, W., & Costa-Roberts, J. (2011). Climate trends and global crop production since 1980. *Science* 333(6042), 616-620. <https://doi.org/10.1126/science.1204531>.

STI (Spectrum Technologies Inc.). (2023). TDR 100 soil moisture meter manual. Retrieved January 3, 2023, from [https://www.specmeters.com/assets/1/22/6440fs\\_manual.pdf](https://www.specmeters.com/assets/1/22/6440fs_manual.pdf).

Tien Phong Plastic. (2023). Technical documentation on HDPE pipes according to ISO 4427 standards. Retrieved January 3, 2023, from <https://www.nhuatienphong.vn>.

- VNMHA (Vietnam Meteorological and Hydrological Administration). (2022). Annual meteorological and hydrological report 2022. Retrieved May 10, 2025, from <http://vnmha.gov.vn>.
- Vuong, D. N. (2020). Evaluation of rainfall characteristics and trends in Lam Dong province. *Journal of Water Resources Science and Environmental Engineering* 62, 42-49.

The structural characteristics and diversity of tree species in the poor evergreen broad-leaved natural forests situated on mountainous terrain within the Dau Tieng protection forest in Tay Ninh province

Canh M. Nguyen<sup>1\*</sup>, Duc A. Vu<sup>2</sup>, Hung M. Bui<sup>3</sup>, Cham V. Mac<sup>1</sup>, Hai T. M. Nguyen<sup>1</sup>, Thu T. Nguyen<sup>4</sup>, Lien L.T. Dang<sup>4</sup>, & Tuyen T. Ho<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Forestry, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

<sup>2</sup>Dau Tieng Protection Forest Management Board, Tay Ninh, Vietnam

<sup>3</sup>Faculty of Forest Sciences, Vietnam National University of Forestry, Ho Chi Minh City, Vietnam

<sup>4</sup>Department of Agriculture, Nong Lam University, Ho Chi Minh City - Gia Lai Campus, Gia Lai, Vietnam

<sup>5</sup>Ta Kou Nature Reserve, Lam Dong, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: August 24, 2025  
Revised: October 14, 2025  
Accepted: October 17, 2025

Keywords

Biodiversity  
Forest structure  
Natural regeneration  
Poor evergreen broad-leaved forest  
Threatened tree species

\*Corresponding author

Nguyen Minh Canh  
Email:  
nmcanh@hcmuaf.edu.vn

ABSTRACT

Evergreen broad-leaved natural forests represent a critical component of tropical ecosystems, providing both timber resources and essential ecological services while maintaining biodiversity. This study aimed to analyze forest stand structure, tree species diversity, and natural regeneration potential as a scientific basis for sustainable management and conservation. The results recorded 75 tree species belonging to 59 genera and 38 families, with Dipterocarpaceae, Fabaceae, Tiliaceae, Annonaceae, Myrtaceae, and Sapindaceae being the most dominant families. Importance Value Index (IVI) analysis identified seven dominant and co-dominant species, including *Dipterocarpus alatus*, *Grewia tomentosa*, *Dialium cochinchinensis*, *Syzygium cumini*, *Parinari annamensis*, *Vatica cinerea*, and *Nephelium hypoleucum*. The average stand density reached 776 trees/ha with a timber volume of 85.2 m<sup>3</sup>/ha, primarily concentrated in the small diameter class (D1.3 < 20 cm) and height class of 5 - 15 m. The Shannon–Wiener diversity index indicated a moderate to high diversity level, and Pielou’s evenness index confirmed the absence of any single dominant species. The regeneration layer exhibited a high density of 6,100 seedlings/ha, mostly originating from seeds, with strong participation of *Dipterocarpus alatus*, *Grewia tomentosa*, *Dialium cochinchinensis*, *Lagerstroemia calyculata*, *Syzygium cumini* and *Parinari annamensis*. Notably, 11 rare, threatened, and endangered tree species were recorded, listed in the IUCN Red List 2025, Vietnam Red Data Book 2024, and Decree No. 84/2021/NĐ-CP. These findings provide essential scientific evidence for biodiversity conservation, assisted natural regeneration, and sustainable forest management in the Dau Tieng Protection Forest, Tay Ninh Province.

---

**Cited as:** Nguyen, C. M., Vu, D. A., Bui, H. M., Mac, C. V., Nguyen, H. T. M., Nguyen, T. T., Dang, L. L. T., & Ho, T. T. (2026). The structural characteristics and diversity of tree species in the poor evergreen broad-leaved natural forests situated on mountainous terrain within the Dau Tieng protection forest in Tay Ninh province. *The Journal of Agriculture and Development* 25(4), 16-35.

---

**Đặc điểm cấu trúc và đa dạng loài cây gỗ ở rừng tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh nghèo  
tại Khu rừng phòng hộ Dầu Tiếng, tỉnh Tây Ninh**

**Nguyễn Minh Cảnh<sup>1</sup>, Vũ Anh Đức<sup>2</sup>, Bùi Mạnh Hưng<sup>3</sup>, Mạc Văn Chăm<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Minh Hải<sup>1</sup>,  
Nguyễn Thị Thu<sup>4</sup>, Đặng Lê Thanh Liên<sup>4</sup> & Hồ Thanh Tuyền<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Khoa Lâm Nghiệp, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

<sup>2</sup>Ban Quản Lý Rừng Phòng Hộ Dầu Tiếng, Tây Ninh

<sup>3</sup>Khoa Lâm Học, Trường Đại Học Lâm Nghiệp, Xuân Mai, Hà Nội

<sup>4</sup>Bộ Môn Nông Nghiệp, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM - Phân Hiệu Gia Lai, Gia Lai

<sup>5</sup>Khu Bảo Tồn Thiên Nhiên Tà Kóu, Lâm Đồng

**THÔNG TIN BÀI BÁO**

**Bài báo khoa học**

Ngày nhận: 24/08/2025  
Ngày chỉnh sửa: 14/10/2025  
Ngày chấp nhận: 17/10/2025

**Từ khóa**

Cấu trúc rừng  
Cây gỗ quý hiếm  
Đa dạng sinh học  
Rừng thường xanh nghèo  
Tái sinh tự nhiên

**\*Tác giả liên hệ**

**Nguyễn Minh Cảnh**  
Email:  
nmcanh@hcmuaf.edu.vn

**TÓM TẮT**

Rừng tự nhiên lá rộng thường xanh là một bộ phận quan trọng của hệ sinh thái nhiệt đới, vừa cung cấp lâm sản vừa duy trì chức năng sinh thái và đa dạng sinh học. Nghiên cứu này nhằm phân tích cấu trúc rừng, đa dạng loài cây gỗ và tiềm năng tái sinh, làm cơ sở cho quản lý rừng. Kết quả nghiên cứu đã ghi nhận 75 loài cây gỗ thuộc 59 chi, 38 họ, trong đó họ Dầu, Đậu, Đay, Na, Sim và Bồ hòn chiếm ưu thế. Phân tích chỉ số IV% xác định bảy loài ưu thế và đồng ưu thế gồm: Dầu rái, Cò ke, Xoay, Trâm mốc, Cám, Lầu tấu và Trường chua. Mật độ bình quân đạt 776 cây/ha, trữ lượng 85,2 m<sup>3</sup>/ha, phân bố chủ yếu ở nhóm đường kính D<sub>1,3</sub> < 20 cm và lớp chiều cao 5 - 15 m. Chỉ số Shannon - Wiener phản ánh mức độ đa dạng trung bình đến cao, trong khi chỉ số đồng đều Pielou cho thấy không có loài nào chiếm ưu thế tuyệt đối. Tầng cây tái sinh có mật độ cao (6.100 cây/ha), chủ yếu từ hạt, với sự tham gia mạnh của Dầu rái, Cò ke, Xoay, Bằng lăng ổi, Trâm mốc và Cám. Đáng chú ý, tại khu vực đã phát hiện 11 loài gỗ quý, hiếm và nguy cấp thuộc Sách đỏ IUCN 2025, Sách đỏ Việt Nam 2024 và Nghị định 84/2021/NĐ-CP. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho định hướng bảo tồn, khoanh nuôi xúc tiến tái sinh và quản lý bền vững rừng phòng hộ Dầu Tiếng.

**1. Đặt Vấn Đề**

Đa dạng sinh học và đặc điểm cấu trúc rừng là hai yếu tố then chốt quyết định sự ổn định, chức năng sinh thái và khả năng phục hồi của hệ sinh thái rừng. Nếu như đa dạng loài phản ánh mức độ phong phú và cân bằng của quần xã thực

vật, thì cấu trúc rừng thể hiện mối quan hệ về số lượng, kích thước và sự phân bố không gian của cây gỗ, yếu tố trực tiếp chi phối khả năng tích lũy sinh khối, chu trình dinh dưỡng và cung cấp dịch vụ hệ sinh thái (Lamprecht, 1989; Richards, 1996). Nhận định này phù hợp với quan điểm lâm sinh - sinh thái học kinh điển, đồng thời

cũng đã được nhấn mạnh trong các công trình trong nước về thảm thực vật rừng và dịch vụ hệ sinh thái rừng ở Việt Nam (Thai, 1978).

Trong bối cảnh toàn cầu, cấu trúc rừng và đa dạng loài đang suy giảm nhanh do khai thác quá mức, chuyển đổi đất và biến đổi khí hậu (IPBES, 2019; FAO, 2020). Ở Việt Nam, diện tích rừng có xu hướng tăng trong hai thập kỷ qua nhờ trồng và phục hồi rừng, nhưng chất lượng rừng tự nhiên tiếp tục suy giảm; phần lớn diện tích bổ sung chủ yếu là rừng trồng đơn loài hoặc rừng tái sinh nghèo (MNRE, 2022).

Đặc biệt tại Đông Nam Bộ, rừng tự nhiên bị thu hẹp cả về số lượng và chất lượng (WB, 2019), trong khi nghiên cứu toàn diện kết hợp đặc điểm cấu trúc và đa dạng loài còn hạn chế chủ yếu tập trung ở một số khu bảo tồn lớn như Đồng Nai hay Bình Châu - Phước Bửu (Nguyen & ctv., 2020; 2023).

Khu rừng phòng hộ Dầu Tiếng, tỉnh Tây Ninh, giúp bảo vệ lòng hồ bằng cách ngăn chặn xói mòn đất và giảm lắng đọng phù sa, nhờ hệ rễ cây giữ đất và lớp thảm thực vật cản dòng chảy bề mặt và cũng là sinh cảnh phân bố cho nhiều loài động thực vật nguy cấp, quý, hiếm. Tuy nhiên, khu vực này đang đối mặt với nhiều rủi ro do hoạt động kinh tế - xã hội (đốt dọn thực bì, tác động ven rừng, xâm lấn sử dụng đất), khiến nguy cơ sự cố gia tăng tại những quần thụ rừng tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh nghèo - vốn có tầng tán thưa, vật liệu cháy khô nhanh, và nhạy cảm trước xáo trộn cấu trúc (DARD, 2024). Do đó, việc nghiên cứu đặc điểm cấu trúc và đa dạng loài cây gỗ tại đây là cần thiết nhằm cung cấp cơ sở khoa học cho quản lý, phục hồi và bảo tồn rừng trong bối cảnh biến đổi khí hậu và suy thoái tài nguyên hiện nay.

Trên cơ sở đó, nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu xác định đặc điểm cấu trúc rừng,

đánh giá tình hình tái sinh tự nhiên dưới tán rừng, mức độ đa dạng loài cây gỗ và đề xuất các giải pháp quản lý, bảo tồn và phát triển bền vững rừng phòng hộ Dầu Tiếng, tỉnh Tây Ninh.

## 2. Đối Tượng và Phương Pháp Nghiên Cứu

### 2.1. Đối tượng và khu vực nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các quần xã thực vật (QXTV) thuộc kiểu rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh, ở trạng thái rừng nghèo (TXN). Tại Ban Quản lý rừng phòng hộ Dầu Tiếng, trạng thái rừng TXN phân bố ở các tiểu khu 35, 36, 41 và 42 với tổng diện tích 2.946,96 ha. Nghiên cứu này tập trung tại tiểu khu 35, có diện tích lớn nhất là 873,74 ha. Đây là khu vực đại diện, có trạng thái rừng TXN đặc trưng, đảm bảo phản ánh đặc điểm cấu trúc, tình trạng tái sinh và đa dạng loài của hệ sinh thái rừng nghèo.

Khu vực nghiên cứu có diện tích quản lý 30.164,35 ha, trong đó 16.369,27 ha rừng tự nhiên (61,9% diện tích đất có rừng) và 9.609,71 ha rừng trồng. Rừng tự nhiên chủ yếu là rừng lá rộng thường xanh, phân bố trên địa bàn xã Tân Châu và xã Dương Minh Châu.

Địa hình tương đối bằng phẳng, cao trung bình 65 m (tối đa 95 m); đất chủ yếu là đất xám trên phù sa cổ và granite, có khả năng giữ ẩm trung bình. Khí hậu nhiệt đới gió mùa, hai mùa rõ rệt, nhiệt độ trung bình năm 26,6°C, lượng mưa 1.800 mm/năm, độ ẩm trung bình 82%. Mạng lưới suối dày, đổ về hồ Dầu Tiếng, đảm bảo nguồn nước quanh năm.

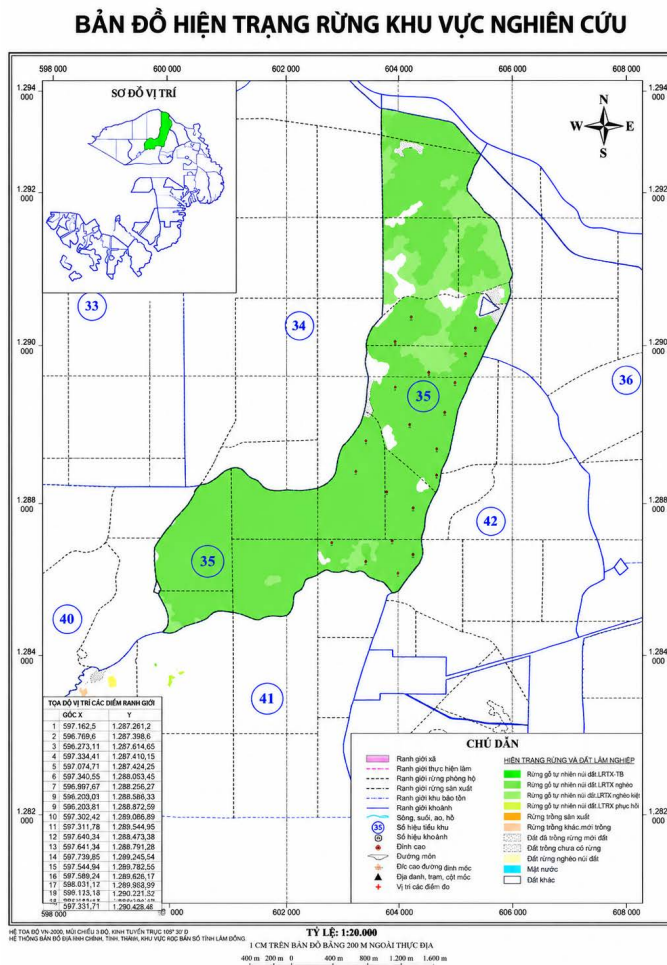
Những đặc điểm trên tạo điều kiện thuận lợi để nghiên cứu cấu trúc quần thụ, đa dạng loài cây gỗ và khả năng tái sinh tự nhiên của trạng thái rừng TXN tại khu vực.

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.2.1. Phương pháp lập ô tiêu chuẩn và thu thập số liệu

Dựa vào bản đồ hiện trạng rừng, tiến hành phân tích và khảo sát khu vực rừng tự nhiên có trạng thái TXN để đặt vị trí các OTC. Tiến hành bố trí 20 OTC tạm thời với kích thước 1.000 m<sup>2</sup>/OTC đối với trạng thái TXN (Hình 1). Phương pháp rút mẫu được áp dụng là phương pháp rút mẫu điển hình để lựa chọn vị trí các OTC. Trong mỗi OTC, tiến hành đo đường kính ngang ngực của toàn bộ cây có đường kính  $D_{1,3} \geq 6$  cm bằng cách đo chu vi bằng thước dây với độ chính xác

là 0,1 cm sau đó suy ra đường kính; đo chiều cao vút ngọn (H) bằng thước đo cao Forestry Pro II, với độ chính xác là  $0,1 \geq m$ . Thành phần loài cây gỗ được xác định theo Tran (2002) và Vo (2003; 2004). Vị trí của các OTC và vị trí phân bố của các loài thực vật quý, hiếm và nguy cấp bắt gặp tại khu vực nghiên cứu được xác định bằng máy định vị toàn cầu (GPS). Trong mỗi OTC 1.000 m<sup>2</sup>, bố trí 5 ô dạng bản ( $5 \times 5$  m), tại 4 góc và tâm ô. Thống kê toàn bộ cây tái sinh có  $D_{1,3} < 6$  cm và  $H > 10$  cm. Các chỉ tiêu gồm: loài, chiều cao, nguồn gốc tái sinh (từ hạt hay từ chồi), phẩm chất cây (tốt, trung bình, xấu). Cây tái sinh phân cấp chiều cao thành 7 lớp:  $< 0,5$ ;  $0,5 - 1,0$ ;  $1,0 - 1,5$ ;  $1,5 - 2,0$ ;  $2,0 - 3,0$ ;  $3,0 - 5,0$  và  $> 5,0$  m.



**Hình 1.** Bản đồ vị trí ô tiêu chuẩn, trạng thái rừng nghèo tại khu vực nghiên cứu.

### 2.2.2. Phương pháp xử lý và phân tích số liệu

Sử dụng các phần mềm Microsoft Excel 2010, Statgraphics Centurion XVI, Primer 6.0 để xử lý số liệu từ 20 OTC 1.000 m<sup>2</sup> ở trạng thái TXN tại khu vực nghiên cứu, bao gồm:

- *Phân tích các chỉ tiêu lâm học:*

Tính toán các chỉ tiêu bình quân của lâm phần như: đường kính, chiều cao, tổng tiết diện ngang, mật độ rừng và trữ lượng rừng. Sử dụng phương pháp thống kê mô tả để nhận xét và đánh giá kết quả nghiên cứu.

+ Đường kính bình quân của lâm phần được xác định theo công thức:

$$\bar{D} = (\sum_{i=1}^n D_i) / n.$$

Trong đó:  $D_i$  là đường kính  $D_{1,3}$  của cây thứ  $i$  (cm);  $n$  là số cây đo trong OTC.

+ Chiều cao bình quân của lâm phần được xác định theo công thức:

$$\bar{H} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n} \right)$$

Trong đó:  $H_i$  là chiều cao vút ngọn của cây thứ  $i$  (m);  $n$  là số cây đo trong OTC.

+ Tổng tiết diện ngang bình quân của lâm phần được xác định theo công thức:

$$G = (\sum_{i=1}^n g_i) \times \frac{10.000}{S_{OTC}}$$

Trong đó:  $g_i$  là tiết diện ngang của cây thứ  $i$  (m<sup>2</sup>) được xác định theo công thức:

$$g_i = \pi D_i^2 / 4 \times 10^4;$$

$D_i$  là đường kính  $D_{1,3}$  của cây thứ  $i$  (cm);  $S_{OTC}$  là diện tích ô tiêu chuẩn (m<sup>2</sup>).

+ Mật độ rừng bình quân được xác định theo công thức:  $N = n \times 10.000 / S_{OTC}$ . Trong đó:  $n$  là số cây đo trong OTC;  $S_{OTC}$  là diện tích ô tiêu chuẩn (m<sup>2</sup>).

+ Trữ lượng rừng bình quân được xác định theo công thức:

$$M = (\sum_{i=1}^n v_i) \times 10.000 / S_{OTC}.$$

Trong đó:  $v_i$  là thể tích thân cây thứ  $i$  (m<sup>3</sup>) và được tính theo công thức:  $v_i = g_i \times H_i \times f_{1,3}$ ; với  $f_{1,3}$  là hình số thân cây tại vị trí 1,3 m ( $f_{1,3} = 0,45$ , theo Thông tư Số 26/2022/TT-BNNPTNT ngày 30 tháng 12 năm 2022 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn quy định về quản lý, truy xuất nguồn gốc lâm sản).

- *Phân tích kết cấu họ và loài cây gỗ:*

Trong bài báo này, kết cấu họ và loài cây gỗ được xác định dựa vào chỉ số giá trị quan trọng IVi% theo công thức của Thái Văn Trường năm 1999:  $IVi = (Ni\% + Gi\% + Vi\%) / 3$ .

Trong đó:  $N\%$  là mật độ tương đối của loài trong QXTV rừng;  $G\%$  là tiết diện ngang thân cây của loài trong QXTV rừng;  $V\%$  là thể tích thân cây của loài trong QXTV rừng. Khi một nhóm loài cây trong đó các cây có  $IVi > 5\%$  và có tổng  $IVi > 40\%$  thì được gọi nhóm loài cây ưu thế và đồng ưu thế.

Việc xác định kết cấu loài cây gỗ của trạng thái rừng TXN được thực hiện tính toán kết cấu chung cho tất cả những loài cây gỗ của 20 OTC, từ đó cho phép thuyết minh chung kết cấu loài cây gỗ và biến động về kết cấu loài cây gỗ của trạng thái rừng nghiên cứu.

Sự tương đồng về họ và loài cây gỗ giữa những QXTV rừng (hay OTC) được xác định bằng hệ số tương đồng của Sørensen năm 1948 theo công thức:  $SI = [(2 * c) / (a + b)] * 100$ ; trong đó  $a$  là số họ và loài cây gỗ bắt gặp ở OTC  $i$ ;  $b$  là số họ và loài cây gỗ bắt gặp ở OTC  $j$ ;  $c$  là số họ và số loài cây gỗ cùng bắt gặp ở cả hai nhóm đối tượng (OTC  $i$  và  $j$ ).

- *Phân tích đặc điểm tái sinh tự nhiên dưới tán rừng:*

+ Tái sinh tự nhiên đối với trạng thái rừng TXN được xác định thông qua kết cấu loài cây tái sinh, phân bố cây tái sinh theo cấp chiều cao, nguồn gốc và chất lượng cây tái sinh.

+ Kết cấu loài cây tái sinh được xác định theo công thức:  $IV = (n_i/N) * 100$ . Trong đó,  $n_i$  (cây/ha) là số cây tái sinh của loài  $i$ ,  $N$  (cây/ha) là mật độ của tất cả các loài cây tái sinh.

+ Mật độ cây tái sinh ( $N$ , cây/ha) được xác định theo công thức:  $N$  (cây/ha) =  $(S/s) * n_i$ . Trong đó,  $S = 10.000 \text{ m}^2$ ,  $s$  = diện tích ô dạng bản (25  $\text{m}^2$ ),  $n_i$  = số cây tái sinh trong một ô dạng bản.

+ Sự tương đồng giữa thành phần cây tái sinh với thành phần cây trưởng thành được xác định theo hệ số tương đồng của Sørensen năm 1948 theo công thức:  $SI = [(2 * c)/(a + b)] * 100$ . Trong đó  $a$  và  $b$  tương ứng là số loài cây tái sinh và số loài cây gỗ trưởng thành bắt gặp trong trạng thái rừng TXN,  $c$  là số loài cây tái sinh và số loài cây gỗ trưởng thành giống nhau trong trạng thái TXN.

- *Phân tích các chỉ số đa dạng loài cây gỗ:*

+ Độ giàu có về loài cây gỗ được xác định theo số loài cây gỗ ( $S$ ) và chỉ số giàu có về loài của Margalef (1968):  $d = (S - 1)/\ln(N)$ .

Trong đó:  $d$  là chỉ số Margalef;  $S$  là tổng số loài trong mẫu;  $N$  là tổng số cá thể trong mẫu.

+ Chỉ số đa dạng loài cây gỗ được xác định theo chỉ số ưu thế Simpson (1949):  $\lambda' = (n_i * (n_i - 1))/(N * (N - 1))$  và chỉ số Shannon-Weiner ( $H'$ ) (1963):

$$H' = \sum_{i=1}^S P_i * \ln(P_i).$$

Trong đó:  $N$  là tổng số cây trong ô mẫu;  $n_i$  là số cây của loài thứ  $i$ ;  $S$  là tổng số loài trong mẫu;  $p_i = n_i/N$ ;  $\ln()$  = logarit cơ số Neper.

Mức độ đa dạng được đánh giá theo thang phân loại của Fernando (1998): đa dạng thấp ( $H' = 1 - 2,49$ ), đa dạng trung bình ( $H' = 2,5 - 2,99$ ) và đa dạng cao ( $H' = 3 - 4$ ).

+ Chỉ số đồng đều được xác định theo chỉ số Pielou (1975):  $J' = H'/H'_{\max}$ , với  $H'_{\max} = \ln(S)$ .

+ Những loài cây gỗ quý, hiếm được xác định theo Sách đỏ Việt Nam năm 2024, Nghị định 84/2021/NĐ-CP, và IUCN năm 2025. Chỉ số hiếm được xác định theo công thức:  $RI = (1 - n_i/N) * 100$  (Guarino & Napolitanp, 2006). Mức độ hiếm của từng loài: không hiếm ( $RI \leq 78,08\%$ ); hiếm ( $RI = 78,08 - 95\%$ ); rất hiếm ( $RI = 95 - 97\%$ ); cực kì hiếm ( $RI > 97\%$ ).

### 3. Kết Quả và Thảo Luận

#### 3.1. Kết cấu họ và loài cây gỗ đối với rừng lá rộng thường xanh nghèo

##### 3.1.1. Kết cấu họ thực vật

Kết quả tính toán về kết cấu họ thực vật đối với trạng thái rừng lá rộng thường xanh nghèo (TXN) ở 20 OTC (1.000  $\text{m}^2$ ) tại khu vực nghiên cứu được thể hiện ở Bảng 1. Kết quả điều tra tại 20 OTC cho thấy có 38 họ thực vật được ghi nhận. Trong đó, họ Dầu (Dipterocarpaceae) chiếm ưu thế rõ rệt ( $IVi\% = 17,4\%$ ), tiếp đến là họ Đậu (Fabaceae), Đay (Tiliaceae), Na (Annonaceae), Sim (Myrtaceae) và Bồ hòn (Sapindaceae) với  $IVi\%$  dao động từ 5,4 - 10,6%. Sáu họ ưu thế này chiếm 53,3% mật độ, 54,5% tiết diện ngang và 55,4% trữ lượng gỗ toàn lâm phần, phản ánh vai trò chi phối trong cấu trúc quần thụ, đặc biệt là Dipterocarpaceae, một họ đặc trưng của rừng vùng Đông Nam bộ.

**Bảng 1.** Tỷ lệ kết cấu họ thực vật tính theo IVi% ở trạng thái rừng TXN (Đơn vị tính: 1 ha)

| TT        | Họ khoa học      | Họ thực vật | N (cây) | G (m <sup>2</sup> ) | V (m <sup>3</sup> ) | Tỷ lệ, % |      |      |      |
|-----------|------------------|-------------|---------|---------------------|---------------------|----------|------|------|------|
|           |                  |             |         |                     |                     | N        | G    | V    | IVI  |
| 1         | Dipterocarpaceae | Dầu         | 125     | 2,9                 | 15,7                | 16,1     | 17,6 | 18,5 | 17,4 |
| 2         | Fabaceae         | Đậu         | 61      | 1,9                 | 10,7                | 7,9      | 11,4 | 12,5 | 10,6 |
| 3         | Tiliaceae        | Đay         | 64      | 1,3                 | 5,7                 | 8,3      | 7,8  | 6,7  | 7,6  |
| 4         | Annonaceae       | Na          | 49      | 1,0                 | 5,6                 | 6,3      | 6,3  | 6,5  | 6,4  |
| 5         | Myrtaceae        | Sim         | 48      | 1,0                 | 5,0                 | 6,1      | 5,9  | 5,9  | 6,0  |
| 6         | Sapindaceae      | Bồ hòn      | 43      | 0,9                 | 4,5                 | 5,5      | 5,5  | 5,3  | 5,4  |
| Cộng 6 họ |                  |             | 389     | 9,1                 | 47,2                | 50,2     | 54,5 | 55,4 | 53,3 |
| 38        | 32 họ khác       |             | 387     | 7,6                 | 38,0                | 49,8     | 45,5 | 44,6 | 46,7 |
| Tổng số   |                  |             | 776     | 16,7                | 85,2                | 100      | 100  | 100  | 100  |

Kết quả này tương đồng với nghiên cứu tại Khu BTTN Bình Châu - Phước Bửu (Nguyễn & ctv., 2023), nơi họ Dầu (Dipterocarpaceae) cũng giữ vai trò ưu thế trong trạng thái rừng nghèo. Thành phần họ thực vật phân bố khá đồng đều, hệ số tương đồng dao động 36,9 - 63,8% (trung bình 51,5%), cho thấy sự ổn định tương đối của quần xã, tương tự ghi nhận tại Côn Đảo (Nguyễn & ctv., 2025). Điều này nhấn mạnh vai trò của họ

Dầu (Dipterocarpaceae) cùng sự phân hóa sinh cảnh và tương tác loài trong duy trì đa dạng sinh học, đồng thời gợi mở cơ sở kho học cho công tác phục hồi rừng phòng hộ Dầu Tiếng.

**3.1.2. Kết cấu loài cây gỗ**

Kết quả tính toán về kết cấu loài cây gỗ đối với rừng TXN tại khu vực nghiên cứu được thể hiện ở Bảng 2.

**Bảng 2.** Tỷ lệ kết cấu loài cây gỗ tính theo IVi% ở trạng thái rừng TXN (Đơn vị tính: 1 ha)

| TT          | Tên khoa học                   | Tên loài    | N<br>(cây) | G<br>(m <sup>2</sup> ) | V<br>(m <sup>3</sup> ) | Tỷ lệ, % |      |      |      |
|-------------|--------------------------------|-------------|------------|------------------------|------------------------|----------|------|------|------|
|             |                                |             |            |                        |                        | N        | G    | V    | IVi  |
| 1           | <i>Dipterocarpus alatus</i>    | Dầu rái     | 43         | 1,3                    | 7,2                    | 5,5      | 7,8  | 8,4  | 7,3  |
| 2           | <i>Grewia tomentosa</i>        | Cò ke       | 56         | 1,1                    | 4,6                    | 7,2      | 6,3  | 5,4  | 6,3  |
| 3           | <i>Dialium cochinchinensis</i> | Xoay        | 27         | 1,0                    | 5,9                    | 3,4      | 6,1  | 6,9  | 5,5  |
| 4           | <i>Syzygium cumini</i>         | Trâm mốc    | 44         | 0,9                    | 4,6                    | 5,6      | 5,4  | 5,4  | 5,5  |
| 5           | <i>Parinari annamensis</i>     | Cám         | 45         | 0,9                    | 4,3                    | 5,7      | 5,3  | 5,1  | 5,4  |
| 6           | <i>Vatica cinerea</i>          | Lầu tấu     | 51         | 0,8                    | 3,4                    | 6,6      | 4,7  | 4,0  | 5,1  |
| 7           | <i>Nephelium hypoleucum</i>    | Trường chua | 39         | 0,9                    | 4,3                    | 5,0      | 5,2  | 5,1  | 5,1  |
| Cộng 7 loài |                                |             | 303        | 6,8                    | 34,4                   | 39,0     | 40,8 | 40,3 | 40,1 |
| 75          | 68 loài khác                   |             | 473        | 9,9                    | 50,8                   | 61,0     | 59,2 | 59,7 | 59,9 |
| Tổng số     |                                |             | 776        | 16,7                   | 85,2                   | 100      | 100  | 100  | 100  |

Kết quả điều tra tại 20 OTC ghi nhận 75 loài cây gỗ, trong đó Dầu rái (*Dipterocarpus alatus*) chiếm ưu thế (IVI% = 7,3%). Các loài đồng ưu thế gồm Cò ke, Xoay, Tràm mốc, Cẩm, Lầu tấu và Trường chua, mỗi loài đạt IVI% từ 5,1 - 6,3%. Nhóm 7 loài này chiếm 40,1% độ ưu thế toàn lâm phần, còn lại 68 loài khác đóng góp 59,9%.

Hệ số tương đồng loài trung bình đạt 56,6% (dao động 41,3 - 73,8%), cho thấy mặc dù cùng kiểu rừng, thành phần loài giữa các ô tiêu chuẩn không hoàn toàn giống nhau. Điều này có thể do các yếu tố môi trường vi mô hoặc lịch sử tổ thành khác biệt. Tương tự, tại vùng rừng khô nhiệt đới ở khu vực Tây Nguyên, Việt Nam, Nguyen & ctv. (2021) cũng ghi nhận chỉ số tương đồng loài giữa

các kiểu rừng khác nhau nằm trong khoảng tương ứng (hơn 49%). Việc tồn tại sự biến động rõ trong thành phần loài đòi hỏi cần xem xét thêm yếu tố môi trường địa hình, điều kiện đất, và lịch sử hình thành; đây là những yếu tố có thể quyết định tính đồng nhất của các quần xã thực vật.

### 3.2. Cấu trúc quần thụ đối với rừng lá rộng thường xanh nghèo

#### 3.2.1. Một số chỉ tiêu lâm học ở trạng thái rừng nghèo

Từ kết quả điều tra và xử lý số liệu từ 20 OTC của trạng thái TXN với diện tích 1.000 m<sup>2</sup> tại khu vực nghiên cứu, kết quả các chỉ tiêu lâm học được trình bày ở Bảng 3.

**Bảng 3.** Các chỉ tiêu lâm học trạng thái rừng TXN tại khu vực nghiên cứu

| STT | Chỉ tiêu                                         | Giá trị |
|-----|--------------------------------------------------|---------|
| 1   | Đường kính bình quân, $\overline{D}_{1,3}$ (cm)  | 15,1    |
| 2   | Chiều cao bình quân, $\overline{H}_{v,n}$ (m)    | 9,3     |
| 3   | Tổng diện ngang, $\Sigma G$ (m <sup>2</sup> /ha) | 16,7    |
| 4   | Mật độ bình quân, N (số cây/ha)                  | 776     |
| 5   | Trữ lượng bình quân, M (m <sup>3</sup> /ha)      | 85,2    |

Bảng 3 cho thấy, mật độ bình quân đạt 776 cây/ha, đường kính trung bình 15,1 cm, chiều cao trung bình 9,3 m, tiết diện ngang 16,7 m<sup>2</sup>/ha và trữ lượng gỗ 85,2 m<sup>3</sup>/ha. Các chỉ số này phản ánh trạng thái rừng nghèo đang trong giai đoạn phục hồi, với cấu trúc bị chi phối chủ yếu bởi các cá thể nhỏ.

Khi so sánh với các hệ sinh thái tương đồng cho thấy sự khác biệt rõ rệt. Rừng nghèo tại Cúc Phương (Ninh Bình) và Yok Đôn (Đắk Lắk) có đường kính và chiều cao trung bình tương đương (15 - 16 cm; 8 - 10 m), nhưng mật độ thấp hơn (600 - 640 cây/ha) và trữ lượng cũng

thấp hơn (50 - 63 m<sup>3</sup>/ha) (Nguyen & ctv., 2018). Như vậy, quần xã tại rừng phòng hộ Dầu Tiếng có mật độ cây cao hơn song trữ lượng gỗ không lớn, khẳng định đặc trưng của rừng phục hồi sau tác động mạnh, nơi các cá thể nhỏ giữ vai trò chủ đạo trong cấu trúc quần thụ.

#### 3.2.2. Kết cấu mật độ, tiết diện ngang và trữ lượng gỗ theo nhóm $D_{1,3}$

Mật độ (N, cây/ha), tiết diện ngang (G, m<sup>2</sup>/ha) và trữ lượng gỗ (M, m<sup>3</sup>/ha) theo các nhóm đường kính  $D_{1,3}$  (< 20, 20 - 40 và > 40 cm) được trình bày ở Bảng 4.

**Bảng 4.** Kết cấu mật độ, tiết diện ngang và trữ lượng gỗ theo nhóm đường kính  $D_{1,3}$ 

| Nhóm $D_{1,3}$<br>(cm) | N (cây/ha) | G ( $m^2/ha$ ) | M ( $m^3/ha$ ) | Tỷ lệ (%) |       |       |       |
|------------------------|------------|----------------|----------------|-----------|-------|-------|-------|
|                        |            |                |                | N         | G     | M     | IV    |
| < 20                   | 627        | 8,3            | 34,8           | 80,8      | 49,6  | 40,9  | 57,1  |
|                        | 241        | 3,3            | 14,3           | 31,1      | 19,9  | 16,8  | 22,6  |
| 20 - 40                | 141        | 7,2            | 41,3           | 18,2      | 43,0  | 48,5  | 36,6  |
|                        | 58         | 2,9            | 16,4           | 7,4       | 17,5  | 19,2  | 14,7  |
| > 40                   | 8          | 1,2            | 9,0            | 1,0       | 7,4   | 10,6  | 6,4   |
|                        | 4          | 0,6            | 3,7            | 0,5       | 3,4   | 4,4   | 2,8   |
| Tổng                   | 776        | 16,7           | 85,2           | 100,0     | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
|                        | 303*       | 6,8            | 34,4           | 39,0      | 40,8  | 40,3  | 40,1  |

(\*) Những giá trị ở hàng dưới là của nhóm loài ưu thế và đồng ưu thế.

Kết quả phân tích (Bảng 4) cho thấy tổng mật độ rừng TXN đạt 776 cây/ha, trong đó nhóm  $D_{1,3}$  < 20 cm chiếm ưu thế tuyệt đối (80,8% mật độ, đóng góp 40,9% trữ lượng). Nhóm 20 - 40 cm tuy chỉ chiếm 18,2% mật độ nhưng giữ vai trò chủ lực, đóng góp 48,5% trữ lượng gỗ. Ngược lại, nhóm > 40 cm rất hiếm gặp (1,0% mật độ) song vẫn đóng góp trên 10% trữ lượng. Điều này phản ánh cấu trúc “lệch phải” đặc trưng của rừng nghèo phục hồi, nơi cây nhỏ chiếm đa số nhưng trữ lượng chủ yếu tập trung ở lớp cây trung bình.

Khi so sánh với kết quả nghiên cứu của các tác giả khác cho thấy xu hướng này tương đồng với rừng nghèo tại Bình Châu - Phước Bửu (Phan, 2019) và Bình Thuận (Do, 2019), nơi nhóm cây nhỏ chiếm hơn 80% mật độ nhưng trữ lượng chủ yếu vẫn do nhóm trung bình đảm nhận. Đặc điểm chung là sự thiếu vắng cây lớn, trữ lượng bị phân tán và phụ thuộc nhiều vào cây cỡ trung bình.

Đáng chú ý, tại rừng phòng hộ Dầu Tiếng nhóm loài ưu thế và đồng ưu thế (Dầu rái, Cò ke, Xoay, Tràm mốc, Cẩm, Lầu tấu, Trường chua) chiếm 39% mật độ song đóng góp hơn 40% trữ lượng, cho thấy vai trò quan trọng trong duy trì cấu trúc và năng lực sinh khối.

Về mặt lâm sinh, kết quả này gợi ý cần bảo vệ lớp cây trung bình và lớn hiện có, đồng thời nuôi dưỡng lớp cây nhỏ để bổ sung dần vào các nhóm đường kính lớn, đảm bảo phục hồi trữ lượng và ổn định cấu trúc rừng trong dài hạn.

### 3.2.3. Kết cấu mật độ, tiết diện ngang và trữ lượng gỗ theo lớp $H_{vn}$

Mật độ (N, cây/ha), tiết diện ngang (G,  $m^2/ha$ ) và trữ lượng gỗ (M,  $m^3/ha$ ) theo 4 lớp chiều cao  $H_{vn}$  (< 5, 5 - 10, 10 - 15 và > 15 m) được trình bày ở Bảng 5.

**Bảng 5.** Kết cấu mật độ, tiết diện ngang và trữ lượng gỗ theo lớp chiều cao  $H_{vn}$ 

| Lớp $H_{vn}$<br>(m) | N (cây/<br>ha) | G ( $m^2/ha$ ) | M ( $m^3/ha$ ) | Tỷ lệ (%) |       |       |       |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|-----------|-------|-------|-------|
|                     |                |                |                | N         | G     | M     | IV    |
| < 5                 | 49             | 0,3            | 0,7            | 6,3       | 1,9   | 0,8   | 3,0   |
|                     | 16*            | 0,1            | 0,2            | 2,1       | 0,6   | 0,2   | 1,0   |
| 5 - 10              | 464            | 5,9            | 22,1           | 59,8      | 35,4  | 25,9  | 40,4  |
|                     | 171*           | 2,3            | 8,4            | 22,0      | 13,5  | 9,9   | 15,1  |
| 10 - 15             | 246            | 8,8            | 49,4           | 31,7      | 52,6  | 57,9  | 47,4  |
|                     | 110*           | 3,9            | 21,6           | 14,1      | 23,3  | 25,4  | 20,9  |
| > 15                | 18             | 1,7            | 13,1           | 2,3       | 10,1  | 15,3  | 9,2   |
|                     | 7*             | 0,6            | 4,1            | 0,8       | 3,4   | 4,8   | 3,0   |
| Tổng                | 776            | 16,7           | 85,2           | 100,0     | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
|                     | 303            | 6,8            | 34,4           | 39,0      | 40,8  | 40,3  | 40,1  |

(\*) Những giá trị ở hàng dưới là của nhóm loài ưu thế và đồng ưu thế.

Kết quả phân tích (Bảng 5) cho thấy quần thụ có 776 cây/ha, trong đó lớp 5 - 10 m chiếm ưu thế tuyệt đối (59,8% mật độ), tiếp đến là lớp 10 - 15 m (31,7%). Lớp thấp (< 5 m) và lớp cao (> 15 m) chiếm tỷ lệ rất nhỏ (6,3 và 2,3%), phản ánh rừng đang ở giai đoạn sinh trưởng trung gian, cấu trúc phân tầng chưa hoàn chỉnh.

Xét về trữ lượng, lớp 10 - 15 m giữ vai trò chủ đạo (chiếm 52,6% tổng tiết diện ngang, 57,9% trữ lượng), trong khi lớp 5 - 10 m tuy chiếm nhiều cây nhưng chỉ đóng góp khoảng 26% trữ lượng. Lớp vượt tán (> 15 m) đóng góp hạn chế (15%), cho thấy cây gỗ lớn rất ít. Đáng chú ý, nhóm loài ưu thế tập trung chủ yếu trong khoảng 5 - 15 m, đóng góp tới 87% tổng trữ lượng nhóm này, khẳng định vai trò chính trong cấu trúc tầng trung gian.

Kết quả này tương đồng với nghiên cứu rừng nghèo ở Bình Châu - Phước Bửu (Phan, 2019) và rừng ở Núi Ông (Tran & ctv., 2024), nơi phần lớn cây gỗ tập trung ở lớp dưới 15 m. So với rừng nghèo trên lập địa cát Bình Thuận (Do, 2019),

rừng Dầu Tiếng có tỷ lệ trữ lượng ở tầng trung bình cao hơn, phản ánh điều kiện sinh thái thuận lợi hơn cho phục hồi.

Như vậy, cấu trúc chiều cao tại rừng phòng hộ Dầu Tiếng thể hiện mô hình lệch phải, điển hình của rừng thứ sinh nghèo đang phục hồi, với trữ lượng gỗ tập trung ở tầng trung gian. Về mặt lâm sinh, điều này gợi ý cần nuôi dưỡng nhóm cây trung bình để phát triển thành tầng ưu thế, đồng thời đẩy mạnh tái sinh tự nhiên và trồng bổ sung loài bản địa nhằm hình thành tầng vượt tán, ổn định cấu trúc rừng và tăng cường khả năng phòng hộ của rừng.

### 3.3. Đặc điểm tái sinh tự nhiên đối với rừng lá rộng thường xanh nghèo

Kết quả nghiên cứu về kết cấu loài cây tái sinh, phân bố cây tái sinh theo cấp chiều cao, nguồn gốc và chất lượng cây đối với trạng thái rừng TXN tại khu vực nghiên cứu được thể hiện ở Bảng 6 và Bảng 7.

**Bảng 6.** Kết cấu loài cây tái sinh của trạng thái rừng TXN (Đơn vị tính: 1 ha)

| STT         | Tên khoa học                    | Tên loài     | Ni (cây/ha) | N%    |
|-------------|---------------------------------|--------------|-------------|-------|
| 1           | <i>Dipterocarpus alatus</i>     | Dầu rái      | 1.360       | 22,30 |
| 2           | <i>Grewia tomentosa</i>         | Cò ke        | 640         | 10,49 |
| 3           | <i>Dialium cochinchinensis</i>  | Xoay         | 560         | 9,18  |
| 4           | <i>Lagerstroemia calyculata</i> | Bằng lăng ổi | 540         | 8,85  |
| 5           | <i>Syzygium cumini</i>          | Trâm mốc     | 520         | 8,52  |
| 6           | <i>Parinari annamensis</i>      | Cám          | 420         | 6,89  |
| Tổng 6 loài |                                 | 4.040        | 66,23       |       |
| 32          | 26 loài khác                    | 2.060        | 33,77       |       |
| Tổng cộng   |                                 | 6.100        | 100,0       |       |

**Bảng 7.** Phân bố cây tái sinh theo cấp chiều cao, nguồn gốc và chất lượng cây của trạng thái rừng TXN (Đơn vị tính: 1 ha)

| TT        | Cấp H (m) | Tổng số (N, cây/ha) |      | Phân chia theo nguồn gốc |      |      |      | Phân theo chất lượng |      |            |      |     |     |
|-----------|-----------|---------------------|------|--------------------------|------|------|------|----------------------|------|------------|------|-----|-----|
|           |           |                     |      | Hạt                      |      | Chồi |      | Tốt                  |      | Trung bình |      | Xấu |     |
|           |           | N                   | N%   | N                        | N%   | N    | N%   | N                    | %    | N          | %    | N   | %   |
| 1         | < 0,5     | 1.540               | 25,2 | 1.260                    | 20,7 | 280  | 4,6  | 1.340                | 22,0 | 200        | 3,3  | 0   | 0,0 |
| 2         | 0,5 - 1,0 | 1.440               | 23,6 | 1.260                    | 20,7 | 180  | 3,0  | 1.260                | 20,7 | 180        | 3,0  | 0   | 0,0 |
| 3         | 1,0 - 1,5 | 1.280               | 21,0 | 1.140                    | 18,7 | 140  | 2,3  | 1.100                | 18,0 | 140        | 2,3  | 40  | 0,7 |
| 4         | 1,5 - 2,0 | 1.480               | 24,3 | 1.140                    | 18,7 | 340  | 5,6  | 1.260                | 20,7 | 220        | 3,6  | 0   | 0,0 |
| 5         | 2,0 - 3,0 | 240                 | 3,9  | 220                      | 3,6  | 20   | 0,3  | 120                  | 2,0  | 80         | 1,3  | 40  | 0,7 |
| 6         | 3,0 - 5,0 | 80                  | 1,3  | 80                       | 1,3  | 0    | 0,0  | 40                   | 0,7  | 40         | 0,7  | 0   | 0,0 |
| 7         | > 5,0     | 40                  | 0,7  | 40                       | 0,7  | 0    | 0,0  | 20                   | 0,3  | 20         | 0,3  | 0   | 0,0 |
| Tổng cộng |           | 6.100               | 100  | 5.140                    | 84,3 | 960  | 15,7 | 5.140                | 84,3 | 880        | 14,4 | 80  | 1,3 |

Kết quả điều tra cho thấy rừng TXN tại khu vực nghiên cứu có khả năng tái sinh mạnh với mật độ trung bình 6.100 cây/ha, ghi nhận 32 loài cây tái sinh. Trong đó, các loài giữ vai trò ưu thế gồm Dầu rái (22,30%), Cò ke (10,49%), Xoay (9,18%), Bằng lăng ổi (8,85%), Trâm mốc (8,52%) và Cám (6,89%), chiếm 66,23% tổng số cá thể. Thành phần loài tái sinh phản ánh sự tiếp diễn sinh thái rõ nét, khi các loài ưu thế ở tầng cây mẹ cũng xuất hiện phổ biến trong tầng tái sinh.

So sánh với các nghiên cứu khác, tại VQG Cát Tiên, họ Dầu cũng được ghi nhận giữ vai trò chi phối trong tái sinh (Vu, 2018), tương đồng với kết quả ở Dầu Tiếng. Trong khi đó, ở Tây Nguyên, quá trình tái sinh sau nương rẫy biến động mạnh về thành phần loài tùy điều kiện lập địa, cho thấy cần định hướng nuôi dưỡng chọn lọc nhóm loài đích để ổn định cấu trúc phục hồi (Vo & Tran, 2009).

Như vậy, tái sinh tại rừng phòng hộ Dầu Tiếng có mật độ cao, tập trung vào các loài bản địa ưu thế, tạo nền tảng thuận lợi cho quá trình phục hồi và phát triển rừng trong tương lai.

Phân bố theo chiều cao cho thấy số cây tập trung chủ yếu ở cấp < 2 m (94,1%), giảm dần ở các cấp cao hơn. Tuy nhiên, sự hiện diện của 5,9% cây tái sinh ở cấp > 2 m cho thấy quá trình tái sinh không chỉ dừng lại ở giai đoạn cây mạ, mà đã có một bộ phận đủ khả năng phát triển thành tầng dưới tán. Về nguồn gốc, cây tái sinh từ hạt chiếm ưu thế tuyệt đối (84,3%), trong khi cây từ chồi chỉ chiếm 15,7% và hầu như không xuất hiện ở cấp chiều cao > 3 m. Điều này khẳng định vai trò chủ đạo của tái sinh hữu tính trong việc hình thành thế hệ kế cận.

Xét về chất lượng, cây tái sinh tốt chiếm 84,3%, trung bình 14,4% và xấu chỉ 1,3%. Đặc biệt, nhóm cây triển vọng thay thế ( $H > 1$  m, phẩm chất tốt và trung bình) đạt 3.040 cây/ha

(49,8%), đảm bảo lực lượng kế cận cho tầng cây gỗ chính trong tương lai. So sánh giữa tầng cây tái sinh và tầng cây mẹ, hệ số tương đồng Sorensen (SI) đạt trung bình 66,6%, phản ánh sự kế thừa tương đối tốt về thành phần loài, dù vẫn có sự khác biệt giữa các ô tiêu chuẩn do điều kiện vi mô và lịch sử tác động khác nhau.

Nhìn chung, quá trình tái sinh tự nhiên ở Dầu Tiếng diễn ra khá thuận lợi, với ưu thế thuộc về loài bản địa chủ lực, nguồn gốc từ hạt và chất lượng cây tốt. Đây là cơ sở quan trọng để định hướng các biện pháp quản lý rừng theo hướng khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên, bảo vệ cây non có triển vọng, đồng thời bổ sung trồng dặm các loài quý hiếm nhằm phục hồi và nâng cao chất lượng rừng.

### 3.4. Đa dạng họ thực vật tại khu vực nghiên cứu

Kết quả phân tích từ 20 OTC của trạng thái rừng nghèo được trình bày ở Bảng 8.

**Bảng 8.** Đặc trưng thống kê về đa dạng họ thực vật (Đơn vị tính: 0,1 ha)

| TT | Thống kê             | FH   | N    | d    | J'   | H'   | $\lambda'$ |
|----|----------------------|------|------|------|------|------|------------|
| 1  | Số ô mẫu             | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20         |
| 2  | Trung bình           | 20   | 78   | 4,43 | 0,88 | 2,63 | 0,09       |
| 3  | Độ lệch tiêu chuẩn   | 2,77 | 7,77 | 0,60 | 0,04 | 0,19 | 0,03       |
| 4  | Biên độ dao động     | 9    | 30   | 2,12 | 0,16 | 0,73 | 0,13       |
| 5  | Giá trị nhỏ nhất     | 16   | 64   | 3,51 | 0,76 | 2,10 | 0,06       |
| 6  | Giá trị lớn nhất     | 25   | 94   | 5,63 | 0,92 | 2,83 | 0,19       |
| 7  | Hệ số biến động CV % | 13,7 | 10,0 | 13,5 | 4,5  | 7,2  | 35,0       |

Kết quả phân tích tại 20 OTC cho thấy rừng TXN khu vực nghiên cứu ghi nhận 38 họ thực vật, trung bình 20 họ/0,1 ha (dao động 16 - 25

họ, CV = 13,7%). Trong đó, họ Dipterocarpaceae chiếm ưu thế với 9 loài và 250 cá thể, tiếp đến là Anacardiaceae (6 loài), Euphorbiaceae (5 loài)

và Annonaceae (4 loài). Các họ Lauraceae và Combretaceae có 3 loài, còn lại chủ yếu chỉ có 1 - 2 loài.

Mật độ trung bình đạt 78 cây/0,1 ha (64 - 94 cây, CV = 10%), trong đó các họ Dipterocarpaceae, Tiliaceae và Fabaceae có số lượng cá thể lớn nhất, trong khi một số họ chỉ xuất hiện lẻ tẻ (ví dụ Rutaceae chỉ ghi nhận 1 cá thể). Điều này phản ánh sự mất cân đối về mật độ cá thể, song vẫn duy trì tính phong phú về họ.

Về chỉ số đa dạng: Độ phong phú loài (d) trung bình 4,43, chỉ số đồng đều J' 0,88, và chỉ số Shannon H' 2,63, phản ánh mức đa dạng trung bình và sự phân bố cá thể tương đối cân bằng. Ngược lại, chỉ số ưu thế Simpson ( $\lambda'$ ) trung bình

thấp (0,09), cho thấy hiện tượng ưu thế tuyệt đối không quá mạnh, dù họ Dipterocarpaceae vẫn nổi bật.

Như vậy, thành phần họ tại rừng phòng hộ Dầu Tiếng phong phú nhưng không đồng đều; một số họ lớn giữ vai trò chi phối cấu trúc quần xã, trong khi nhiều họ khác ít loài và cá thể. Điều này đặt ra cho công tác quản lý là cần kết hợp bảo vệ các họ ưu thế có vai trò sinh thái quan trọng với việc duy trì và phục hồi các họ ít loài nhằm đảm bảo sự ổn định lâu dài của rừng TXN.

### 3.5. Đa dạng loài cây gỗ tại khu vực nghiên cứu

Kết quả phân tích từ 20 OTC của trạng thái rừng nghèo được trình bày ở Bảng 9.

**Bảng 9.** Đặc trưng thống kê về đa dạng loài cây gỗ (Đơn vị tính: 0,1 ha)

| TT | Thống kê             | S    | N    | d    | J'   | H'   | $\lambda'$ |
|----|----------------------|------|------|------|------|------|------------|
| 1  | Số ô mẫu             | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20         |
| 2  | Trung bình           | 28   | 78   | 6,12 | 0,90 | 2,97 | 0,06       |
| 3  | Độ lệch tiêu chuẩn   | 5,31 | 7,77 | 1,14 | 0,05 | 0,26 | 0,03       |
| 4  | Biên độ dao động     | 19   | 30   | 3,92 | 0,20 | 1,13 | 0,15       |
| 5  | Giá trị nhỏ nhất     | 20   | 64   | 4,44 | 0,76 | 2,26 | 0,03       |
| 6  | Giá trị lớn nhất     | 39   | 94   | 8,36 | 0,95 | 3,40 | 0,18       |
| 7  | Hệ số biến động CV % | 19,2 | 10,0 | 18,6 | 5,1  | 8,9  | 53,1       |

Trong 20 OTC, số loài cây gỗ dao động 20 - 39 loài, trung bình 28 loài/0,1 ha (CV = 19,2%), cho thấy mức phong phú tương đối cao đối với trạng thái rừng nghèo. Mật độ cá thể đạt trung bình 78 cây/0,1 ha (64 - 94 cây, CV = 10%), phản ánh sự khác biệt nhất định về thành phần loài giữa các ô tiêu chuẩn do điều kiện vi sinh thái khác nhau.

Chỉ số phong phú loài (d) đạt trung bình 6,12, dao động 4,44 - 8,36; chỉ số đồng đều (J') cao

(0,90), cho thấy sự phân bố cá thể khá cân bằng, ít có loài chiếm ưu thế tuyệt đối. Chỉ số Shannon (H') đạt trung bình 2,97 (2,26 - 3,40), thể hiện mức đa dạng trung bình đến cao. Ngược lại, chỉ số ưu thế Simpson ( $\lambda'$ ) thấp (0,06), phản ánh vai trò chi phối của loài ưu thế không rõ rệt, thay vào đó là sự đồng đều của nhiều loài bản địa.

Tổng hợp kết quả cho thấy rừng TXN tại rừng phòng hộ Dầu Tiếng, dù có cấu trúc nghèo và

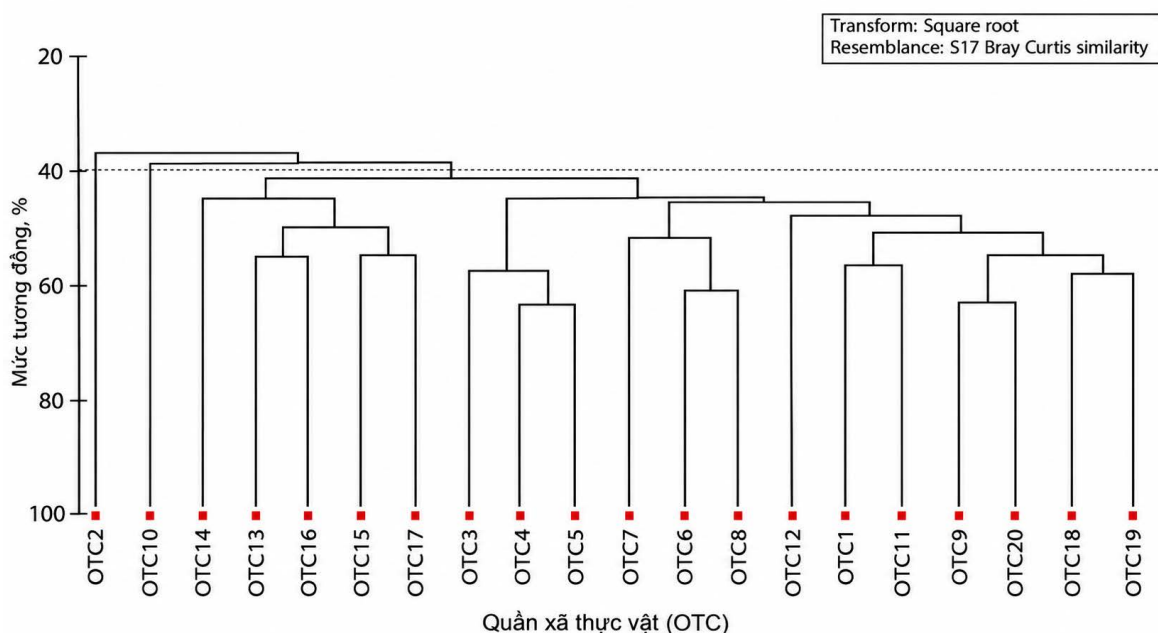
phần lớn gồm cây nhỏ và trung bình, vẫn duy trì được tính đa dạng loài đáng kể và cân bằng sinh thái, phù hợp với đặc trưng rừng thứ sinh phục hồi. Điều này khẳng định tiềm năng phục hồi và phát triển bền vững nếu được bảo vệ và quản lý thích hợp. Kết quả cũng tương đồng với các nghiên cứu về rừng nghèo tại Đông Nam Bộ và Tây Nguyên, nơi  $H'$  thường 2,5 - 3,2 và  $\lambda' < 0,20$  (Nguyen & ctv., 2021; Ngo & ctv., 2023).

### 3.6. Mối quan hệ giữa các quần xã thực vật đối với rừng lá rộng thường xanh nghèo

Phân tích nhóm (Cluster) quần xã thực vật (OTC) theo độ phong phú của các loài thực vật của trạng thái rừng nghèo (TXN) thuộc kiểu rừng lá rộng thường xanh tại khu vực nghiên cứu

với hệ số tương đồng Bray-Curtis cho thấy cấu trúc quần xã có sự phân hóa rõ theo mức tương đồng được thể hiện ở Hình 2.

Kết quả phân tích phân cụm bằng phương pháp Cluster theo chỉ số Bray-Curtis (Hình 2) cho thấy sự phân hóa rõ trong cấu trúc quần xã rừng TXN tại khu vực nghiên cứu. Ở mức tương đồng 40%, 20 OTC được chia thành 3 nhóm: (i) Nhóm 1 gồm 18 OTC, có cấu trúc đa loài với sự tham gia nổi bật của Dầu rái, Xoay, Gõ mật và Kơ nia, phản ánh quần xã phục hồi đa dạng; (ii) Nhóm 2 (OTC10) bị chi phối gần như đơn loài bởi Dầu rái, thể hiện trạng thái phục hồi sau tác động mạnh; (iii) Nhóm 3 (OTC2) đặc trưng bởi sự ưu thế của Kơ nia, phản ánh sự khác biệt về điều kiện sinh thái hoặc lịch sử phục hồi.



**Hình 2.** Sơ đồ nhánh các quần xã thực vật (OTC) của trạng thái rừng TXN ở mức tương đồng 40 và 50%.

Ở mức tương đồng 50%, các OTC phân hóa thành 5 nhóm nhỏ: (i) nhóm 1 (OTC3, OTC4, OTC5) gần với sinh cảnh ẩm, loài ưu thế là Săng đá và Trâm bầu; (ii) nhóm 2 (OTC9, OTC20) ưu thế họ Dầu và Trâm; (iii) nhóm 3 (OTC6 - OTC8) nổi bật với Gõ mật, Dầu

rái và Cò ke; (iv) nhóm 4 (OTC18, OTC19) nghèo thành phần, chịu ảnh hưởng mạnh từ loài tiên phong như Hu đay; và (v) nhóm 5 (OTC1, OTC11 - OTC17) giàu loài bản địa và gỗ quý như Kơ nia, Giáng hương, Sao đen, thể hiện trạng thái phục hồi ổn định hơn.

Kết quả trên cho thấy quần xã rừng TXN ở Dầu Tiếng vừa mang đặc trưng của rừng thứ sinh phục hồi, vừa tồn tại các quần xã đặc thù chịu chi phối bởi một số loài bản địa. Sự phân hóa này phản ánh động thái phục hồi đa dạng và nhấn mạnh yêu cầu quản lý vi mô, phù hợp cho từng nhóm quần xã nhằm duy trì và phục hồi bền vững.

### 3.7. Mối quan hệ giữa các loài đối với rừng lá rộng thường xanh nghèo

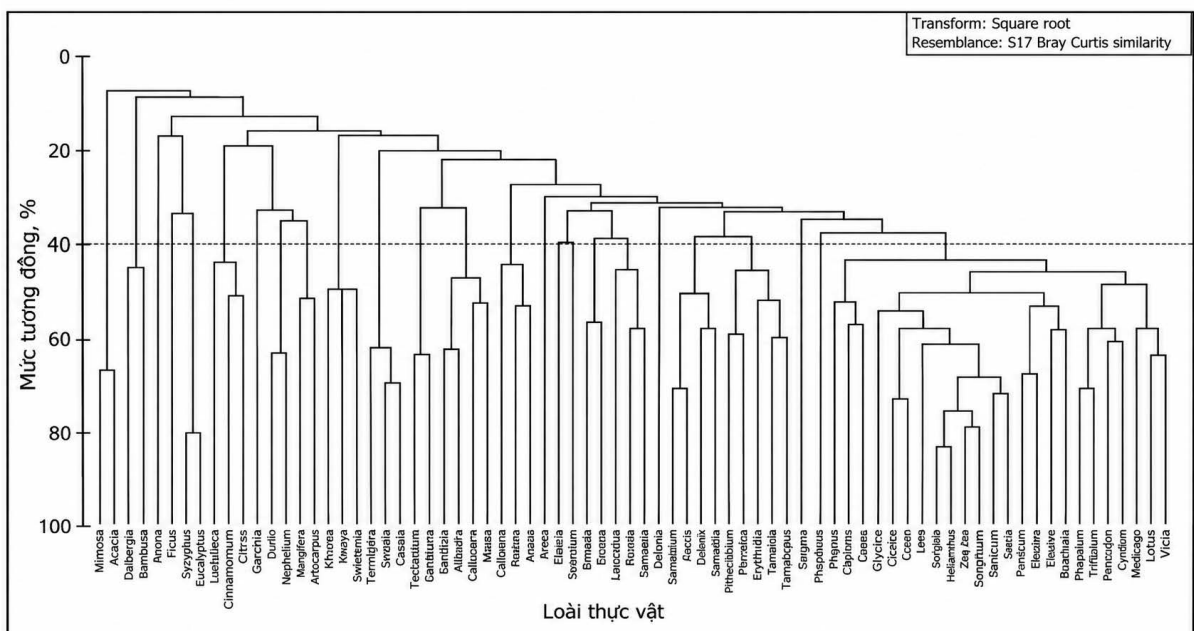
Kết quả phân tích phân nhóm loài cây gỗ bằng phương pháp Cluster (Hình 3) cho thấy cấu trúc quần xã có sự phân hóa rõ rệt theo mức độ tương đồng thành phần loài.

Ở mức tương đồng 40% (Hình 3), các loài được chia thành nhiều cụm khác nhau, trong đó nổi bật một số nhóm loài phân bố riêng biệt như Chò chai, Gõ đỏ, Lầu tấu, phản ánh đặc điểm thích nghi sinh thái riêng biệt của những loài cây gỗ ưu thế trong điều

kiện lập địa đặc thù. Các loài còn lại chủ yếu tạo thành những cụm hỗn hợp, thể hiện sự cộng sinh và phân bố đan xen trong quần xã.

Ở mức tương đồng 50% (Hình 3), sơ đồ phân nhóm chi tiết hơn, hình thành nhiều nhóm nhỏ, trong đó một số loài tiếp tục duy trì vị trí tách biệt (ví dụ Gõ mật, Kơ nia, Sao đen). Điều này cho thấy ngoài nhóm loài phổ biến có phân bố rộng, đồng thời tồn tại một tập hợp loài với đặc điểm thích nghi sinh thái riêng biệt, góp phần tạo nên sự đa dạng trong cấu trúc rừng.

Nhìn chung, kết quả phân tích mức tương đồng giữa các loài củng cố nhận định rằng quần xã rừng lá rộng thường xanh nghèo tại khu vực nghiên cứu duy trì được tính đa dạng đáng kể, song không bị chi phối bởi bất kỳ loài đơn lẻ nào. Thành phần loài được phân bố khá cân bằng, thể hiện đặc trưng của một quần xã rừng thứ sinh đang phục hồi, có tiềm năng duy trì và phát triển ổn định nếu được quản lý, bảo vệ hợp lý.



Hình 3. Mối liên hệ giữa các loài ở mức tương đồng 40 và 50%.

3.8. Danh lục những loài cây gỗ quý, hiếm và nguy cấp tại khu vực nghiên cứu

Kết quả tính toán chỉ số hiếm (IR) của 75 loài cây gỗ bắt gặp trong 20 ô tiêu chuẩn cho thấy có 26 loài (34,7%) được xếp vào nhóm hiếm và rất hiếm theo chỉ số IR, trong đó nhiều loài đồng

thời được liệt kê trong các hệ thống bảo tồn quốc tế và quốc gia.

Đối chiếu với hệ thống phân hạng bảo tồn quốc tế và trong nước (IUCN, 2025; Sách đỏ Việt Nam, 2024; Nghị định 84/2021/NĐ-CP) cho các loài ghi nhận tại hiện trường (Bảng 10).

**Bảng 10.** Danh lục những loài cây gỗ quý, hiếm và nguy cấp tại khu vực nghiên cứu

| TT | Tên cây      | Tên khoa học                      | Sách đỏ VN 2024 | IUCN 2025 | NĐ 84/2021 |
|----|--------------|-----------------------------------|-----------------|-----------|------------|
| 1  | Giáng hương  | <i>Pterocarpus pedatus</i>        | CR              | EN        | IIA        |
| 2  | Trắc         | <i>Dalbergia cochinchinensis</i>  | CR              | EN        | IIA        |
| 3  | Gỗ đỏ        | <i>Azelia xylocarpa</i>           | EN              | EN        | IIA        |
| 4  | Lim xanh     | <i>Erythrophleum fordii</i>       | EN              |           |            |
| 5  | Dầu lông     | <i>Dipterocarpus intricatus</i>   | EN              |           |            |
| 6  | Vên Vên      | <i>Anisoptera costata</i>         | EN              |           |            |
| 7  | Sao đen      | <i>Hopea odorata</i>              | VU              |           |            |
| 8  | Sến mù       | <i>Shorea roxburghii</i>          | VU              |           |            |
| 9  | Dầu rái      | <i>Dipterocarpus alatus</i>       | VU              |           |            |
| 10 | Dầu trà beng | <i>Dipterocarpus obtusifolius</i> | NT              |           |            |
| 11 | Lầu tấu      | <i>Vatica cinerea</i>             | DD              |           |            |

Ghi chú: Sách đỏ Việt Nam (2024). Cấp CR = Rất nguy cấp; EN = Nguy cấp; VU = Sẽ nguy cấp; LR = ít nguy cấp. Danh lục đỏ IUCN (2025). Cấp CR = Rất nguy cấp; EN = Nguy cấp; VU = Sẽ nguy cấp; LR = ít nguy cấp; NT = sắp bị đe dọa, LC = ít quan tâm.

+ Theo Sách đỏ IUCN (2025): Có 01 loài ở mức Cực kỳ nguy cấp (CR): Trắc, xuất hiện lẻ tẻ tại các OTC2, OTC5 và OTC14; Có 03 loài ở mức Nguy cấp (EN): gồm Giáng hương, Gỗ đỏ, Lim xanh, phân bố rải rác trong nhiều OTC; Có 05 loài ở mức Sắp nguy cấp (VU): như Sao đen, Vên vên, Dầu rái, Dầu lông, Dầu trà beng; Có 01 loài ở mức Sắp bị đe dọa (NT): Sến mù, chỉ gặp ở OTC15; Các loài còn lại chủ yếu thuộc hạng Ít quan tâm (LC).

+ Theo Sách đỏ Việt Nam (2024): ghi nhận 03 loài nguy cấp (EN): gồm Giáng hương, Trắc,

và Gỗ đỏ, đều là các loài có giá trị kinh tế và sinh thái đặc biệt.

+ Theo Nghị định 84/2021/NĐ-CP: Ghi nhận 02 loài thuộc nhóm IIA (hạn chế khai thác, sử dụng vì mục đích thương mại): Gỗ đỏ và Trắc.

Đáng chú ý, trong 10 loài được xếp hạng từ mức NT trở lên theo IUCN, có 06 loài cũng được đánh giá ở mức hiếm theo chỉ số IR (ví dụ: Dầu rái, Dầu lông, Sao đen, Trắc, Lim xanh). Điều này phản ánh nguy cơ suy giảm cục bộ với một số loài, đồng thời gợi ý về các đối tượng cần ưu

tiên bảo tồn tại khu vực nghiên cứu. Ngược lại, các loài còn lại như Sến mủ hay Dầu trà beng tuy có phân hạng nguy cấp theo quốc tế nhưng vẫn phân bố khá rộng, được xếp nhóm “không hiếm” theo chỉ số IR.

Tổng hợp các kết quả cho thấy: rừng lá rộng thường xanh nghèo tại rừng phòng hộ Dầu Tiếng duy trì được mức đa dạng họ và loài tương đối cao, với cấu trúc quần xã cân bằng, tuy nhiên vẫn tồn tại nhiều loài quý, hiếm và nguy cấp. Đây là bằng chứng khẳng định giá trị bảo tồn của khu vực, đồng thời là cơ sở khoa học cho việc đề xuất giải pháp quản lý, bảo vệ và khoanh nuôi xúc tiến tái sinh rừng theo hướng bền vững.

#### 4. Kết Luận

Nghiên cứu tại trạng thái rừng tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh nghèo ở Khu rừng phòng hộ Dầu Tiếng đã ghi nhận 75 loài cây gỗ thuộc 59 chi, 38 họ, trong đó Dipterocarpaceae, Fabaceae và Myrtaceae giữ vai trò ưu thế. Cấu trúc quần thụ đặc trưng cho rừng thứ sinh nghèo, mật độ cao nhưng trữ lượng thấp, chủ yếu tập trung ở nhóm cây đường kính nhỏ và tầng chiều cao trung bình.

Đa dạng loài ở mức trung bình đến cao, phân bố đồng đều, không có loài chiếm ưu thế tuyệt đối. Tầng cây tái sinh phong phú (6.100 cây/ha), phần lớn từ hạt, với sự tham gia mạnh của các loài bản địa như Dầu rái, Cò ke, Xoay, Bằng lăng ổi, Trâm mốc và Cám. Đáng chú ý, khu vực có 11 loài gỗ quý, hiếm và nguy cấp theo IUCN, Sách đỏ Việt Nam và Nghị định 84/2021/NĐ-CP, khẳng định giá trị bảo tồn cao.

Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học quan trọng cho công tác khoanh nuôi xúc tiến tái sinh, bảo tồn loài ưu thế và phục hồi rừng TXN tại rừng phòng hộ Dầu Tiếng theo hướng bền vững.

#### Lời Cam Đoan

Chúng tôi cam đoan bài báo do nhóm tác giả thực hiện và không có bất kỳ mâu thuẫn giữa các tác giả.

#### Tài Liệu Tham Khảo (References)

- DARD (Department of Agriculture and Rural Development of Tay Ninh). (2024). Warning of extremely dangerous forest fire risk in the dry season of 2024. Retrieved April 12, 2025, from <https://vtv.vn/xa-hoi/tay-ninh-canhh-bao-chay-rung-o-cap-cuc-ky-nguy-hiem-2025021217203844.htm>.
- Do, V. T. (2019). *Silvicultural characteristics of poor natural forests on the different sites in Binh Thuan province* (Unpublished doctoral dissertation). Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2020). *Global forest resources assessment 2020: Main report*. Rome, Italy: FAO. <https://doi.org/10.4060/ca8753en>.
- Fernando, E. (1998). *Forest formations and flora of the Philippines, handout in FBS 21*. College of Forestry and Natural Resources, University of the Philippines at Los Baños, Laguna, Philippines.
- Guarino, C., & Napolitano, F. (2006). Community habitats and biodiversity in the Taburno-Camposauro regional park. Woodland, rare species, endangered species and their conservation. *Journal of Silviculture and Forest Ecology* 3, 527-541. <https://doi.org/10.3832/efor0419-0030527>.
- IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services*. Bonn, Germany: IPBES Secretariat. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>.

- IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). (2025). The IUCN red list of threatened species. Retrieved September 12, 2025, from <https://www.iucnredlist.org/>.
- Lamprecht, H. (1989). *Silviculture in the tropics: Tropical forest ecosystems and their tree species - Possibilities and methods for their long-term utilization*. Eschborn, Germany: GTZ.
- Margalef, R. (1968). *Perspectives in ecological theory*. Chicago, USA: University of Chicago Press.
- MNRE (Ministry of Natural Resources and Environment). (2022). National biodiversity report 2022. Retrieved September 26, 2025, from <https://nbca.gov.vn/wp-content/uploads/2023/10/Bao-cao-da-dang-sinh-hoc-2022-Final.pdf>.
- Ngo, T. P., Phan, M. X., & Nguyen, M. C. (2023). Structural characteristics and tree species diversity of evergreen broad-leaved forests in Phuoc Binh national park, Ninh Thuan province. *Journal of Agriculture and Rural Development* 1, 71-81.
- Nguyen, T. T., Tran, Q. B., Rodríguez-Hernández, D. I., & Gliottone, I. (2021). Tree diversity and species composition of tropical dry forests in Vietnam's central highlands region. *Forestry Studies* 75(1), 80-103. <https://doi.org/10.2478/fsmu-2021-0013>.
- Nguyen, V. H., Bui, H. Q., & Nguyen, V. Q. (2021). Tree species diversity and aboveground carbon stock in evergreen broad-leaved forests in Tuy Duc district, Dak Nong province. *Journal of Forestry Science and Technology* 1, 92-101.
- Nguyen, V. H., Le, H. V., Tran, Q. B., & Nguyen, T. L. (2020). Woody plant diversity and aboveground carbon stocks of (*Shorea roxburghii* G. Don) dominant forests in Tan Phu, Dong Nai province. *Journal of Forestry Science and Technology* 10, 66-76.
- Nguyen, V. H., Nguyen, V. Q., Nguyen, V. L., Phan, T. T., & Pham, C. T. (2023). Woody plant diversity and aboveground carbon stock of Dipterocarpus chartaceus-dominant forests in Binh Chau - Phuoc Buu nature reserve, South Vietnam. *Asian Journal of Forestry* 7(2), 115-125. <https://doi.org/10.13057/asianjfor/r070206>.
- Nguyen, V. L., To, T. T., Trinh, X. H., Le, T. C., Tong, P. T., & Nguyen, H. T. (2018). CO<sub>2</sub> sequestration potential of some forest types in national parks and biosphere reserves in Vietnam. *Journal of Forest Science* 2, 97-106.
- Nguyen, V. Q., Pham, V. D., Vu, M., Le, V. C., Nguyen, V. H., & Nguyen, H. H. (2025). Mechanisms for maintaining the diversity of woody plants in an Evergreen Broadleaved Forest on Con Dao Archipelago, Southern Vietnam. *Biology Bulletin of The Russian Academy of Sciences* 52, 58. <https://doi.org/10.1134/S1062359024611479>.
- Phan, M. X. (2019). *Tree species diversity in tropical evergreen moist closed forest of Binh Chau - Phuoc Buu natural reserve in Ba Ria - Vung Tau province* (Unpublished doctoral dissertation). Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam.
- Pielou, E. C. (1975). *Ecological diversity*. London, UK: Wiley-Interscience.
- Richards, P. W. (1996). *The tropical rain forest: An ecological study* (2<sup>nd</sup> ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Shannon, C. E., & Wiener, W. (1963). *The mathematical theory of communication*. Illinois, USA: University of Illinois Press.
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature* 163, 688.
- Thai, V. T. (1978). *Forest vegetation of Vietnam (from an ecosystem perspective)*. Ha Noi, Vietnam: Science and Technology Publishing House.
- Tran, H. (2002). *Timber resources of Vietnam*. Ha Noi, Vietnam: Agricultural Publishing House.
- Tran, V. C., Nguyen, M. C., & Nguyen, T. M. H. (2024). Tree species diversity and aboveground carbon stock in the average natural broad-

- leaved evergreen forest (TXB) at the Nui Ong nature reserve, Binh Thuan province. *Forest and Environment* 120, 76-84.
- Vo, D. H., & Tran, V. C. (2009). *Initial research results on the restoration potential of evergreen broad-leaved natural forests after shifting cultivation in the Central Highlands*. Retrieved August 12, 2025, from <https://vafs.gov.vn/vn/ket-qua-nghien-cuu-buoc-dau-ve-kha-nang-phuc-hoi-rung-tu-nhien-la-rong-thuong-xanh-sau-nuong-ray-o-tay-nguyen/?utm>.
- Vo, V. C. (2004). *Common plant dictionary - Volume 2*. Ho Chi Minh City, Vietnam: Science and Technology Publishing House.
- Vo, V. C. (2003). *Common plant dictionary - Volume 1*. Ho Chi Minh City, Vietnam: Science and Technology Publishing House.
- Vu, M. (2018). Study on the natural regeneration characteristics of woody species in Dipterocarpaceae-dominated communities in Cat Tien national park, Dong Nai province. *Journal of Tropical Science and Technology* 15(6), 25-33.
- WB (World Bank). (2019). *Vietnam - Country forest note*. Washington DC, USA: World Bank. Retrieved August 20, 2025, from <http://hdl.handle.net/10986/32550>.

## Evaluation of the antimicrobial efficacy of crude tea tree oil (*Melaleuca alternifolia*) extract against *Bordetella bronchiseptica* strains isolated from dogs

Xuan N. T. Nguyen\*, Hau T. H. Tran, & Yen T. H. Tran

Department of Infectious Diseases and Veterinary Public Health, Faculty of Animal Science and Veterinary Medicine, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

### ARTICLE INFO

#### Research Paper

Received: March 27, 2025

Revised: June 12, 2025

Accepted: July 03, 2025

#### Keywords

Antibiotic resistance

Antimicrobial activity

*Bordetella bronchiseptica*

Tea tree oil

#### \*Corresponding author

Nguyen Ngoc Thanh Xuan

Email:

xuan.nguyenngocthanh@hcmuaf.edu.vn

### ABSTRACT

Tea tree oil (TTO) was extracted by the steam distillation method at 100°C for 100 min, and its antibacterial activity was tested against *Bordetella bronchiseptica* (*B. bronchiseptica*) strains isolated from dogs with respiratory symptoms. From 45 nasal and/or pharyngeal swabs, 10 *B. bronchiseptica* positive strains were identified in canine respiratory tract secretions using PCR. The results showed that these strains were multidrug-resistant to commonly used veterinary antibiotics, particularly amoxicillin (70%) and cephalosporins (80%). Tea tree oil appeared as a clear, pale yellow to colorless liquid with a slightly pungent odor and an extraction yield of approximately 2.6%. The inhibitory activity of TTO against *B. bronchiseptica* was demonstrated at concentrations ranging from 5 to 60 mg/mL, with inhibition zone diameters ranging from 7.33 to 23.33 mm as determined by the agar disk diffusion method. The minimum inhibitory concentration (MIC) values of TTO against *B. bronchiseptica*<sub>Bb3</sub> and *B. bronchiseptica*<sub>Bb4</sub> were 0.08 and 0.04 mg/mL, respectively, while the minimum bactericidal concentration (MBC) value for both strains was 0.156 mg/mL. The research findings suggest that tea tree oil may serve as a safe and effective alternative treatment method for canine respiratory disease caused by *B. bronchiseptica*.

**Cited as:** Nguyen, X. N. T., Tran, H. T. H., & Tran, Y. T. H. (2026). Evaluation of the antimicrobial efficacy of crude tea tree oil (*Melaleuca alternifolia*) extract against *Bordetella bronchiseptica* strains isolated from dogs. *The Journal of Agriculture and Development* 25(4), 36-48.

**Đánh giá khả năng kháng khuẩn của tinh dầu trà trà thô (*Melaleuca alternifolia*) trên vi khuẩn *Bordetella bronchiseptica* được phân lập trên chó**

**Nguyễn Ngọc Thanh Xuân\*, Trần Thị Hải Hậu & Trần Thị Hải Yến**  
Bộ Môn Bệnh Truyền Nhiễm và Thú Y Cộng Đồng, Khoa Chăn Nuôi Thú Y,  
Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

**THÔNG TIN BÀI BÁO**

**Bài báo khoa học**

Ngày nhận: 27/03/2025  
Ngày chỉnh sửa: 12/06/2025  
Ngày chấp nhận: 03/07/2025

**Từ khóa**

*Bordetella bronchiseptica*  
Đề kháng kháng sinh  
Hoạt tính kháng khuẩn  
Tinh dầu trà trà

**\*Tác giả liên hệ**

Nguyễn Ngọc Thanh Xuân  
Email:  
xuan.nguyenngocthanh@  
hcmuaf.edu.vn

**TÓM TẮT**

Tinh dầu trà trà (TTO) được chiết xuất bằng phương pháp lôi cuốn hơi nước ở 100°C trong 100 phút với hiệu suất khoảng 2,6%. TTO thu được có dạng chất lỏng trong suốt, màu từ vàng nhạt đến không màu và có mùi hơi cay nhẹ. Sau đó, tinh dầu này được kiểm tra khả năng kháng các chủng vi khuẩn *Bordetella bronchiseptica* phân lập từ chó có triệu chứng hô hấp. Trong số 45 mẫu bệnh phẩm thu được, 10 chủng *Bordetella bronchiseptica* đã được chọn lọc bằng PCR. Kết quả kháng sinh đồ cho thấy các chủng này có khả năng kháng nhiều loại kháng sinh phổ biến trong thú y, đặc biệt là amoxicillin (70%) và cephalosporin (80%). Tinh dầu trà trà ức chế vi khuẩn *Bordetella bronchiseptica* ở nồng độ từ 5 đến 60 mg/mL với đường kính vòng kháng khuẩn từ 7,33 đến 23,33 mm được xác định bằng phương pháp khuếch tán trên môi trường thạch đĩa. Nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) của tinh dầu trà trà trên chủng *Bordetella bronchiseptica* Bb3 và Bb4 lần lượt là 0,08 và 0,04 mg/mL. Nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC) đều là 0,156 mg/mL trên cả hai chủng. Kết quả nghiên cứu cho thấy tinh dầu trà trà có tiềm năng trở thành một phương pháp hỗ trợ điều trị an toàn và hiệu quả đối với bệnh hô hấp ở chó do *Bordetella bronchiseptica* gây ra. Tuy nhiên, cần có thêm các nghiên cứu *in vivo* để khẳng định và đánh giá toàn diện hơn hiệu quả này.

**1. Đặt Vấn Đề**

Trong bối cảnh số lượng vi khuẩn kháng thuốc ngày càng gia tăng trong nhân y và thú y, đề kháng kháng sinh trở thành tâm điểm trong các chương trình y tế quốc gia và quốc tế (Salam & ctv., 2023; WOA, 2023). Trước áp lực phải sử dụng kháng sinh hợp lý, giám sát kháng thuốc không chỉ là nhiệm vụ cấp thiết mà còn mở ra

hướng đi mới trong việc tìm kiếm các giải pháp hỗ trợ hoặc thay thế hiệu quả và an toàn. Các hợp chất kháng khuẩn có nguồn gốc tự nhiên được xem là lựa chọn tiềm năng và bền vững, nhằm giảm thiểu việc sử dụng kháng sinh trong điều trị mà vẫn đảm bảo hiệu quả. Cây trà trà (tên khoa học là *Melaleuca alternifolia*) mọc dại ở khắp nơi trong nước ta, chứa nhiều các hợp chất kháng khuẩn, kháng nấm và kháng virus

như tannin, saponin, quinon, terpen, phenol, flavonoid, và terpenoid (Carson & ctv., 2006).

Tinh dầu chiết xuất từ cây trà mang các đặc tính sinh học quý giá hứa hẹn sẽ trở thành giải pháp thay thế kháng sinh tiềm năng. Các nghiên cứu đã chỉ ra sự gia tăng tình trạng kháng kháng sinh ở vi khuẩn *Bordetella bronchiseptica*, một tác nhân gây bệnh hô hấp quan trọng ở động vật. Cụ thể, nghiên cứu của Speakman & ctv. (1997) đã ghi nhận tỷ lệ kháng trimethoprim lên đến 84,2% và ampicillin là 90,1%. Tương tự, công bố của Sandra Prüller & ctv. (2015) cũng cho thấy xu hướng giảm độ nhạy cảm của một số chủng *B. bronchiseptica* thực địa đối với một số kháng sinh nhóm  $\beta$ -lactam, bao gồm penicillins và cephalosporins (như ceftiofur và cefalothin). Cơ chế kháng thuốc này có thể do vi khuẩn sản xuất enzyme  $\beta$ -lactamase, hoặc do màng tế bào của vi khuẩn giảm tính thấm đối với cephalosporins. Xuất phát từ thực tiễn này, nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu trà (TTO) trên vi khuẩn *Bordetella bronchiseptica* phân lập từ chó có triệu chứng bệnh hô hấp. Kết quả của nghiên cứu giúp làm nổi bật tiềm năng sử dụng tinh dầu trà như một phương pháp hỗ trợ hoặc thay thế kháng sinh trong điều trị nhiễm khuẩn đường hô hấp trên thú.

## 2. Vật Liệu và Phương Pháp

### 2.1. Thời gian và địa điểm

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 6/2024 đến tháng 10/2024 tại phòng thực hành Kiểm nghiệm thú sản và Môi trường sức khỏe vật nuôi - Khoa Chăn nuôi Thú y, Trường ĐH Nông Lâm TP.HCM và phòng thí nghiệm CT121 Bộ Môn Hợp Chất Thiên Nhiên - Khoa Công Nghệ Kỹ Thuật Hóa Học và Thực Phẩm.

### 2.2. Vật liệu

Trà được mua tại vườn giống ở TP. Thủ Đức sau đó cắt những lá trưởng thành và cành non, rửa sạch bụi bẩn và để khô. Các chủng vi khuẩn *Bordetella bronchiseptica* (*B. bronchiseptica*) được phân lập từ dịch hô hấp của chó mắc bệnh về hô hấp đến khám bệnh tại Phòng khám Thú y Pet Pola, TP. Thủ Đức, TP.HCM, và sau đó được định danh bằng phương pháp PCR.

### 2.3. Nội dung nghiên cứu

Phân lập và định danh vi khuẩn *B. bronchiseptica* từ dịch hô hấp của chó bị bệnh.

Thực hiện kháng sinh đồ để chọn chủng vi khuẩn đa đề kháng kháng sinh.

Chiết xuất tinh dầu trà bằng phương pháp lôi cuốn hơi nước.

Đánh giá hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu trà đối với các chủng vi khuẩn đa đề kháng kháng sinh phân lập được.

### 2.4. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.4.1. Phân lập và định danh vi khuẩn *Bordetella bronchiseptica* trên chó

Mẫu dịch mũi/hầu họng được thu thập bằng tăm bông vô trùng từ những con chó có triệu chứng hô hấp, sau đó được bảo quản trong ống eppendorf bằng đá khô và vận chuyển về phòng thí nghiệm trong vòng 12 giờ để phân lập và định danh. Các mẫu tăm bông được cấy ria lên môi trường thạch máu có bổ sung 5% máu cừu (Blood Agar, BA), ủ ở 37°C từ 18 đến 24 giờ. Sau đó, chọn khuẩn lạc nghi ngờ tiến để hành nhuộm Gram, thử các phản ứng catalase, oxidase (Bảng 1) và định danh bằng phương pháp phản ứng chuỗi polymerase (Polymerase Chain Reaction, PCR) dựa trên gen fla (Zhao & ctv., 2011).

**Bảng 1.** Chỉ tiêu chọn khuẩn lạc nghi ngờ vi khuẩn *B. bronchiseptica*

| Loại vi khuẩn            | Thời gian ủ/<br>nhiệt độ ủ | Màu sắc<br>khuẩn lạc | Kích thước<br>khuẩn lạc | Phản ứng<br>catalase/<br>oxidase | Hình thái vi khuẩn                    |
|--------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| <i>B. bronchiseptica</i> | 24 giờ /<br>37°C           | Trắng bóng           | Nhỏ                     | +/+                              | Cầu trực khuẩn/trực<br>khuẩn, Gram âm |

Định danh vi khuẩn bằng phương pháp PCR: Khuẩn lạc nghi ngờ được cấy thuần lên môi trường BA có bổ sung 5% máu cừu để tiến hành định danh. DNA vi khuẩn được ly trích bằng phương pháp sốc nhiệt (Dashti & ctv., 2009), tách chiết DNA bằng cách chọn từ 5 - 6 khuẩn lạc đã cấy thuần cho vào eppendorff chứa 200  $\mu$ L nước không chứa nuclease (nuclease free water của Sigma-Aldrich, Mỹ), đun sôi ở nhiệt độ 100°C trong 10 phút. Sau đó cho vào tủ -25°C trong 10 phút, tiếp theo ly tâm dịch chiết DNA ở

12.000 vòng/phút trong 5 phút để thu phần dịch nổi. Các chất tham gia phản ứng được trình bày ở Bảng 2. Primer đặc hiệu cho *B. bronchiseptica* được trình bày trong Bảng 3 và quy trình gia nhiệt được tham khảo theo Isvand & ctv. (2020) (Bảng 4). Tiếp theo, điện di sản phẩm PCR trên gel TBE (1X) 1,2% với nguồn điện 100 V và 500 mA trong 30 phút. Vi khuẩn sau khi được định danh sẽ tiến hành giữ gốc trong eppendorff chứa môi trường Brain Heart Infusion (BHI) và glycerol với tỉ lệ 7:3 (v/v) và bảo quản ở -25°C.

**Bảng 2.** Các thành phần trong phản ứng PCR

| Thành phần phản ứng           | Thể tích thành phần ( $\mu$ L) |
|-------------------------------|--------------------------------|
| H <sub>2</sub> O              | 6                              |
| 2X DreamTaq Master Mix buffer | 10                             |
| Primer                        | 2                              |
| DNA template                  | 2                              |

**Bảng 3.** Các primer dùng trong nghiên cứu

| Vi khuẩn                 | Gen | Primer | Trình tự (5' - 3') | Kích thước (bp) | Tài liệu tham khảo |
|--------------------------|-----|--------|--------------------|-----------------|--------------------|
| <i>B. bronchiseptica</i> | fla | Fla4   | TGGCGCCTGCCCTATC   | 237             | Zhao & ctv. (2011) |
|                          |     | Fla2   | AGGCTCCCAAGAGAGAAA |                 |                    |

**Bảng 4.** Quy trình gia nhiệt của phản ứng PCR

| Vi khuẩn                 | Giai đoạn      | Nhiệt độ | Thời gian | Chu kỳ | Tài liệu tham khảo   |
|--------------------------|----------------|----------|-----------|--------|----------------------|
| <i>B. bronchiseptica</i> | Tiến biến tính | 95°C     | 4 phút    | 1      | Isvand & ctv. (2020) |
|                          | Biến tính      | 95°C     | 30 giây   | 30     |                      |
|                          | Bắt cặp        | 67°C     | 30 giây   |        |                      |
|                          | Kéo dài        | 72°C     | 30 giây   |        |                      |
|                          | Kết thúc       | 72°C     | 4 phút    | 1      |                      |

#### 2.4.2. Kháng sinh đồ của các chủng vi khuẩn *B. bronchiseptica* phân lập được

Kháng sinh đồ của các chủng *B. bronchiseptica* được thực hiện bằng phương pháp khuếch tán trên môi trường thạch đĩa Mueller-Hinton (MHA, Himedia, India). Vi khuẩn được pha loãng trong nước muối sinh lý 0,85% và đo OD<sub>600</sub>

= 0,1 tương đương với mật độ  $\approx 2,54 \times 10^8$  CFU/mL (Kadlec & ctv., 2007). Sau đó huyền dịch vi khuẩn được phết đều lên bề mặt thạch đĩa MHA. Các đĩa giấy kháng sinh được sử dụng làm kháng sinh đồ được cung cấp bởi Công ty Nam Khoa. Việc lựa chọn các kháng sinh này tham khảo dựa trên nghiên cứu của Sandra Prüller & ctv. (2015) (Bảng 5).

**Bảng 5.** Các primer dùng trong nghiên cứu

| STT | Kháng sinh         | Nồng độ (µg) |
|-----|--------------------|--------------|
| 1   | Amikacin (Ak)      | 30           |
| 2   | Amoxicillin (Ax)   | 10           |
| 3   | Cephalosporin (Cp) | 30           |
| 4   | Doxycycline (Dx)   | 30           |
| 5   | Enrofloxacin (Ef)  | 5            |
| 6   | Erythromycin (Er)  | 15           |
| 7   | Gentamicin (Ge)    | 10           |
| 8   | Tetracycline (Te)  | 30           |

Mẫu được ủ ở 37°C trong 18 đến 24 giờ. Kết quả được ghi nhận bằng cách đo đường kính vòng vô khuẩn xuất hiện xung quanh các đĩa giấy kháng sinh theo tiêu chuẩn CLSI 2020. Các chủng đa đề kháng sẽ được chọn để đánh giá khả năng kháng khuẩn của tinh dầu trà trà (TTO).

#### 2.4.3. Chiết xuất tinh dầu trà trà (TTO)

Từ cây trà trà tươi chọn cắt những lá và cành non. Sau khi rửa sạch bụi bẩn và để ráo, cân 50 g nguyên liệu tươi xay nhuyễn cùng với 500 mL dung dịch NaCl 10%. Hỗn hợp sau khi xay nhuyễn để ủ 30 phút ở nhiệt độ phòng, sau đó cho vào bình cầu chưng cất dung tích 1.000 mL, lắp bình cầu vào hệ thống chưng cất lôi cuốn hơi nước. Hỗn hợp được chưng cất ở điều kiện nhiệt độ 100°C trong 100 phút. Sau khi ngưng tụ

sẽ thu được hỗn hợp lỏng gồm nước và tinh dầu. Tiếp theo, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sẽ được dùng để làm khan dịch chiết đến khi lắng cặn và được lọc qua giấy lọc Whatman No.1 (kích thước lỗ 11 µm) để thu được sản phẩm tinh dầu, bảo quản ở nhiệt độ dưới 0°C để thực hiện các thí nghiệm về sau.

Hiệu suất chưng cất tinh dầu H (%) được tính theo công thức:  $H (\%) = [\text{Khối lượng tinh dầu thu được (g)} / \text{khối lượng nguyên liệu (g)}] \times 100\%$ .

Sau khi chiết tỷ trọng của tinh dầu trà trà được xác định dựa theo TCVN 8444:2010 (2010). Bình đo tỷ trọng 5mL được làm sạch cẩn thận bằng nước và tráng tiếp bằng acetone rồi để khô. Cân chính xác trọng lượng của bình đo tỷ trọng. Sau đó, cho tinh dầu trà trà vào bình, lau

sạch chất lỏng thừa trên vạch mức và mặt ngoài của bình, cho bình vào buồng cân và cân chính xác đến 1 mg.

Công thức xác định tỷ trọng:

$$P = \frac{m_1 - m_0}{V}$$

Trong đó:

P: Tỷ trọng tinh dầu tại 20°C (g/mL),

m0: Khối lượng của bình đo tỷ trọng rỗng (g),

m1: Khối lượng của bình đo tỷ trọng có chứa mẫu (g),

V: Thể tích của bình đo tỷ trọng (mL).

#### 2.4.4. Kiểm tra tính kháng khuẩn của TTO trên các chủng *B. bronchiseptica*

Dựa theo nghiên cứu của Magaldi & ctv. (2004) cách tiến hành được điều chỉnh để phù hợp với điều kiện thực tế của đề tài. Các chủng vi khuẩn được chọn ở thí nghiệm 2.4.2 sẽ được pha loãng trong dung dịch NaCl 0,85% và đo  $OD_{600} = 0,1$  ( $\approx 2,54 \times 10^8$  CFU/mL). Huyền dịch được trải đều trên bề mặt MHA bằng tấm bông vô trùng, tiếp đó dùng kẹp vô trùng gấp oxford cup đã được vô trùng ấn lên mặt thạch để tạo các giếng có đường kính 8 mm. Sau đó, nhỏ lần lượt 200  $\mu$ L dung dịch TTO pha trong dung dịch dimethylsulfoxide (DMSO) vào các giếng. Nồng độ TTO (đã xác định tỷ trọng ở mục 2.4.3) được điều chỉnh dựa trên nghiên cứu của Andani & ctv. (2021) để đạt từ 5, 20, 4 và 60 mg/mL. Dung dịch DMSO dùng để pha loãng TTO cũng được kiểm tra tính kháng khuẩn. Kháng sinh amikacin (30  $\mu$ g/mL) được chọn làm đối chứng dương. Sau khi làm xong tất cả các đĩa sẽ được để ở nhiệt độ phòng trong 1 giờ để dịch chiết khuếch tán ra môi trường, tiếp theo được ủ ở 37°C trong 24 giờ. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Kết quả được ghi

nhận bằng cách đo đường kính vòng vô khuẩn xuất hiện xung quanh giếng hoặc đĩa giấy thấm kháng sinh trong đối chứng dương, tính bằng  $mm \pm$  độ lệch chuẩn (SD).

#### 2.4.5 Xác định nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC) của TTO đối với các chủng *B. bronchiseptica*

Xác định giá trị MIC và MBC được thực hiện trên môi trường canh Mueller Hinton (MHB, Himedia, India). Các nồng độ TTO trong thí nghiệm này được lựa chọn căn cứ theo kết quả đường kính vòng vô khuẩn ở mục 2.4.4. Đầu tiên tinh dầu trầm trà được pha loãng trong DMSO để đạt nồng độ 10 mg/mL. Tiếp theo dung dịch này được pha loãng tiếp trong ống nghiệm chứa 5 mL MHB để đạt các nồng độ từ 5; 2,5; 1,25; 0,625; 0,3125; 0,156; 0,08; 0,04 và cuối cùng là 0,02 mg/mL. Huyền dịch vi khuẩn sau khi đo  $OD_{600} = 0,1$  (tương đương mật độ  $2,54 \times 10^8$  CFU/mL) được pha loãng 10 lần để có được dịch khuẩn đạt khoảng  $2,45 \times 10^7$  CFU/mL. Dùng micropipette hút 200  $\mu$ L dịch khuẩn và cho vào từng ống nghiệm chứa môi trường MHB có bổ sung tinh dầu ở các nồng độ khác nhau đã chuẩn bị từ trước. Ống đối chứng dương bao gồm dịch khuẩn và môi trường, đối chứng âm là môi trường và dung dịch tinh dầu nồng độ 5 mg/mL. Các ống nghiệm sẽ được ủ ở 37°C từ 18 đến 24 giờ. Giá trị MIC và MBC được xác định bằng phương pháp trang đếm trên môi trường BA để xác định số lượng khuẩn lạc. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

Công thức tính:

$$A \text{ (CFU/g hay CFU/mL)} = \frac{N}{n_1 \cdot V_1 \cdot f_1 + \dots + n_i \cdot V_i \cdot f_i}$$

Trong đó:

A: Số tế bào (đơn vị hình thành khuẩn lạc) vi khuẩn trong 1 g hay 1 mL mẫu,

N: Tổng số khuẩn lạc đếm được trên các đĩa đã chọn,

$n_i$ : Số lượng đĩa cấy tại độ pha loãng thứ  $i$ ,

V: Thể tích mẫu (mL) cấy trong mỗi đĩa,

$f_i$ : Độ pha loãng tương ứng.

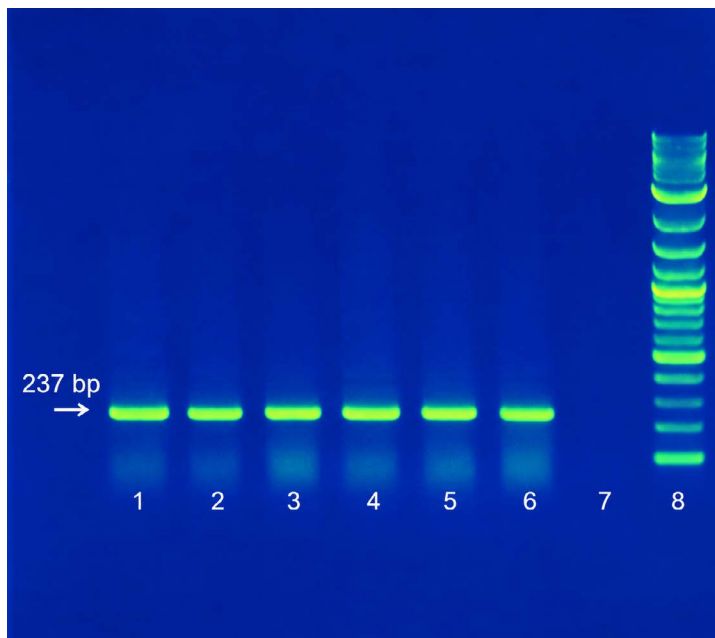
## 2.5. Xử lý thống kê

Phần mềm Minitab 17.0 và test Tukey 1 yếu tố được sử dụng để so sánh sự khác biệt về mặt thống kê của các số liệu trong đề tài với độ tin cậy 95%.

## 3. Kết Quả và Thảo Luận

### 3.1. Phân lập và định danh các chủng vi khuẩn *B. bronchiseptica* trên chó

Từ 45 mẫu bệnh phẩm phân lập được 10 chủng *B. bronchiseptica* bằng phương pháp PCR (Hình 1), chiếm tỷ lệ 22,22%. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Lappin & ctv. (2017), ghi nhận tỷ lệ phân lập *B. bronchiseptica* ở chó dao động từ 22 - 49%.



**Hình 1.** Kết quả PCR của vi khuẩn *B. bronchiseptica*. Giếng 1 - 5: sản phẩm PCR; giếng 6: đối chứng dương; giếng 7: đối chứng âm; giếng 8: ladder (2000 bp).

### 3.2. Kháng sinh đồ của các chủng *B. bronchiseptica* phân lập được

Kết quả kháng sinh đồ của các chủng *B. bronchiseptica* Bảng 6 cho thấy amikacin và enrofloxacin là hai kháng sinh có hiệu quả cao nhất, với tỷ lệ nhạy cảm lần lượt là 90 (9/10) và

80% (8/10). Tuy nhiên, đáng lo ngại là tỷ lệ đề kháng với amoxicillin là 70% (7/10). Từ kết quả này, hai chủng vi khuẩn đa kháng kháng sinh là *B. bronchiseptica*<sub>Bb3</sub> và *B. bronchiseptica*<sub>Bb4</sub> (Bảng 7) được chọn để thực hiện các thí nghiệm thử tính kháng khuẩn của tinh dầu trà trà.

**Bảng 6.** Kết quả kháng sinh đồ của các chủng *B. bronchiseptica* phân lập được

| Loại kháng sinh    | Kết quả (n = 10) |           |          |           |
|--------------------|------------------|-----------|----------|-----------|
|                    | Đề kháng         |           | Nhạy cảm |           |
|                    | n1               | Tỷ lệ (%) | n2       | Tỷ lệ (%) |
| Amikacin (Ak)      | 1                | 10        | 9        | 90        |
| Amoxicillin (Ax)   | 7                | 70        | 3        | 30        |
| Cephalosporin (Cp) | 6                | 60        | 4        | 40        |
| Doxycycline (Dx)   | 4                | 40        | 6        | 60        |
| Enrofloxacin (Ef)  | 2                | 20        | 8        | 80        |
| Erythromycin (Er)  | 4                | 40        | 6        | 60        |
| Gentamicin (Ge)    | 5                | 50        | 5        | 50        |
| Tetracycline (Te)  | 3                | 30        | 7        | 70        |

**Bảng 7.** Đề kháng kháng sinh của 2 chủng *B. bronchiseptica* Bb3 và Bb4

| Chủng phân lập được          | Kí hiệu | Kháng sinh đề kháng |
|------------------------------|---------|---------------------|
| <i>B. bronchiseptica</i> Bb3 | Bb3     | AxCpDxEfErGeTe      |
| <i>B. bronchiseptica</i> Bb4 | Bb4     | AxCpErGe            |

### 3.3. Hiệu suất điều chế TTO

Sản phẩm tinh dầu sau chiết xuất có dạng lỏng trong suốt, màu vàng nhạt đến không màu, mùi hơi cay nhẹ. Hiệu suất chiết tinh dầu trung bình khoảng  $2,58 \pm 0,26\%$  (Bảng 8). Kết quả này thấp hơn so với nghiên cứu của Duong & ctv. (2016)

cũng sử dụng dung dịch NaCl 10% kết hợp cùng điều kiện nhiệt độ, thời gian tối ưu nên cho hiệu suất chiết là  $4,91 \pm 0,06\%$ . Sự khác biệt này có thể xuất phát từ yếu tố thổ nhưỡng, khí hậu ở các vùng trồng khác nhau kết hợp với yếu tố độ tuổi thu hoạch của lá, dẫn đến sự chênh lệch trong kết quả chiết xuất.

**Bảng 8.** Hiệu suất chiết xuất tinh dầu

| STT | Khối lượng nguyên liệu (g) | Thể tích dung môi chiết (mL) | Thể tích thu được (mL) | Hiệu suất (%)   |
|-----|----------------------------|------------------------------|------------------------|-----------------|
| 1   | 50                         | 500                          | 1,5                    | 2,67            |
| 2   | 50                         | 500                          | 1,2                    | 2,14            |
| 3   | 50                         | 500                          | 1,6                    | 2,85            |
| 4   | 50                         | 500                          | 1,4                    | 2,49            |
| 5   | 50                         | 500                          | 1,4                    | 2,49            |
|     |                            | Trung bình                   | $1,42 \pm 0,15$        | $2,58 \pm 0,26$ |

Tỷ trọng trung bình của tinh dầu trầm trà là 0,879 g/mL (Bảng 9), như vậy TTO thuộc nhóm tinh dầu nhẹ hơn nước. Theo Dược điển Việt Nam, tinh dầu trầm trà có tỷ trọng dao động từ 0,9 đến 0,925 g/mL. Sự khác biệt này có thể do sự tăng giảm của hàm lượng tinh dầu trong cây

trầm trà giữa các mùa trong năm. Nhờ chứa hàm lượng cao các hợp chất eucalyptol và terpineol trong cấu tạo phân tử mà tinh dầu trầm trà có tỷ trọng và hiệu suất chiết khá cao. Đó cũng là thành phần chính đem lại hiệu quả kháng khuẩn của tinh dầu (Khang & ctv., 2019).

**Bảng 9.** Tỷ trọng mẫu tinh dầu thu được

| STT        | Kết quả đo tỉ trọng (g/mL) |
|------------|----------------------------|
| 1          | 0,890                      |
| 2          | 0,871                      |
| 3          | 0,874                      |
| 4          | 0,875                      |
| 5          | 0,887                      |
| Trung bình | 0,879 ± 0,009              |

#### 3.4. Hoạt tính kháng khuẩn của TTO trên các chủng vi khuẩn *B. bronchiseptica* trên môi trường MHA

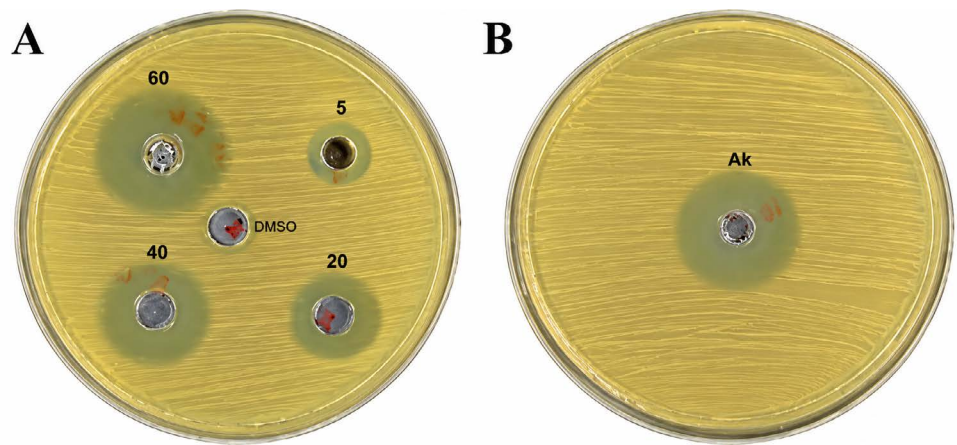
Tinh dầu trầm trà đã được thử nghiệm khả năng kháng khuẩn trên hai chủng *B. bronchiseptica* đa kháng thuốc bằng phương pháp khuếch tán trên môi trường MHA với nồng độ TTO từ 5 đến 60 mg/mL. Kết quả được đánh giá dựa trên đường kính vòng vô khuẩn xuất hiện xung quanh giếng chứa tinh dầu trầm trà sau 24 giờ ủ ở 37°C (Bảng 10). Dung dịch DMSO tuyệt đối dùng để pha tinh dầu trầm trà không thể hiện tính kháng khuẩn (Bảng 10), do đó được sử dụng làm dung môi trong các thí nghiệm tiếp theo. Kết quả thí nghiệm cho thấy TTO có khả năng ức chế đối với cả hai chủng vi khuẩn *B. bronchiseptica* đa kháng ở tất cả các nồng độ thử nghiệm (Bảng 10, Hình 3, và Hình 4). Đường kính vòng vô khuẩn tỷ lệ thuận với nồng độ TTO, dao động trong khoảng từ 7,3 đến 24 mm. Ở nồng độ thấp nhất (5 mg/mL), đường

kính vòng vô khuẩn từ 7,33 - 9,83 mm. Ở nồng độ cao nhất (60 mg/mL), đường kính vòng vô khuẩn từ 22,00 - 23,33 mm. Bắt đầu từ nồng độ 20 và 40 mg/mL hoạt tính kháng khuẩn của TTO đã tương đương với kháng sinh amikacin trên chủng cả hai chủng *B. bronchiseptica* Bb3 và *B. bronchiseptica* Bb4. Trên chủng *B. bronchiseptica* Bb3 hoạt tính kháng khuẩn của TTO ở nồng độ 60 mg/mL còn hiệu quả hơn so với kháng sinh đối chứng và sự khác biệt này có ý nghĩa về mặt thống kê ( $P < 0,01$ ). Kết quả thí nghiệm phù hợp với nghiên cứu của Cox & ctv. (2000). Nghiên cứu này cho rằng TTO có khả năng ức chế quá trình hô hấp và tăng cường tính thấm của màng tế bào vi khuẩn. Cụ thể, ở nồng độ 0,5% (v/v) TTO đã ức chế hô hấp của vi khuẩn *Staphylococcus aureus* sau chỉ 10 phút tiếp xúc, đồng thời làm tăng tính thấm của màng tế bào sau 30 phút, đây là hai cơ chế có khả năng gây chết tế bào cao nhất của tinh dầu trầm trà ở nồng độ ức chế tối thiểu.

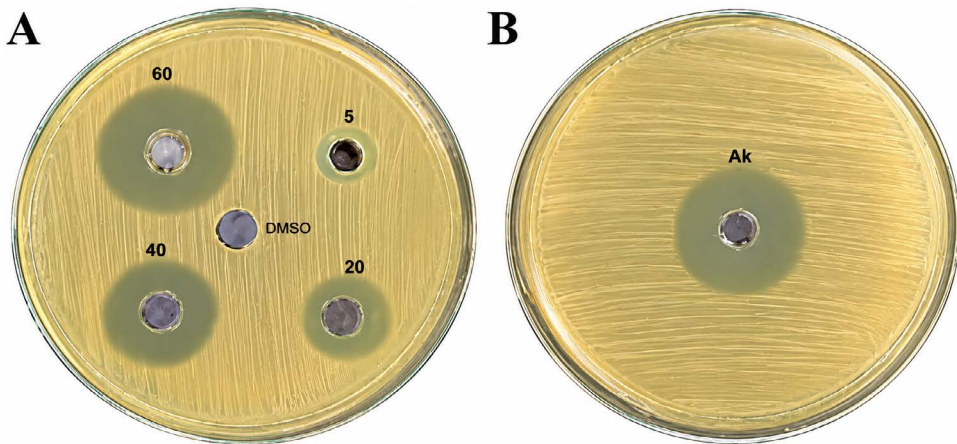
**Bảng 10.** Đường kính vòng vô khuẩn (mm) của tinh dầu trầm trà (TTO) đối với *B. bronchiseptica*<sub>Bb3</sub> và *B. bronchiseptica*<sub>Bb4</sub>

| Nồng độ (mg/mL)     | <i>B. bronchiseptica</i> <sub>Bb3</sub> | <i>B. bronchiseptica</i> <sub>Bb4</sub> |
|---------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 5                   | 9,83a ± 0,29                            | 7,33d ± 5,06                            |
| 20                  | 18,67b ± 0,58                           | 11,83d± 0,29                            |
| 40                  | 18,83b ± 0,76                           | 19,33e ± 1,16                           |
| 60                  | 22,00c ± 1,00                           | 23,33e ± 0,58                           |
| Amikacin (30 µg/mL) | 18,67b ± 0,58                           | 20,67e ± 0,58                           |
| DMSO 100%           | 0,00 ± 0,00                             | 0,00 ± 0,00                             |

Ghi chú: Các chữ cái (a, b, c, d, e) khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác nhau rất có ý nghĩa thống kê với ( $P < 0,01$ ) trên cả 2 chủng *B. bronchiseptica*.



**Hình 2.** Vòng vô khuẩn của tinh dầu trầm trà (TTO) và dimethylsulfoxide (DMSO) 100% (A), kháng sinh Amikacin (B) đối với chủng *B. bronchiseptica*<sub>Bb3</sub> trên môi trường thạch đĩa Mueller-Hinton (MHA).



**Hình 3.** Vòng vô khuẩn của tinh dầu trầm trà (TTO) và dimethylsulfoxide (DMSO) 100% (A), kháng sinh Amikacin (B) đối với chủng *B. bronchiseptica*<sub>Bb4</sub> trên môi trường thạch đĩa Mueller-Hinton (MHA).

### 3.5. Xác định giá trị MIC và MBC của TTO đối với hai chủng *B. bronchiseptica*

Phương pháp pha loãng nồng độ được áp dụng để xác định giá trị MIC và MBC của TTO trên hai chủng *B. bronchiseptica* đa kháng kháng sinh. Kết quả cho thấy giá trị MIC của TTO đối với chủng *B. bronchiseptica*<sub>Bb3</sub> và *B. bronchiseptica*<sub>Bb4</sub> lần lượt là 0,08 và 0,04 mg/mL, trong khi giá trị MBC là 0,156 mg/mL cho cả hai chủng.

Nghiên cứu của Carson & ctv. (1995) cho rằng khả năng kháng khuẩn của TTO chủ yếu từ terpinene-4-ol, đây cũng là thành phần chính của tinh dầu. Terpinen-4-ol có hoạt tính kháng lại 12 loại vi khuẩn gây bệnh được sử dụng trong thí nghiệm, trong khi đó p-cymene không biểu hiện hoạt tính kháng khuẩn. Nghiên cứu của Hammer & ctv. (1996) đã chỉ ra rằng, TTO có khả năng ức chế hầu hết các vi khuẩn Gram âm được thử nghiệm, trong đó *Serratia marcescens* là nhạy nhất với giá trị MIC ở mức 0,25% (v/v) và *Pseudomonas aeruginosa* có giá trị MIC cao nhất là 3% (v/v). Điều này cho thấy TTO có thể là một lựa chọn hiệu quả cho việc điều trị các nhiễm trùng do vi khuẩn gây ra, đặc biệt khi nhiều chủng vi khuẩn hiện nay đã trở nên kháng thuốc. Nghiên cứu của Inouye & ctv. (2001) cũng ghi nhận rằng TTO có thể ức chế các vi khuẩn gây bệnh trên đường hô hấp như *Haemophilus influenzae*, *Streptococcus pneumoniae* với MIC (w/v) lần lượt là 0,16 và 0,32.

### Kết Luận và Đề Nghị

Tinh dầu trà trà (TTO) thu được có hiệu suất trung bình đạt 2,58% và thể hiện hoạt tính kháng khuẩn đối với các chủng *B. bronchiseptica* đa kháng. Giá trị nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) dao động từ 0,04 đến 0,08 mg/mL và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC) là 0,156 mg/mL. Điều này mở ra tiềm năng ứng dụng TTO trong

điều trị nhiễm trùng do vi khuẩn kháng thuốc ở động vật. Khả năng diệt khuẩn vượt trội của TTO mở ra triển vọng ứng dụng rộng rãi trong thú y, không chỉ giúp giải quyết vấn đề kháng kháng sinh mà còn thúc đẩy việc sử dụng các liệu pháp tự nhiên trong chăm sóc sức khỏe vật nuôi. Để khai thác tối đa hiệu quả của tinh dầu, cần đánh giá hoạt tính kháng khuẩn của TTO trên nhiều loại vi khuẩn kháng thuốc khác, không chỉ giới hạn ở *B. bronchiseptica*, để xác định rõ hơn tiềm năng ứng dụng của tinh dầu trong việc kiểm soát nhiều bệnh nhiễm khuẩn hơn nữa. Từ đó, nghiên cứu và phát triển các chế phẩm có thành phần chính là TTO như dung dịch sát khuẩn, thuốc xịt, hoặc các dạng bào chế khác, nhằm phòng ngừa và hỗ trợ điều trị các bệnh nhiễm khuẩn cho vật nuôi một cách hiệu quả và an toàn.

### Lời Cảm Ơn

Nhóm tác giả thực hiện không có xung đột về lợi ích.

### Lời Cảm Ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ từ các Khoa và Thầy Cô đã tạo điều kiện thực hiện đề tài này.

### Tài liệu tham khảo

- Andani, R., Fajrina, A., Asra, R., & Eriadi, A. (2021). Antibacterial activity test of mangosteen plants (*Garcinia mangostana* L.): A review. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development* 9(1), 164-171. <http://dx.doi.org/10.22270/ajprd.v9i1.927>.
- Carson, C. F., Cookson, B. D., Farrelly, H. D., & Riley, T. V. (1995). Susceptibility of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* to the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 35, 421-424.

- Cox, S. D., Mann, C. M., Markham, J. L., Bell, H. C., Gustafson, J. E., Warming, J. R., & Wyllie, S. G. (2000). The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). *Journal of Applied Microbiology* 88(1), 170-175. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2000.00943.x>.
- Dashti, A., Jadaon, M., Abdulsamad, A., & Dashti, H. (2009). Heat treatment of bacteria: a simple method of DNA extraction for molecular techniques. *Kuwait Medical Journal* 41(2), 111-115.
- Duong, M. H., Vo, H. D., & Nguyen, T. D. C. (2016). Study on extraction, chemical composition and preliminary application of tea tree oil (*Melaleuca alternifolia*) in mouthwash production. *Can Tho University Journal of Science* 45a, 90-96.
- Inouye, S., Yamaguchi, H., & Takizawa, T. (2001). Screening of the antibacterial effects of a variety of essential oils on respiratory tract pathogens, using a modified dilution assay method. *Journal of Infection and Chemotherapy* 7(4), 251-254. <http://dx.doi.org/10.1007/s101560170022>.
- Isvand, M., Mokhtari, A., & Esmailnejad, A. (2020). Genomic and immunological identification of canine distemper virus (cdv) and investigation of coinfection with *Bordetella bronchiseptica* among dogs in Iran. *Jentashapir Journal of Cellular and Molecular Biology* 11(4), e111677.
- Hammer, K. A., Carson, C. F., & Riley, T. V. (1996). Susceptibility of transient and commensal skin flora to the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). *American Journal of Infection Control* 24(3), 186-189.
- Kadlec, K., Wiegand, I., Kehrenberg, C., & Schwarz, S. (2007). Studies on the mechanisms of  $\beta$ -lactam resistance in *Bordetella bronchiseptica*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 59(3), 396-402. <https://doi.org/10.1093/jac/dkl517>.
- Khang, L. T., Huong, N. T. T., & Tien, L. T. T. (2019). Antifungal activity of tea tree essential oils (*Meleleuca alternifolia*) against phytopathogenic fungi. *International Journal of Advanced Research* 7(9), 1239-1248.
- Lappin, M. R., Blondeau, J., Boothe, D., Breitschwerdt, E. B., Guardabassi, L., Lloyd, D. H., Papich, M. G., Rankin, S. C., Sykes, J. E., Turnidge, J., & Weese, J. S. (2017). Antimicrobial use guidelines for treatment of respiratory tract disease in dogs and cats: Antimicrobial guidelines working group of the international society for companion animal infectious diseases. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 31(2), 279-294. <https://doi.org/10.1111/jvim.14627>.
- Magaldi, S., Mata-Essayag, S., Hartung de Capriles, C., Perez, C., Colella, M. T., Olaizola, C., & Ontiveros, Y. (2004). Well diffusion for antifungal susceptibility testing. *International Journal of Infectious Diseases* 8(1), 39-45. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2003.03.002>.
- Prüller, S., Rensch, U., Meemken, D., Kaspar, H., Kopp, P. A., Klein, G., & Kehrenberg, C. (2015). Antimicrobial susceptibility of *Bordetella bronchiseptica* isolates from swine and companion animals and detection of resistance genes. *PLoS One* 10(8), e0135703. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135703>.
- Salam, M., Al-Amin, M., Salam, M. T., Pawar, J., Akhter, N., Rabaan, A., & Alqumber, M. (2023). Antimicrobial resistance: A growing serious threat for global public health. *Healthcare* 11. <https://doi.org/10.3390/healthcare11131946>.
- Speakman, A. J., Binns, S. H., Dawson, S., Hart, C. A., & Gaskell, R. M. (1997). Antimicrobial susceptibility of *Bordetella bronchiseptica* isolates from cats and a comparison of the agar dilution and E-test methods. *Veterinary Microbiology* 54(1), 63-72. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(96\)01256-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(96)01256-4).
- TCVN (Vietnamese national standards). (2010). TCVN 8444:2010 dated on December 29, 2010. Essential oils: Determination of relative density at 20°C - Reference method. Retrieved January

- 18, 2025, from <https://tieuchuan.vsqi.gov.vn/tieuchuan/view?sohieu=TCVN+8444%3A2010>.
- WOAH (World Organisation for Animal Health). (2023). The OIE strategy on antimicrobial resistance and the prudent use of antimicrobials. Retrieved February 20, 2025, from <https://www.woah.org/en/what-we-do/global-initiatives/antimicrobial-resistance/>.
- Zhao, Z., Wang, C., Xue, Y., Tang, X., Wu, B., Cheng, X., & He, Q. (2011). The occurrence of *Bordetella bronchiseptica* in pigs with clinical respiratory disease. *The Veterinary Journal* 188(3), 337-340.

Effect of in-barn temperature-humidity index on the productivity and rumination index of lactating dairy cows

Loi V. Ho<sup>1,2</sup>, Tin T. Ton<sup>2</sup>, Kien T. Doan<sup>2</sup>, & Hai T. Nguyen<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Production, Faculty of Animal Science and Veterinary Medicine,  
Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

<sup>2</sup>Nutimilk Dairy Farm, Gia Lai, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: August 14, 2025

Revised: September 14, 2025

Accepted: September 18, 2025

Keywords

Dry matter intake

Heat stress

Milk yield

Rumination index

Temperature-humidity index

\*Corresponding author

Nguyen Thanh Hai

Email:

hai.nguyenthanh@hcmuaf.edu.vn

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of the barn temperature-humidity index (THI) on milk yield and rumination index (RI) of lactating Holstein Friesian cows at Nutimilk Dairy Farm between July and September 2024. A total of 251 cows in four experimental groups across four barns, including 78 high-yielding cows in barn 1, 57 high-yielding cows in barn 2, 59 postpartum cows in barn 1, and 58 postpartum cows in barn 2, were observed during the experiment. Results showed that the temperature, humidity, and THI exhibited significant variation ( $P < 0.001$ ) among barns, cow groups, and across different times of day. Average milk yield, RI, and DMI differed significantly ( $P < 0.001$ ) among the four cow groups. Average milk yield also varied significantly ( $P < 0.001$ ) across the three milking shifts: highest in the morning (shift 1: 5:00 - 7:30 AM; 12.89 kg/cow), followed by in the evening (shift 3: 9:00 - 11:30 PM; 11.81 kg/cow), and lowest in the afternoon (shift 2: 1:00 - 3:30 PM; 11.23 kg/cow). Correlation analysis indicated that THI was strongly and negatively associated ( $P < 0.01$ ) with milk yield ( $r = -0.95$ ), RI ( $r = -0.89$ ), and DMI ( $r = -0.57$ ). In brief, these findings demonstrate that THI within the barn has a substantial influence on dairy cow performance, with strong negative correlations observed between THI and milk yield, RI, and DMI during the lactation cycle.

**Cited as:** Ho, L. V., Ton, T. T., Doan, K. T., & Nguyen, H. T. (2026). Effect of in-barn temperature-humidity index on the productivity and rumination index of lactating dairy cows. *The Journal of Agriculture and Development* 25(4), 49-58.

Ảnh hưởng của chỉ số nhiệt ẩm trong chuồng nuôi lên năng suất và chỉ số nhai lại của bò sữa giai đoạn khai thác sữa

Hồ Văn Lợi<sup>1,2</sup>, Tôn Thất Tín<sup>2</sup>, Đoàn Trung Kiên<sup>2</sup> & Nguyễn Thanh Hải<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Bộ Môn Chăn Nuôi Chuyên Khoa, Khoa Chăn Nuôi Thú Y, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

<sup>2</sup>Trang Trại Bò Sữa Nutimilk, Gia Lai

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 14/08/2025  
Ngày chỉnh sửa: 14/09/2025  
Ngày chấp nhận: 18/09/2025

Từ khóa

Chỉ số nhai lại  
Chỉ số nhiệt ẩm (THI)  
Năng suất sữa  
Stress nhiệt  
Vật chất khô tiêu thụ

\*Tác giả liên hệ

Nguyễn Thanh Hải  
Email:  
hai.nguyenthanh@hcmuaf.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của chỉ số nhiệt ẩm (THI) trong chuồng nuôi lên năng suất và chỉ số nhai lại (RI) của bò sữa giai đoạn khai thác sữa tại Trang trại Bò sữa Nutimilk Gia Lai từ tháng 07 đến 09/2024. Nghiên cứu được thực hiện trên 251 bò sữa HF từ 4 nhóm đang cho sữa ở 4 khu chuồng nuôi, gồm nhóm năng suất sữa cao khu 1 (78 bò), năng suất sữa cao khu 2 (57 bò), sau sinh khu 1 (58 bò) và sau sinh khu 2 (58 bò). Kết quả cho thấy nhiệt độ, độ ẩm và THI biến động rất lớn ( $P < 0,001$ ) ở các chuồng nuôi cho 4 nhóm bò theo dõi và ở các thời điểm khác nhau trong ngày. Năng suất sữa, RI và lượng vật chất khô tiêu thụ (DMI) trung bình mỗi ngày khác nhau đáng kể ( $P < 0,001$ ) giữa 4 nhóm bò. Năng suất sữa trung bình của 4 nhóm bò thì khác nhau rõ rệt ở 3 thời điểm vắt sữa trong ngày, cao nhất là ca 1 (5 - 7 giờ 30) đạt 12,89 kg/bò, kế đến là ca 3 (21 - 23 giờ 30) đạt 11,81 kg/ca và thấp nhất là ca 2 (13 - 15 giờ 30) đạt 11,23 kg/ca ( $P < 0,001$ ). Chỉ số THI có mối tương quan nghịch rất chặt chẽ ( $P < 0,01$ ) với năng suất sữa ( $r = -0,95$ ), RI ( $r = -0,89$ ) và DMI ( $r = -0,57$ ). Nhìn chung, số liệu trong nghiên cứu chỉ ra rằng THI trong chuồng nuôi ảnh hưởng lớn và có tương quan nghịch chặt chẽ đến năng suất, RI và DMI trung bình mỗi ngày của bò giai đoạn khai thác sữa.

1. Đặt Vấn Đề

Biến đổi khí hậu ngày càng khắc nghiệt, làm tăng nhiệt độ môi trường sống xung quanh và gây stress nhiệt cho bò sữa, là một thách thức lớn mà ngành chăn nuôi bò sữa đang phải đối mặt (Guo & ctv., 2023). Stress nhiệt là một phản ứng sinh lý không đặc hiệu của vật nuôi đối với môi trường khi vật nuôi sản sinh ra nhiều nhiệt hơn

khả năng tản nhiệt (Yang & ctv., 2010). Chỉ số nhiệt ẩm (THI) thường được sử dụng như một chỉ số quan trọng để đánh giá căng thẳng nhiệt (stress nhiệt) trong chăn nuôi bò sữa (Ammer & ctv., 2018). Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng nhiệt độ môi trường/THI cao có thể dẫn đến sự gia tăng đáng kể nhiệt độ cơ thể, đồng thời giảm thức ăn tiêu thụ vào và năng suất sữa (Brown & ctv.,

2005; Nguyen & ctv., 2018) bởi vì bò phải giảm ăn để giảm stress nhiệt (Ammer & ctv., 2018).

Khi giá trị THI tăng lên trên 72 thì lượng vật chất khô tiêu thụ (DMI) và năng suất sữa giảm đáng kể (Ravagnolo & Misztal, 2000; West & ctv., 2003; Nguyen và ctv., 2018). Stress nhiệt cũng có thể ảnh hưởng đến hoạt động nhai lại của bò sữa khi chỉ số nhai lại hàng ngày của bò sữa HF được ghi nhận bị giảm khi mỗi đơn vị THI tăng lên khi trên ngưỡng tới hạn từ 76 - 77 (Soriani & ctv., 2013). Mặc dù biến động THI trong ngày ảnh hưởng lớn đến năng suất sữa, chỉ số nhai lại (RI) và DMI, nhưng mức độ bị stress nhiệt và mức ảnh hưởng lên năng suất sữa của bò có thể khác nhau ở các vùng chăn nuôi khác nhau (Bohmanova & ctv., 2007; Brügemann & ctv., 2012; Carabaño & ctv., 2016). Ở Việt Nam, nghiên cứu gần đây đã cho thấy rằng THI ảnh hưởng rất lớn đến thân nhiệt ( $r = -0,87$ ), nhịp thở ( $r = -0,93$ ) và năng suất ( $r = -0,92$ ) của đàn bò sữa lai HF (Nguyen và ctv., 2018); tuy nhiên, vẫn chưa có bất kỳ nghiên cứu nào đánh giá ảnh hưởng chính xác của THI hay tiểu khí hậu chuồng nuôi đến quá trình nhai lại của bò sữa được nuôi ở Việt Nam.

Do đó, nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của THI trong chuồng nuôi lên năng suất, RI và DMI của bò đang khai thác sữa tại Trang trại Bò sữa Nutimilk, từ đó làm cơ sở để xuất những giải pháp nâng cao hiệu quả chăn nuôi cho đàn bò tại trại nói riêng hay cả Gia Lai/Việt Nam nói chung.

## 2. Vật Liệu và Phương Pháp Nghiên Cứu

### 2.1. Thời gian và địa điểm

Nghiên cứu được thực hiện từ 11/07/2024 đến 26/09/2024 tại Trang trại Bò sữa Nutimilk, tọa lạc tại xã Đăk Ya, huyện Mang Yang, tỉnh Gia Lai.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu và bố trí theo dõi

Chọn ngẫu nhiên 4 nhóm bò cho sữa trong đó có 2 nhóm bò vắt sữa đầu kỳ (ngày vắt sữa là từ 31 - 90 ngày trong chu kỳ vắt sữa) ở 2 trại gồm nhóm năng suất sữa cao khu 1 và năng suất sữa cao khu 2; 2 nhóm bò vắt sữa sau sinh (ngày vắt sữa là từ 0 đến 30 ngày trong chu kỳ vắt sữa) ở 2 trại gồm nhóm sau sinh khu 1 và sau sinh khu 2. Ở 4 khu chuồng nuôi khác nhau tại trại và cố định việc theo dõi mỗi ngày để ghi nhận các thông số liên quan đến tiểu khí hậu chuồng nuôi (nhiệt độ và ẩm độ, tính ra THI) để đánh giá sự ảnh hưởng đến năng suất sữa, chỉ số nhai lại (RI) và lượng vật chất khô tiêu thụ (DMI) trong suốt thời gian theo dõi. Thực hiện trên tổng 251 bò sữa HF từ 4 nhóm gồm nhóm năng suất sữa cao khu 1 (NSSCK1, 78 bò), năng suất sữa cao khu 2 (NSSCK2, 57 bò), sau sinh khu 1 (SSK1, 58 bò) và nhóm sau sinh khu 2 (SSK2, 58 bò).

Máy đo kestrel 5000AG được sử dụng để đo 6 thời điểm khác nhau (7, 9, 11, 13, 15 và 17 giờ  $\pm 15$  phút) trong 1 ngày. Ở mỗi nhóm bò, tiến hành đo ở 3 địa điểm (đầu, giữa và cuối chuồng), và mỗi địa điểm đo hai vị trí. Vị trí 1 là đo trên đường bò đứng ăn, cách gióng khoá cổ bò khoảng 50 - 70 cm (cách mặt đất khoảng 1 m), và vị trí thứ 2 là đo trên chỗ bò nằm và đo ở vị trí ngang ngực bò nằm với chiều cao cách mặt đất 30 - 50 cm. Cố định máy trong 10 giây trước khi ghi nhận số liệu để đảm bảo ổn định máy và phản ánh đúng tiểu khí hậu chuồng nuôi.

### 2.3. Các chỉ tiêu theo dõi

Năng suất sữa trung bình trong một ngày (kg/bò): Sản lượng sữa tổng cộng của ba lần vắt cách nhau khoảng 7 - 8 giờ, gồm ca 1 (5 đến 7 giờ 30), 2 (13 đến 15 giờ 30) và 3 (21 đến 23 giờ 30) của mỗi nhóm bò.

Nhiệt độ và ẩm độ: Sử dụng máy đo tiểu khí hậu chuồng nuôi thông dụng Kestrell 5000 AG để đo trực tiếp tại trại.

Chỉ số THI: Dựa vào kết quả đo nhiệt độ và ẩm độ ở đầu, giữa và cuối chuồng với chiều cao cách nền 1,5 m để tính ra THI, với  $THI = T (^{\circ}F) - 0,55 * (100 - RH\%)/100 * (T - 58)$  (Ingraham & ctv., 1974; Nguyen & ctv., 2018). Trong đó: T là nhiệt độ không khí ( $^{\circ}F$ ) và RH là ẩm độ tương đối của không khí (%).

Chỉ số Ingraham ố nhai lại (RI, phút/ngày): Sử dụng hệ thống SCR Afflex của Mỹ, gồm thiết bị theo dõi được thiết kế có dây đeo được gắn trên cổ của bò, hệ thống thu nhận tín hiệu được truyền về hệ thống đọc phân tích dữ liệu.

Lượng vật chất khô tiêu thụ (DMI):  $DMI (kg/ngày) = (lượng\ thức\ ăn\ cho\ ăn \times tỷ\ lệ\ \% DM\ của\ thức\ ăn) - (lượng\ thức\ ăn\ thừa \times tỷ\ lệ\ \% DM\ của\ thức\ ăn\ thừa)$ .

## 2.4. Xử lý số liệu

Số liệu được thu thập và xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2016 và Minitab 16.2 (Minitab Inc., Stage College, Pennsylvania, PA, USA) theo bố trí thí nghiệm hoàn toàn ngẫu nhiên 1 yếu tố. Các giá trị định lượng ( $\bar{X} \pm SD$ ) được so sánh bằng phương pháp phân tích phương sai (One-way ANOVA) theo sau bằng trắc nghiệm Tukey với khác biệt có ý nghĩa khi  $P < 0,05$ . Hệ số tương quan (r) từ mô hình tương quan Pearson được áp dụng để nói lên sự tương quan giữa hai biến số.

## 3. Kết Quả và Thảo Luận

### 3.1. Các thông số tiểu khí hậu tại các thời điểm khác nhau trong ngày

**Bảng 1.** Sự thay đổi nhiệt độ, ẩm độ và chỉ số nhiệt ẩm (THI) tại các thời điểm đo giữa các khu chuồng nuôi

| Nhóm bò                         | Số thời điểm khác nhau trong ngày: |                            |                            |                            |                           | P                                  |
|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------------|
|                                 | 7 giờ                              | 9 giờ                      | 11 giờ                     | 13 giờ                     | 15 giờ                    | 17 giờ                             |
| Năng suất sữa cao khu 1 (78 bò) |                                    |                            |                            |                            |                           |                                    |
| Nhiệt độ (°C)                   | 24,04 ± 1,06 <sup>c</sup>          | 26,04 ± 1,45 <sup>b</sup>  | 27,78 ± 1,97 <sup>a</sup>  | 28,03 ± 1,76 <sup>a</sup>  | 28,31 ± 1,92 <sup>a</sup> | 26,25 ± 1,85 <sup>b</sup> < 0,001  |
| Ẩm độ (%)                       | 90,45 ± 3,89 <sup>a</sup>          | 84,11 ± 12,11 <sup>b</sup> | 77,85 ± 8,28 <sup>c</sup>  | 76,88 ± 7,60 <sup>c</sup>  | 75,84 ± 8,63 <sup>c</sup> | 82,06 ± 7,68 <sup>b</sup> < 0,001  |
| THI                             | 74,52 ± 1,34 <sup>c</sup>          | 76,98 ± 1,76 <sup>b</sup>  | 79,04 ± 2,26 <sup>a</sup>  | 79,36 ± 1,93 <sup>a</sup>  | 79,73 ± 1,93 <sup>a</sup> | 76,93 ± 2,19 <sup>b</sup> < 0,001  |
| Sau sinh khu 1 (57 bò)          |                                    |                            |                            |                            |                           |                                    |
| Nhiệt độ (°C)                   | 23,91 ± 0,87 <sup>e</sup>          | 25,98 ± 1,57 <sup>d</sup>  | 27,66 ± 1,96 <sup>bc</sup> | 28,37 ± 2,42 <sup>ab</sup> | 29,08 ± 4,17 <sup>a</sup> | 26,48 ± 1,93 <sup>cd</sup> < 0,001 |
| Ẩm độ (%)                       | 91,00 ± 3,45 <sup>a</sup>          | 84,25 ± 6,83 <sup>b</sup>  | 78,34 ± 9,36 <sup>cd</sup> | 76,94 ± 8,55 <sup>cd</sup> | 75,54 ± 8,8 <sup>d</sup>  | 80,83 ± 7,83 <sup>bc</sup> < 0,001 |
| THI                             | 74,11 ± 1,66 <sup>c</sup>          | 76,87 ± 1,89 <sup>b</sup>  | 78,84 ± 2,14 <sup>a</sup>  | 79,36 ± 1,98 <sup>a</sup>  | 79,87 ± 2,09 <sup>a</sup> | 76,91 ± 2,73 <sup>b</sup> < 0,001  |
| Năng suất sữa cao khu 2 (58 bò) |                                    |                            |                            |                            |                           |                                    |
| Nhiệt độ (°C)                   | 24,50 ± 0,97 <sup>e</sup>          | 26,10 ± 1,35 <sup>d</sup>  | 27,92 ± 2,04 <sup>b</sup>  | 28,34 ± 1,90 <sup>ab</sup> | 28,72 ± 2,04 <sup>a</sup> | 27,10 ± 1,82 <sup>c</sup> < 0,001  |
| Ẩm độ (%)                       | 86,57 ± 4,74 <sup>a</sup>          | 84,13 ± 7,21 <sup>b</sup>  | 74,32 ± 9,11 <sup>cd</sup> | 72,71 ± 9,10 <sup>d</sup>  | 71,49 ± 9,84 <sup>d</sup> | 77,07 ± 9,18 <sup>c</sup> < 0,001  |
| THI                             | 74,68 ± 1,25 <sup>e</sup>          | 76,69 ± 1,59 <sup>d</sup>  | 78,47 ± 1,94 <sup>bc</sup> | 78,01 ± 1,83 <sup>ab</sup> | 79,54 ± 1,93 <sup>a</sup> | 77,67 ± 1,99 <sup>c</sup> < 0,001  |
| Sau sinh khu 2 (58 bò)          |                                    |                            |                            |                            |                           |                                    |
| Nhiệt độ (°C)                   | 24,56 ± 1,25 <sup>d</sup>          | 26,24 ± 1,69 <sup>c</sup>  | 27,79 ± 2,32 <sup>ab</sup> | 28,40 ± 2,24 <sup>a</sup>  | 28,76 ± 2,43 <sup>a</sup> | 26,76 ± 2,17 <sup>bc</sup> < 0,001 |
| Ẩm độ (%)                       | 86,96 ± 5,87 <sup>a</sup>          | 80,95 ± 8,11 <sup>b</sup>  | 74,43 ± 11,1 <sup>cd</sup> | 72,36 ± 10,50 <sup>d</sup> | 71,6 ± 11,41 <sup>d</sup> | 78,36 ± 8,93 <sup>bc</sup> < 0,001 |
| THI                             | 74,85 ± 1,64 <sup>d</sup>          | 76,90 ± 1,94 <sup>c</sup>  | 78,42 ± 2,28 <sup>b</sup>  | 79,15 ± 2,16 <sup>ab</sup> | 79,66 ± 2,32 <sup>a</sup> | 77,15 ± 2,28 <sup>c</sup> < 0,001  |
| Tính chung (251 bò)             |                                    |                            |                            |                            |                           |                                    |
| Nhiệt độ (°C)                   | 24,23 ± 0,75 <sup>d</sup>          | 26,12 ± 1,36 <sup>c</sup>  | 27,75 ± 1,76 <sup>b</sup>  | 28,21 ± 1,65 <sup>ab</sup> | 28,58 ± 1,80 <sup>a</sup> | 26,62 ± 1,35 <sup>c</sup> < 0,001  |
| Ẩm độ (%)                       | 88,63 ± 3,52 <sup>a</sup>          | 82,69 ± 6,20 <sup>b</sup>  | 76,11 ± 8,12 <sup>c</sup>  | 74,7 ± 7,66 <sup>c</sup>   | 73,70 ± 8,08 <sup>c</sup> | 79,63 ± 5,99 <sup>b</sup> < 0,001  |
| THI                             | 74,49 ± 1,02 <sup>d</sup>          | 76,79 ± 1,47 <sup>c</sup>  | 78,60 ± 1,82 <sup>b</sup>  | 79,11 ± 1,7 <sup>ab</sup>  | 79,55 ± 1,71 <sup>a</sup> | 77,16 ± 1,52 <sup>c</sup> < 0,001  |

Các chữ cái khác nhau ở cùng hàng của mỗi tiêu cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa ( $P < 0,001$ ).

Nhiệt độ chuồng nuôi của 4 nhóm bò tại các thời điểm khác nhau trong ngày ở các khu chuồng nuôi là khác nhau, trung bình của các khu chuồng nuôi này đạt mức cao nhất là lúc 15 giờ (28,69°C), kể đến lúc 13 giờ (28,26°C), 11 giờ (27,78°C), 17 giờ (26,61°C), 9 giờ (25,62), và thấp nhất lúc 7 giờ (24,23°C) ( $P < 0,001$ ; Bảng 1). Ẩm độ trung bình của các khu chuồng nuôi cao nhất ở thời điểm 7 giờ (89,58%), kể đến là 9 giờ (83,41%), 17 giờ (79,79%), 11 giờ (76,37%), 13 giờ (74,9%) và thấp nhất là 15 giờ (73,8%) ( $P < 0,001$ ). Chỉ số THI trung bình của các khu chuồng nuôi cao nhất ở thời điểm 15 giờ (79,7), kể đến là 13 giờ (79,11), 11 giờ (78,85), 17 giờ (77,14), 9 giờ (76,87) và thấp nhất là 7 giờ (74,54) ( $P < 0,001$ ). Kết quả nghiên cứu này tương đương với kết quả ghi nhận của Nguyen (2017) ở trại bò sữa tại tỉnh Gia Lai và thấp hơn của Nguyen & ctv. (2018) ở trại bò sữa tại Thành phố Hồ Chí Minh. Nguyen (2017) đã chỉ ra rằng đàn bò sữa nuôi ở Gia Lai trong tình trạng sốc nhiệt ở thời điểm từ 10 đến 19 giờ với THI từ 73,9 - 80,3 là ngưỡng mà đàn bò trải qua stress nhiệt ở mức nhẹ ( $73 < \text{THI} < 79$ ) và vừa ( $80 < \text{THI} < 89$ ) (Armstrong, 1994). Nguyen và ctv. (2018) đã cho thấy rằng THI ở các thời điểm đánh giá trong ngày biến thiên rất lớn, luôn nằm ở mức khá cao so với khuyến cáo cho bò sữa, nên bò luôn trong

tình trạng bị stress nhiệt nguy hiểm, đặc biệt là ở những thời điểm giờ trưa (từ 11 đến 14 giờ mỗi ngày với THI  $> 80$ ). Khi THI tăng lên trên 72 thì dẫn đến giảm lượng DMI và giảm sản lượng sữa đáng kể (Ravagnolo & Misztal, 2000; West & ctv., 2003; Nguyen & ctv., 2018). Stress nhiệt cũng có thể ảnh hưởng đến hoạt động nhai lại của bò sữa khi RI hàng ngày của bò sữa HF được ghi nhận bị giảm khi mỗi đơn vị THI tăng lên khi trên ngưỡng tới hạn  $\geq 76$  ( $r = -0,32$ ) (Soriani & ctv., 2013).

### 3.2. Năng suất sữa và chỉ số nhai lại ở 4 nhóm bò và giữa 3 ca vắt sữa

Năng suất sữa trung bình mỗi ngày của 4 nhóm bò có sự khác biệt rất lớn, cao nhất là nhóm NSSCK2 (39,55 kg/ngày), kể đến NSSCK1 (37,51 kg/ngày), SSK2 (35,64 kg/ngày) và thấp nhất là SSK1 (30,54 kg/ngày) ( $P < 0,001$ ; Bảng 2). Có thể là do sự khác biệt về nhiệt độ, ẩm độ và THI ở các khu chuồng nuôi vì ngoài yếu tố giống thì THI cũng ảnh hưởng rất lớn đến năng suất sữa (Nguyen và ctv., 2018). Như vậy, năng suất sữa trung bình đã cải thiện rất nhiều ở chăn nuôi trang trại lớn so với trước đây ở chăn nuôi bò sữa ở nông hộ tại Củ Chi và Hóc Môn là 11,99 kg/ngày đã được khảo sát năm 2017 (Nguyen và ctv., 2017).

**Bảng 2.** Sự khác biệt về năng suất sữa, chỉ số nhai lại và vật chất khô tiêu thụ của 4 nhóm bò

| Nhóm bò/Chỉ tiêu            | NSSCK1                          | NSSCK2                          | SSK1                            | SSK2                            | <i>P</i>  |
|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------|
| n (bò)                      | 78                              | 57                              | 58                              | 58                              |           |
| Năng suất sữa (kg/ngày)     | 37,51 <sup>a</sup> $\pm$ 1,27   | 39,55 <sup>b</sup> $\pm$ 1,36   | 30,54 <sup>d</sup> $\pm$ 2,95   | 35,64 <sup>c</sup> $\pm$ 1,89   | $< 0,001$ |
| Chỉ số nhai lại (phút/ngày) | 475,37 <sup>c</sup> $\pm$ 13,84 | 519,50 <sup>a</sup> $\pm$ 15,03 | 451,59 <sup>d</sup> $\pm$ 27,72 | 485,47 <sup>b</sup> $\pm$ 16,27 | $< 0,001$ |
| DMI (kg/ngày)               | 21,76 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,73  | 22,05 <sup>a</sup> $\pm$ 1,07   | 18,29 <sup>c</sup> $\pm$ 1,09   | 18,72 <sup>c</sup> $\pm$ 1,29   | $< 0,001$ |

Các chữ cái khác nhau ở cùng một hàng cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa ( $P < 0,001$ ). NSSCK1, Năng suất sữa cao khu 1; NSSCK2, Năng suất sữa cao khu 2; SSK1, Sau sinh khu 1; SSK2, Sau sinh khu 2; DMI, Vật chất khô tiêu thụ.

Chỉ số nhai lại trung bình mỗi ngày của 4 nhóm bò cũng có sự khác biệt rất lớn, cao nhất là nhóm NSSCK2 (519,5 phút/ngày), tiếp đến là NSSCK1 (475,37 phút/ngày), SSK2 (482,23 phút/ngày) và thấp nhất là SSK1 (451,59 phút/ngày) ( $P < 0,001$ ; Bảng 2). Soriani và ctv. (2012), Paudyal (2021) đã báo cáo rằng thời gian nhai lại trung bình ở bò sữa không bị bệnh và stress được ước tính khoảng 463 phút/ngày, thấp hơn kết quả ghi nhận trong nghiên cứu này có thể là do THI và khẩu phần ăn mỗi ngày.

Lượng DMI trung bình mỗi ngày của 4 nhóm bò cũng có sự khác biệt rất lớn, cao nhất là NSSCK2 (22,05 kg/ngày), kế đến là NSSCK1 (21,76 kg/ngày), SSK2 (18,72 kg/ngày) và thấp nhất là SSK1 (18,29 kg/ngày) ( $P < 0,001$ ; Bảng 2). Hristov & ctv. (2004) đã báo cáo rằng DMI trung bình mỗi ngày của bò sữa đang khai thác sữa là 22,1; tương đương với nhóm NSSCK1 và NSSCK2 trong nghiên cứu nay nhưng cao hơn nhóm SSK1 và SSK2 vì bò sữa sau sinh thường có sức ăn kém nên lượng thức ăn tiêu thụ cũng ở mức thấp.

**Bảng 3.** Sự khác biệt về năng suất sữa của 4 nhóm bò giữa 3 ca vắt sữa

| Ca vắt sữa            | N (bò) | $\bar{X}$ (kg/bò) | SD (kg/bò) | CV (%) | $P$     |
|-----------------------|--------|-------------------|------------|--------|---------|
| Ca 1 (5 - 7 giờ 30)   | 251    | 12,89a            | 3,41       | 26,82  | < 0,001 |
| Ca 2 (13 - 15 giờ 30) | 251    | 11,23b            | 2,99       | 25,73  |         |
| Ca 3 (21 - 23 giờ 30) | 251    | 11,81b            | 3,30       | 28,36  |         |

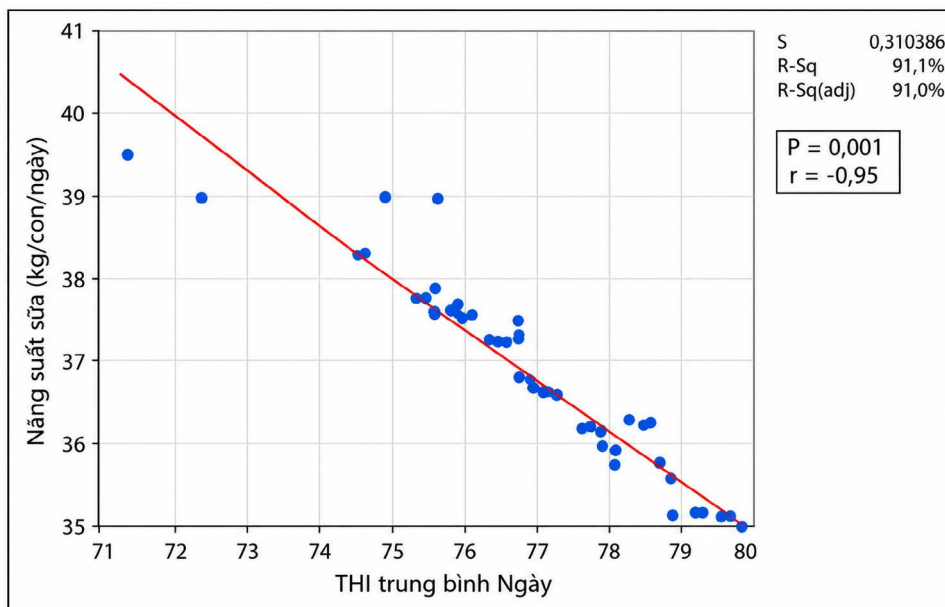
*Chữ cái khác nhau ở cùng một cột cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa ( $P < 0,001$ ).*

Năng suất sữa trung bình của 4 nhóm bò có sự khác biệt rõ rệt ở 3 thời điểm vắt sữa trong ngày, cao nhất là ca 1 (12,89 kg/bò), kế đến là ca 3 (11,81 kg/ca) và thấp nhất là ca 2 (11,23 kg/ca) ( $P < 0,001$ ; Bảng 3). Điều này phù hợp với diễn biến nhiệt độ, ẩm độ và THI trong 1 ngày ở Bảng 1 và kết quả trước đó của Nguyen và ctv. (2018), Wu và ctv. (2022). Wu và ctv. (2022) đã ghi nhận rằng năng suất sữa cao hơn đáng kể ở ca vắt sữa buổi sáng khoảng 2 - 3 kg/bò so với ca vắt sữa buổi chiều ( $P < 0,001$ ), kết quả này tương tự với một nghiên cứu trước đó ở TP HCM cũng cho thấy năng suất sữa ở ca vắt sữa buổi sáng đạt 9,02 kg/bò và chỉ đạt 4,99 kg/bò ở ca vắt sữa buổi chiều ( $P = 0,001$ ) (Nguyen và ctv., 2018). Như vậy, số liệu này khẳng định thêm rằng ngoài yếu tố về giống (HF thuần hay lai) thì các yếu tố khác như giai đoạn trong chu kỳ sữa, ngày cho sữa hay tiêu

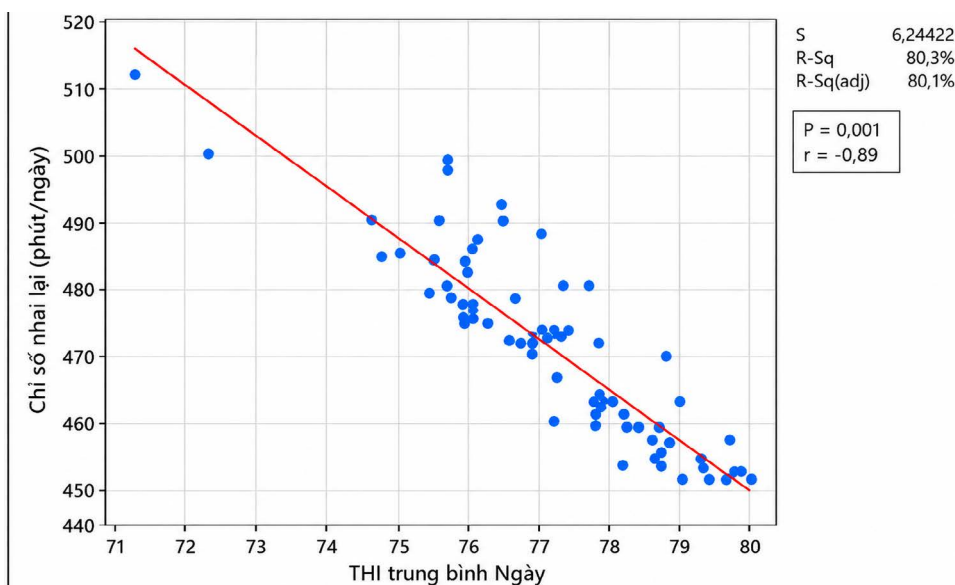
khí hậu chuồng nuôi (THI) cũng ảnh hưởng lớn đến đến năng suất sữa, RI và DMI mỗi ngày.

### 3.3. Mối tương quan giữa THI với năng suất sữa, RI và DMI

Từ mô hình tương quan cho thấy THI có tương quan nghịch rất chặt chẽ ( $r = -0,95$ ;  $P < 0,01$ ; Hình 1) với năng suất sữa, và phương trình năng suất sữa =  $84,48 - 0,6176 \text{ THI}$ . Nguyen & ctv. (2018) cũng đã cho thấy mối tương quan nghịch rất chặt chẽ giữa THI và năng suất sữa với  $r = -0,92$ . Nghĩa là khi THI tăng thì sản lượng sữa giảm, phù hợp với kết quả của West và ctv. (2003) cũng ghi nhận rằng sản lượng sữa giảm 0,41 kg/ngày với mỗi điểm THI tăng lên từ 69 và của Ravagnolo & Misztal (2000) với mỗi đơn vị THI tăng lên khi THI lớn hơn 72 thì năng suất sữa giảm 0,2 kg/ngày.



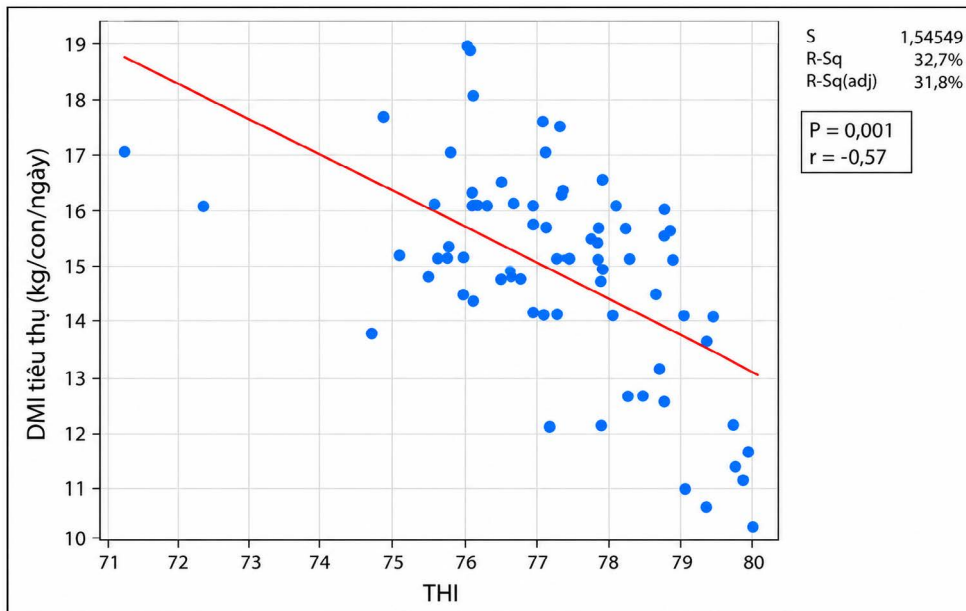
**Hình 1.** Tương quan giữa THI và năng suất sữa.



**Hình 2.** Tương quan giữa chỉ số THI và RI.

Kết quả Hình 2 cho thấy đã có sự tương quan nghịch rất chắc chắn ( $r = -0,89$ ;  $P < 0,01$ ) giữa THI và RI với phương trình  $RI = 1.075 - 7,83 \text{ THI}$ . Do đó, khi giá trị THI tăng thì RI giảm, phù hợp

với kết quả của Soriani & ctv. (2013) cho rằng RI hàng ngày giảm khi mỗi đơn vị THI tăng lên từ ngưỡng tới hạn 76 ( $r = -0,32$ ;  $P < 0,05$ ).



**Hình 3.** Tương quan giữa THI và DMI mỗi ngày.

Chỉ số THI có tương quan nghịch rất chặt chẽ ( $r = -0,57$ ;  $P < 0,01$ ; Hình 3) với DMI mỗi ngày của bò, và phương trình DMI mỗi ngày =  $66,44 - 0,67 \text{ THI}$ . Do đó, khi THI tăng thì DMI giảm, phù hợp với kết quả của West & ctv. (2003) khi  $\text{THI} > 72,1$  dẫn đến DMI giảm  $0,45 \text{ kg/ngày}$  cho mỗi đơn vị THI tăng lên là do khi THI tăng lên thì làm cho bò tăng thân nhiệt và tăng stress nhiệt, làm ức chế khả năng thu nhận thức ăn của bò (Nguyen & ctv., 218).

#### 4. Kết Luận

Chỉ số nhiệt ẩm (THI) trong chuồng nuôi ảnh hưởng lớn và có tương quan nghịch chặt chẽ đến năng suất, chỉ số nhai lại và lượng vật chất khô tiêu thụ trung bình mỗi ngày của bò giai đoạn khai thác sữa.

#### Lời Cam Đoan

Nhóm tác giả cam đoan bài báo chưa được công bố trong bất kỳ nghiên cứu nào và không có bất kỳ mâu thuẫn nào giữa các tác giả.

#### Lời Cảm Ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Trường Đại học Nông Lâm TP. HCM và Trang trại Bò sữa Nutimilk đã hỗ trợ thực hiện nghiên cứu.

#### Tài Liệu Tham Khảo (References)

- Ammer, S., Lambertz, C., von Soosten, D., Zimmer, K., Meyer, U., Dänicke, S., & Gauly, M. (2017). Impact of diet composition and temperature-humidity index on water and dry matter intake of high-yielding dairy cows. *Journal Physiology and Animal Nutrition* 102, 103-13. <https://doi.org/10.1111/jpn.12664>.
- Armstrong, D. V. (1994). Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science* 77, 2044-2050. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77149-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77149-6).
- Bohmanova, J., Misztal, I., & Cole, J. B. (2007). Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *Journal of Dairy Science* 90(4), 1947-56. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-513>.

- Brown-Brandl, T. M., Eigenberg, R. A., Nienaber, J. A., & Hahn, G. L. (2005). Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle, Part 1: analyses of indicators. *Biosystems Engineering* 90, 451-62. <https://doi.org/10.1016/J.BIOSYSTEMSENG.2004.12.006>.
- Brügemann, K., Gernand, E., König von Borstel, U., & König, S. (2015). Defining and evaluating heat stress thresholds in different dairy cow production systems. *Archives Animal Breeding* 55, 13-24. <https://doi.org/10.5194/aab-55-13-2012>, 2012.
- Carabaño, M. J., Logar, B., Bormann, J., Minet, J., Vanrobays, M. L., Díaz, C., Tychon, B., Gengler, N., & Hammami, H. (2016). Modeling heat stress under different environmental conditions. *Journal of Dairy Science* 99(5), 3798-3814. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10212>.
- Guo, Y., Li L., Yan S., & Shi, B. (2023). Plant extracts to alleviating heat stress in dairy cows. *Animals* 13(18), 2831. <https://doi.org/10.3390/ani13182831>.
- Hristov, A. N., Price, W. J., & Shafi, B. (2004). A meta-analysis examining the relationship among dietary factors, dry matter intake, and milk and milk protein yield in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 87(7), 2184-2196. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)70039-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70039-9).
- Ingraham, R. H., Gillette, D. D., & Wagner, W. D. (1974). Relation of temperature and humidity to conception rate of Holstein cows in subtropical climate. *Journal of Dairy Science* 57, 476-481. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(74\)84917-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(74)84917-9).
- Nguyen, T. H., Nguyen, V. C., Che, M. T., & Chu, M. T. (2018). Correlation between rumen acids, lameness diseases and milk yield in crossbred HF cows. *Journal of Animal Science and Technology* 89, 79-87.
- Nguyen, T. B. (2017). *Effects of heat stress on some physiological parameters, production, and milk composition of dairy cows raised in Gia Lai province* (Unpublished master's thesis). Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam.
- Nguyen, V. T. T., Nguyen, T. H., & Nguyen, Q. T. (2017). Survey on dairy production situation and occurrence of aflatoxin B1 in feeds and aflatoxin M1 in milk at dairy farms in Ho Chi Minh city. In Do, V. A. K., Nguyen, T. N. And Nguyen, T. K. K. (Eds.), *National Conference on Animal and Veterinary Sciences* (276-282). Can Tho University, Vietnam: Agricultural Publishing House.
- Paudyal, S. (2021). Using rumination time to manage health and reproduction in dairy cattle. *Veterinary Quarterly Bioscience* 41(1), 292-300. <https://doi.org/10.1080/01652176.2021.1987581>.
- Ravagnolo, O., & Misztal, I. (2000). Genetic component of heat stress in dairy cattle, parameter estimation. *Journal of Dairy Science* 83, 2126-2130. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75095-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75095-8).
- Soriani, N., Panella, G., & Calamari, L. (2014). Rumination time during the summer season and its relationships with metabolic conditions and milk production. *Journal of Dairy Science* 97(5), 2700-2705. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6620>.
- West, J. W., Mullinix, B. G., & Bernard, J. K. (2003). Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86(1), 232-242. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73602-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73602-9).
- Wu, X. L., Wiggans, G. R., Norman, H. D., Miles, A. M., Tassell, V. C. P., Baldwin, R. L., Burchard, J., & Dürr, J. (2022). Statistical methods revisited for estimating daily milk yields: How well do they work? *Frontiers in Genetics* 10(13), 943705. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.943705>.
- Yang, Y., Ye, B., & Liu, H. Y. (2010). Occurrence, danger, prevention and treatment of heat stress in dairy cattle. *China Cattle Science* 36, 63-66.

A retrospective study examining the use of machine learning models to diagnose chronic kidney disease in cats, utilizing hematological and blood biochemistry data

Dao H. Dang<sup>1\*</sup>, Chanh D. Tran<sup>1</sup>, & Binh T. Tran<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Veterinary Medicine, HUTECH University, Vietnam

<sup>2</sup>Department of Biochemistry, Faculty of Medicine, Ho Chi Minh City Medicine and Pharmacy University, Vietnam

| ARTICLE INFO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ABSTRACT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Research Paper</b></p> <p>Received: August 12, 2025<br/>Revised: September 24, 2025<br/>Accepted: October 01, 2025</p> <p><b>Keywords</b></p> <p>Blood biochemistry<br/>Cats<br/>Creatinine<br/>Kidney<br/>Machine learning</p> <p><b>*Corresponding author</b></p> <p>Dang Hoang Dao<br/>Email:<br/>dh.dao@hutech.edu.vn</p> | <p>The study was conducted from February 2025 to August 2025 at veterinary clinics in Ho Chi Minh City, Vietnam. This retrospective study analyzed hematological and blood biochemistry data from 60 cats (30 healthy and 30 with chronic kidney disease-CKD) to evaluate the efficacy of machine learning (ML) models in diagnosing CKD and identifying biomarkers. Parameters included red blood cell count (RBC), hemoglobin (HGB), hematocrit (HCT), white blood cell count (WBC), neutrophil count (Neu#), eosinophil count (Eos#), lymphocyte count (Lym#), monocyte count (Mon#), platelet count (PLT), alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), blood urea nitrogen (BUN), creatinine (Crea), total protein (TP), albumin (ALB), and glucose (GLU). Data were preprocessed and split into 80% training and 20% testing sets. Seven ML models [Logistic Regression, K-Nearest Neighbors (KNN), Decision Tree, Random Forest, Gradient Boosting, Support Vector Machine (SVM), and Naive Bayes] were assessed using accuracy, sensitivity, specificity, F1-score, and area under the curve (AUC). The SVM, Logistic Regression, and KNN achieved 92% accuracy, with SVM yielding the highest AUC (0.98). Decision Tree, Random Forest, and Naive Bayes performed less effectively (75 - 83%), often producing false positives. Creatinine was the most influential biomarker (importance score: 1,178), followed by Mon#, AST, Neu#, and WBC. The Crea, WBC, Neu#, ALT, and AST showed significant differences (<math>P &lt; 0.01</math>) between healthy and CKD cats. In brief, ML, particularly SVM, holds promise for supporting the early diagnosis of CKD and enhancing clinical decision-making.</p> |

**Cited as:** Dang, D. H., Tran, C. D., & Tran, B. T. (2026). A retrospective study examining the use of machine learning models to diagnose chronic kidney disease in cats, utilizing hematological and blood biochemistry data. *The Journal of Agriculture and Development* 25(4), 59-73.

Nghiên cứu hồi cứu về ứng dụng mô hình học máy trong chẩn đoán bệnh thận mãn tính ở mèo dựa trên dữ liệu sinh lý và sinh hóa máu

Đặng Hoàng Đạo<sup>1\*</sup>, Trần Đình Chánh<sup>1</sup> & Trần Thanh Bình<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Thú Y, Trường Đại Học Công Nghệ TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

<sup>2</sup>Bộ Môn Hóa Sinh, Khoa Y, Đại Học Y Dược TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

| THÔNG TIN BÀI BÁO                                                                                                                                                                                                                                                                         | TÓM TẮT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bài báo khoa học</b><br><br>Ngày nhận: 12/08/2025<br>Ngày chỉnh sửa: 24/09/2025<br>Ngày chấp nhận: 01/10/2025<br><br><b>Từ khóa</b><br><br>Creatinine<br>Học máy<br>Mèo<br>Sinh hóa máu<br>Thận<br><br><b>*Tác giả liên hệ</b><br><br>Đặng Hoàng Đạo<br>Email:<br>dh.dao@hutech.edu.vn | <p>Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 2/2025 đến 8/2025, tại các phòng khám thú y ở Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam. Nghiên cứu hồi cứu phân tích dữ liệu sinh lý và sinh hóa máu của 60 mèo [30 khỏe mạnh và 30 mắc bệnh thận mãn tính (CKD)] để đánh giá hiệu quả học máy (ML) trong chẩn đoán CKD và xác định chỉ số sinh học. Các chỉ số gồm hồng cầu (RBC), Hemoglobin (HGB), hematocrit (HCT), bạch cầu (WBC), bạch cầu trung tính (Neu#), bạch cầu ưa axit (Eos#), tế bào lympho (Lym#), bạch cầu đơn nhân (Mon#), tiểu cầu (PLT), alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), ni-tơ trong urea huyết (BUN), Creatinine (Crea), protein tổng số (TP), albumin (ALB) và glucose (GLU). Dữ liệu được tiền xử lý, chia 80% huấn luyện và 20% kiểm tra. Bảy mô hình ML [Logistic Regression, K-Nearest Neighbors (KNN), Decision Tree, Random Forest, Gradient Boosting, Support Vector Machine (SVM), Naive Bayes] được đánh giá qua độ chính xác, độ nhạy, độ đặc hiệu, F1-score và diện tích dưới đường cong (AUC). Mô hình SVM, Logistic Regression, KNN đạt độ chính xác 92%, với SVM có AUC cao nhất (0,98). Decision Tree, Random Forest, Naive Bayes kém hơn (75 - 83%), dễ tạo dương tính giả. Creatinine là chỉ số quan trọng nhất (hệ số ảnh hưởng: 1.178), tiếp theo là Mon#, AST, Neu#, WBC. Các chỉ tiêu Crea, WBC, Neu#, ALT và AST khác biệt đáng kể (<math>P &lt; 0,01</math>) giữa mèo khỏe và mèo bệnh. Tóm lại, ML, đặc biệt SVM, hứa hẹn hỗ trợ chẩn đoán sớm CKD, nâng cao quyết định lâm sàng.</p> |

1. Đặt Vấn Đề

Bệnh thận mãn tính (CKD) là một bệnh lý phổ biến ở mèo, đặc biệt ở mèo cao tuổi, với tỷ lệ mắc lên đến 30 - 50% ở mèo trên 15 tuổi (Bartges, 2012). CKD ở mèo gây suy giảm tình trạng sức

khỏe tổng thể và làm rối loạn nhiều chỉ tiêu sinh lý và sinh hóa máu, bao gồm creatinine, urê, phosphate, canxi, cùng với các chỉ số huyết học liên quan đến tình trạng thiếu máu (Chakrabarti & ctv., 2013; Hokamp & Nabity, 2016). Tuy nhiên, những biến đổi này thường diễn ra âm thầm và

chỉ rõ rệt ở giai đoạn muộn, hạn chế khả năng chẩn đoán sớm bằng phương pháp truyền thống (Elliott & Barber, 1998; Sparkes & ctv., 2016).

Trong những năm gần đây, học máy (ML) đã trở thành công cụ tiềm năng trong y học thú y, cho phép phân tích lượng lớn dữ liệu lâm sàng để phát hiện các mẫu đặc trưng của bệnh (Banzato & ctv., 2018; Bradley & ctv., 2019). Các thuật toán như Random Forest, Support Vector Machine (SVM) và Gradient Boosting đã chứng minh hiệu quả trong phân loại và dự đoán tiến triển CKD ở mèo (Bradley & ctv., 2019; Biourge & ctv., 2020). ML không chỉ phân biệt mèo khỏe mạnh và mèo mắc CKD mà còn xác định các chỉ số sinh học quan trọng, hỗ trợ chẩn đoán sớm và tiên lượng bệnh (Vanden & ctv., 2025). Tuy vậy, hạn chế về bộ dữ liệu lớn và tính biến thiên sinh học giữa các cá thể vẫn là thách thức (Beam & Kohane, 2018; Esteva & ctv., 2019). Do đó, nghiên cứu này nhằm áp dụng ML để chẩn đoán CKD và xác định những chỉ số sinh lý, sinh hóa máu thay đổi rõ nhất, hướng tới phát triển hệ thống hỗ trợ ra quyết định lâm sàng chính xác và hiệu quả.

## 2. Vật Liệu và Phương Pháp Nghiên Cứu

### 2.1. Thời gian và địa điểm

Thời gian: Nghiên cứu được tiến hành từ tháng 2 đến 8 năm 2025.

Địa điểm nghiên cứu: Lấy mẫu và thu thập dữ liệu sinh lý, sinh hóa máu mèo tại các phòng khám Thú y khu vực Thành phố Hồ Chí Minh.

### 2.2. Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu được thiết kế theo dạng mô tả - phân tích hồi cứu nhằm ứng dụng các mô hình học máy (Machine Learning) trong chẩn đoán

CKD và xác định các chỉ tiêu sinh lý, sinh hóa máu có ý nghĩa đặc trưng cho bệnh lý này.

Dữ liệu được thu thập từ hồ sơ xét nghiệm máu của mèo khỏe mạnh và mèo mắc bệnh thận đã được chẩn đoán xác định bằng phương pháp lâm sàng và cận lâm sàng tại các phòng khám Thú y khu vực Thành phố Hồ Chí Minh.

### 2.3. Đối tượng khảo sát

Đối tượng: Tất cả các thể mèo có độ tuổi dưới 6 tháng tuổi, từ 6 tháng tuổi đến 2 năm tuổi và trên 2 năm tuổi; về giới tính cả đực và cái; phương thức nuôi bao gồm nuôi nhốt và nuôi thả; giống mèo ghi nhận cả nội và ngoại đến khám và kiểm tra sức khỏe tại các phòng khám.

Tiêu chuẩn chọn mẫu gồm: Nhóm mèo khỏe - không có dấu hiệu lâm sàng, xét nghiệm sinh lý sinh và sinh hóa máu trong giới hạn tham chiếu và không có tiền sử bệnh thận; nhóm mèo bệnh CKD - được chẩn đoán xác định bởi bác sĩ thú y dựa trên triệu chứng lâm sàng như chán ăn, sụt cân, đa niệu, mất nước; về cận lâm sàng urê huyết cao, máu nhiễm toang, thiếu máu và đặc biệt protein niệu dai dẳng (0,2 - 0,4) làm gia tăng tốc độ tiến triển CKD do tăng áp lực cầu thận (Lees & ctv., 2005). Tiêu chuẩn loại trừ: mẫu thiếu > 30% dữ liệu hoặc mèo mắc bệnh hệ thống khác (viêm nhiễm nặng, bệnh gan mạn, bệnh chuyển hóa).

### 2.4. Biến số nghiên cứu

Nghiên cứu này tiến hành phân tích các chỉ tiêu huyết học bao gồm Red Blood Cell count (RBC), Hemoglobin (HGB), Hematocrit (HCT), White Blood Cell count (WBC), Neutrophil count (Neu#), Eosinophil count (Eos#), Lymphocyte count (Lym#), Monocyte count (Mon#) và Platelet count (PLT). Đồng thời, các

chỉ tiêu sinh hóa cũng được đánh giá bao gồm Alanine Aminotransferase (ALT), Aspartate Aminotransferase (AST), Blood Urea Nitrogen (BUN), Creatinine (Crea), Total Protein (TP), Albumin (ALB) và Glucose (GLU).

Biến mục tiêu (Label) được xác định dựa trên chẩn đoán lâm sàng: 0 = mèo khỏe, 1 = mèo bị bệnh thận mãn.

## 2.5. Tiền xử lý và làm sạch dữ liệu

Dữ liệu được xử lý bằng cách chuẩn hóa tên biến (loại bỏ khoảng trắng, ký tự đặc biệt, chú thích), kiểm tra và xử lý giá trị thiếu (tỷ lệ < 5% thay bằng trung vị, > 30% loại bỏ mẫu), mã hóa nhãn thành dạng nhị phân (0 = khỏe, 1 = bệnh), và chuẩn hóa các biến bằng StandardScaler để đưa về thang đo z-score, hỗ trợ tối ưu cho các mô hình nhảy với khoảng cách.

## 2.6. Chia tập dữ liệu

Tập dữ liệu gồm 60 mẫu (30 mèo khỏe và 30 mèo bệnh thận), được chia theo tỷ lệ 80% tập

huấn luyện (48 mẫu) và 20% tập kiểm tra (12 mẫu) bằng phương pháp train-test split để giữ nguyên tỉ lệ lớp (Han & ctv., 2022). Quá trình chia ngẫu nhiên được cố định (random\_state = 48) nhằm đảm bảo tái lập. Trên tập huấn luyện, áp dụng k-fold cross-validation (k = 5) để kiểm soát overfitting và đánh giá độ ổn định của mô hình.

## 2.7. Xử lý dữ liệu

Dữ liệu được quản lý bằng Microsoft Excel và phân tích bằng phần mềm Python. Quá trình huấn luyện mô hình học máy được thực hiện với các thuật toán bao gồm: Logistic Regression, K-Nearest Neighbors (KNN), Decision Tree và Random Forest, Gradient Boosting, Support Vector Machine (SVM), và Naive Bayes. Dùng t-test để so sánh các chỉ tiêu sinh lý sinh hóa của 2 nhóm biến độc lập (nhóm mèo khỏe và mèo bệnh).

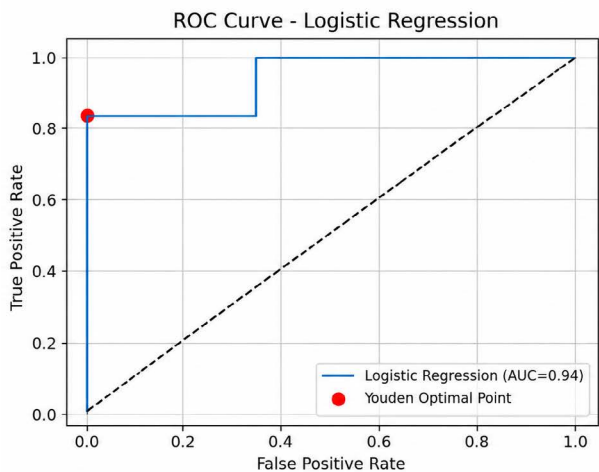
## 3. Kết Quả và Thảo Luận

**Bảng 1.** Kết quả đánh giá mô hình Logistic Regression trên tập kiểm tra

| Đặc tính              | Độ chính xác | Độ nhớ | Điểm F1 | Tập kiểm tra |
|-----------------------|--------------|--------|---------|--------------|
| Mèo khỏe              | 0,86         | 1,00   | 0,92    | 6,0          |
| Mèo bệnh              | 1,00         | 0,83   | 0,91    | 6,0          |
| Độ chính xác tổng thể |              |        | 0,92    | 12,0         |
| Trung bình Macro      | 0,93         | 0,92   | 0,92    | 12,0         |
| Trung bình trọng số   | 0,93         | 0,92   | 0,92    | 12,0         |

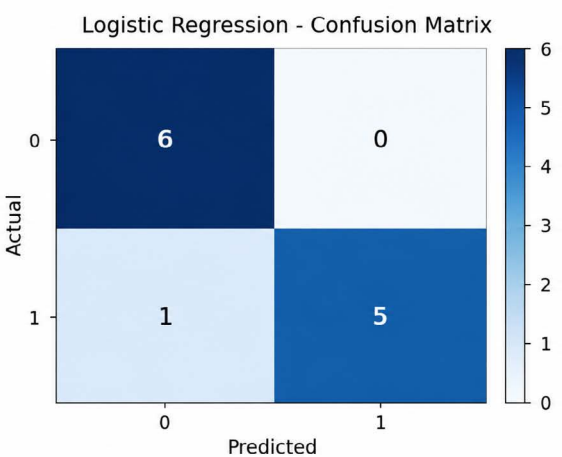
Qua Bảng 1, ta thấy mô hình Logistic Regression đạt độ chính xác tổng thể là 92% trên tập kiểm tra (11/12 mẫu được phân loại đúng). Precision cho nhóm mèo khỏe là 0,86 (6/7 mẫu được dự đoán là khỏe thực sự khỏe), trong khi Precision cho nhóm mèo bệnh là 1,00 (tất cả các mẫu được dự đoán là bệnh đều thực sự bệnh).

Điều này cho thấy mô hình có khả năng phân loại mèo bệnh tốt hơn mèo khỏe. Recall cho nhóm mèo khỏe là 1,00 (tất cả mèo khỏe đều được phân loại đúng), trong khi Recall cho nhóm mèo bệnh là 0,83 (5/6 mèo bệnh được phân loại đúng). F1-score cho cả hai nhóm đều cao (0,92 và 0,91), cho thấy sự cân bằng giữa Precision và Recall.



**Hình 1.** Đường cong ROC (Receiver Operating Characteristic) của mô hình Logistic Regression (Ngưỡng tối ưu (Youden) = 0,8; J = 0,83; Se = 0,83; Spe = 1,0).

Đường cong ROC (Receiver Operating Characteristic) của mô hình Logistic Regression cho thấy khả năng phân biệt tốt giữa mèo khỏe và mèo bệnh, với diện tích dưới đường cong (AUC) là 0,94 (Hình 1). Ngưỡng Youden tối ưu là 0,8; tương ứng với độ nhạy là 0,83 và độ đặc hiệu là 1,0. Điều này có nghĩa là, ở ngưỡng này, mô hình có thể phát hiện 83% số mèo bệnh và



**Hình 2.** Ma trận nhầm lẫn của mô hình Logistic Regression.

loại bỏ hoàn toàn các trường hợp dương tính giả (mèo khỏe bị chẩn đoán nhầm là bệnh).

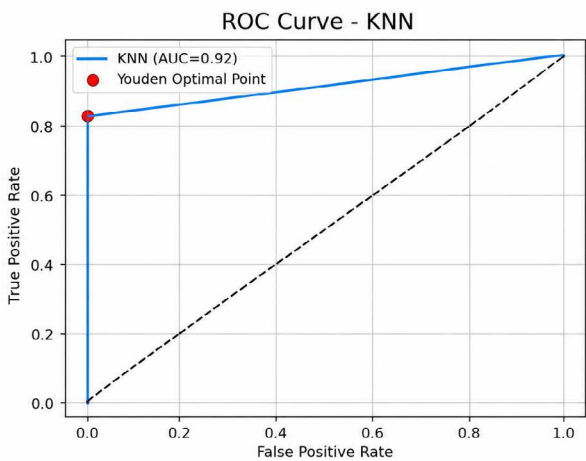
Qua Hình 2, cho thấy ma trận nhầm lẫn cho thấy mô hình Logistic Regression phân loại đúng 6/6 mèo khỏe và 5/6 mèo bệnh. Mèo bệnh bị phân loại nhầm là mèo khỏe. Điều này có thể là do sự tương đồng về các chỉ số sinh lý và sinh hóa máu giữa mèo bệnh ở giai đoạn đầu và mèo khỏe.

**Bảng 2.** Kết quả đánh giá mô hình K-Nearest Neighbors (KNN) trên tập kiểm tra

| Đặc tính              | Độ chính xác | Độ nhớ | Điểm F1 | Tập kiểm tra |
|-----------------------|--------------|--------|---------|--------------|
| Mèo khỏe              | 0,86         | 1,00   | 0,92    | 6,0          |
| Mèo bệnh              | 1,00         | 0,83   | 0,91    | 6,0          |
| Độ chính xác tổng thể |              |        | 0,92    | 12,0         |
| Trung bình Macro      | 0,93         | 0,92   | 0,92    | 12,0         |
| Trung bình trọng số   | 0,93         | 0,92   | 0,92    | 12,0         |

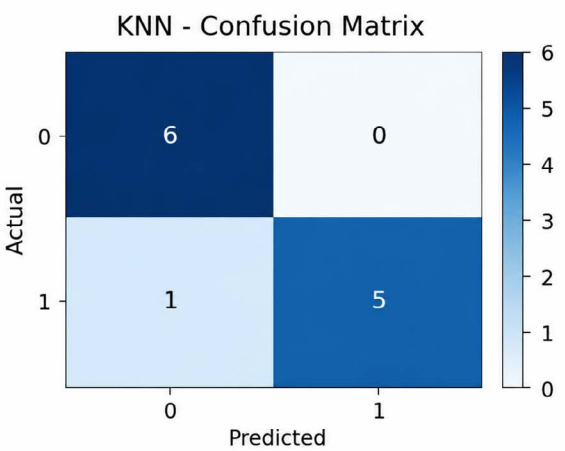
Tương tự như Logistic Regression, mô hình KNN cũng đạt độ chính xác tổng thể cao (92%) trên tập kiểm tra thể hiện qua (Bảng 2). Precision và Recall đều tốt cho cả hai nhóm,

với F1-score tương đương (khoảng 0,91 - 0,92). Điều này cho thấy KNN là một lựa chọn thay thế khả thi cho Logistic Regression trong việc chẩn đoán CKD ở mèo.



**Hình 3.** Đường cong ROC (Receiver Operating Characteristic) của mô hình K-Nearest Neighbors (KNN) (Ngưỡng tối ưu (Youden) = 0,6; J = 0,83; Se = 0,83; Spe = 1,0).

Hình 3 cho thấy đường cong ROC của mô hình KNN có AUC là 0,92, thấp hơn một chút so với Logistic Regression (0,94). Ngưỡng Youden tối ưu là 0,6 với độ nhạy 0,83 và độ đặc hiệu 1,0. Mặc dù, AUC thấp hơn, nhưng KNN vẫn có khả năng phân biệt tốt giữa mèo khỏe và mèo bệnh.



**Hình 4.** Ma trận nhầm lẫn của mô hình K-Nearest Neighbors (KNN).

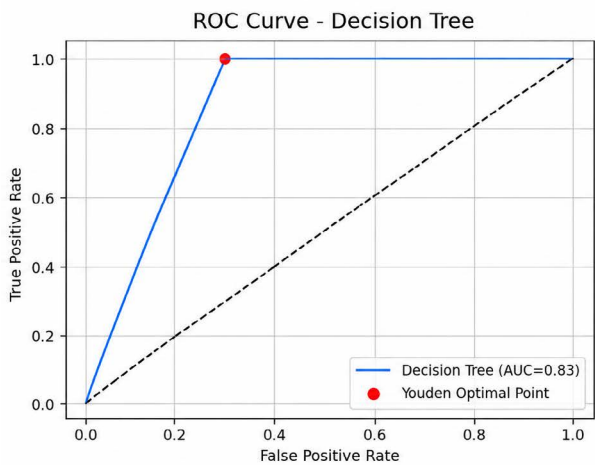
Hình 4 cho thấy ma trận nhầm lẫn của KNN tương tự như Logistic Regression, với một mèo bệnh bị phân loại nhầm là mèo khỏe. Điều này cho thấy cả hai mô hình đều có xu hướng mắc lỗi tương tự.

**Bảng 3.** Kết quả đánh giá mô hình Decision Tree trên tập kiểm tra

| Đặc tính              | Độ chính xác | Độ nhớ | Điểm F1 | Tập kiểm tra |
|-----------------------|--------------|--------|---------|--------------|
| Mèo khỏe              | 1,00         | 0,67   | 0,80    | 6,0          |
| Mèo bệnh              | 0,75         | 1,00   | 0,86    | 6,0          |
| Độ chính xác tổng thể |              |        | 0,83    | 12,0         |
| Trung bình Macro      | 0,88         | 0,83   | 0,83    | 12,0         |
| Trung bình trọng số   | 0,88         | 0,83   | 0,83    | 12,0         |

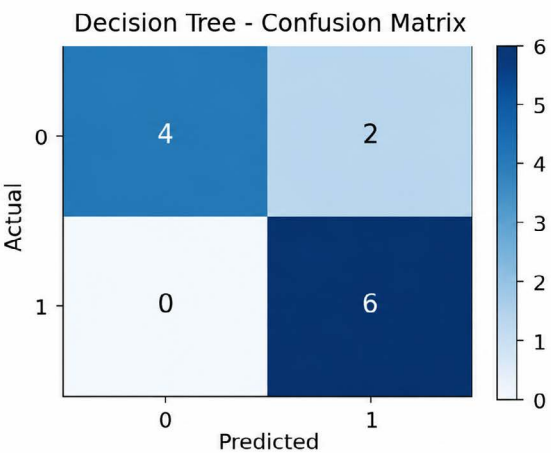
Mô hình Decision Tree có độ chính xác tổng thể thấp hơn (83%) so với Logistic Regression và KNN được trình bày qua (Bảng 3). Mặc dù, Recall cho nhóm mèo bệnh là 1,00 (tất cả mèo bệnh đều được phân loại đúng), nhưng Precision cho

nhóm này chỉ là 0,75 (một số mèo khỏe bị phân loại nhầm là bệnh). Điều này, cho thấy mô hình Decision Tree có xu hướng overfitting và tạo ra nhiều dương tính giả.



**Hình 5.** Đường cong ROC (Receiver Operating Characteristic) của mô hình Decision Tree (Ngưỡng tối ưu (Youden = 1,0; J = 0,67; Se = 1,0; Spe = 0,67).

Hình 5 cho thấy rằng đường cong ROC của mô hình Decision Tree có AUC là 0,83, thấp hơn đáng kể so với Logistic Regression và KNN. Ngưỡng Youden tối ưu là 1,0, với độ nhạy 1,0 và độ đặc hiệu 0,67. Điều này, khẳng định rằng mô hình Decision Tree có thể phát hiện tất cả mèo bệnh, nhưng đồng thời cũng phân loại nhầm nhiều mèo khỏe.



**Hình 6.** Ma trận nhầm lẫn của mô hình Decision Tree.

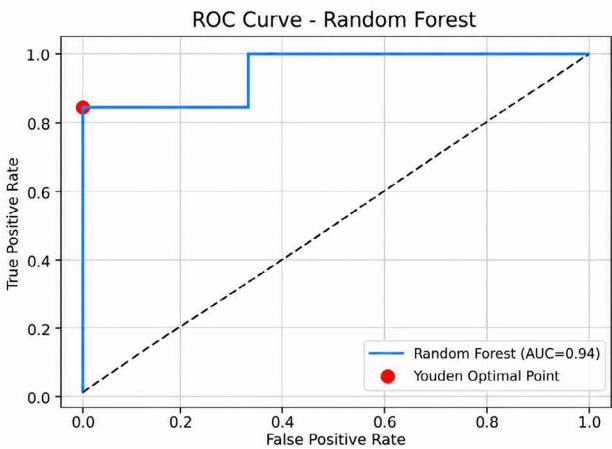
Hình 6 cho thấy ma trận nhầm lẫn của mô hình Decision Tree đã phân loại đúng tất cả mèo bệnh, nhưng lại phân loại nhầm 2 mèo khỏe là bệnh. Điều này khẳng định rằng mô hình Decision Tree có xu hướng tạo ra nhiều dương tính giả.

**Bảng 4.** Kết quả đánh giá mô hình Random Forest trên tập kiểm tra

| Đặc tính              | Độ chính xác | Độ nhớ | Điểm F1 | Tập kiểm tra |
|-----------------------|--------------|--------|---------|--------------|
| Mèo khỏe              | 0,80         | 0,67   | 0,73    | 6,0          |
| Mèo bệnh              | 0,71         | 0,83   | 0,77    | 6,0          |
| Độ chính xác tổng thể |              |        | 0,75    | 12,0         |
| Trung Bình Macro      | 0,76         | 0,75   | 0,75    | 12,0         |
| Trung bình trọng số   | 0,76         | 0,75   | 0,75    | 12,0         |

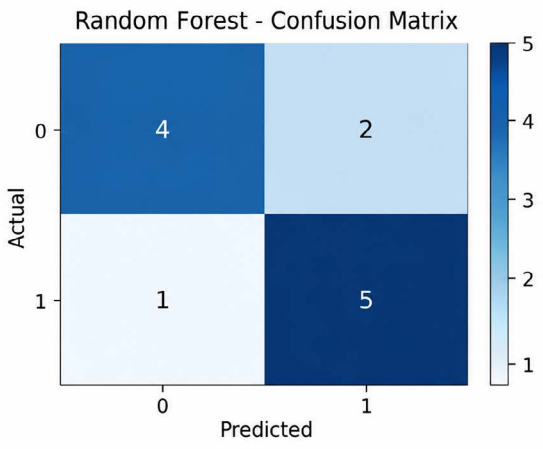
Tương tự như mô hình Decision Tree, mô hình Random Forest cũng có độ chính xác tổng thể tương đối thấp (75%) được trình bày qua

(Bảng 4). Precision và Recall đều không cao, cho thấy mô hình không hoạt động tốt trên tập dữ liệu này.



**Hình 7.** Đường cong ROC (Receiver Operating Characteristic) của mô hình Random Forest (Ngưỡng tối ưu (Youden) = 0,88; J = 0,83; Se = 0,83; Spe = 1,0).

Hình 7 cho thấy đường cong ROC của Random Forest có AUC là 0,94; cao hơn Decision Tree nhưng vẫn thấp hơn Logistic Regression và KNN. Điều này, cũng cho thấy rằng mô hình Random Forest có khả năng phân biệt giữa mèo khỏe và



**Hình 8.** Ma trận nhầm lẫn của mô hình Random Forest.

mèo bệnh tốt hơn mô hình Decision Tree, nhưng vẫn không hiệu quả bằng các mô hình tuyến tính.

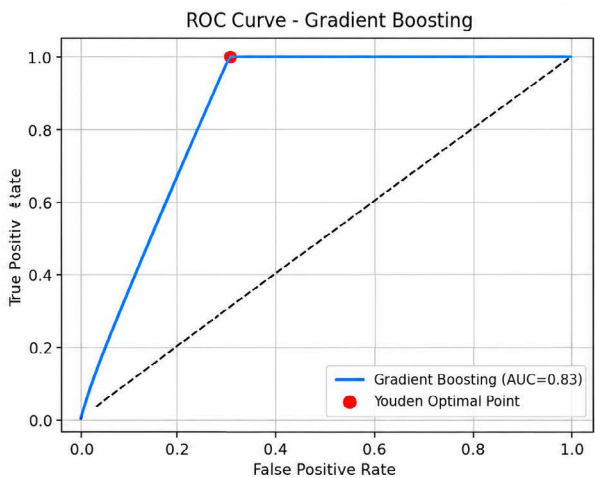
Hình 8 cho thấy ma trận nhầm lẫn của Random Forest mô hình phân loại nhầm cả mèo khỏe và mèo bệnh, cho thấy hiệu suất không ổn định.

**Bảng 5.** Kết quả đánh giá mô hình Gradient Boosting trên tập kiểm tra

| Đặc tính              | Độ chính xác | Độ nhớ | Điểm F1 | Tập kiểm tra |
|-----------------------|--------------|--------|---------|--------------|
| Mèo khỏe              | 1,00         | 0,67   | 0,80    | 6,0          |
| Mèo bệnh              | 0,75         | 1,00   | 0,86    | 6,0          |
| Độ chính xác tổng thể |              |        | 0,83    | 12,0         |
| Trung bình Macro      | 0,88         | 0,83   | 0,83    | 12,0         |
| Trung bình trọng số   | 0,88         | 0,83   | 0,83    | 12,0         |

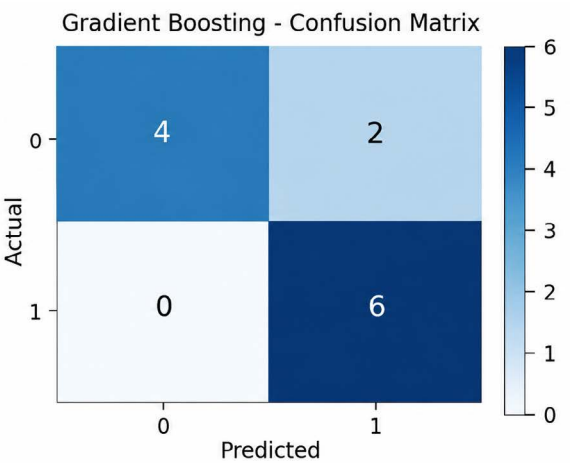
Bảng 5 cho thấy mô hình Gradient Boosting có kết quả tương tự Decision tree, độ chính xác

83%, Recall mèo bệnh 100% nhưng độ chính xác (Precision) của nhóm này chỉ 0,75; cho thấy có tình trạng dương tính giả.



**Hình 9.** Đường cong ROC (Receiver Operating Characteristic) của mô hình Gradient Boosting (Ngưỡng tối ưu (Youden) = 1,0; J = 0,67; Se = 1,0; Spe = 0,67).

Hình 9 cho thấy đường cong ROC của Gradient Boosting có AUC là 0,83, tương tự mô hình Decision Tree. Ngưỡng Youden tối ưu là 1,0, với độ nhạy 1,0 và độ đặc hiệu 0,67. Điều này cho thấy Gradient Boosting tương tự mô hình Decision Tree có thể phát hiện tất cả mèo bệnh, nhưng đồng thời cũng phân loại nhầm nhiều mèo khỏe.



**Hình 10.** Ma trận nhầm lẫn của mô hình Gradient Boosting.

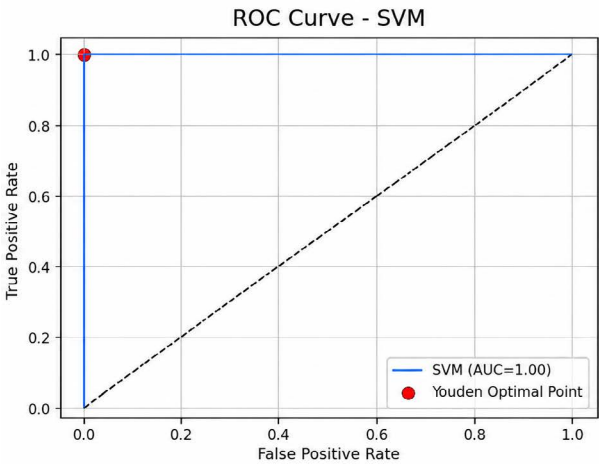
Ma trận nhầm lẫn của Gradient Boosting (Hình 10) cho thấy mô hình phân loại đúng tất cả mèo bệnh, nhưng lại phân loại nhầm 2 mèo khỏe là bệnh. Điều này khẳng định rằng Gradient Boosting có xu hướng tạo ra nhiều dương tính giả.

**Bảng 6.** Kết quả đánh giá mô hình Support Vector Machine (SVM) trên tập kiểm tra

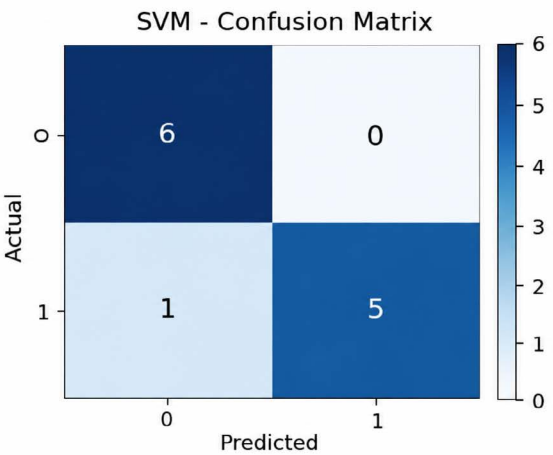
| Đặc tính              | Độ chính xác | Độ nhớ | Điểm F1 | Tập kiểm tra |
|-----------------------|--------------|--------|---------|--------------|
| Mèo khỏe              | 0,86         | 1,00   | 0,92    | 6,0          |
| Mèo bệnh              | 1,00         | 0,83   | 0,91    | 6,0          |
| Độ chính xác tổng thể |              |        | 0,92    | 12,0         |
| Trung bình macro      | 0,93         | 0,92   | 0,92    | 12,0         |
| Trung bình trọng số   | 0,93         | 0,92   | 0,92    | 12,0         |

Qua kết quả Bảng 6 cho thấy mô hình Support Vector Machine (SVM) đạt độ chính xác tổng thể cao (92%) trên tập kiểm tra, tương tự như Logistic Regression và KNN. Precision

và Recall đều tốt cho cả hai nhóm, với F1-score tương đương (khoảng 0,91 - 0,92). Điều này cho thấy SVM là một lựa chọn tốt cho việc chẩn đoán CKD ở mèo.



**Hình 11.** Đường cong ROC (Receiver Operating Characteristic) của mô hình Support Vector Machine (SVM) (Ngưỡng tối ưu (Youden) = 0,4; J = 1,0; Se = 1,0; Spe = 1,0).



**Hình 12.** Ma trận nhầm lẫn của mô hình Support Vector Machine (SVM).

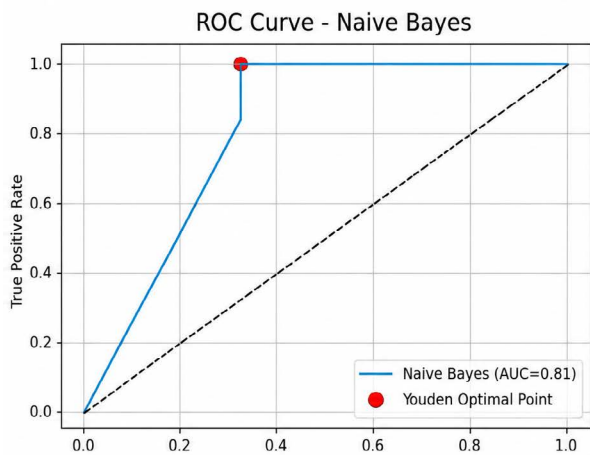
Đường cong ROC của mô hình SVM (Hình 11) có AUC là 1,00, cao nhất trong số các mô hình. Điều này cho thấy SVM có khả năng phân biệt tốt nhất giữa mèo khỏe và mèo bệnh.

Ma trận nhầm lẫn của SVM (Hình 12) tương tự như Logistic Regression và KNN, với 1 mèo bệnh bị phân loại nhầm là mèo khỏe.

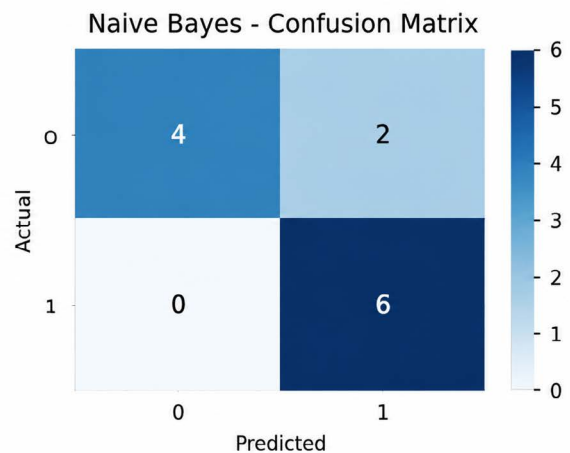
Mô hình Naïve Bayes có độ chính xác tổng thể thấp hơn (83%) so với Logistic Regression, KNN và SVM (Bảng 7). Mặc dù, Recall cho nhóm mèo bệnh là 1,00, nhưng Precision cho nhóm này chỉ là 0,75. Điều này cho thấy Naïve Bayes có xu hướng tạo ra nhiều dương tính giả.

**Bảng 7.** Kết quả đánh giá mô hình Naïve Bayes trên tập kiểm tra

| Đặc tính              | Độ chính xác | Độ nhớ | Điểm F1 | Tập kiểm tra |
|-----------------------|--------------|--------|---------|--------------|
| Mèo khỏe              | 1,00         | 0,67   | 0,80    | 6,0          |
| Mèo bệnh              | 0,75         | 1,00   | 0,86    | 6,0          |
| Độ chính xác tổng thể |              |        | 0,83    | 12,0         |
| Trung bình macro      | 0,88         | 0,83   | 0,83    | 12,0         |
| Trung bình trọng số   | 0,88         | 0,83   | 0,83    | 12,0         |



**Hình 13.** Đường cong ROC (Receiver Operating Characteristic) của mô hình Naïve Bayes (Ngưỡng tối ưu (Youden) = 0,51; J = 0,67; Se = 1,0; Spe = 0,67).

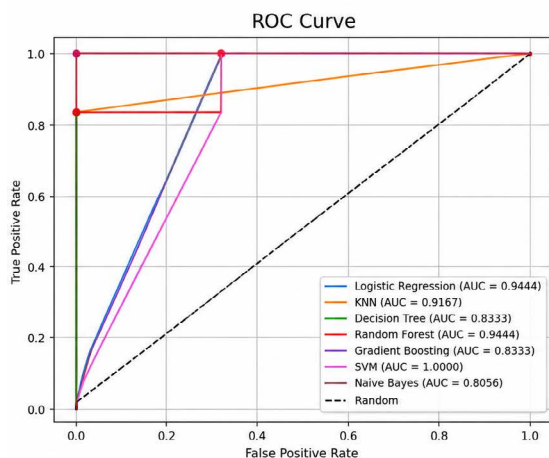


**Hình 14.** Ma trận nhầm lẫn của mô hình Naive Bayes.

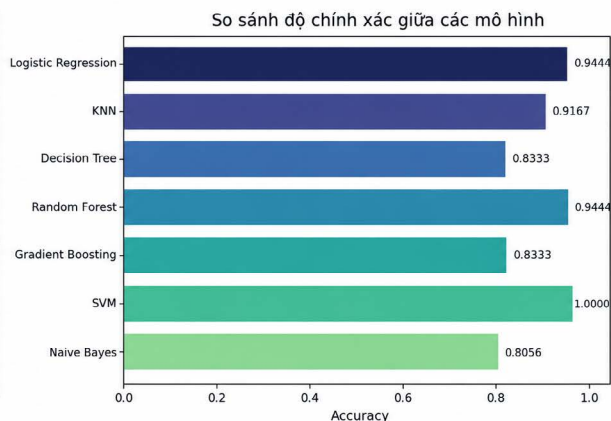
Hình 13 cho thấy đường cong ROC của Naïve Bayes có AUC là 0,81, thấp nhất trong số các mô hình. Điều này, cho thấy mô hình Naïve Bayes có khả năng phân biệt kém nhất giữa mèo khỏe và mèo bệnh. Hình 14 cho thấy ma trận nhầm lẫn của Naïve Bayes đã phân loại nhầm nhiều mèo khỏe là bệnh.

Hình 15 cho thấy Đường cong ROC của SVM đạt AUC = 1,00, vượt trội so với Logistic

Regression (0,94), KNN (0,92), Random Forest (0,94), Decision Tree (0,83), Gradient Boosting (0,83), và Naive Bayes (0,81) trong chẩn đoán CKD ở mèo. SVM tối ưu hóa phân biệt với TPR = 1,0 và FPR = 0,0 (ngưỡng Youden = 1,0), trong khi các mô hình khác bị hạn chế bởi overfitting hoặc giả định không phù hợp (John và ctv., 2010).



**Hình 15.** So sánh đường cong ROC (Receiver Operating Characteristic) của các mô hình.



**Hình 16.** So sánh độ chính xác của các mô hình.

Hình 16 cho thấy SVM cao nhất về mức độ chính xác  $\sim 0,92$ , phù hợp  $AUC = 1,00$  (Hình 15), nhờ tối ưu hóa siêu phẳng (Vapnik, 2013). Logistic Regression và KNN đạt  $\sim 0,92$ , Random Forest và Gradient Boosting  $\sim 0,83 - 0,85$ ,

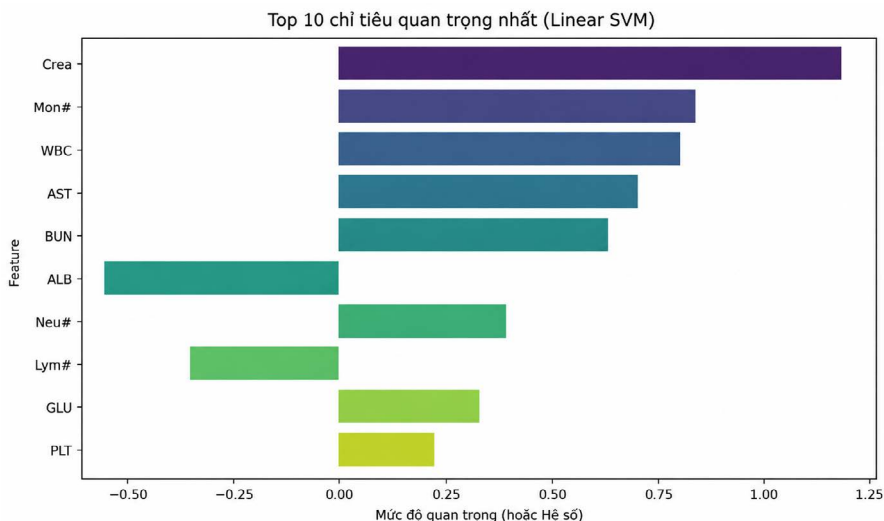
Decision Tree và Naive Bayes  $\sim 0,83$ . SVM tối ưu cho CKD ở mèo (độ chính xác  $\sim 0,92$ ), với Crea, WBC, Neu#, ALT, AST ( $P < 0.01$ ) quan trọng (Chakrabarti & ctv., 2013).

**Bảng 8.** Top 10 chỉ số ảnh hưởng nhất đến dự đoán bệnh thận theo mô hình Support Vector Machine

| Xếp hạng | Chỉ số                           | Hệ số ảnh hưởng |
|----------|----------------------------------|-----------------|
| 1        | Creatinine                       | 1,178           |
| 2        | Bạch cầu đơn nhân (Mon#)         | 0,824           |
| 3        | Bạch cầu (WBC)                   | 0,806           |
| 4        | Aspartate aminotransferase (AST) | 0,716           |
| 5        | Ni-tơ trong ure huyết (BUN)      | 0,646           |
| 6        | Albumin (ALB)                    | -0,527          |
| 7        | Bạch cầu trung tính (Neu#)       | 0,415           |
| 8        | Tế bào lympho (Lym#)             | -0,355          |
| 9        | Glucose (GLU)                    | 0,336           |
| 10       | Tiểu cầu (PLT)                   | 0,222           |

Bảng 8 cho thấy mô hình SVM chỉ ra rằng Crea là hệ số ảnh hưởng lớn nhất đến khả năng dự đoán bệnh thận ở mèo (Hệ số ảnh hưởng = 1,178). Kết quả này hoàn toàn phù hợp với vai trò đã được công nhận rộng rãi của Crea trong đánh giá chức năng thận và chẩn đoán bệnh thận

mạn tính (CKD) (Hall & ctv., 2014). Crea là một sản phẩm thải của quá trình chuyển hóa cơ bắp, được đào thải chủ yếu qua thận. Khi chức năng thận suy giảm, nồng độ Crea trong máu tăng lên, phản ánh khả năng lọc của cầu thận bị suy yếu.



**Hình 17.** Mức độ quan trọng của các chỉ dấu sinh học trong dự đoán bệnh thận của mô hình Support Vector Machine (SVM).

Qua Hình 17, cho thấy Crea cao hơn hẳn so với các chỉ số khác về mức độ ảnh hưởng việc dự đoán CKD. Điều này khẳng định vai trò then chốt của Crea trong chẩn đoán CKD và cho thấy mô hình SVM đã học được mối quan hệ này từ dữ liệu.

Qua kết quả Bảng 9, cho thấy Crea là chất chỉ dấu sinh học nổi bật giúp phân biệt mèo bị CKD và mèo khỏe mạnh, với mức tăng đáng kể ( $P < 0,001$ ) từ  $2,42 \pm 4,52 \mu\text{mol/L}$  lên  $17,43 \pm 18,34 \mu\text{mol/L}$ . Về mặt sinh lý thì Crea là một sản phẩm phụ của quá trình chuyển hóa creatine phosphate trong cơ bắp, nơi cung cấp năng lượng cho các hoạt động cơ cơ và được thải ra ngoài qua quá trình lọc cầu thận (glomerular filtration)

mà không bị tái hấp thu đáng kể ở ống thận. Sự gia tăng này phản ánh tình trạng azotemia và suy giảm glomerular filtration rate (GFR), củng cố vai trò của Crea như chỉ dấu tiêu chuẩn cho CKD ở mèo, dù có hạn chế ở giai đoạn tiền lâm sàng do biến thiên cá thể (Lawson & ctv., 2015). Ở mèo, đặc biệt những con trên 15 tuổi (30 - 50% mắc CKD) (Bartges, 2012), nồng độ creatinine tăng cao ( $P < 0,001$ ) phản ánh tình trạng suy giảm GFR, thường đi kèm với tổn thương mạn tính ở cầu thận hoặc ống thận. Trong bối cảnh ứng dụng machine learning (ML), Crea có thể là chỉ dấu sinh học quan trọng và khi kết hợp với các chỉ dấu khác như symmetric dimethylarginine (SDMA) sẽ nâng cao khả năng phát hiện sớm (Bradley & ctv., 2019).

**Bảng 9.** So sánh giá trị trung bình của 10 chỉ tiêu sinh lý và sinh hóa máu quang trọng giữa mèo khỏe mạnh và mèo mắc bệnh thận

| Chỉ tiêu <sup>1</sup>      | Mèo khỏe<br>( $\bar{X} \pm \text{SD}$ ) | Mèo bệnh<br>( $\bar{X} \pm \text{SD}$ ) | Chênh lệch tuyệt<br>đối | $P^2$   |
|----------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|---------|
| PLT (109/L)                | 209,73 $\pm$ 98,63                      | 283,83 $\pm$ 100,26                     | 74,10                   | 0,005   |
| ALT (U/L)                  | 65,50 $\pm$ 28,60                       | 117,37 $\pm$ 97,59                      | 51,87                   | 0,009   |
| AST (U/L)                  | 23,40 $\pm$ 11,32                       | 70,50 $\pm$ 78,54                       | 47,10                   | 0,003   |
| GLU (mmol/L)               | 103,62 $\pm$ 30,47                      | 139,42 $\pm$ 99,92                      | 35,80                   | 0,069   |
| Crea ( $\mu\text{mol/L}$ ) | 2,42 $\pm$ 4,52                         | 17,43 $\pm$ 18,34                       | 15,02                   | < 0,001 |
| WBC (109/L)                | 11,14 $\pm$ 3,50                        | 21,49 $\pm$ 10,83                       | 10,35                   | < 0,001 |
| Neu# (109/L)               | 7,38 $\pm$ 3,33                         | 17,48 $\pm$ 11,20                       | 10,11                   | < 0,001 |
| HGB (g/L)                  | 133,00 $\pm$ 30,03                      | 123,17 $\pm$ 43,38                      | 9,83                    | 0,312   |
| TP (g/L)                   | 11,18 $\pm$ 16,94                       | 7,13 $\pm$ 1,29                         | 4,05                    | 0,202   |
| BUN (mmol/L)               | 21,36 $\pm$ 8,50                        | 23,72 $\pm$ 8,43                        | 2,36                    | 0,284   |

<sup>1</sup>PLT: platelet, ALT: alanine aminotransferase, AST: aspartate aminotransferase, GLU: glucose, Crea: creatinine, WBC: white blood cell, Neu#: neutrophil count, HGB: hemoglobin, TP: total protein, BUN: blood urea nitrogen.

<sup>2</sup>Independent t-test: của 2 nhóm biến độc lập phân phối chuẩn.

Ngoài ra, số lượng bạch cầu (WBC) và bạch cầu trung tính (Neu#) cũng tăng rõ rệt ( $P < 0,001$ ), WBC đóng vai trò quan trọng trong hệ miễn dịch, giúp bảo vệ cơ thể khỏi nhiễm trùng và viêm, WBC và Neu# chiếm ưu thế thì gợi ý tình trạng viêm hệ thống hoặc phản ứng miễn dịch mạn tính liên quan đến tổn thương thận, có thể do tác động của uremic toxins (Hokamp & Nabity, 2016). Kết quả này tương đồng với các báo cáo về vai trò của viêm mạn trong tiến triển CKD ở mèo, nơi neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR) tăng cao ở giai đoạn azotemic (Chakrabarti & ctv., 2013). Ở mèo bị CKD, WBC tăng cao không chỉ phản ánh viêm mà còn liên quan đến stress oxy hóa và tổn thương mô thận. Tuy nhiên, mức tăng có thể biến thiên do nhiễm trùng đồng mắc, đòi hỏi phân tích kỹ lưỡng để tránh chẩn đoán sai và việc tích hợp thông tin viêm vào ML có thể cải thiện khả năng dự đoán và phân biệt CKD với các bệnh lý viêm khác (Sparkes & ctv., 2016).

Đáng chú ý, men gan ALT và AST cũng tăng có ý nghĩa thống kê ( $P \leq 0,009$ ), ALT và AST là các enzyme chuyển aminase, chủ yếu được tìm thấy trong gan, nhưng cũng hiện diện ở mức thấp trong thận, cơ tim, và cơ xương, vấn đề này có thể chỉ ra rằng CKD có thể đồng mắc tổn thương gan hoặc rối loạn chuyển hóa, phù hợp với nhận định của Twedt (2006). Trong ML, các chỉ số này có thể đóng vai trò đặc trưng phụ, giúp giảm dương tính giả khi phân biệt CKD đa cơ quan tới bệnh ở gan.

Ngược lại, GLU, HGB, TP và BUN không khác biệt đáng kể ( $P > 0,05$ ), GLU là nguồn năng lượng chính, được điều hòa bởi insulin và bài tiết qua thận khi vượt ngưỡng tái hấp thu (khoảng 180 mg/dL ở mèo) và có thể biến thiên do chế độ ăn hoặc stress cũng như biến động bởi nhiều yếu tố ngoài thận (Bartges, 2012). Phân tử HGB

vận chuyển oxy trong máu, thường giảm trong CKD do thiếu máu (anemia) liên quan đến thiếu erythropoietin từ thận tổn thương, Giảm HGB phản ánh giai đoạn muộn của CKD, nhưng không phải chỉ số chẩn đoán sớm (Chakrabarti và ctv., 2013). BUN là sản phẩm chuyển hóa protein, được thận bài tiết, là chất chỉ dấu sinh học phụ cho CKD, nhạy hơn creatinine ở giai đoạn sớm, nhưng dễ bị ảnh hưởng bởi chế độ ăn (Lawson và ctv., 2015). Trong ML, giảm trọng số hoặc loại bỏ các đặc trưng này giúp tránh overfitting, tập trung vào chỉ dấu đặc hiệu hơn (Biourge & ctv., 2020).

#### 4. Kết Luận

Nghiên cứu cho thấy các mô hình của ML đặc biệt là Support Vector Machine, Logistic Regression và K-Nearest Neighbors, đạt độ chính xác cao (92%) trong chẩn đoán bệnh thận mạn tính ở mèo, với SVM có khả năng phân biệt vượt trội ( $AUC = 1,00$ ). Crea là chỉ số sinh học quan trọng nhất, cùng với WBC, Neu#, ALT và AST, cho thấy sự khác biệt đáng kể ( $P < 0,01$ ) giữa mèo khỏe và mèo bệnh. Các mô hình Decision Tree, Random Forest và Naive Bayes kém hiệu quả hơn (75 - 83%), dễ tạo dương tính giả.

#### Lời Cam Đoan

Nhóm nghiên cứu không có sự tranh chấp và cam đoan chưa từng công bố bài báo này trước đó.

#### Tài Liệu Tham Khảo (References)

- Banzato, T., Bedin, M., Burti, S., Zotti, A., & Bonsembiante, F. (2018). Machine learning classification of feline polycystic kidney disease using ultrasonographic texture analysis. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 32(6), 2043-2049. <https://doi.org/10.1111/jvim.15323>.

- Bartges, J. W. (2012). Chronic kidney disease in dogs and cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 42(4), 669-692. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2012.04.008>.
- Beam, A. L., & Kohane, I. S. (2018). Big data and machine learning in health care. *Journal of The American Medical Association* 319(13), 1317-1318. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.18391>.
- Biourge, V., Delmotte, S., Feugier, A., Bradley, R., McAllister, M., & Elliott, J. (2020). An artificial neural network-based model to predict chronic kidney disease in aged cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 34(5), 1920-1931.
- Bradley, R., Tagkopoulos, I., Kim, M., Kokkinos, Y., Plevritis, S., Rubin, D. L., & Yu, K. (2019). Predicting early risk of chronic kidney disease in cats using routine clinical laboratory tests and machine learning. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 33(6), 2644-2656. <https://doi.org/10.1111/jvim.15623>.
- Chakrabarti, S., Syme, H. M., & Elliott, J. (2013). Clinicopathological variables predicting progression of azotemia in cats with chronic kidney disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 26(2), 275-281. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2011.00874.x>.
- Elliott, J., & Barber, P. J. (1998). Feline chronic renal failure: Clinical findings in 80 cases diagnosed between 1992 and 1995. *Journal of Small Animal Practice* 39(2), 78-85. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1998.tb03598.x>.
- Esteva, A., Robicquet, A., Ramsundar, B., Kuleshov, V., DePristo, M., Chou, K., Cui, C., Corrado, G. S., Thrun, S., & Dean, J. (2019). A guide to deep learning in healthcare. *Nature Medicine* 25(1), 24-29. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0316-z>.
- Han, J., Pei, J., & Tong, H. (2022). *Data mining: Concepts and techniques*. Waltham, Massachusetts, United States of America: Morgan Kaufmann.
- Hokamp, J. A., & Nabity, M. B. (2016). Renal biomarkers in domestic species. *Veterinary Clinical Pathology* 45(1), 28-56. <https://doi.org/10.1111/vcp.12333>.
- Lawson, J., Elliott, J., Wheeler-Jones, C., Syme, H., & Jepson, R. (2015). Renal fibrosis in feline chronic kidney disease: Known mediators and mechanisms of injury. *The Veterinary Journal* 203(1), 18-26. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.10.009>.
- Lees, G. E., Brown, S. A., Elliott, J., Grauer, G. F., & Vaden, S. L. (2005). Assessment and management of proteinuria in dogs and cats: 2004 ACVIM Forum consensus statement. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 19(3), 377-385. [https://doi.org/10.1892/0891-6640\(2005\)19\[377:AAMOPI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1892/0891-6640(2005)19[377:AAMOPI]2.0.CO;2).
- John, L. Z. Q. (2010). The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction. *Journal of The Royal Statistical Society Series A: Statistics in Society* 173(3), 693-694. [https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2010.00646\\_6.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2010.00646_6.x).
- Sparkes, A. H., Caney, S., Chalhoub, S., Elliott, J., Finch, N., Gajanayake, I., Langston, C., Lefebvre, H. P., White, J., & Quimby, J. (2016). ISFM consensus guidelines on the diagnosis and management of feline chronic kidney disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 18(3), 219-239. <https://doi.org/10.1177/1098612X16631234>.
- Twedt, D. C. (2006). Update on feline hepatobiliary disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 8(5), xi-xiv. <https://doi.org/10.1016/S1098-612X-06-00125-2>.
- Vanden, B. E., Van Mulders, L., De Paepe, E., Paepe, D., Daminet, S., & Vanhaecke, L. (2025). Early detection of feline chronic kidney disease via 3-hydroxykynurenine and machine learning. *Scientific Reports* 15, 6875. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-90019-x>.
- Vapnik, V. (2013). *The nature of statistical learning theory*. New York, USA: Springer Science & Business Media.

## Morphological characteristics of the Greenback Mullet *Planiliza subviridis* (Valenciennes, 1836) in the estuarine and coastal waters of Can Gio, Ho Chi Minh City

Can T. Tran<sup>1,2</sup>, Sang M. Huynh<sup>1,3</sup>, & Tri N. Thai<sup>1,4\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate University of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, Ha Noi, Vietnam

<sup>2</sup>Sub-Department of Fisheries and Surveillance, Department of Agriculture and Environment of Ho Chi Minh City, Ho Chi Minh City, Vietnam

<sup>3</sup>Institute of Oceanography, Vietnam Academy of Science and Technology, Khanh Hoa, Vietnam

<sup>4</sup>Institute of Life Sciences, Vietnam Academy of Science and Technology, Ho Chi Minh City, Vietnam

### ARTICLE INFO

#### Research Paper

Received: October 09, 2025

Revised: November 25, 2025

Accepted: December 11, 2025

#### Keywords

Can Gio

Length - weight relationship

Morphological characteristics

*Planiliza subviridis*

Relative condition factor

#### \*Corresponding author

Tri Ngoc Thai

Email:

tntri@ils.vast.vn

### ABSTRACT

The greenback mullet, *Planiliza subviridis* (Valenciennes, 1836), is a commercially important species inhabiting the estuarine and coastal areas of the Can Gio district. Morphometric and meristic characteristics of the mullet were examined in 30 preserved individuals (TL 129.87 - 178.04 mm, mean 145.42 mm; BW 19.17 - 56.82 g, mean 30.01 g). A total of 381 specimens (129 males, 245 females, and 7 unsexed) were collected from sampling sites in Can Gio from November 2023 to November 2024 to analyze the length-weight relationship and the relative condition factor (Kn). Meristic features of *P. subviridis* were recorded as D1 IV; D2 I,8; A III,9; V I,5; P 14 - 15; C 16; Pect sc 7 - 8; D1 sc 9 - 10; D2 sc 19 - 21; Ll 30 - 33. The length-weight relationships were expressed as  $W = 0.016 \times L^{2.859}$  ( $R^2 = 0.949$ ;  $n = 381$ ) for pooled samples;  $W = 0.017 \times L^{2.842}$  ( $R^2 = 0.947$ ;  $n = 245$ ) for females and  $W = 0.030 \times L^{2.626}$  ( $R^2 = 0.899$ ;  $n = 129$ ) for males. The b value of females was significantly higher than that of males ( $P < 0.05$ ). The relative condition factor (Kn) averaged 0.988 (0.720 - 1.378) in the dry season and 1.204 (0.737 - 1.254) in the wet season, indicating a highly significant seasonal difference ( $P < 0.01$ ).

**Cited as:** Tran, C. T., Huynh, S. M., & Thai, T. N. (2026). Morphological characteristics of the Greenback Mullet *Planiliza subviridis* (Valenciennes, 1836) in the estuarine and coastal waters of Can Gio, Ho Chi Minh City. *The Journal of Agriculture and Development* 25(4), 74-87.

**Đặc điểm hình thái của loài cá đối lưng xanh *Planiliza subviridis* (Valenciennes, 1836)  
ở vùng cửa sông, ven biển Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh**

**Trần Trung Can<sup>1,2</sup>, Huỳnh Minh Sang<sup>1,3</sup> & Thái Ngọc Trí<sup>1,4\*</sup>**

<sup>1</sup>Học Viện Khoa Học và Công Nghệ, Viện Hàn Lâm Khoa Học và Công Nghệ Việt Nam, Hà Nội

<sup>2</sup>Chi Cục Thủy Sản và Kiểm Ngư, Sở Nông Nghiệp và Môi Trường TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

<sup>3</sup>Viện Hải Dương Học, Viện Hàn Lâm và Khoa Học Công Nghệ Việt Nam, Khánh Hòa

<sup>4</sup>Viện Khoa Học Sự Sống, Viện Hàn Lâm Khoa Học và Công Nghệ Việt Nam, TP. Hồ Chí Minh

**THÔNG TIN BÀI BÁO**

**Bài báo khoa học**

Ngày nhận: 09/10/2025

Ngày chỉnh sửa: 25/11/2025

Ngày chấp nhận: 11/12/2025

**Từ khóa**

Cần Giờ

Đặc điểm hình thái

Hệ số điều kiện tương đối

*Planiliza subviridis*

Tương quan chiều dài khối lượng

**\*Tác giả liên hệ**

Thái Ngọc Trí

Email:

tntri@ils.vast.vn

**TÓM TẮT**

Loài cá đối lưng xanh *Planiliza subviridis* (Valenciennes, 1836) là một trong những loài cá có giá trị kinh tế, phân bố ở vùng cửa sông, ven biển huyện Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh (hiện nay gồm các xã Bình Khánh, An Thới Đông, Cần Giờ và Thạnh An). Nghiên cứu được thực hiện trên các mẫu cá thu tại huyện Cần Giờ. Ba mươi cá thể (mẫu ngâm) có chiều dài toàn thân 129,87 - 178,04 mm, trung bình 145,42 mm; trọng lượng 19,17 - 56,82 g, trung bình 30,01 g được sử dụng cho nghiên cứu đặc điểm hình thái. Tổng số 381 cá thể (129 đực, 245 cái, 7 không phân biệt giới tính) thu mẫu từ tháng 11/2023 đến 11/2024 dùng cho phân tích tương quan chiều dài khối lượng và hệ số điều kiện tương đối (Kn). Cá đối lưng xanh có đặc trưng hình thái (chỉ tiêu đếm) gồm D1 IV; D2 I,8; A III,9; V I,5; P 14 - 15; C 16, Pect sc 7 - 8, D1 sc 9 - 10, D2 sc 19 - 21, Ll 30 - 33. Tương quan chiều dài - khối lượng được thể hiện bằng phương trình chung  $W = 0,016 \times L^{2,859}$  ( $R^2 = 0,949$ ;  $n = 381$ );  $W_{\text{cái}} = 0,017 \times L^{2,842}$  ( $R^2 = 0,947$ ;  $n = 245$ ); cá đực  $W_{\text{đực}} = 0,030 \times L^{2,626}$  ( $R^2 = 0,899$ ;  $n = 129$ ). Hệ số tăng trưởng (b) của cá cái cao hơn cá đực và khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,05$ ). Hệ số điều kiện tương đối (Kn) của cá đối vào mùa khô 0,720 - 1,378 (trung bình 0,988), mùa mưa 0,737 - 1,254 (trung bình 1,204). Giá trị Kn mùa mưa cao hơn mùa khô với sự khác biệt rất có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,01$ ).

**1. Đặt Vấn Đề**

Loài cá đối lưng xanh *Planiliza subviridis* thích nghi với sự thay đổi của độ mặn của môi trường sống. Cá có phân bố ở vùng cửa sông, ven bờ, và có khả năng di cư sinh sống ở vùng nước nước lợ hoặc ngọt. Tên gọi của loài này ở một số

nơi ở Việt Nam là cá đối, cá đối đất hoặc “cá đối nhọn” (tên gọi địa phương ở Cần Giờ) (Nguyen & Truong, 2007). Tên đồng danh trước đây của cá đối lưng xanh gồm có *Mugil subviridis*, *Chelon subviridis*, *Liza subviridis*, *Mugil dussumieri*,... (Nguyen & Truong, 2007; Fricke & ctv., 2024). Loài cá đối *P. subviridis* thuộc họ

cá đối (Mugilidae), bộ cá đối (Mugiliformes). Bộ Mugiliformes gồm 2 họ: họ cá đối (Mugilidae) và họ cá sơn biển (Ambassidae). Trên thế giới, họ cá đối (Mugilidae) có 76 loài, thuộc 25 giống (Fricke & ctv., 2024). Ở Việt Nam, có 18 loài cá đối, thuộc 7 giống. Loài cá đối lưng xanh ở nước ta phân bố ở cả 3 miền Bắc, Trung, Nam (Truong & Tran, 1993; Nguyen & Truong, 2007; Nguyen & ctv., 2014). “Cá đối nhơn” được xem là loài cá phổ biến ở vùng cửa sông, ven biển Cần Giờ. Cá có giá trị kinh tế cao, chất lượng thịt thơm ngon. Ngư cụ khai thác loài này rất đa dạng gồm lưới 3 mảnh, đăng, dớn,...

Vùng cửa sông, ven biển Cần Giờ chịu sự tương tác mạnh bởi thủy triều biển Đông và hệ thống sông Đồng Nai - Sài Gòn. Địa hình nơi đây thu hút nhiều loài thủy sinh vật di cư đến tìm kiếm thức ăn. Đồng thời, rừng ngập mặn Cần Giờ cung cấp môi trường sinh sống, ương dưỡng cho nhiều loài sinh vật, tạo thành chuỗi thức ăn của các loài cá có giá trị kinh tế nơi đây (Dinh & ctv., 2022; Thai & ctv., 2023). Áp lực gia tăng dân số, đô thị hoá, khai thác thủy sản v.v. đã góp phần thu hẹp vùng sinh thái sinh sống của nhiều loài

thủy sinh vật, trong đó có loài cá đối lưng xanh. Việc nghiên cứu đặc điểm sinh thái và sinh học loài của loài cá đối lưng xanh ở vùng biển Cần Giờ nhằm cung cấp dẫn liệu khoa học, làm cơ sở cho việc đề xuất các giải pháp quản lý nguồn lợi cá đối của địa phương.

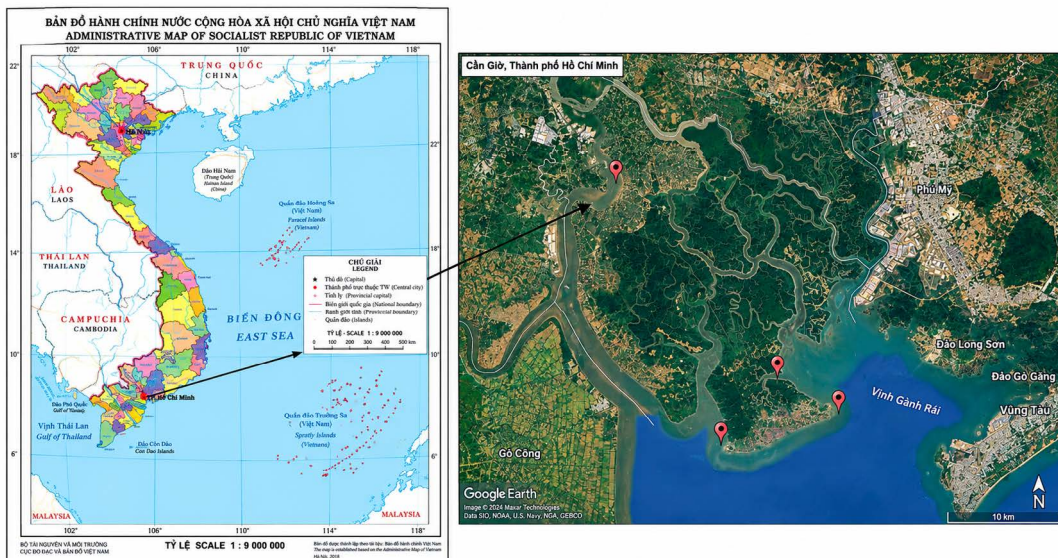
## 2. Vật Liệu và Phương Pháp Nghiên Cứu

### 2.1. Thiết bị sử dụng

Bộ thiết bị giải phẫu động vật, kính lúp Bausch & Lomb, thước kẹp điện tử Mitutoyo, cân kỹ thuật điện tử AND FX-3000i (Korea), thiết bị gắn nhãn Barcoding.

### 2.2. Thu mẫu

Thực hiện thu mẫu trong 14 đợt thu mẫu 11/2022 và từ tháng 11/2023 đến 11/2024 (Hình 1). Trong quá trình thu mẫu kết hợp với ngư dân khai thác. Ngư cụ sử dụng chủ yếu là Dớn, Đăng và lưới 3 mảnh. Các mẫu cá được xử lý, định hình bằng formaldehyde 10 - 12% và bảo quản trong dung dịch Ethanol 65 - 70%.



Hình 1. Bản đồ vị trí thu mẫu cá (📍).

### 2.3. Nghiên cứu đặc điểm hình thái

Các chỉ tiêu đếm và đo của hình thái được thực hiện trên mẫu ngậm và dựa trên phương pháp của (Pravdin, 1973). Màu sắc của cá được mô tả trên các cá thể tươi và còn sống. Các chỉ tiêu đếm hình thái gồm: tia vây lưng thứ 1 (D1), tia vây lưng thứ 2 (D2), tia vây ngực (P), tia vây bụng (V), tia vây hậu môn (A), tia vây đuôi (C), số vây dọc giữa thân từ khởi điểm gốc vây ngực đến ngang điểm mút vây ngực (Pect sc), số vây dọc giữa thân từ khởi điểm gốc vây ngực đến ngang khởi điểm gốc vây lưng thứ 1 (D1 sc), số vây dọc giữa thân từ khởi điểm gốc vây ngực đến ngang khởi điểm gốc vây lưng thứ 2 (D2 sc), số vây dọc thân từ khởi điểm gốc vây ngực đến ngang vây cuối cuống đuôi (Lo), số vây ngang thân từ khởi điểm gốc vây bụng đến khởi điểm gốc vây lưng thứ 1 (TrS), số vây quanh cuống đuôi (TrC). Các chỉ tiêu đo hình thái gồm: chiều dài tổng cộng (TL), chiều dài giữa vây đuôi (FL), chiều dài bỏ vây đuôi (SL), khoảng cách từ đầu mõm đến khởi điểm gốc vây lưng thứ 2 (PrD2L), khoảng cách từ đầu mõm đến khởi điểm gốc vây lưng thứ 1 (PrD1L), khoảng cách từ đầu mõm đến khởi điểm gốc vây hậu môn (PrAL), khoảng cách từ đầu mõm đến khởi điểm gốc vây bụng (PrPL), khoảng cách từ đầu mõm đến khởi điểm gốc vây ngực (PrVL), chiều dài đầu (HL), chiều cao thân tại khởi điểm gốc vây lưng thứ 1 (BDD1), chiều cao thân tại khởi điểm gốc vây hậu môn (BDA), chiều cao cuống đuôi (CPD),... (Hình 2). Tất cả mẫu vật thu thập được xử lý, phân tích xác định tên khoa học và sắp xếp các bậc phân loại bộ (Order), họ (Family), giống (Genus), loài (Species) theo hệ thống phân loại của Eschmeyer (Fricke & ctv., 2024). Tham khảo các tài liệu chính về các khu hệ cá vùng lân cận (Nguyen & Truong, 2007; Nguyen & ctv., 2014; Thai & ctv., 2023).

Tất cả các mẫu được phân tích tại phòng thí nghiệm nghiên cứu cá (FishLab) thuộc Viện Khoa học Sự sống (ILS), Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

### 2.4. Nghiên cứu đặc điểm sinh học

Tương quan chiều dài - khối lượng (LWR) xác định bằng công thức  $W = aL^b$  (Huxley, 1931), trong đó: W là trọng lượng cá (gr), L là chiều dài toàn bộ (cm), a là hệ số tăng trưởng ban đầu, b hệ số tăng trưởng. Chuyển phương trình thành về dạng phương trình tuyến tính  $\log W = \log a + b \log L$  (Cren, 1951).

Hệ số điều kiện tương đối (Kn) được xác định theo công thức  $Kn = W/W'$  (Cren, 1951), trong đó: W: trọng lượng thực tế của cá (g), W': trọng lượng lý thuyết của cá ước tính từ công thức  $W = aL^b$ . Số liệu được phân tích bằng phần mềm Excel.

## 3. Kết Quả và Thảo Luận

### 3.1. Đặc điểm phân loại, hình thái cấu tạo ngoài của cá đối lưng xanh (*P. subviridis*)

Bộ cá đối: Mugiliformes.

Họ cá đối: Mugilidae.

Giống: Planiliza.

Tên khoa học: *Planiliza subviridis* (Valenciennes, 1836).

Tên đồng danh: *Mugil subviridis*, *Chelon subviridis*, *Liza subviridis*, *Mugil dussumieri*, *Liza dussumieri*, *Chelon dussumieri*, *Mugil alcocki*, *Mugil brachysoma*, *Mugil cantoris*, *Mugil javanicus*, *Mugil jerdoni*, *Mugil lepidopterus*, *Mugil medius*, *Mugil meyeri*, *Mugil nepalensis*, *Mugil ogilbyi*, *Mugil philippinus*, *Mugil ruthveni*, *Mugil stevensi*, *Mugil sundanensis*, *Mugil tadopsis*,

*Mugil valenciennesii*, *Mugil ventriosus* (Fricke & ctv., 2025)

Tên tiếng Việt: cá đối lưng xanh, cá đối, cá đối nhon (tên địa phương).

Tên tiếng Anh: Greenback mullet.

Địa điểm thu mẫu: Sông Đồng Tranh, huyện Cần Giuộc, Thành phố Hồ Chí Minh (10°22'52.2"N; 106°52'26.9"E).

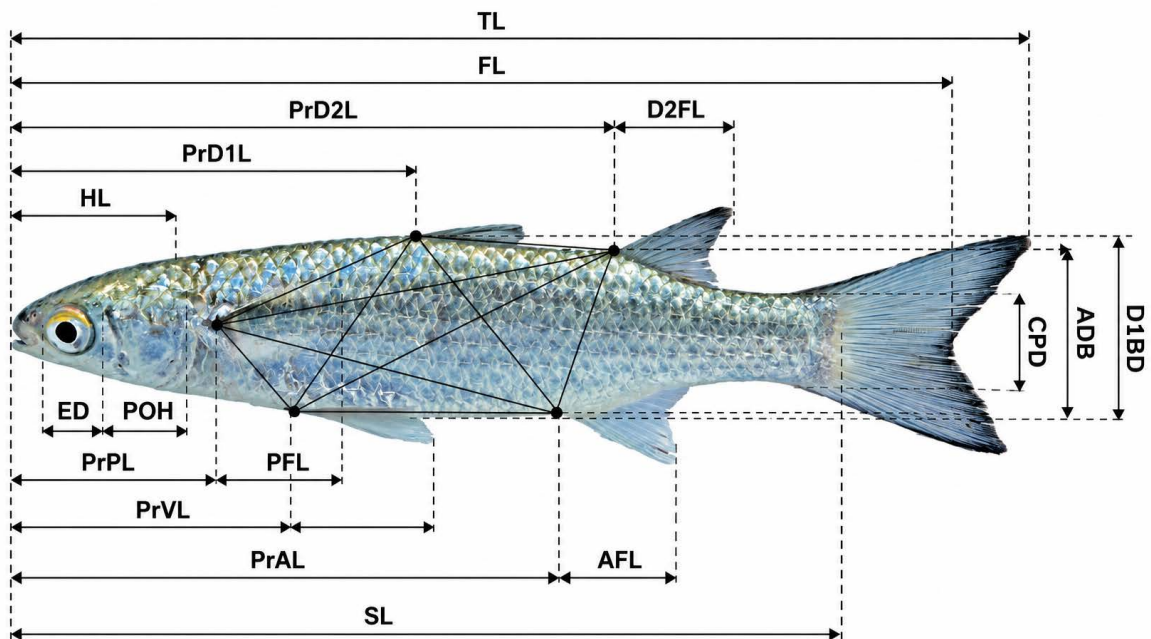
Thời gian thu: 23/11/2022.

Ngư cụ thu mẫu: Rập xếp.

Số lượng mẫu mô tả: 30 cá thể.

Nơi lưu mẫu: tại FishLab, Viện Khoa học sự sống.

Đặc điểm hình thái: D1 IV; D2 I,8; A III,9; V I,5; P 14 - 15; C 16, Pect sc 7 - 8, D1 sc 9 - 10, D2 sc 19 - 21 and LI 30 - 33.



Hình 2. Sơ đồ đo cá đối lưng xanh (*P. subviridis*).

### Mô tả hình thái

Thân cá thon dài, dẹp bên từ điểm cuối gốc vây lưng thứ 2 và điểm cuối gốc vây hậu môn đến cuống đuôi. Cá không có cơ quan đường bên, giữa thân có 8 hàng vảy sáng màu chạy dọc thân từ gốc vây ngực đến cuống đuôi.

Đầu ngắn, hơi dẹp bằng. Mồm ngắn, nhon, chiều dài ngắn hơn đường kính ổ mắt. Miệng rộng vừa phải, rạch miệng nằm ngang. Môi trên

hơi dày, giữa có rãnh khuyết. Môi dưới mỏng, cạnh viền sắc, có gờ thịt nhô lên áp khít với rãnh khuyết của môi trên khi cá ngậm miệng. Xương hàm trên lộ rõ, đoạn cuối uốn cong gần giống chữ "S". Xương trước ổ mắt nằm giữa mép lưng xương hàm trên và viền trước ổ mắt. Cạnh bụng xương trước ổ mắt tạo các mấu nhon phân bố đều, dạng răng cưa. Cá có 2 đôi mũi, đôi thứ 1 dạng lỗ tròn nằm gần đỉnh mồm, đôi thứ 2 dạng khe ngang nằm gần viền trước ổ mắt. Mắt to

tròn, nằm hai bên đầu gần đầu mõm, đường kính ổ mắt bằng  $\frac{1}{4}$  chiều dài đầu. Khoảng cách từ đầu mõm đến viền trước ổ mắt ngắn hơn rất nhiều so với khoảng cách từ viền sau ổ mắt đến cuối nắp mang. Màng mỡ mắt trong suốt, khá phát triển, không che phủ con ngươi của ổ mắt.

Vây ngực ngắn, tương đối rộng, chóp hơi nhọn; gốc vây ngực nằm ở nửa trên phần thân, ngay phía sau xương nắp mang, dài bằng  $\frac{1}{5}$  chiều dài đầu. Phía trên và áp sát tia vây ngực thứ nhất vây ngực có một đoạn ngắn, dạng tia không phân nhánh. Điểm mút vây ngực nằm trước khởi điểm gốc vây lưng thứ 1, dài bằng  $\frac{4}{5}$  chiều dài đầu. Khởi điểm gốc vây lưng thứ 1 nằm ở giữa thân, khoảng cách từ khởi điểm gốc vây lưng đến đầu mõm và cuống đuôi gần bằng nhau. Gốc 3 tia gai đầu tiên của vây lưng thứ 1 nằm sát nhau, dài; tia gai cuối nhỏ, ngắn. Vây lưng thứ 2 nhỏ, ngắn, dạng hình tam giác. Khởi điểm gốc vây lưng thứ 2 nằm sau khởi điểm gốc vây hậu môn. Vây lưng thứ 2 và vây hậu môn gần như đối xứng nhau; chiều dài hai vây bằng nhau. Vây bụng nằm ngang phần bụng, giữa khởi điểm vây ngực và vây lưng thứ 1. Vây đuôi dạng chẻ, phân thùy không sâu.

Vây của cá đối là vây lược, kích cỡ trung bình và dễ rụng; phủ toàn thân và phần đầu. Gốc vây

bụng và vây lưng thứ 1 có vây nách ngắn, dạng hình tam giác. Vây nhỏ, hình oval phủ  $\frac{1}{3}$  chiều dài từ gốc vây ngực, vây lưng thứ 2, vây hậu môn, và vây đuôi.

Khi còn sống, phần thân trên và lưng cá có màu xám nhạt hoặc xám tro ánh xanh hoặc ánh vàng nhạt. Phần thân dưới và mặt bụng có màu xám nhạt. Vùng phía trên quanh mõng mắt cá có sắc tố vàng sáng, mất đi khi cá chết. Vây lưng thứ 2, vây hậu môn và vây đuôi màu xám nhạt, rìa các vây sậm màu. Vây ngực, vây lưng thứ 1, vây bụng không màu. Cạnh ngoài tia gai thứ I - III vây lưng thứ 1 có màu vàng nhạt; mép ngoài màng liên kết giữa các tia gai I - III có màu xám đen. Mẫu đã xử lý hoá chất, bảo quản trong dung dịch EtOH 70% có màu nâu nhạt.

Kết quả nghiên cứu hình thái trên 30 cá thể cá đối lưng xanh (*P. subviridis*) cho thấy: các chỉ tiêu đếm hình thái đặc trưng: D1 IV; D2 I,8; A III,9; V I,5; P 14 - 15; C 16, Pect sc 7 - 8, D1 sc 9 - 10, D2 sc 19 - 21, Lo 30 - 33 tương đồng với các nghiên cứu trước đây (Thomson, 1997; Nguyen & Truong, 2007; Le & ctv., 2017) (Bảng 1). Kết quả đo các chỉ tiêu hình thái và tỷ lệ % các chỉ tiêu được thể hiện ở Bảng 2 và 3.

**Bảng 1.** Các chỉ tiêu đếm của cá đối lưng xanh (*P. subviridis*)

| Stt | Chỉ tiêu                                                        | Kí hiệu | Nghiên cứu (n = 30) | Các tác giả khác |         |           |         |
|-----|-----------------------------------------------------------------|---------|---------------------|------------------|---------|-----------|---------|
|     |                                                                 |         |                     | A                | B       | C         | D       |
| 1   | Số tia vây lưng thứ 1                                           | D1      | IV                  | IV               | IV      | IV        |         |
| 2   | Số tia vây lưng thứ 2                                           | D2      | I,8                 | I,8              | I,8     | I,7 - 8   |         |
| 3   | Số tia vây ngực                                                 | P       | 14 - 15             | 15               | 15 - 16 | I,12 - 14 | 14 - 17 |
| 4   | Số tia vây bụng                                                 | V       | I,5                 |                  | I,5     | I,5       |         |
| 5   | Số tia vây hậu môn                                              | A       | III,9               | III,8 - 9        | III,9   | III,8 - 9 |         |
| 6   | Số tia vây đuôi                                                 | C       | 16                  |                  | 14      |           |         |
| 7   | Số vảy dọc giữa thân từ sau gốc vây ngực đến điểm cuối vây ngực | Pect sc | 7 - 8               | 7                |         |           |         |
| 8   | Số vảy dọc giữa thân từ gốc vây ngực đến gốc vây lưng thứ 1     | D1 sc   | 9 - 10              | 10 - 11          |         |           |         |
| 9   | Số vảy dọc giữa thân từ gốc vây ngực đến gốc vây lưng thứ 2     | D2 sc   | 19 - 21             | 20               |         |           | 18 - 23 |
| 10  | Số vảy dọc giữa thân từ gốc vây ngực đến cuống đuôi             | Ll      | 30 - 33             | 27 - 32          | 30 - 32 | 30 - 32   | 28 - 33 |
| 11  | Số vảy ngang thân từ gốc vây lưng thứ 1 đến gốc vây bụng        | TrSc    | 9,5 - 10,5          | 11               |         | 12        | 10 - 12 |
| 12  | Số vảy quanh cuống đuôi                                         | TrC     | 13 - 15             | 7                |         | 16        | 16 - 17 |

A: Thomson (1997); B: Nguyen & Truong (2007); C: Le & ctv. (2017); D: Ghasemzadeh (2022).

**Bảng 2.** Số đo hình thái của cá đối lưng xanh (*P. subviridis*)

| Stt | Kí hiệu  | Chỉ tiêu hình thái (n = 30)                                                  | Nhỏ nhất (mm) | Lớn nhất (mm) | Trung bình (mm) |
|-----|----------|------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|-----------------|
| 1   | TL       | Chiều dài toàn bộ                                                            | 129,87        | 178,04        | 145,42          |
| 2   | FL       | Chiều dài giữa vây đuôi                                                      | 122,86        | 168,41        | 137,89          |
| 3   | SL       | Chiều dài bỏ vây đuôi                                                        | 108,90        | 151,09        | 122,66          |
| 4   | PrD2L    | Chiều dài từ mõm đến khởi điểm gốc vây lưng thứ 2                            | 78,97         | 111,01        | 89,41           |
| 5   | PrD1L    | Chiều dài từ mõm đến khởi điểm gốc vây lưng thứ 1                            | 53,02         | 75,39         | 59,81           |
| 6   | PrAL     | Chiều dài từ mõm đến khởi điểm gốc vây hậu môn                               | 75,12         | 110,76        | 85,33           |
| 7   | PrPL     | Chiều dài từ mõm đến khởi điểm gốc vây ngực                                  | 27,19         | 39,11         | 31,22           |
| 8   | PrVL     | Chiều dài mõm đến khởi điểm gốc vây bụng                                     | 40,05         | 57,56         | 45,49           |
| 9   | HL       | Chiều dài đầu                                                                | 22,72         | 31,67         | 26,76           |
| 10  | HW       | Chiều rộng đầu                                                               | 17,21         | 25,24         | 19,78           |
| 11  | SnL      | Chiều dài mõm                                                                | 5,15          | 8,11          | 6,39            |
| 12  | ED       | Đường kính ổ mắt                                                             | 5,48          | 9,50          | 7,59            |
| 13  | IO       | Khoảng cách 2 hốc mắt                                                        | 9,64          | 14,35         | 11,32           |
| 14  | AEL      | Chiều dài màng mỡ                                                            | -             | 10,60         | 6,98            |
| 15  | PoOH     | Khoảng cách từ điểm sau ổ mắt đến điểm cuối nắp mang                         | 14,97         | 20,63         | 17,32           |
| 16  | D1PD     | Khoảng cách từ khởi điểm gốc vây lưng thứ 1 đến khởi điểm gốc vây ngực       | 25,49         | 40,87         | 32,15           |
| 17  | D1VD     | Khoảng cách từ khởi điểm gốc vây lưng thứ 1 đến khởi điểm gốc vây bụng       | 27,02         | 41,12         | 32,82           |
| 18  | D1AD     | Khoảng cách từ khởi điểm gốc vây lưng thứ 1 đến khởi điểm gốc vây hậu môn    | 32,91         | 47,87         | 38,03           |
| 19  | D1D2D    | Khoảng cách từ khởi điểm gốc vây lưng thứ 1 đến khởi điểm gốc vây lưng thứ 2 | 24,90         | 36,64         | 30,53           |
| 20  | D1CD     | Khoảng cách từ khởi điểm gốc vây lưng thứ 1 đến cuống đuôi                   | 54,55         | 74,30         | 61,52           |
| 21  | D1B      | Chiều dài gốc vây lưng thứ 1                                                 | 4,30          | 10,22         | 6,81            |
| 22  | D2FL     | Chiều dài lớn nhất vây lưng thứ 2                                            | 15,13         | 25,2          | 18,66           |
| 23  | D2B      | Chiều dài gốc vây lưng thứ 2                                                 | 9,25          | 14,98         | 11,55           |
| 24  | AFL      | Chiều dài lớn nhất vây hậu môn                                               | 15,43         | 23,81         | 18,39           |
| 25  | AB       | Chiều dài gốc vây hậu môn                                                    | 9,91          | 17,18         | 12,80           |
| 26  | PFL      | Chiều dài lớn nhất vây ngực                                                  | 17,30         | 26,80         | 21,08           |
| 27  | PB       | Chiều dài gốc vây ngực                                                       | 5,32          | 8,60          | 6,36            |
| 28  | VFL      | Chiều dài lớn nhất vây bụng                                                  | 16,25         | 25,90         | 19,57           |
| 29  | BDD1     | Chiều cao thân tính từ khởi điểm gốc vây lưng thứ 1                          | 25,90         | 37,46         | 30,44           |
| 30  | BDA      | Chiều cao thân tính từ khởi điểm gốc vây hậu môn                             | 22,71         | 33,20         | 26,47           |
| 31  | D2PD     | Khoảng cách từ khởi điểm gốc vây lưng thứ 2 đến khởi điểm gốc vây ngực       | 49,01         | 73,54         | 59,95           |
| 32  | D2VD     | Khoảng cách từ khởi điểm gốc vây lưng thứ 2 đến khởi điểm gốc vây bụng       | 45,33         | 65,69         | 52,89           |
| 33  | PrD2PrAD | Khoảng cách từ khởi điểm gốc vây lưng thứ 2 đến khởi điểm gốc vây hậu môn    | 23,00         | 33,60         | 26,51           |

|    |          |                                                                        |       |       |       |
|----|----------|------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|
| 34 | PoADorCD | Khoảng cách từ điểm cuối gốc vây hậu môn đến điểm phía trên cuống đuôi | 21,95 | 30,77 | 25,39 |
| 35 | PVD      | Khoảng cách từ khởi điểm gốc vây ngực đến khởi điểm gốc vây bụng       | 17,50 | 27,4  | 20,54 |
| 36 | PAD      | Khoảng cách từ khởi điểm gốc vây ngực đến khởi điểm gốc vây hậu môn    | 48,66 | 74,67 | 56,52 |
| 37 | VAD      | Khoảng cách từ khởi điểm gốc vây bụng đến khởi điểm gốc vây hậu môn    | 35,17 | 53,28 | 40,98 |
| 38 | CPD      | Chiều cao cuống đuôi                                                   | 12,93 | 18,78 | 14,82 |

**Bảng 3.** Tỷ lệ phần trăm các chỉ tiêu đo hình thái của cá đối lưng xanh (*P. subviridis*)

| Stt | Ký hiệu    | Tỷ lệ %  |          |            |
|-----|------------|----------|----------|------------|
|     |            | Nhỏ nhất | Lớn nhất | Trung bình |
| 1   | %TL/SL     | 114,78   | 121,17   | 118,58     |
| 2   | %FL/SL     | 110,58   | 114,35   | 112,44     |
| 3   | %HL/SL     | 19,88    | 23,56    | 21,86      |
| 4   | %HD/SL     | 15,02    | 18,40    | 16,28      |
| 5   | %HW/SL     | 15,15    | 17,15    | 16,12      |
| 6   | %BDD1/SL   | 22,37    | 27,30    | 24,81      |
| 7   | %BDA/SL    | 20,50    | 22,65    | 21,58      |
| 8   | %CPD/SL    | 11,41    | 12,83    | 12,08      |
| 9   | %SnL/SL    | 4,65     | 6,10     | 5,22       |
| 10  | %ED/SL     | 4,96     | 7,16     | 6,20       |
| 11  | %IO/SL     | 8,32     | 10,08    | 9,23       |
| 12  | %PrD1L/SL  | 45,98    | 51,60    | 48,77      |
| 13  | %PreD2L/SL | 69,47    | 75,74    | 72,91      |
| 14  | %PrAL/SL   | 66,51    | 73,31    | 69,52      |
| 15  | %PrPL/SL   | 24,25    | 28,48    | 25,48      |
| 16  | %PrVL/SL   | 35,74    | 38,90    | 37,09      |
| 17  | %PFL/SL    | 14,16    | 19,11    | 17,20      |
| 18  | %VFL/SL    | 14,47    | 18,10    | 15,94      |
| 19  | %HW/HL     | 66,91    | 84,02    | 73,88      |
| 20  | %SnL/HL    | 20,65    | 29,16    | 23,92      |
| 21  | %ED/HL     | 22,80    | 34,82    | 28,38      |
| 22  | %IO/HL     | 37,65    | 47,77    | 42,29      |
| 23  | %POH/HL    | 56,47    | 72,57    | 64,77      |
| 24  | %PFL/HL    | 61,52    | 92,91    | 78,82      |
| 25  | %VFL/HL    | 64,63    | 86,22    | 73,03      |
| 26  | %CPD/BDD1  | 43,37    | 53,32    | 48,79      |

### 3.2. Tương quan giữa chiều dài và khối lượng của cá đối lưng xanh (*P. subviridis*)

Tương quan chiều dài - khối lượng của 381 cá thể cá đối lưng xanh có chiều dài tổng cộng 113,25 - 311,14 mm (trung bình 179,26 mm), trọng lượng 15,86 - 267,82 g (trung bình 65,47 g) được thể hiện bằng phương trình  $W = 0,016 \times L^{2,859}$  với  $R^2 = 0,949$  (Bảng 4). Kết quả phân tích cho thấy giai đoạn đầu cá tăng trưởng rất nhanh về chiều dài, giai đoạn trưởng thành cá tăng trưởng về chiều dài chậm lại và tăng trưởng về khối lượng (Hình 3). Quá trình tăng trưởng chiều dài và trọng lượng diễn ra song song. Ở giai đoạn đầu trước khi thành thực lần đầu tiên, cá chủ yếu tăng trưởng về chiều dài nhằm thoát khỏi sự chèn ép của kẻ thù. Đến giai đoạn trưởng thành, tăng trưởng chiều dài của cá chậm lại (Le, 2012; Dinh & ctv., 2022). Mỗi tương quan chiều dài và khối

lượng của cá cái và cá đực được thể hiện bằng công thức  $W_{\text{cái}} = 0,017 \times L^{2,842}$  với  $R^2 = 0,947$  ( $n = 245$ );  $W_{\text{đực}} = 0,030 \times L^{2,626}$  với  $R^2 = 0,899$  ( $n = 129$ ) (Bảng 4 và 5). Hình 4 cho thấy giai đoạn đầu (cá chưa trưởng thành), đường cong tăng trưởng lý thuyết của cá đực và cái gần như trùng nhau. Giai đoạn cá trưởng thành, đường cong tăng trưởng của cá cái dốc hơn và tách khỏi đường cong tăng trưởng cá đực. Hệ số tăng trưởng (b) thường có giá trị từ 2,5 đến 3,5 (Froese, 2006). Hệ số tăng trưởng (b) của cá nhỏ hơn 3 ( $2,5 < b < 3$ ) cho thấy cá đối lưng xanh ở vùng biển ven bờ Cần Giờ và các vùng lân cận tăng trưởng thiên về chiều dài (Bảng 5). Phân tích thống kê cho thấy có sự khác biệt giữa hệ số tăng trưởng của cá cái ( $b = 2,842$ ) và cá đực ( $b = 2,626$ ) ( $P < 0,05$ ). Như vậy, khi cá trưởng thành ở cùng chiều dài, cá cái có khối lượng nặng hơn cá đực.

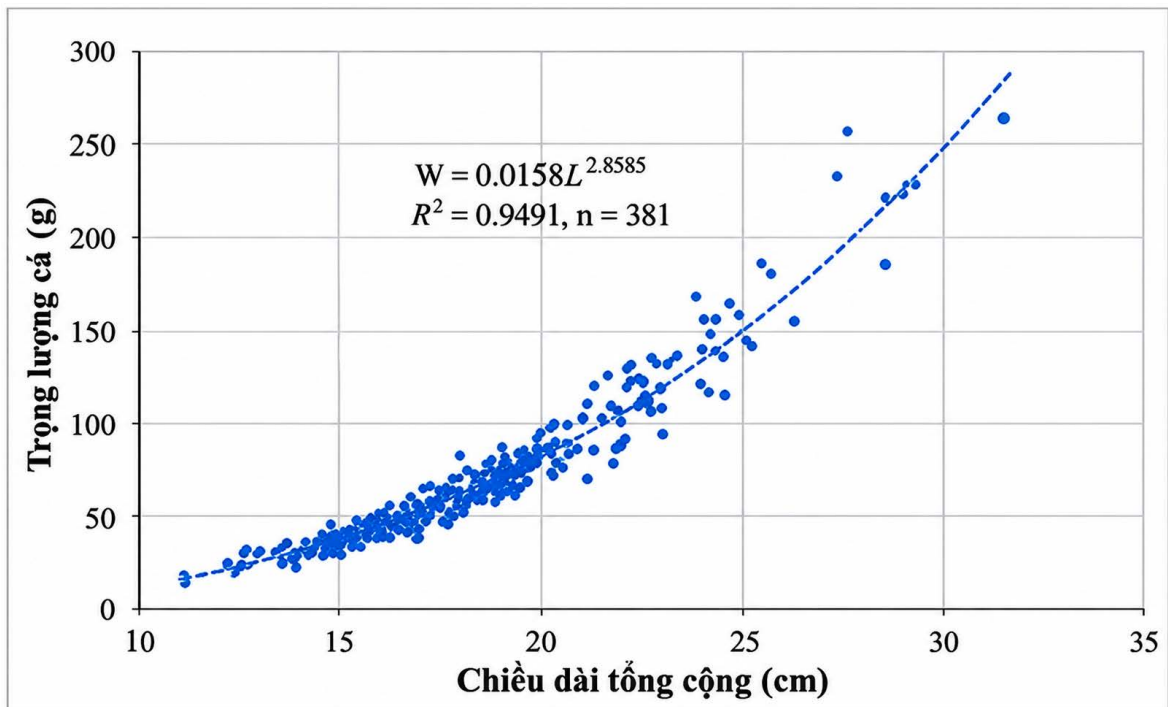
**Bảng 4.** Chiều dài và trọng lượng của cá đối lưng xanh (*P. subviridis*) nghiên cứu

| Giới tính | Số lượng (n) | Chiều dài (mm) |          |                | Trọng lượng (gram) |          |               |
|-----------|--------------|----------------|----------|----------------|--------------------|----------|---------------|
|           |              | Nhỏ nhất       | Lớn nhất | Trung bình     | Nhỏ nhất           | Lớn nhất | Trung bình    |
| Đực       | 129          | 125,10         | 217,57   | 164,84 ± 16,33 | 21,74              | 98,75    | 47,62 ± 13,81 |
| Cái       | 245          | 113,25         | 311,14   | 187,99 ± 31,94 | 15,86              | 267,82   | 75,90 ± 41,39 |
| Tất cả    | 381          | 113,25         | 311,14   | 179,26 ± 29,92 | 15,86              | 267,82   | 65,47 ± 36,98 |

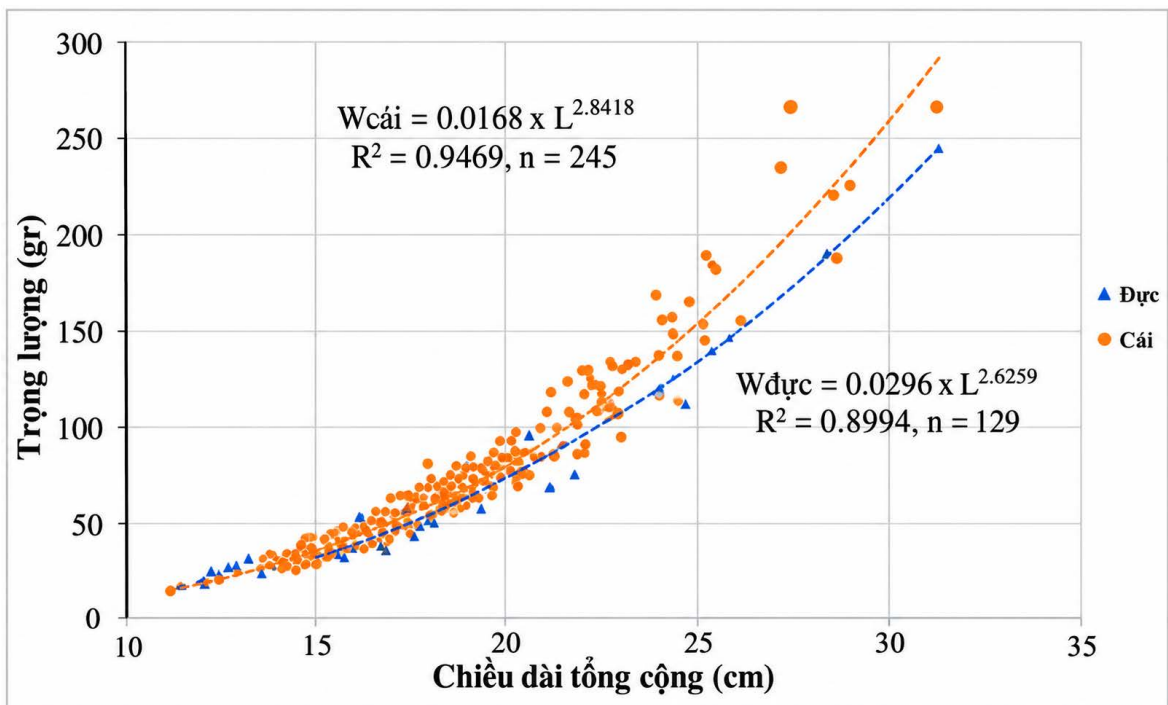
**Bảng 5.** Nghiên cứu tương quan chiều dài và trọng lượng cá đối lưng xanh (*P. subviridis*) của một số tác giả

| Tác giả                  | Địa điểm nghiên cứu | Giới tính | Số lượng | Phương trình                  | $R^2$ |
|--------------------------|---------------------|-----------|----------|-------------------------------|-------|
| Le (2012)                | Bạc Liêu, Cà Mau    | Cái       | 214      | $W = 0,040 \times L^{2,742}$  | 0,915 |
|                          |                     | Đực       | 151      | $W = 0,076 \times L^{2,471}$  | 0,843 |
| Rahman & ctv. (2016)     | Ấn Độ               | Đực       |          | $W = 0,046 \times L^{2,711}$  |       |
|                          |                     | Cái       |          | $W = 0,038 \times L^{2,893}$  |       |
| Zolkhiflee & ctv. (2016) | Malaysia            | Đực       | 635      | $W = 0,016 \times L^{2,879}$  |       |
|                          |                     | Cái       | 1651     | $W = 0,011 \times L^{3,028}$  |       |
| Rahmadhani & ctv. (2023) | Indonesia           | Đực       | 124      | $W = 0,0001 \times L^{2,570}$ | 0,965 |
|                          |                     |           | 93       | $W = 0,0002 \times L^{2,471}$ | 0,952 |
|                          |                     | Cái       | 225      | $W = 0,0001 \times L^{2,531}$ | 0,979 |
|                          |                     |           | 81       | $W = 0,0002 \times L^{2,463}$ | 0,966 |
| Nghiên cứu               | Cần Giờ             | Đực       | 129      | $W = 0,030 \times L^{2,626}$  | 0,899 |
|                          |                     | Cái       | 245      | $W = 0,017 \times L^{2,842*}$ | 0,947 |

\*Khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê ( $P < 0,05$ ).



Hình 3. Tương quan chiều dài - khối lượng của cá đối lưng xanh (*P. subviridis*).



Hình 4. Tương quan chiều dài - khối lượng cá đối lưng xanh (*P. subviridis*) của cá đực và cái.

### Hệ số điều kiện tương đối

**Bảng 6.** Hệ số điều kiện tương đối (Kn) của cá đối lưng xanh (*P. subviridis*) vào mùa nắng và mùa mưa

| Mùa     | n   | W trung bình | W' trung bình | Kn       |          |            |
|---------|-----|--------------|---------------|----------|----------|------------|
|         |     |              |               | Nhỏ nhất | Lớn nhất | Trung bình |
| Mùa khô | 199 | 65,85        | 66,51         | 0,720    | 1,378    | 0,988      |
| Mùa mưa | 182 | 65,05        | 63,45         | 0,737    | 1,254    | 1,024**    |

\*Khác biệt rất có ý nghĩa về mặt thống kê ( $P < 0,01$ ).

Trong tự nhiên, sự sinh trưởng và phát triển của cá chịu sự chi phối của các nhân tố như thức ăn, môi trường, tình trạng sức khỏe v.v. Thông qua giá trị của chỉ số điều kiện tương đối (Kn) giúp đánh giá tình trạng phát triển của cá. Giá trị  $Kn \geq 1$  thể hiện cá sống trong môi trường có điều kiện phát triển tốt và ngược lại (Cren, 1951; Jisr & ctv., 2018). Kết quả phân tích hệ số điều kiện tương đối cho thấy, vào mùa khô (từ tháng 12/2023 đến 05/2024) 0,720 - 1,378, trung bình 0,988; vào mùa mưa (từ tháng 06/2024 đến 11/2024) 0,737 - 1,254, trung bình 1,024 và có sự khác biệt rất có ý nghĩa về mặt thống kê ( $P < 0,001$ ) (Bảng 6). Vào mùa mưa, cá có trọng lượng thực tế cao hơn trọng lượng ước tính lý thuyết  $W = 0,016 \times L^{2,859}$  phù hợp với nhận định mùa mưa là thời điểm sinh trưởng và phát triển của nhiều loài thủy sinh vật ở vùng cửa sông ven biển Cần Giờ (Thai & ctv., 2023). Đây là thời điểm sinh sản của nhiều loài phiêu sinh động vật, kéo theo sự gia tăng về số lượng và mật độ các nhóm phiêu sinh động vật làm thức ăn trong khu hệ. Kết quả phân tích tương đồng với nghiên cứu chỉ số điều kiện tương đối của loài cá đối *Chelon ramada* ở vùng biển Tripoli (Li-băng), Đông Địa Trung Hải cho thấy thời điểm khí hậu ẩm (mùa xuân và mùa hè) ( $Kn = 1,002$ ) cá có tình trạng sinh trưởng tốt hơn vào thời điểm khí hậu lạnh

(mùa thu và mùa đông) ( $Kn = 0,997$ ) ( $P < 0,05$ ) (Jisr và ctv., 2018). Sự khác biệt giá trị Kn giữa các mùa phản ánh tình trạng sinh trưởng của cá. Cá sinh trưởng và phát triển trong môi trường tự nhiên phụ thuộc vào điều kiện môi trường và yếu tố thức ăn.

### 4. Kết Luận

Kết quả nghiên cứu mô tả, phân tích đặc điểm hình thái ngoài của 30 mẫu cá đối lưng xanh *Planiliza subviridis* có chiều dài 129,87 - 178,04 mm (trung bình 145,42 mm), trọng lượng 19,17 - 56,82 g (trung bình 30,01 g) (đã ngâm hoá chất). Cá đối lưng xanh có 4 tia gai vây lưng thứ 1 (D1); 1 tia gai và 8 tia vây lưng thứ 2 (D2); 3 tia gai và 9 tia vây hậu môn (A); 1 tia gai và 5 tia vây bụng (V); 14 - 15 tia vây ngực (P); 16 tia vây đuôi (C); vây dọc giữa thân từ khởi điểm gốc vây ngực đến cuống đuôi 30 - 33 vây. Cá không có cơ quan đường bên.

Nghiên cứu phân tích tương quan chiều dài, trọng lượng của 381 cá thể (129 đực, 245 cái, 7 không phân biệt) có chiều dài 113,25 - 311,14 mm (trung bình 179,26 mm), trọng lượng 15,86 - 267,82 g (trung bình 65,47 g). Kết quả cho thấy loài cá đối (*P. subviridis*) ở vùng cửa sông ven biển Cần Giờ có hệ số tăng trưởng (b) trong khoảng 2,631 - 2,859,  $R^2$  0,900 - 0,949. Hệ số tăng

trường của cá cái cao hơn cá đực ( $P < 0,05$ ). Chỉ số điều kiện tương đối (Kn) của cá vào mùa khô 0,720 - 1,378, trung bình 0,988; vào mùa mưa 0,737 - 1,254, trung bình 1,024, có sự khác biệt giữa các mùa ( $P < 0,001$ ).

### Lời Cam Đoan

Chúng tôi cam đoan nghiên cứu này do chúng tôi thực hiện và không có bất kỳ xung đột lợi ích nào.

### Lời Cảm ơn

Kết quả nghiên cứu này được hỗ trợ một phần kinh phí từ chương trình nghiên cứu DOST Ho Chi Minh, HCM FOSTED/68/2020/HĐ - QPTKHCN/Phase I, của Sở Khoa học & Công nghệ thành phố Hồ Chí Minh, Quỹ phát triển Khoa học Công nghệ thành phố Hồ Chí Minh. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn quý cơ quan đã hỗ trợ nghiên cứu này.

### Tài liệu Tham Khảo (References)

- Cren, L. E. D. (1951). The Length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology* 20(2), 201-219
- Dinh, C. K., Tran T. C., Vo, T. M. T., Nguyen, P. H., & Thai, N. T. (2022). The morphological characteristics of banded needlefish *Strongylura leiura* (Bleeker, 1850) dwelling in the coastal water of Can Gio district, Ho Chi Minh City. *Vietnam Journal of Science and Technology* 64(9), 48-53. [https://doi.org/10.31276/VJST.64\(9\).48-53](https://doi.org/10.31276/VJST.64(9).48-53).
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N., & Fong, J. D. (Eds.). (2024). *Eschmeyer's catalog of fishes: Genera/species by family/subfamily*. Retrieved August 27, 2024, from <https://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>.
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N., & Laan, R. V. D. (Eds.). (2025). *Eschmeyer's catalog of fishes: Genera, species, references*. Retrieved September 2, 2025 from <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>.
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: History, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22, 241-253. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>.
- Ghasemzadeh, J. (2022). Order mugiliformes. In Heemstra, P. C., Heemstra, E., Ebert, D. A., Holleman, W., & Randall, J. E. (Eds.), *Coastal fishes of the western indian ocean volume 2* (1<sup>st</sup> ed., 308-326). Makhanda, South Africa: South African Institute for Aquatic Biodiversity.
- Huxley, J. S. (1931). *Problems of relative growth*. New York, USA: Lincoln Mac Veagh The Dial Press.
- Jisr, N., Younes, G., Sukhn, C., & El-Dakdouki, M. H. (2018). Length-weight relationships and relative condition factor of fish inhabiting the marine area of the Eastern Mediterranean city, Tripoli-Lebanon. *Egyptian Journal of Aquatic Research* 44(4), 299-305. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2018.11.004>.
- Le, Q. V. (2012). *The study on biological characteristics and reproduction experiments of the mullet Liza subviridis* (Valenciennes, 1836) (Unpublished doctoral dissertation). Can Tho University, Can Tho City, Vietnam.
- Le, T. H., Chu, H. N., Tran, D. H., & Ta, T. T. (2017). Morphological characteristics of mullets (Mugilidae) in the Tien Yen Estuary, Quang Ninh Province. *Proceedings of the 7<sup>th</sup> National Scientific Conference on Ecology and Biological Resources* (678-686). Ha Noi, Vietnam: Publishing House for Science and Technology.
- Nguyen, K. H., & Truong, S. K. (2007). *Fauna of Vietnam 20: Beloniformes, cyprinodontiformes, atheriniformes, salmonitiformes, gadiformes, lampridiformes, zeiformes, beryciformes, mugiliformes, pegasiformes, lophiformes*,

- syngathiformes*. Ha Noi, Vietnam: Science and Technics Publishing House.
- Nguyen, T. H. L., Nguyen, V. Q., & Durand, J. D. (2014). The checklist of species composition in the mullet family (Mugilidae) distributed in coastal lagoons of central provinces. *Journal of Marine Science and Technology* 14(3A), 268-273. <https://doi.org/10.15625/1859-3097/14/3A/5202>.
- Pravdin, I. F. (1973). *Research guide to fish*. Ha Noi, Vietnam: Rural Publishing House.
- Rahmandhani, A., Andy-Omar, S. B., Tresnati, J., & Silambi, V. S. (2023). Size distribution and growth pattern of Greenback Mullet, *Planiliza subviridis* (Valenciennes, 1836), in Makassar straits. *European Chemical Bulletin* 12(4), 2662-2675.
- Rahman, M. A. U., Mohanchander, P., Lyla P. S., & Khan S. A. (2016). Growth and stock estimation of Greenback Mullet, *Liza subviridis* (Valenciennes, 1836) from Parangipettai waters (Southeast coast of India). *Thalassas* 32, 43-50. <https://doi.org/10.1007/s41208-015-0005-3>.
- Thai, N. T., Hoang, D. D., Ly, N. S., Pham, T. L., Ngo, X. Q., Tran, N. D. My., Tran, T. K., Nguyen, T. D., Le, T. V., Vo, V. P., Nguyen, T. H., Hoang, N. L., & Cao, M. T. (2023). *Final technical report of the project: Current state assessment, proposed management solutions, and establishment of fishery co-management models in Can Gio district, Ho Chi Minh City*. Ho Chi Minh City, Vietnam: Institute of Tropical Biology.
- Thomson, J. M. (1997). The Mugilidae of the world. *Memoirs of The Queensland Museum* 41(3), 457-562.
- Truong, T. K., & Tran, T. T. H. (1993). *Identification of freshwater fish species in the Mekong Delta*. Can Tho, Vietnam: Faculty of Fisheries, Can Tho University.
- Zolkhiflee, N., Zain, K. M., Hossain, M. Y., & Yayha K. (2017). Length-weight relationship and relative condition factor of *Liza subviridis* (Valenciennes, 1836) in Pinang River Estuary, Balik Pulau, Penang, Malaysia. *Indian Journal of Fisheries* 64(3), 106-109. <https://doi.org/10.21077/ijf.2017.64.3.59178-15>.

## Biological characteristics of the longarm mullet *Moolgarda cunnesius* (Valenciennes, 1836) in estuarine and coastal waters of Can Gio, Ho Chi Minh City

Can T. Tran<sup>1,2</sup>, Khanh C. Dinh<sup>2</sup>, Phang V. Vo<sup>3</sup>, Sang M. Huynh<sup>1,4</sup>, & Tri N. Thai<sup>1,5\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate University of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, Ha Noi, Vietnam

<sup>2</sup>Sub-Department of Fisheries and Surveillance, Department of Agriculture and Environment of Ho Chi Minh City, Ho Chi Minh City, Vietnam

<sup>3</sup>Division of Economy, An Thoi Dong Commune People's Committee, Ho Chi Minh City, Vietnam

<sup>4</sup>Institute of Oceanography, Vietnam Academy of Science and Technology, Khanh Hoa Province, Vietnam

<sup>5</sup>Institute of Life Sciences, Vietnam Academy of Science and Technology, Ho Chi Minh City, Vietnam

### ARTICLE INFO

#### Research Paper

Received: November 09, 2025

Revised: December 25, 2025

Accepted: December 31, 2025

#### Keywords

Biological characteristics

Gonado somatic index

Length - weight relationship

*Moolgarda cunnesius*

Relative length of gut

#### \*Corresponding author

Tri Ngoc Thai

Email:

tntri@ils.vast.vn

### ABSTRACT

Biological characteristics of the longarm mullet *Moolgarda cunnesius* (Valenciennes, 1836) were investigated in the estuarine and coastal areas of Can Gio, Ho Chi Minh City. Morphometric measurements and meristic counts were obtained from 31 specimens collected in November 2022. A total of 344 specimens collected from January to December 2024 were used for biological analysis. Length-weight relationship (LWR), relative condition factor (Kn), relative gut length (RLG), length at first maturity ( $L_{50}$ ), gonadosomatic index (GSI), and relative fecundity (Fr) were estimated using standard formulas. Absolute fecundity (Fa) was determined using the gravimetric method. The length-weight relationship was  $W = 0.230 \times L^{2.731}$  ( $R^2 = 0.909$ ;  $n = 344$ ). The Kn was significantly higher in the rainy season than in the dry season ( $P < 0.001$ ). The RLG of the fish was 2.66 (1.85 - 3.92). The gonadosomatic index (GSI) of this mullet was highest in February 2024 (2.60%) and lowest in August 2024 (0.08%). The absolute fecundity (Fa) of *M. cunnesius* ranged from 13,302.0 to 77,253.0 eggs per female, in females weighing 46.73 - 81.31 g. The relative fecundity (Fr) averaged 503,557.0 eggs/kg per female. The estimated length at first maturity ( $L_{50}$ ) was 159.86 mm. The results of this study provide baseline biological information on the longarm mullet and support the management and sustainable utilization of this resource in Can Gio, Ho Chi Minh City.

**Cited as:** Tran, C. T., Dinh, K. C., Vo, P. V., Huynh, S. M., & Thai, T. N. (2026). Biological characteristics of the longarm mullet *Moolgarda cunnesius* (Valenciennes, 1836) in the estuarine and coastal waters of Can Gio, Ho Chi Minh City. *The Journal of Agriculture and Development* 25(4), 88-99.

**Đặc điểm sinh học của loài cá đối đầu nhon *Moolgarda cunnesius* (Valenciennes, 1836) ở vùng cửa sông, ven biển Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh**

**Trần Trung Can<sup>1,2</sup>, Đinh Công Khánh<sup>2</sup>, Võ Văn Phưởng<sup>3</sup>, Huỳnh Minh Sang<sup>4,1</sup> & Thái Ngọc Trí<sup>5,1\*</sup>**

<sup>1</sup>Học Viện Khoa Học và Công Nghệ, Viện Hàn Lâm Khoa Học và Công Nghệ Việt Nam, Hà Nội

<sup>2</sup>Chi Cục Thủy Sản và Kiểm Ngư, Sở Nông Nghiệp và Môi Trường TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

<sup>3</sup>Phòng Kinh Tế, Ủy Ban Nhân Dân Xã An Thới Đông, TP. Hồ Chí Minh

<sup>4</sup>Viện Hải Dương Học, Viện Hàn Lâm và Khoa Học Công Nghệ Việt Nam, Khánh Hòa

<sup>5</sup>Viện Khoa Học Sự Sống, Viện Hàn Lâm Khoa Học và Công Nghệ Việt Nam, TP. Hồ Chí Minh

**THÔNG TIN BÀI BÁO**

**Bài báo khoa học**

Ngày nhận: 09/11/2025

Ngày chỉnh sửa: 25/12/2025

Ngày chấp nhận: 31/12/2025

**Từ khóa**

Chiều dài ruột tương đối

Đặc điểm sinh học

Hệ số thành thực sinh dục

*Moolgarda cunnesius*

Tương quan chiều dài và khối lượng

**\*Tác giả liên hệ**

Thái Ngọc Trí

Email:

tntri@ils.vast.vn

**TÓM TẮT**

Nghiên cứu này nhằm xác định đặc điểm sinh học của loài cá đối đầu nhon *Moolgarda cunnesius* (Valenciennes, 1836) ở vùng ven biển, cửa sông Cần Giờ. Các chỉ tiêu hình thái được đo, đếm trên 31 cá thể thu mẫu vào tháng 11/2022. Các đặc điểm sinh học được phân tích trên 344 cá thể cá thu từ tháng 1/2024 đến tháng 12/2024. Tương quan chiều dài khối lượng (LWR), hệ số điều kiện tương đối (Kn), chiều dài ruột tương đối (RLG), kích cỡ thành thực sinh dục đầu ( $L_{50}$ ), hệ số thành thực sinh dục (GSI) và sức sinh sản tương đối (Fr) được tính theo công thức. Xác định sức sinh sản tuyệt đối (Fa) bằng phương pháp đếm. Kết quả cho thấy tương quan chiều dài khối lượng cá thể hiện bằng công thức  $W = 0,023 \times L^{2,731}$  ( $R^2 = 0,909$ ;  $n = 344$ ). Giá trị Kn mùa mưa cao hơn mùa khô ( $P < 0,001$ ). Chiều dài ruột tương đối (RLG) trung bình đạt 2,66 (1,85 - 3,92). Hệ số thành thực sinh dục (GSI) cao nhất tháng 2/2024 (2,60%), thấp nhất tháng 8/2024 (0,08%). Sức sinh sản tuyệt đối 13.302,0 - 77.253,0 trứng/cá cái, tương ứng với cá có khối lượng thân 46,73 - 81,31 g. Sức sinh sản tương đối đạt 503.557,0 trứng/kg cá cái. Kích cỡ thành thực sinh dục lần đầu 159,86 mm. Kết quả nghiên cứu góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho quản lý và sử dụng hợp lý nguồn lợi cá đối đầu nhon của khu vực Cần Giờ.

**1. Đặt Vấn Đề**

Loài cá đối đầu nhon (*Moolgarda cunnesius*), thuộc họ cá đối (Mugilidae), bộ cá đối (Mugiliformes). Theo hệ thống phân loại Eschmeyer (2025), cá đối đầu nhon (*Moolgarda cunnesius*) thuộc giống *Moolgarda*, trước đây là các giống *Mugil*, *Liza*, *Valamugil*, *Osteomugil*

(Fricke & ctv., 2025). Cá phân bố chủ yếu vùng biển ven bờ thuộc khu vực từ Ấn Độ Dương đến Thái Bình Dương, phổ biến ở một số nước như Ấn Độ, Pakistan, Sri Lanka,... (Talwar & Kacker, 1984; Smith & Smith, 1987; Roy & ctv., 2020). Ở các tỉnh ven biển của Việt Nam (đặc biệt là vùng cửa sông, ven biển Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh), cá được xem là loài có giá trị kinh

tế bên cạnh một số loài cá đối khác như *Mugil cephalus*, *Planiliza subviridis*, *Osteomugil engeli*,... (Nguyen, 1974; Thai & ctv., 2023). Ở vùng cửa sông, ven biển Cần Giờ, loài cá đối *M. cunnesius* được ngư dân khai thác theo mùa.

Theo (Hussain & ctv., 2010; Dang, 2020), cá đối đầu nhon (*M. cunnesius*) có đặc điểm tăng trưởng về chiều dài nhanh hơn trọng lượng với hệ số tăng trưởng  $b$  nhỏ hơn 3. Cá là loài ăn tạp thiên về thực vật với RLG đạt 2,30 (1,30 - 3,42) (Dang, 2020). Hoda & Qureshi (1993) và Wijeyaratne & Costa (2011) đã xác định mùa vụ sinh sản của cá ở khu vực cửa sông Ashtamudi (Ấn Độ) từ tháng 7 đến tháng 12, trong khi ở Pakistan cá hoạt động sinh sản mạnh từ tháng 4 đến 7 và tháng 12. Kích cỡ cá thành thực sinh dục lần đầu của cá đực và cái lần lượt là 139 và 148 mm (Wijeyaratne & Costa, 2011). Sức sinh sản tuyệt đối của cá đạt 21.953 - 140.000 trứng/cá cái, trong đó ở Sri Lanka đạt 80.000 - 140.000 trứng/cá cái; Pakistan đạt 21.953 - 62.833 trứng/cá cái (Hoda & Qureshi, 1993; Wijeyaratne & Costa, 2011). Cá đối đầu nhon (*M. cunnesius*) là nguồn lợi cá quan trọng, có giá trị kinh tế vùng cửa sông, ven biển Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí

Minh (Thai & ctv., 2023). Các nghiên cứu đặc điểm sinh học loài này ở Cần Giờ còn hạn chế. Việc nghiên cứu đặc điểm sinh học loài cá đối đầu nhon (*M. cunnesius*) cung cấp dẫn liệu khoa học phục vụ sinh sản nhân tạo và quản lý nguồn lợi của địa phương.

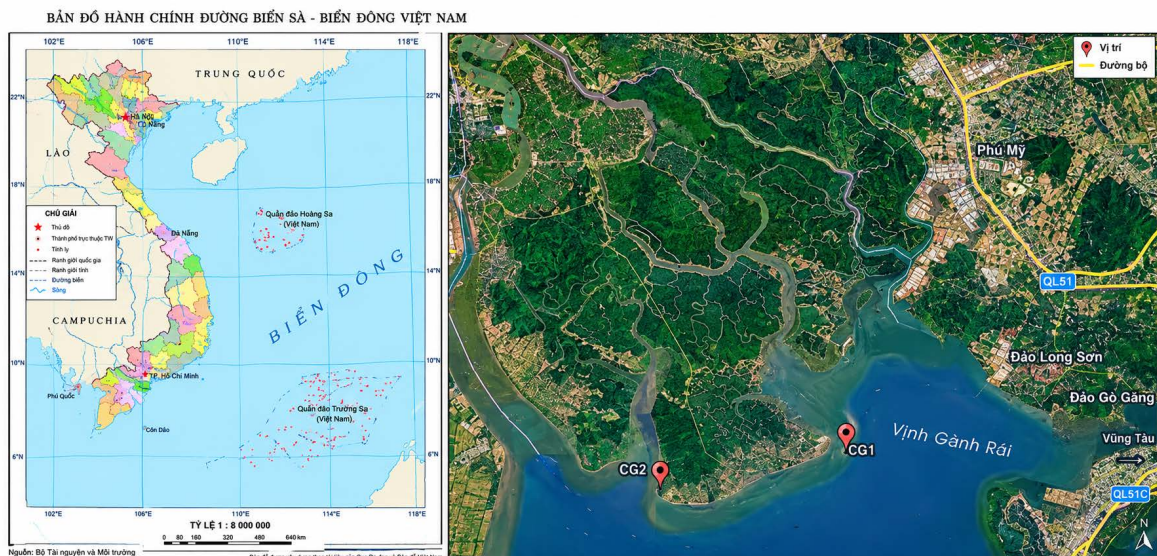
## 2. Vật Liệu và Phương Pháp Nghiên Cứu

### 2.1. Thiết bị sử dụng

Bộ thiết bị giải phẫu động vật, kính lúp Bausch & Lomb, thước kẹp điện tử Mitutoyo, cân kỹ thuật điện tử AND FX-3000i (Korea), thiết bị gắn nhãn Barcoding.

### 2.2. Thu mẫu

Thực hiện 13 đợt thu mẫu, trong đó đợt 1 vào tháng 11/2022 (nghiên cứu đặc điểm hình thái) và 12 đợt hàng tháng từ tháng 01/2024 đến 12/2024 (nghiên cứu đặc điểm sinh học) (Hình 1). Mẫu cá được thu bằng ngư cụ lưới ba mảnh, kết hợp với ngư dân địa phương trong quá trình khai thác. Các mẫu cá được xử lý, định hình bằng dung dịch formaldehyde 10 - 12% và bảo quản trong dung dịch Ethanol 65 - 70%.

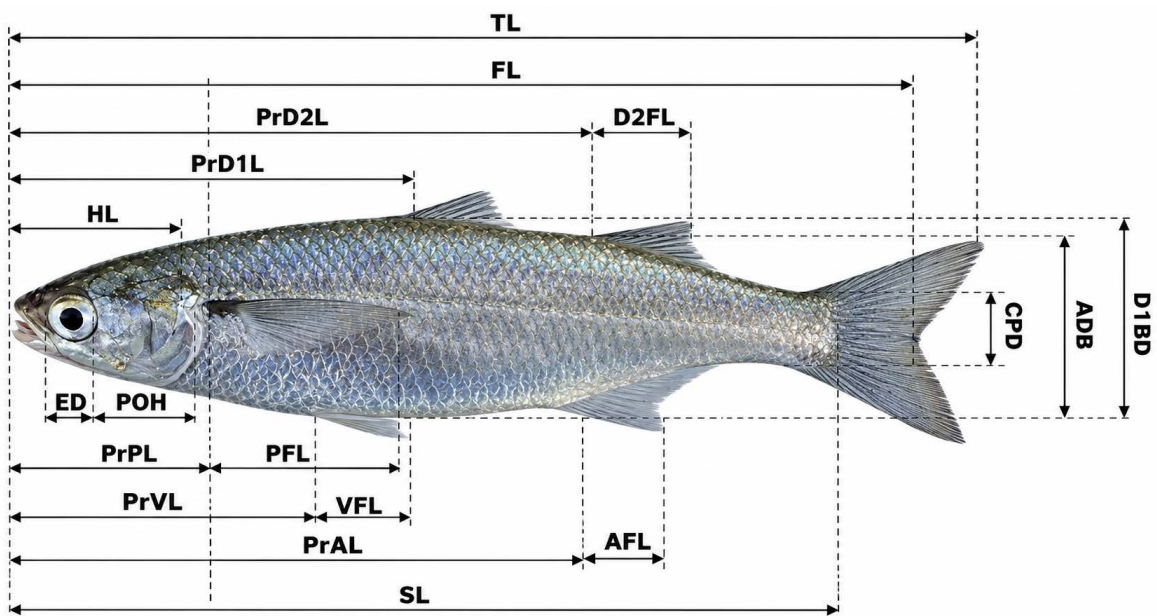


**Hình 1.** Bản đồ vị trí thu mẫu cá đối đầu nhon *Moolgarda cunnesius* (📍).

### 2.3. Nghiên cứu đặc điểm hình thái

Thực hiện nghiên cứu đặc điểm hình thái trên 31 cá thể thu mẫu đợt 1 (tháng 11/2022). Các chỉ tiêu đếm và đo của hình thái được thu hiện trên mẫu ngâm, dựa trên phương pháp của (Pravdin, 1973). Màu sắc của cá được mô tả trên các cá thể tươi và còn sống. Các chỉ tiêu đếm hình thái gồm: tia vây lưng thứ 1 (D1), tia vây lưng thứ 2 (D2), tia vây ngực (P), tia vây bụng (V), tia vây hậu môn (A), tia vây đuôi (C), số vảy dọc giữa thân từ khởi điểm gốc vây ngực đến ngang điểm mút vây ngực (Pect sc), số vảy dọc giữa thân từ khởi điểm gốc vây ngực đến ngang khởi điểm gốc vây lưng thứ 1 (D1 sc), số vảy dọc giữa thân từ khởi điểm gốc vây ngực đến ngang khởi điểm gốc vây lưng thứ 2 (D2 sc), số vảy dọc thân từ khởi điểm gốc vây ngực đến ngang vây cuối cuống đuôi (Lo), số vảy ngang thân từ khởi điểm gốc vây bụng đến khởi điểm gốc vây lưng thứ 1 (TrS), số vảy quanh cuống đuôi (TrC). Các chỉ tiêu đo hình thái gồm: chiều dài toàn thân (TL), chiều dài giữa

vây đuôi (FL), chiều dài bỏ vây đuôi (SL), khoảng cách từ đầu mõm đến khởi điểm gốc vây lưng thứ 2 (PrD2L), khoảng cách từ đầu mõm đến khởi điểm gốc vây lưng thứ 1 (PrD1L), khoảng cách từ đầu mõm đến khởi điểm gốc vây hậu môn (PrAL), khoảng cách từ đầu mõm đến khởi điểm gốc vây bụng (PrPL), khoảng cách từ đầu mõm đến khởi điểm gốc vây ngực (PrVL), chiều dài đầu (HL), chiều cao thân tại khởi điểm gốc vây lưng thứ 1 (BDD1), chiều cao thân tại khởi điểm gốc vây hậu môn (BDA), chiều cao cuống đuôi (CPD),... (Hình 2). Tất cả mẫu vật thu thập được xử lý, phân tích xác định tên khoa học và sắp xếp các bậc phân loại bộ (Order), họ (Family), giống (Genus), loài (Species) theo hệ thống phân loại của Eschmeyer (Fricke & ctv., 2025). Tham khảo các tài liệu chính về các khu hệ cá vùng lân cận. Tất cả các mẫu được phân tích tại phòng thí nghiệm nghiên cứu cá (FishLab) thuộc Viện Khoa học sự sống (ILS), Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.



Hình 2. Sơ đồ đo cá đối đầu nhọn (*M. cunnesius*).

#### 2.4. Nghiên cứu đặc điểm sinh học

Đặc điểm sinh học được phân tích trên 344 cá thể của 12 đợt thu mẫu từ tháng 1/2024 đến tháng 12/2024. Tương quan chiều dài - khối lượng (LWR) xác định bằng công thức  $W = aL^b$  (Huxley, 1931), trong đó:  $W$  là khối lượng thân cá (gr),  $L$  là chiều dài toàn thân (cm),  $a$  là hệ số tăng trưởng ban đầu,  $b$  là hệ số tăng trưởng. Sự khác biệt hệ số tăng trưởng ( $b$ ) giữa cá đực và cái được kiểm định bằng kiểm định  $t$  hai mẫu độc lập.

Hệ số điều kiện tương đối ( $Kn$ ) được xác định theo công thức

$$Kn = \frac{W}{W'} \quad (\text{Cren, 1951}),$$

trong đó:  $W$ : khối lượng thực tế của cá (g);  $W'$ : khối lượng lý thuyết của cá (g), xác định từ phương trình tương quan chiều dài khối lượng đã xác định trước đó  $W = aL^b$ . Đánh giá  $Kn$  theo mùa trong năm. Sự khác biệt  $Kn$  giữa các mùa được kiểm định bằng Mann-Whitney U test.

Các giai đoạn phát triển tuyến sinh dục cá xác định dựa theo thang bậc thành thực sinh dục cá (Pravdin, 1973; Xakun & Buskaia, 1982).

Giải phẫu cá xác định đực cái. Tuyến sinh dục (TSD) của cá cái là buồng trứng, cá đực là tinh sào. Phân tích thống kê Chi square ( $\chi^2$ ), kiểm định giả thuyết sự khác biệt giữa số lượng cá đực và cái trong tự nhiên.

Hệ số thành thực sinh dục (GSI - Gonadosomatic Index) được xác định bằng công thức

$$GSI = \frac{W_g}{W} \times 100 \quad (\text{Pravdin, 1973}),$$

trong đó:  $W_g$  là khối lượng tuyến sinh dục (g),  $W$  là khối lượng thân cá (g).

Xác định kích cỡ cá thành thực sinh dục lần đầu ( $L_{50}$ ) bằng công thức

$$p = \frac{1}{(1 + e^{-r(L - L_m)})} \quad (\text{King, 2007}),$$

trong đó:  $p$  là xác suất 50% cá thành thực lần đầu tiên,  $r$  là độ dốc của đường cong,  $L$  là chiều dài toàn thân (mm),  $L_m$  là chiều dài trung bình cá tại xác suất 50% cá thành thực sinh dục.

Sức sinh sản tuyệt đối ( $F_a$  - Absolute Fecundity) xác định theo công thức  $F_a = (n \times G)/g$  (Pravdin, 1973), trong đó:  $F_a$ : sức sinh sản tuyệt đối (trứng/cá thể cái),  $G$ : khối lượng buồng trứng (g),  $g$ : Khối lượng mẫu trứng được lấy ra đếm (g),  $n$ : Số trứng của mẫu trứng được lấy ra đếm. Sức sinh sản tương đối ( $F_r$  - relative fecundity) tính theo công thức  $F_r = F_a/W$  (Pravdin, 1973), trong đó:  $F_r$ : Sức sinh sản tương đối (trứng/kg cá thể cái),  $F_a$ : Sức sinh sản tuyệt đối (trứng/cá thể cái),  $W$ : Khối lượng thân cá (kg).

Chiều dài ruột tương đối (RLG) được tính toán theo công thức

$$RLG = \frac{L_i}{L_o} \quad (\text{Al-Hassani, 1947}),$$

trong đó:  $L_i$ : Chiều dài ruột cá (mm),  $L_o$ : Chiều dài cá bỏ vây đuôi (mm).

Số liệu được phân tích bằng phần mềm Excel (version 16.104), SPSS (version 27).

### 3. Kết Quả và Thảo Luận

#### 3.1. Đặc điểm phân loại, hình thái cấu tạo ngoài của cá đối đầu nhọn (*M. cunnesius*)

Tên khoa học: *Moolgarda cunnesius* (Valenciennes, 1836).

Tên tiếng Việt: cá đối đầu nhọn, cá đối lá (tên địa phương).

Tên tiếng Anh: Longarm mullet.

Số lượng mẫu mô tả: 31 cá thể.

Chẩn loại: Vây ngực tương đối dài, điểm mút vây ngực kéo dài ngang bằng hoặc vượt qua khỏi điểm gốc vây lưng thứ 1. Gốc vây ngực có đốm đen đặc trưng, vây nách phát triển. Khởi điểm

gốc vây lưng thứ 1 nằm ngang sau khỏi điểm gốc vây hậu môn. Số vây dọc giữa thân từ gốc vây ngực đến cuống đuôi 34 - 37 vây.

Đặc điểm hình thái: D1 IV; D2 I, 8; A III, 9; V I, 5; P 15 - 17; C 16, Pect sc 10 - 12, D1 sc 10 - 12, D2 sc 20 - 22. Ll 34 - 37.



(a) Mẫu lúc còn sống



(b) Mẫu bảo quản trong EtOH 70%

**Hình 3.** Cá đối đầu nhọn *Moolgarda cunnesius* (Valenciennes, 1836).

### Mô tả hình thái

Thân cá thuôn dài, dẹp bên từ cuối gốc vây lưng thứ 2 và vây hậu môn đến cuống đuôi. Giữa thân có 9 hàng vây song song chạy dọc thân từ sau gốc vây ngực đến cuống đuôi. Vây đuôi phân thùy.

Đầu ngắn, tỷ lệ HL/SL 22,87%. Mồm ngắn, hơi nhọn. Miệng rộng vừa phải, rạch miệng nằm ngang. Môi trên hơi dày, có rãnh khuyết ở giữa. Môi dưới mỏng, cạnh viền sắc, có gờ thịt nhô lên áp khít với rãnh khuyết của môi trên. Xương hàm trên lộ rõ, đoạn cuối cong nhẹ về phía sau,

tạo hình dạng gần giống chữ “S”. Xương trước ổ mắt nằm giữa môi trên và viền trước ổ mắt. Cạnh dưới xương trước ổ mắt uốn cong tạo góc vuông, mép ngoài có các góc nhọn dạng răng cưa (Hình 5). Cá có 2 đôi mũi, đôi thứ 1 nằm gần mồm, đôi thứ 2 lớn hơn gần viền trước ổ mắt (Hình 4). Mắt to tròn, nằm hai bên đầu gần đầu mồm, tỷ lệ ED/HL 26,83%; IO/HL 42,90%; POH/HL 65,45%. Màng mỡ mắt tương đối phát triển, che phủ  $\frac{1}{4}$  ổ mắt ngoại trừ con người của mắt (Hình 4). Chiều dài màng mỡ mắt so với chiều dài đầu (AEL/HL) 35,78%.



**Hình 4.** Hai lỗ mũi.



**Hình 5.** Xương trước ổ mắt.



**Hình 6.** Vây ngực.

Vây ngực tương đối dài, khởi điểm gốc vây ngực nằm trên trục giữa thân của cá và ngay sau điểm cuối xương nắp mang. Chiều dài vây ngực so với đầu (PFL/HL) 108,16%. Điểm mút vây ngực kéo dài ngang bằng hoặc nằm sau khởi điểm gốc vây lưng thứ 1 (Hình 3). Khởi điểm gốc vây lưng thứ 2 nằm ngang sau khởi điểm gốc vây hậu môn. Vây lưng thứ 2 và vây hậu môn đối xứng nhau. Vây bụng nằm ngang phần bụng, giữa khởi điểm vây ngực và vây lưng thứ 1.

Cá có 34 - 37 vây dọc giữa thân từ gốc vây ngực đến cuống đuôi. Vây nách ở các gốc vây ngực, vây bụng và vây lưng thứ 1 phát triển, có dạng hình tam giác (Hình 6).

Cá khi còn sống, phần lưng màu xám bạc, thân màu trắng bạc. Vùng phía trên quanh mõng mắt cá có màu vàng ánh kim. Phía trên nắp mang có đốm sắc tố vàng ánh kim, mất đi khi cá chết. Gốc vây ngực có đốm sắc tố đen (Hình 6). Mẫu đã xử lý hoá chất, bảo quản trong dung dịch EtOH 70% có màu nâu pha vàng.

**Bảng 1.** Các chỉ tiêu hình thái cá đối đầu nhọn (*M. cunnesius*) (N = 31)

| Stt | Kí hiệu  | Nhỏ nhất  | Lớn nhất  | Trung bình ( $\pm$ SD) |
|-----|----------|-----------|-----------|------------------------|
| 1   | TL       | 150,42 mm | 176,67 mm | 163,21 $\pm$ 6,69 mm   |
| 2   | FL/TL    | 92,25%    | 95,05%    | 93,81 $\pm$ 0,77%      |
| 3   | SL/TL    | 78,17%    | 82,21%    | 79,85 $\pm$ 0,91%      |
| 4   | PrD1L/SL | 47,90%    | 53,80%    | 49,70 $\pm$ 1,37%      |
| 5   | PrD2L/SL | 70,51%    | 75,08%    | 73,32 $\pm$ 1,16%      |
| 6   | PrAL/SL  | 65,04%    | 71,36%    | 67,88 $\pm$ 1,61%      |
| 7   | PrVL/SL  | 11,50%    | 17,75%    | 16,42 $\pm$ 1,43%      |
| 8   | PrPL/SL  | 22,95%    | 26,95%    | 24,68 $\pm$ 1,01%      |
| 9   | BDD1/SL  | 21,72%    | 27,77%    | 25,02 $\pm$ 1,51%      |
| 10  | BDA/SL   | 21,20%    | 25,51%    | 23,53 $\pm$ 0,95%      |
| 11  | CPD/SL   | 10,62%    | 11,89%    | 11,36 $\pm$ 0,35%      |
| 13  | HL/SL    | 21,00%    | 25,64%    | 22,87 $\pm$ 1,23%      |
| 14  | IO/HL    | 36,78%    | 46,71%    | 42,90 $\pm$ 2,64%      |
| 15  | POH/HL   | 57,09%    | 71,75%    | 65,45 $\pm$ 3,81%      |
| 16  | ED/HL    | 22,41%    | 30,56%    | 26,83 $\pm$ 2,08%      |
| 17  | AEL/HL   | 27,5%     | 43,79%    | 35,78 $\pm$ 4,73%      |
| 18  | SnL/HL   | 14,88%    | 27,68%    | 23,25 $\pm$ 3,02%      |
| 19  | PFL/HL   | 91,46%    | 116,65%   | 108,16 $\pm$ 6,73%     |
| 20  | VFL/PFL  | 45,62%    | 72,89%    | 66,56 $\pm$ 5,89%      |
| 21  | D2FL/AFL | 89,06%    | 109,55%   | 97,20 $\pm$ 4,82%      |

3.2. Đặc điểm sinh học

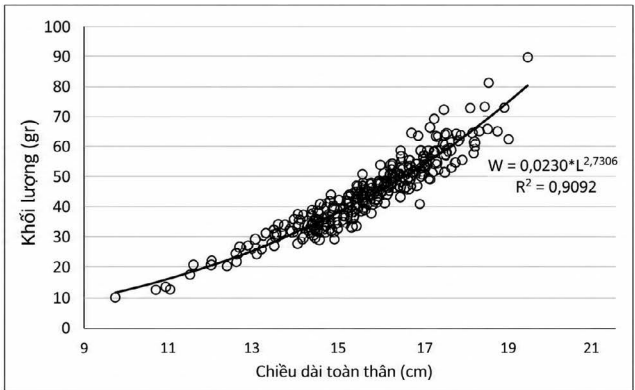
Tương quan chiều dài khối lượng (LWR)

Tương quan chiều dài khối lượng (LWR) cá đối đầu nhọn (*M. cunnesius*) thể hiện bằng phương trình  $W = 0,023 \times L^{2,731}$  với  $R^2 = 0,909$  (Hình 7). Tương tự, phương trình hồi quy LWR của cá đục và cá lẩn lượt là  $W_{\text{đục}} = 0,018 \times L^{2,814}$  với  $R^2 = 0,837$ ;  $W_{\text{cái}} = 0,024 \times L^{2,718}$  với  $R^2 = 0,923$  (Hình 8). 11 cá thể còn lại không xác định được

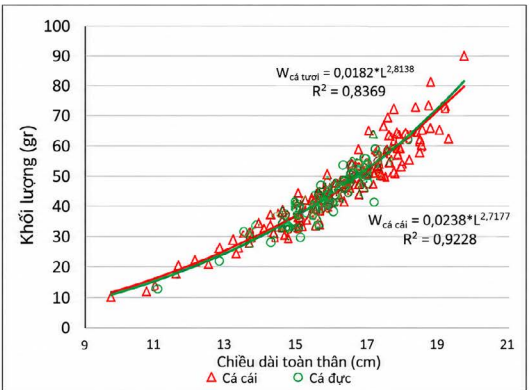
giới tính, không thực hiện phân tích tương quan chiều dài khối lượng cho nhóm này (Bảng 2). Hệ số tăng trưởng của cá (bao gồm cá đục và cái) nhỏ hơn 3 phản ánh đặc điểm sinh trưởng của cá tăng trưởng về chiều dài nhanh hơn so với khối lượng cơ thể. Hệ số tăng trưởng của cá cái và đục khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $P > 0,05$ ). Hình 8 thể hiện đường tăng trưởng lý thuyết của cá đục và cá gần như tương đồng nhau, cá có xu hướng tăng trưởng giống nhau.

**Bảng 2.** Chiều dài toàn thân và khối lượng thân cá đối đầu nhọn (*M. cunnesius*) nghiên cứu

| Giới tính | N   | TL (mm)                          | P (g)                         |
|-----------|-----|----------------------------------|-------------------------------|
| Đục       | 105 | 157,59 ± 10,88 (110,97 - 180,94) | 43,31 ± 8,43 (13,19 - 62,32)  |
| Cái       | 228 | 158,99 ± 16,49 (97,99 - 197,88)  | 45,09 ± 12,45 (10,20 - 89,96) |
| KPB       | 11  | 143,65 ± 15,13 (124,93 - 163,73) | 33,82 ± 8,60 (21,08 - 49,31)  |
| Tất cả    | 344 | 158,07 ± 15,12 (97,99 - 197,88)  | 44,19 ± 11,42 (10,20 - 89,96) |



(a) Không phân theo giới tính



(b) Phân theo giới tính

**Hình 7.** Quan hệ hồi quy giữa chiều dài và khối lượng thân cá đối đầu nhọn (*M. cunnesius*).

Hệ số điều kiện tương đối (Kn)

Hệ số điều kiện tương đối Kn mùa khô (tháng 1/2024 - 05/2024 và 12/2024) và mùa mưa (tháng 06/2024 đến 11/2024) lần lượt là  $0,97 \pm 0,08$  (0,80 - 1,31);  $1,03 \pm 0,08$  (0,82 - 1,26). Giá trị Kn giữa 2 mùa khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,001$ ). Cá sinh sống chủ yếu vùng biển ven bờ, không di cư

sâu vào hệ thống rừng ngập mặn nơi đây. Kết quả phân tích phản ánh, điều kiện sinh trưởng của cá mùa mưa tốt hơn mùa khô. (Thai & ctv., 2023) nghiên cứu về chuỗi thức ăn tự nhiên ở vùng ven biển và rừng ngập mặn Cần Giờ cho thấy vào mùa mưa, mật độ và thành phần thức ăn tự nhiên ở vùng ven biển cao hơn mùa khô và ngược lại ở các thủy vực trong rừng ngập mặn.

### Chiều dài ruột tương đối (RLG)

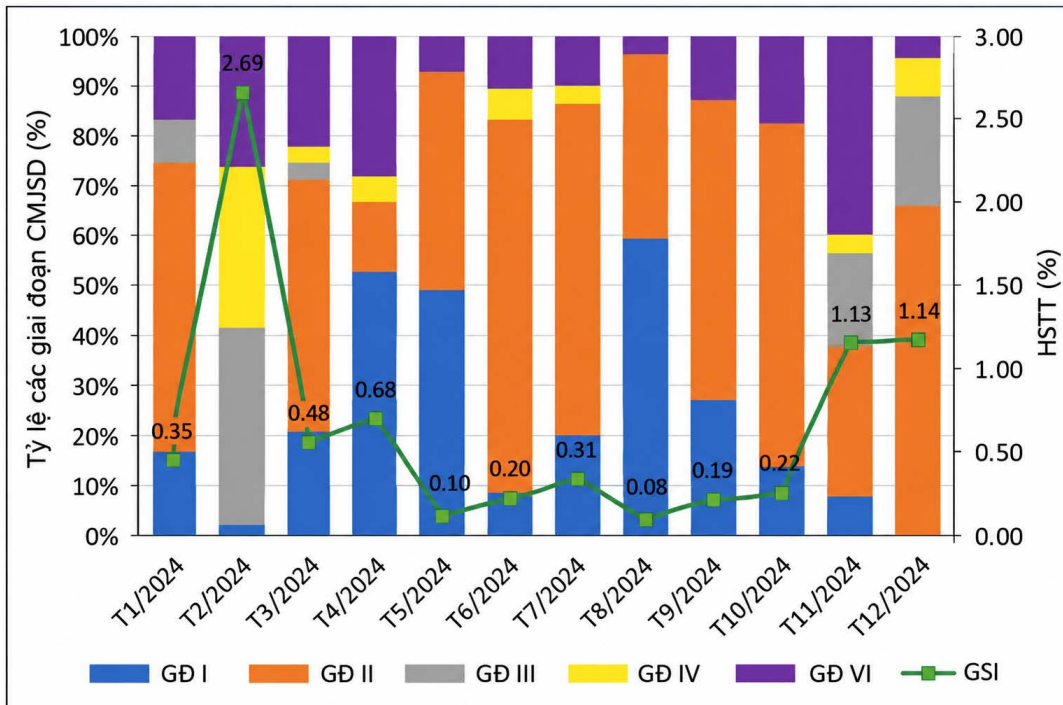
Kết quả phân tích chiều dài ruột tương đối cho thấy cá có giá trị RLG trung bình  $2,66 \pm 0,29$  (1,85 - 3,92). Tỷ lệ chiều dài ruột so với chiều dài thân phản ánh tập tính ăn của cá (Al-Hassani, 1947). Chiều dài ruột tương đối RLG của những loài cá dữ, ăn động vật thường có giá trị nhỏ hơn 1 và ngược lại. RLG của cá đối đầu nhon ở vùng biển Sri Lanka có giá trị 2,2 - 3,3; tương tự cá vùng đầm phá, biển ven bờ Thừa Thiên Huế có RLG 1,30 - 3,42 (Wijeyaratne & Costa, 2011; Dang, 2020). Thành phần thức ăn của cá ở Sri Lanka gồm tảo lục, tảo lam, tảo Silic, nhóm giun nhiều tơ, mùn bã hữu cơ và cát (Wijeyaratne & Costa, 2011); trong khi ở vùng đầm phá, ven biển Thừa Thiên Huế ghi nhận gồm tảo Lam, tảo Lục, tảo Silic, mùn bã hữu cơ và động vật phù du (Copepoda, Cladocera) (Dang, 2020). Thành phần thức ăn trong hệ tiêu hoá của cá có sự hiện

diện cả nhóm thực vật và động vật. Kết quả cho thấy cá là loài ăn tạp.

### Tỷ lệ đực cái

Xác định tỷ lệ đực cái của cá là 1:2,17 và sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,001$ ), cho thấy cá cái chiếm ưu thế trong quần thể. Tương tự, vùng biển ven bờ Sri Lanka ghi nhận cá cái chiếm tỷ lệ 82% tổng số cá thể trong quần thể (Wijeyaratne & Costa, 2011). Krishnakumar & Nair (1995) ghi nhận tỷ lệ giới tính của loài này ở vùng biển Ấn Độ 1:1,5 (đực:cái). Trong khi đó, (Dang, 2020) ghi nhận cá đối đầu nhon ở tuổi thành thực vùng đầm phá và biển ven bờ Thừa Thiên Huế có tỷ lệ đực cái lần lượt là 1,06:1,00 và 1,12:1,00. Sự khác biệt về tỷ lệ giới tính giữa các vùng địa lý liên quan điều kiện môi trường, cấu trúc quần thể và mùa vụ sinh sản.

### Mùa vụ sinh sản



**Hình 8.** Các giai đoạn CMSD và HSTT của cá đối đầu nhon (*M. cunnesius*).

Hình 9 thể hiện biến động hệ số thành thực sinh dục của cá đối nhon (*M. cunnesius*) từ tháng 1/2024 - 12/2024 hình thành 1 đỉnh sinh sản rõ rệt tại tháng 2/2024. Điều này cho thấy, cá đối đầu nhon sinh sản tập trung từ tháng 1/2024 đến 3/2024, trùng với giai đoạn cuối gió mùa Đông Bắc (ngư dân thường gọi là mùa gió chướng), trước khi bước vào thời điểm giao mùa. Thời điểm sinh sản tập trung của loài này trùng với thời điểm quy định cấm khai thác thủy tại vùng lồng vùng biển Thành phố Hồ Chí Minh - tỉnh Đồng Tháp (bao gồm khu vực Cần Giờ) (MAE, 2025). Điều này cho thấy việc áp dụng thời gian cấm khai thác là phù hợp trong việc bảo vệ nguồn lợi loài này trong mùa sinh sản. Ngoài ra, cần nghiên cứu bãi đẻ của loài cá đối đầu nhon làm cơ sở khoanh vùng bảo vệ và quản lý khai thác hợp lý.

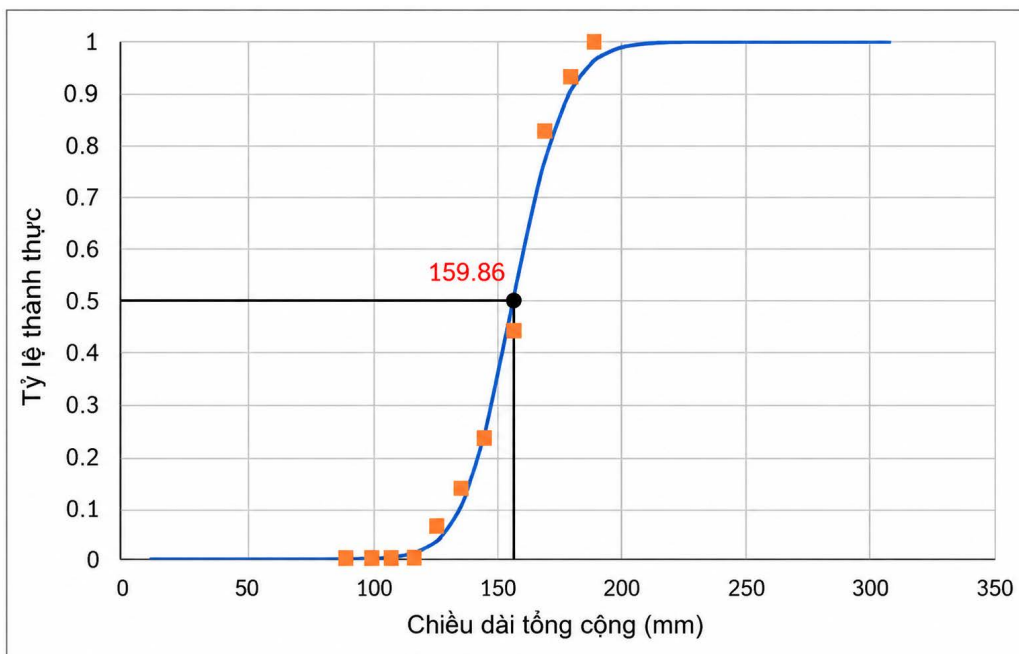
### Sức sinh sản

Kết quả phân tích 11 buồng trứng CMSD giai đoạn IV tương ứng với cá có chiều dài toàn thân nhỏ nhất 156,35 mm, lớn nhất 192,30 mm; khối lượng thân nhỏ nhất 46,73 g, lớn nhất 81,31 g.

Sức sinh sản tuyệt đối (Fa) nhỏ nhất 13.302 trứng/cá cái, lớn nhất 77.253 trứng/cá cái; sức sinh sản tương đối (Fr) đạt 503.557 trứng/kg cá cái. Sức sinh sản tuyệt đối của loài cá này tại vùng Karachi-Sind (Pakistan) dao động từ 21.953 - 62.833 trứng/cá cái; vùng biển Sri Lanka đạt 80.000 - 140.000 trứng/cá cái và vùng biển ven bờ tỉnh Thừa Thiên Huế đạt 14.140 - 36.412 trứng/cá cái (Hoda & Qureshi, 1993; Wijeyaratne & Costa, 2011; Dang, 2020). Sự biến động sức sinh sản tuyệt đối của cá đối đầu nhon giữa các vùng liên quan đến kích cỡ cá.

### Kích cỡ thành thực sinh dục lần đầu L50

Xác định kích cỡ thành thực sinh dục lần đầu ( $L_{50}$ ) cá là 159,86 mm (Hình 10). Khi cá đạt kích cỡ 159,86 mm, 50% cá thể trong quần thể thành thực sinh dục và tham gia vào sinh sản ngoài tự nhiên. Kích cỡ thành thực của cá ở Sri Lanka đạt 16,0 cm ở cá đực, 16,9 cm ở cá cái; ở Ấn Độ, cá đực đạt kích thước 139 mm và cá cái đạt 148 mm (Krishnakumar & Nair, 1995; Wijeyaratne & Costa, 2011).



**Hình 9.** Kích cỡ thành thực sinh dục lần đầu của cá đối đầu nhon (*M. cunnesius*).

#### 4. Kết Luận

Nghiên cứu đã mô tả các đặc điểm hình thái và xác định đặc điểm sinh học của loài cá đối đầu nhon (*M. cunnesius*) ở vùng cửa sông, ven biển Cần Giờ. Cá ngoài tự nhiên sinh sản tập trung từ tháng 1/2024 đến 3/2024 với sức sinh sản tuyệt đối nhỏ nhất 13.302 trứng/cá cái, lớn nhất 77.253 trứng/cá cái. Sức sinh sản tương đối của cá đạt 503.557 trứng/kg cá cái. Cá có kích thước thành thực sinh dục lần đầu đạt 159,86 mm. Kết quả góp phần bổ sung các dẫn liệu khoa học về loài này phục vụ cho quản lý và khai thác hợp lý nguồn lợi cá đối của khu vực Cần Giờ.

#### Lời Cam Đoan

Chúng tôi cam đoan nghiên cứu này do chúng tôi thực hiện và không có bất kỳ xung đột lợi ích nào.

#### Lời Cảm ơn

Kết quả nghiên cứu này được hỗ trợ một phần kinh phí từ chương trình nghiên cứu HCM FOSTED/68/2020/HĐ-QPTKHCN/Phase I của Sở Khoa học & Công nghệ thành phố Hồ Chí Minh và Quỹ phát triển Khoa học Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn quý cơ quan đã hỗ trợ nghiên cứu này.

#### Tài liệu Tham Khảo (References)

Al-Hassani, A. H. (1947). *The feeding habits and the morphology of the alimentary tract of some teleosts living in the neighbourhood of the marine biological station, Ghardaqa, Red Sea* (Unpublished doctoral dissertation). Fouad I University, Cairo, Egypt.

Cren, L. E. D. (1951). The Length - weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology* 20(2), 201-219.

Dang, D. T. (2020). *Biological characteristics and distribution of the Longarm Mullet (Moolgarda cunnesius, Valenciennes, 1836) in the coastal area of Thua Thien Hue, Vietnam* (Unpublished doctoral dissertation). University of Education, Hue University, Hue City, Vietnam.

Fricke, R., Eschmeyer, W. N., & Laan, R. V. D. (Eds.). (2025). *Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references*. Retrieved July 8, 2025 from <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>.

Hoda, S. M. S., & Qureshi, N. (1993). Aspects of the reproduction biology of Mullet *Valamugil cunnesius* in Karachi-Sind waters. *Journal of The Marine Biological Association of India* 35(1&2), 123-130.

Hussain, S. M., Paperno, R., & Khatoon, Z. (2010). Length - weight relationships of fishes collected from the Korangi-Phitti Creek area (Indus delta, northern Arabian Sea). *Journal of Applied Ichthyology* 26, 477-480.

Huxley, J. S. (1931). *Problems of relative growth*. New York, USA: The Dial Press.

King, M. (2007). *Fisheries biology, assessment and management*. Oxford, UK: Blackwell Publishing.

Krishnakumar, K., & Nair, N. B. (1995). Breeding biology of the grey mullet, *Valamugil cunnesius* from the Ashtamudi estuary, Southwest coast of India. *Fishery Technology* 32(1), 1-5.

MAE (Ministry of Agriculture and Environment). (2025). Circular No. 88/2025/TT-BNNMT dated on December 31, 2025. Guidelines on the protection and development of fisheries resources. Retrieved September 4, 2025 from <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Tai-nguyen-Moi-truong/Law-18-2017-QH14-on-fisheries-372768.aspx>.

Nguyen, K. H. (1974). *A Study of mullets (Order Mugiliformes) in the northern sea of Vietnam: Taxonomic system and economic importance*. Hai Phong, Vietnam: Institute of Marine Research.

- Pravdin, I. F. (1973). *Research guide to fish*. Ha Noi, Vietnam: Rural Publishing House.
- Roy, A., Dutta, S., Podder, A., & Homechauduri, S. (2020). Variation in population characteristics and harvesting pressure influencing recruitment pattern of an economically important fish, *Osteomugil cunnesius* of Indian sundarbans. *Zoological Society* 73(5), 1-15.
- Smith, M. M., & Smith, J. L. B. (1987). Mugilidae. In Smith, J. L.B (Ed.), *Smiths' sea fishes* (714-720). Johannesburg, South Africa: Macmillan South Africa.
- Talwar, P. K., & Kacker, R. K. (1984). *Comercial sea fishes of India*. Calcutta, India: The Pooran Press.
- Thai, N. T., Hoang, D. D., Ly, N. S., Pham, T. L., Ngo, X. Q., Tran, N. D. M., Tran, T., K.,, Nguyen, T. D., Le, T. V., Vo, V. P., Nguyen, T. H., Hoang, N. L., & Cao, M. T. (2023). *Final technical report of the project: Current state assessment, proposed management solutions, and establishment of fishery co-management models in Can Gio district, Ho Chi Minh City*. Ho Chi Minh City, Vietnam: Institute of Tropical Biology.
- Wijeyaratne, M. J. S., & Costa, H. H. (2011). The food, fecundity and gonadal maturity of valamugil cunnesius (Pisces: Mugilidae) in the Negombo lagoon, Sri Lanka. *Indian Journal of Fisheries* 35(2),71-77.
- Xakun, O. F., & Buskaia, N. A. (1982). *Determination of gonadal development stages and study of the reproductive cycle of fish*. Ha Noi, Vietnam: Rural Publishing House.

Evaluating the efficiency of nitrogen removal through batch aerobic biotechnology by changing the ratio of chemical oxygen demand to nitrogen

Loi T. Nguyen<sup>1\*</sup>, Quyen L. A. Nguyen<sup>1</sup>, Tran N. Trinh<sup>1</sup>, Thao H. U. Nguyen<sup>1</sup>, & Huy V. Nguyen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Environment and Natural Resources, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

<sup>2</sup>Department of Environmental Engineering, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

| ARTICLE INFO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ABSTRACT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Research Paper</b></p> <p>Received: March 20, 2025<br/>Revised: May 27, 2025<br/>Accepted: June 09, 2025</p> <p><b>Keywords</b></p> <p>Assimilation<br/>Batch aerobic<br/>Sludge concentration<br/>Nitrification<br/>COD:N ratio</p> <p><b>*Corresponding author</b></p> <p>Nguyen Thanh Loi<br/>Email:<br/>21127114@st.hcmuaf.edu.vn</p> | <p>This study aimed to evaluate nitrogen removal efficiency in simulated wastewater utilizing aerobic biological technology in batch processes while varying the chemical oxygen demand to nitrogen (COD:N) ratio. Experimental results with a daily load of 1.14 kg COD/m<sup>3</sup>, a sludge concentration of 2500 - 3000 mg/L, a pH range of 7 - 8.5, and an aeration duration of 6 h per cycle (continuous 24-h operation) showed that compared to the original ratio COD:N of 100:5 (according to textbooks), the COD:N ratio of 100:7.5 was the most optimal for the treatment efficiency. Total nitrogen removal efficiency ranged from 81.7 to 93.9%, which was considered suitable for the operation of sequencing batch aerobuc tanks, with the 6-h aeration period ensuring stable performance. These results demonstrate that both assimilation and nitrification processes occurred effectively under these optimal conditions. At the same time, the system also exhibited very effective organic matter treatment capacity, maintaining COD removal efficiency above 88% regardless of the COD:N ratio applied during the study. This suggests that the treatment process is not only stable but also highly flexible, efficiently managing variations in organic loading in the wastewater.</p> |

**Cited as:** Nguyen, L. T., Nguyen, Q. L. A., Trinh, T. N., Nguyen, T. H. U., & Nguyen, H. V. (2026). Evaluating the efficiency of nitrogen removal through batch aerobic biotechnology by changing the ratio of chemical oxygen demand to nitrogen. *The Journal of Agriculture and Development* 25(4), 100-111.

## Đánh giá hiệu quả xử lý N bằng công nghệ sinh học hiếu khí từng mẻ khi thay đổi tỉ lệ nhu cầu ôxi hóa học:N

Nguyễn Thành Lợi<sup>1\*</sup>, Nguyễn Lâm Ái Quyên<sup>1</sup>, Trịnh Ngọc Trân<sup>1</sup>, Nguyễn Hoàng Uyên Thảo<sup>1</sup>  
& Nguyễn Văn Huy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Môi Trường và Tài Nguyên, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

<sup>2</sup>Bộ Môn Kỹ Thuật Môi Trường, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

### THÔNG TIN BÀI BÁO

#### Bài báo khoa học

Ngày nhận: 20/03/2025

Ngày chỉnh sửa: 27/05/2025

Ngày chấp nhận: 09/06/2025

#### Từ khóa

Đồng hóa

Hiếu khí từng mẻ

Nồng độ bùn

Nitrat hóa

Tỉ lệ COD:N

#### \*Tác giả liên hệ

Nguyễn Thành Lợi

Email:

21127114@st.hcmuaf.edu.vn

### TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm đánh giá hiệu quả xử lý nitơ trong nước thải mô phỏng bằng công nghệ sinh học hiếu khí từng mẻ khi thay đổi tỉ lệ COD:N. Kết quả thực nghiệm với tải trọng hàng ngày bằng 1,14 kg COD/m<sup>3</sup>, nồng độ bùn trong khoảng 2500 - 3000 mg/L ở pH 7 - 8,5 và thời gian sục khí trong một mẻ là 6 giờ (vận hành 24 giờ liên tục) cho thấy so với tỉ lệ gốc COD:N = 100:5 (theo các giáo trình) thì COD:N = 100:7,5 là tối ưu nhất cho hiệu suất xử lý tổng nitơ dao động từ 81,7 - 93,9% được đánh giá là phù hợp cho vận hành hệ thống Aerotank theo mẻ, với thời gian khí khí 6 giờ đảm bảo hiệu quả ổn định. Chứng tỏ rằng cả quá trình đồng hóa và nitrat hóa đều diễn ra hiệu quả dưới điều kiện tối ưu này. Đồng thời, hệ thống cũng cho thấy khả năng xử lý chất hữu cơ rất hiệu quả, với hiệu suất loại bỏ COD luôn duy trì ở mức trên 88% bất kể tỉ lệ COD:N được áp dụng trong quá trình nghiên cứu. Điều này chứng tỏ rằng quá trình xử lý không chỉ ổn định mà còn có tính linh hoạt cao, đáp ứng tốt các biến động về tải lượng hữu cơ trong nước thải.

### 1. Đặt Vấn Đề

Trong bối cảnh phát triển kinh tế - xã hội mạnh mẽ, đặc biệt là quá trình công nghiệp hóa, đô thị hóa diễn ra nhanh chóng, Việt Nam đang phải đối mặt với nhiều thách thức nghiêm trọng liên quan đến vấn đề ô nhiễm môi trường, trong đó nổi bật là ô nhiễm nước thải. Nguồn thải phát sinh từ các hoạt động sinh hoạt đô thị, sản xuất công nghiệp, nông nghiệp và chăn nuôi đang gia tăng cả về lưu lượng lẫn mức độ phức tạp trong thành phần ô nhiễm.

Theo Nguyen (2023), nước ta có khoảng 23,53 triệu con lợn (90% là lợn thịt) và 375,2 ngàn con bò sữa. Như vậy, lượng nước thải ra hàng năm từ 21,15 triệu con lợn thịt và 375,2 ngàn con bò sữa sẽ vào khoảng 285 triệu m<sup>3</sup>/năm. Nước thải từ chăn nuôi, đặc biệt là nước rửa chuồng trại, chứa hàm lượng cao các hợp chất NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, chất hữu cơ dễ phân hủy, vi sinh gây bệnh... nhưng lại ít được xử lý hoặc chỉ xử lý sơ bằng hầm biogas. Tình trạng này khiến ô nhiễm cục bộ tại các vùng nông thôn, ven đô ngày càng gia tăng.

Hiện nay, cả nước chỉ có 17% tổng lượng nước thải sinh hoạt được xử lý trước khi đổ ra môi trường (VOV, 2024). Việc này đã tạo ra các “dòng sông chết”, ô nhiễm trầm trọng và ngập úng tại các đô thị hiện nay. Hầu hết nước thải sinh hoạt chưa qua xử lý hoặc xử lý sơ bộ đều được xả trực tiếp ra các sông, kênh, rạch, gây ô nhiễm nghiêm trọng đến nguồn nước mặt.

Hiện nay, theo Lam (2018) có ba nhóm phương pháp xử lý nước thải được áp dụng phổ biến gồm: phương pháp vật lý, phương pháp hóa học và phương pháp sinh học. Tuy nhiên, các phương pháp vật lý và hóa học truyền thống thường đi kèm với chi phí đầu tư và vận hành cao, yêu cầu sử dụng nhiều loại hóa chất, từ đó dễ phát sinh các ảnh hưởng thứ cấp đến môi trường cũng như làm tăng lượng bùn thải cần xử lý. Trong bối cảnh đó, phương pháp xử lý sinh học đang được đánh giá là một giải pháp hiệu quả, bền vững và thân thiện môi trường. Đây là phương pháp xử lý nước thải bằng bùn hoạt tính (vi sinh vật), trong đó không khí được cấp vào bể để duy trì điều kiện hiếu khí cho vi sinh vật phát triển và phân hủy chất hữu cơ. Tại Việt Nam, nhiều nghiên cứu xử lý nitơ bằng phương pháp sinh học đã được thực hiện, tuy nhiên các công trình này thường chỉ tập trung khảo sát trên một số tỉ lệ nhu cầu ôxi hóa học/nitơ (COD:N) giới hạn. Chính vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này nhằm đánh giá hiệu quả xử lý nitơ trong nước thải mô phỏng bằng công nghệ sinh học hiếu khí từng mẻ khi thay đổi tỉ lệ COD:N.

## 2. Vật Liệu và Phương Pháp

### 2.1. Vật liệu

Hệ thống mô hình bể phản ứng bao gồm ba bình với thể tích danh định 5 L mỗi bình (Hình 1), được chế tạo từ vật liệu trong suốt nhằm hỗ trợ quá trình quan sát và theo dõi các hiện

tượng bên trong. Hệ thống sục khí được thiết kế và lắp đặt đồng bộ cho các bình phản ứng. Để tăng cường hiệu quả phân tán khí, mỗi bình được trang bị ba viên đá bọt, đóng vai trò làm vật liệu hỗ trợ khuếch tán khí. pH cho các quá trình được duy trì trong khoảng giá trị tối ưu được điều chỉnh bằng thiết bị cung cấp kiềm và axit.

Bùn hoạt tính được sử dụng trong nghiên cứu được lấy từ bể hiếu khí trạm xử lý nước thải sinh hoạt tại Khách sạn Careville (Quận 1) sau đó đem phân tích và khống chế nồng độ bùn MLSS trong khoảng 2.500 - 3.000 mg/L, để tối ưu cho sự phát triển của vi sinh vật trong bùn hoạt tính vì vậy nhiệt độ cần thiết cho quá trình nghiên cứu 25 - 35°C.

Nước thải mô phỏng sử dụng trong nghiên cứu được chuẩn bị với thành phần cụ thể nhằm cung cấp đầy đủ dinh dưỡng và khoáng chất thiết yếu cho vi sinh vật, đảm bảo điều kiện tối ưu cho quá trình xử lý sinh học. Thành phần chính bao gồm glucose (nguồn cung cấp COD), amoni acetate ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ) (nguồn cung cấp nitơ),  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (bổ sung photpho),  $\text{NaHCO}_3$  (duy trì độ kiềm) và dung dịch muối khoáng vi lượng. Tải lượng COD hàng ngày được cố định ở mức 1,14 kg COD/m<sup>3</sup>, tương ứng với 1,14 g glucose trên 3 L nước thải mô phỏng (COD  $\approx$  380 mg/L). Thành phần dinh dưỡng khác bao gồm 0,051 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (tương ứng 0,0114 g P) và 0,76 g  $\text{NaHCO}_3$  nhằm duy trì hệ đệm kiềm ổn định.

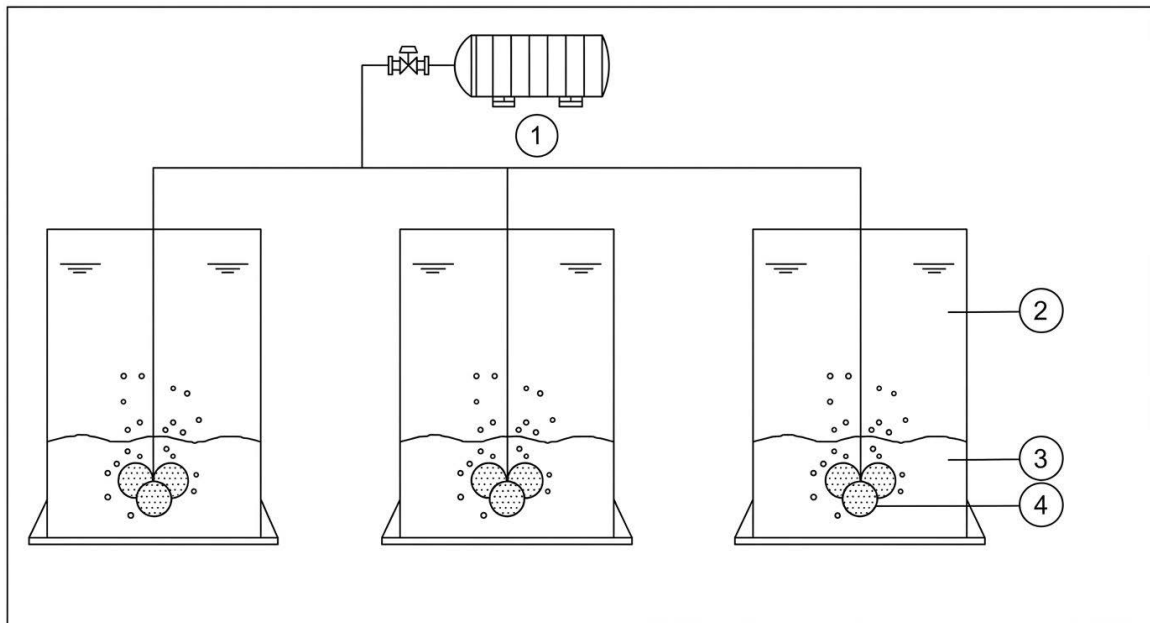
Nitơ được bổ sung theo ba mức khác nhau để đánh giá tác động của nồng độ nitơ đến hiệu suất xử lý:

- Bình 1: 0,3 g  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  (0,057 g N),
- Bình 2: 0,6 g  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  (0,114 g N),
- Bình 3: 0,93 g  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  (0,171 g N).

Bên cạnh đó, mỗi bình phản ứng được bổ sung 3 mL dung dịch nguyên tố vi lượng nhằm đảm bảo vi sinh vật có đủ khoáng chất cần thiết. Thành phần của 1 L dung dịch vi lượng bao gồm NaCl (1 g); KCl (1,4 g);  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (1,9 g) và  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (2 g). Công thức này được thiết kế nhằm duy trì sự ổn định về dinh dưỡng, khoáng chất và tính chất hóa học của nước thải, đồng

thời đáp ứng yêu cầu nghiên cứu về xử lý nước thải sinh học.

Để kiểm soát pH trong khoảng 7,0 - 8,5 dung dịch  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5% và NaOH 5% được sử dụng trong các mẻ vận hành nhằm điều chỉnh độ pH, tạo môi trường thuận lợi cho hoạt động của vi sinh vật trong suốt quá trình nghiên cứu.



**Hình 1.** Sơ đồ hệ thống công nghệ sinh học hiếu khí. Chú thích: ① Máy thổi khí, ② Nước thải mô phỏng, ③ Lớp bùn, ④ Đá bọt.

## 2.2. Phương pháp

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả xử lý nitơ trong nước thải bằng quá trình sinh học hiếu khí. Quá trình thực nghiệm được tiến hành theo ba giai đoạn chính: thích nghi bùn hoạt tính, nâng tải trọng và thay đổi tỉ lệ dinh dưỡng.

Giai đoạn thích nghi bùn hoạt tính: Ở giai đoạn đầu, bùn hoạt tính được vận hành trong bể phản ứng với tải trọng ban đầu hàng ngày

$L = 0,68 \text{ kg COD/m}^3$ , sử dụng nước thải nhân tạo. Các bình phản ứng được thiết lập với tỉ lệ COD:N:P khác nhau nhằm đánh giá khả năng thích nghi của vi sinh vật: Bình 1 (100:5:1); bình 2 (100:10:1); bình 3 (100:15:1).

Mỗi mẻ thí nghiệm tuân theo quy trình: (1) Chuẩn bị bùn hoạt tính: Nạp bùn vào các bình với nồng độ 3000 mg/L, bùn đã được nuôi cấy trong phòng thí nghiệm. (2) Nạp nước thải: Thêm nước thải nhân tạo với thành phần dinh dưỡng theo tỉ lệ thiết lập. (3) Sục khí và theo dõi:

Cung cấp khí liên tục trong 6 giờ/mẻ, đảm bảo hệ thống hoạt động ổn định, quan sát sự phát triển của vi sinh vật và duy trì pH ở mức 7 - 8,5 (Bắt đầu giai đoạn sục khí, thí nghiệm đều được đo nồng độ oxy hòa tan (DO) bằng máy đo đảm bảo  $> 3 \text{ mg/L}$ ; tỷ lệ F/M hàng ngày đảm bảo tỉ lệ 0,2 - 0,6  $\text{kg BOD}_5/\text{kg MLVSS}$ ). F/M là tỷ lệ chất dinh dưỡng cần cho các vi sinh vật mỗi ngày với khối lượng của vi sinh vật được giữ trong quá trình sục khí (được tính toán dựa trên BOD nhưng bài nghiên cứu dùng các hợp chất hữu cơ đơn giản để phân hủy nên coi như  $\text{COD} = \text{BOD}$ ). (4) Lắng và lấy mẫu: Sau khi lắng, phần nước trong được lấy ra, bổ sung nước thải mới theo nguyên tắc gạn bao nhiêu, bổ sung bấy nhiêu. Lấy mẫu nước sau lắng để đo COD, tổng nitơ và các chỉ tiêu khác theo các phương pháp định lượng bằng trắc quang trên máy quang phổ, ghi nhận kết quả và hiện tượng quan sát được. (5) Tiếp tục vận hành: Sau quá trình lắng và xả, hệ thống được vận hành lặp lại theo chu trình tương tự cho đến khi bùn đạt trạng thái thích nghi.

Giai đoạn nâng tải trọng: Sau khi bùn hoạt tính đã thích nghi, tải trọng hữu cơ hàng ngày được nâng lên  $L = 1,14 \text{ kg COD/m}^3$ , trong khi tỉ lệ dinh dưỡng được giữ nguyên. Mỗi mẻ vận

hành với nồng độ  $\text{COD} = 380 \pm 13,69 \text{ mg/L}$ , tổng nitơ thay đổi lần lượt ở mức  $19 \pm 1,04$ ;  $38 \pm 0,4$ ;  $57 \pm 3,03 \text{ mg/L}$ . Quy trình vận hành được duy trì tương tự giai đoạn thích nghi, đảm bảo đánh giá chính xác hiệu suất xử lý của hệ thống.

Giai đoạn thay đổi tỉ lệ dinh dưỡng: Sau khi hoàn thành giai đoạn nâng tải trọng, tiếp tục điều chỉnh tỉ lệ dinh dưỡng trong các bình phản ứng nhằm phân tích sâu hơn về ảnh hưởng của thành phần dinh dưỡng đến hiệu quả xử lý nitơ. Các tỉ lệ  $\text{COD:N:P}$  được nghiên cứu lần lượt là bình 1 (100:2,5:1), 2 (100:7,5:1) và 3 (100:12,5:1).

Các thông số chất lượng nước: Nhiệt độ, pH, DO được xác định bằng các thiết bị đo nhanh; thông số COD, nitơ đo bằng phương pháp trắc quang với máy so màu Spectro Direct (hãng Lovibond - Đức); MLSS đối với mẫu bùn được phân tích phương pháp sấy và cân khối lượng trên giấy lọc; chỉ số SVI đo bằng ống đong thủy tinh.

### 3. Kết Quả và Thảo Luận

#### 3.1. Giai đoạn thích nghi của bùn hoạt tính: $L = 0,68 \text{ kg COD/m}^3$ hàng ngày

**Bảng 1.** Kết quả chỉ số nhu cầu ôxi hóa học (COD) và tổng nitơ

| TT     | Tỉ lệ    | COD (mg/L) |        | Hiệu suất (%) | Tổng nitơ (mg/L) |        | Hiệu suất (%) |
|--------|----------|------------|--------|---------------|------------------|--------|---------------|
|        |          | Đầu vào    | Đầu ra |               | Đầu vào          | Đầu ra |               |
| Bình 1 | 100:5:1  | 190        | 10,8   | 94,3          | 9,5              | 7,6    | 20,0          |
| Bình 2 | 100:10:1 | 190        | 10     | 94,7          | 19               | 6      | 69,1          |
| Bình 3 | 100:15:1 | 190        | 12,1   | 93,6          | 28,5             | 10     | 66,1          |

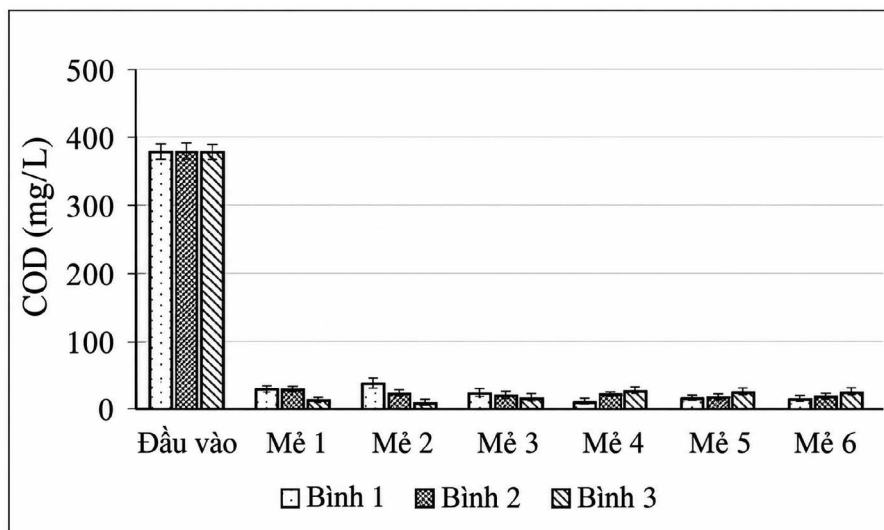
Theo như kết quả từ quá trình nghiên cứu tại Bảng 1 cho thấy quá trình xử lý COD tại cả ba mô hình đều đạt hiệu suất cao, dao động

từ 93,6 đến 94,7%. Bình 2 cho hiệu quả loại bỏ COD tốt nhất (94,7%), tiếp theo là bình 1 (94,3%) và bình 3 (93,6%).

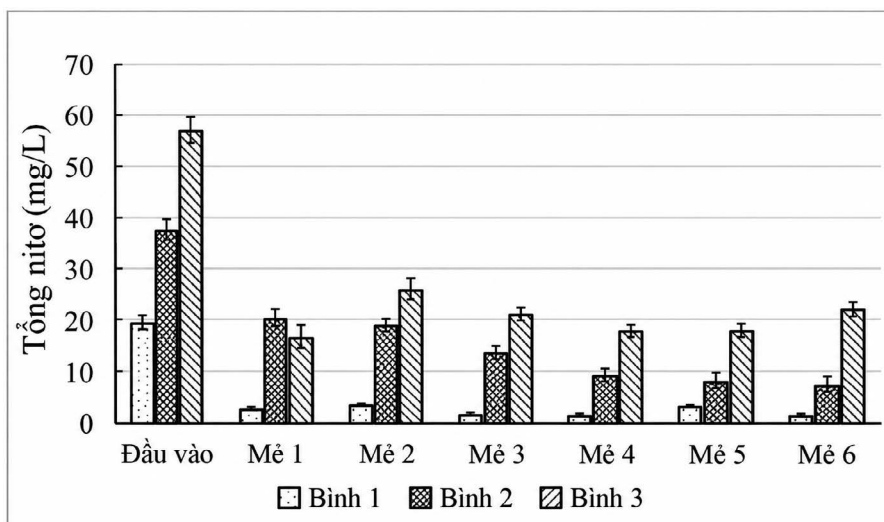
Về tổng nitơ tại Bảng 1 thì kết quả cho thấy bình 2 đạt hiệu quả xử lý nitơ cao nhất với 69,1%, tiếp theo là bình 3 với 66,1%. Ngược lại, bình 1 chỉ đạt hiệu quả xử lý 20%, cho thấy khả năng loại bỏ nitơ kém hơn rõ rệt so với hai bình còn lại có thể là do ở giai đoạn thích nghi của bùn hoạt tính tỉ lệ COD:N (N quá

thấp) ảnh hưởng đến sự phát triển của vi sinh vật (nitơ là một trong những nguyên tố dinh dưỡng đa lượng thiết yếu mà vi sinh vật cần để xây dựng tế bào).

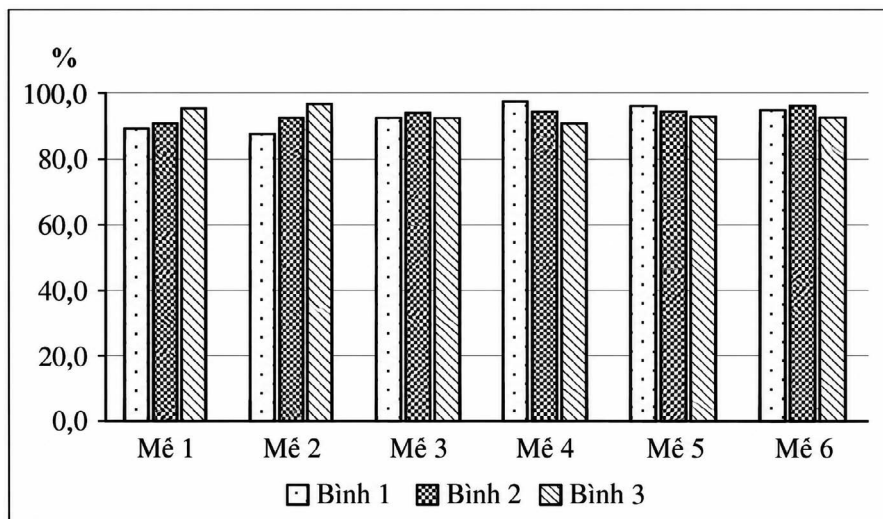
### 3.2. Giai đoạn thay đổi tải trọng: $L = 1,14 \text{ kg COD/m}^3 \text{ hàng ngày}$



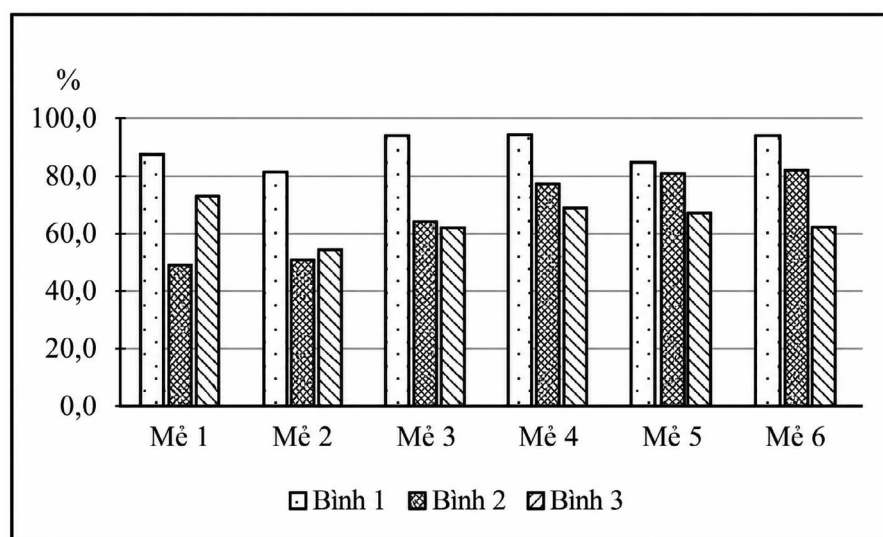
**Hình 2.** Sự thay đổi nhu cầu ôxi hóa học (COD) trong các mẻ.



**Hình 3.** Sự thay đổi tổng nitơ trong các mẻ.



**Hình 4.** Sự thay đổi tổng nitơ trong các mẻ.



**Hình 5.** Hiệu suất xử lý tổng N.

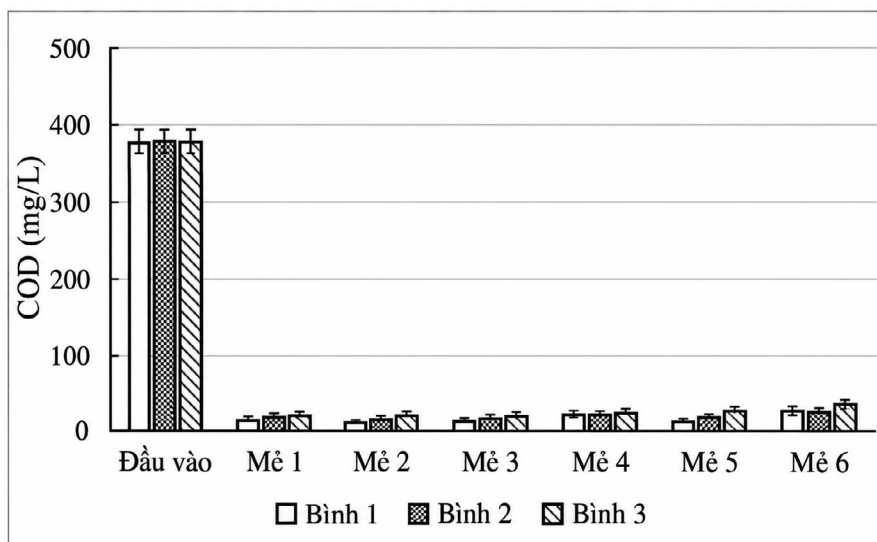
Hiệu quả xử lý chất hữu cơ được đánh giá thông qua nồng độ COD đầu ra so với đầu vào. Kết quả trình bày trong Hình 2 cho thấy, nồng độ COD ban đầu là  $380 \pm 13,69$  mg/L, sau xử lý giảm xuống chỉ còn từ  $6,2 \pm 0,85$  mg/L đến  $42,8 \pm 0,2$  mg/L. Tương ứng, Hình 4 thể hiện hiệu suất loại bỏ trên 88% ở hầu hết các mẻ. Mẻ 4 (Bình 1 COD:N:P = 100:5:1) ban đầu  $380 \pm 13,69$  mg/L sau xử lý chỉ còn  $6,2 \pm 0,85$

mg/L ghi nhận hiệu suất xử lý cao nhất, đạt 98,4 %. Trong các mô hình thử nghiệm, bình 3 (COD:N:P = 100:15:1) cho kết quả vượt trội hơn so với Bình 1 và Bình 2, đặc biệt rõ rệt tại mẻ 1 (96,48%) và mẻ 2 (98,1 %). Tuy nhiên, hiệu quả xử lý có xu hướng giảm nhẹ trong các mẻ cuối (Mẻ 4, Mẻ 5 và Mẻ 6) sau xử lý lượng COD lần lượt là  $27,6 \pm 3,57$ ; 23,4 và 24,5 mg/L.

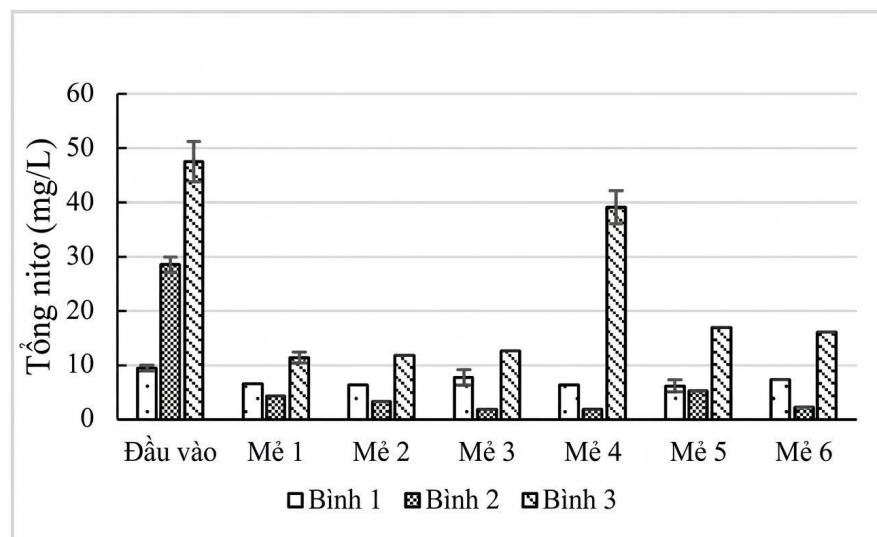
Nồng độ tổng nitơ trong các mẫu đầu vào dao động theo (Hình 3) lần lượt  $19 \pm 1,04$ ;  $38 \pm 0,4$ ;  $57 \pm 3,03$  mg/L. Sau xử lý, nồng độ nitơ giảm đáng kể, đặc biệt tại mẻ 3; 4 và 6, khi nồng độ đầu ra chỉ còn từ 1 đến 1,2 mg/L ở bình 1, cho thấy đồng hóa nitơ diễn ra hiệu quả. Mặc dù bình 3 ghi nhận tại Mẻ 2 (tổng N =  $25,9 \pm 1,75$  mg/L) với hiệu suất xử lý 54,4% tuy nhiên các mẻ còn lại đều đạt trong khoảng

từ 61,8 đến 72,7%. Đáng chú ý, theo (Hình 5) hiệu suất xử lý nitơ của bình 2 có xu hướng tăng dần qua các mẻ, từ khoảng 49 đến 82,4%, cho thấy hệ vi sinh vật trong bình này có thể đã thích nghi dần theo thời gian, góp phần cải thiện hiệu quả xử lý.

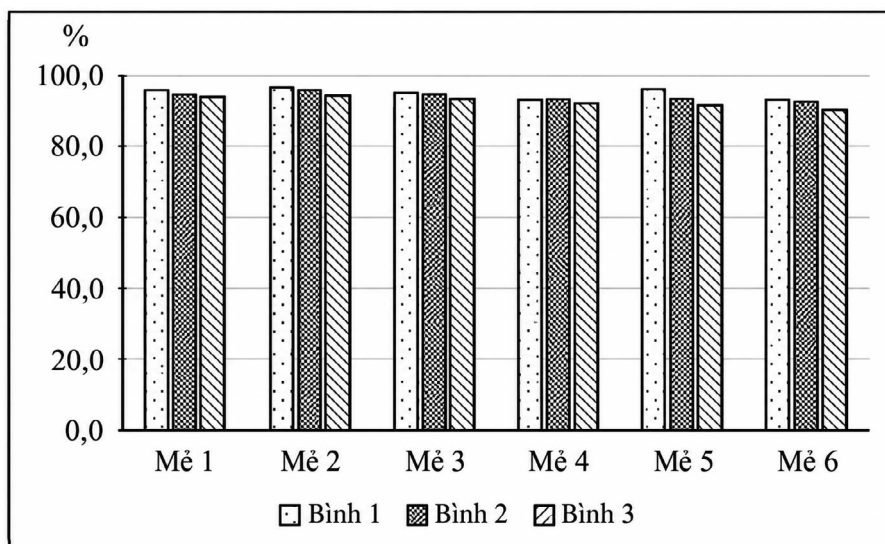
### 3.3. Giai đoạn thay đổi tỉ lệ đánh giá hiệu quả xử lý: $L = 1,14$ kg COD/m<sup>3</sup> hàng ngày



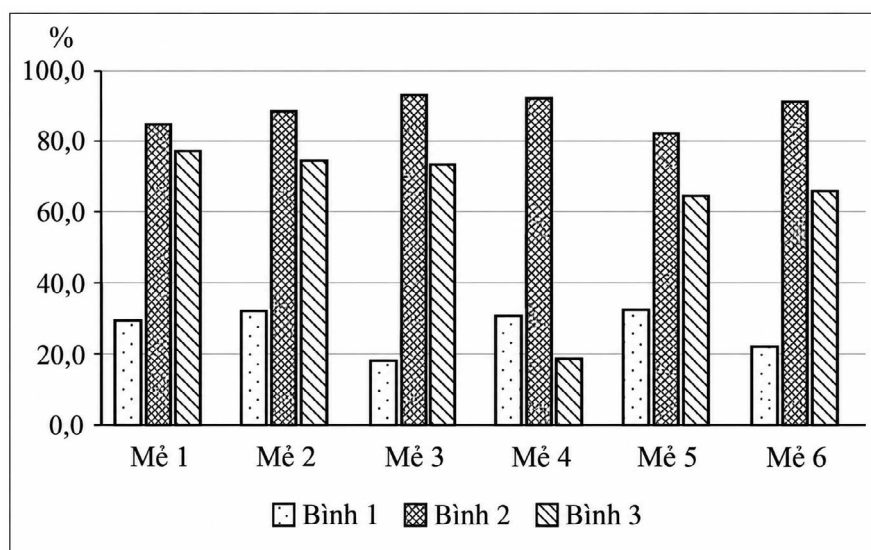
Hình 6. Sự thay đổi tổng nitơ trong các mẻ.



Hình 7. Sự thay đổi tổng nitơ trong các mẻ khi thay đổi tỉ lệ.



**Hình 8.** Biểu đồ thể hiện hiệu suất COD khi tỉ lệ thay đổi trong các mẻ.



**Hình 9.** Hiệu suất xử lý tổng N khi tỉ lệ thay đổi trong các mẻ.

Nồng độ COD đầu vào của hệ thống theo Hình 6 được duy trì ở mức  $380 \pm 13,69$  mg/L. Sau quá trình xử lý, nồng độ COD đầu ra giảm mạnh, dao động trong khoảng từ  $11,7 \pm 1,47$  đến  $37,8 \pm 3,74$  mg/L. Hiệu suất loại bỏ COD luôn đạt trên 90%, phản ánh khả năng xử lý ô nhiễm hữu cơ hiệu quả và cho thấy hệ thống hoạt động

ổn định. Đặc biệt, giai đoạn từ mẻ 1 đến 3 ở các bình ghi nhận hiệu suất xử lý cao nhất, với nồng độ COD đầu ra chỉ còn khoảng  $11,7 \pm 1,47$  đến 23 mg/L. Kết quả Hình 8 cho thấy mẻ 2 (bình 1) đạt hiệu suất xử lý tối ưu nhất (96,9%), cho thấy hệ vi sinh vật hoạt động trong điều kiện thuận lợi nhất tại thời điểm này.

Nồng độ tổng nitơ trong các mẫu đầu vào dao động theo (Hình 7) lần lượt  $9,5 \pm 0,44$ ;  $28,5 \pm 1,41$  và  $47,5 \pm 3,7$  mg/L. Sau xử lý, nồng độ nitơ giảm đáng kể trong hầu hết các mẻ. Tuy nhiên, hiệu suất xử lý không đồng đều giữa các mô hình. Đáng lưu ý theo kết quả hiệu suất (Hình 9) tổng nitơ trong Bình 1 tại tất cả các mẻ đều có hiệu suất xử lý nằm trong khoảng 16,7 - 34,6%; cho thấy hiệu quả loại bỏ nitơ tại bể này còn hạn chế

so với bình 2 và 3. Điều này có thể thấy rằng tỉ lệ COD:N:P = 100:2,5:1 (bình 1) là không tối ưu cho xử lý N. Trong khi đó, với tỉ lệ COD:N:P = 100:7,5:1 (bình 2) thì đạt kết quả xử lý nitơ vượt trội tại mẻ 3 và 4 (93,9%), khi tổng nitơ giảm từ  $28,5 \pm 1,41$  mg/L xuống chỉ còn  $1,9 \pm 0,6$  mg/L và hiệu suất xử lý trong các mẻ luôn nằm trong khoảng 81,7 - 93,9% trong các mẻ.

**Bảng 2.** Hiệu suất xử lý N và nhu cầu ôxi hóa học (COD)

| Chỉ số  | Tỉ lệ      | Hiệu quả xử lý N (%) | Hiệu quả xử lý COD (%) |
|---------|------------|----------------------|------------------------|
| COD:N:P | 100:2,5:1  | 16,7 - 34,6          | 93,3 - 96,9            |
|         | 100:5:1    | 81,5 - 94,7          | 88,7 - 98,4            |
|         | 100:7,5:1  | 81,7 - 93,9          | 92,9 - 96,5            |
|         | 100:10:1   | 49,0 - 82,4          | 92,2 - 96,5            |
|         | 100:12,5:1 | 17,3 - 75,6          | 90,1 - 94,7            |
|         | 100:15:1   | 54,4 - 72,7          | 92,7 - 98,1            |

Trong nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian sục khí đến hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt bằng công nghệ SBR (Do, 2013) cho thấy công nghệ SBR vận hành trong điều kiện hoàn toàn hiếu khí với tỉ lệ dinh dưỡng COD:N  $\approx 6 - 10$ , với nồng độ bùn là 2.500 mg/L. Thời gian sục khí tối ưu được xác định là 8 giờ, với hiệu suất xử lý tổng nitơ đạt 80 - 86% nhờ sự hình thành bông bùn hoạt tính ổn định. Tuy nhiên, kết quả từ nghiên cứu hiện tại theo Bảng 2 cho thấy việc rút ngắn thời gian sục khí xuống 6 giờ vẫn duy trì hiệu quả xử lý nitơ ở mức ổn định (hiệu suất xử lý trung bình ở mỗi bình khi tỉ lệ COD:N  $\approx 6 - 10$  trong khoảng 62 - 70%), đồng thời nâng cao tính linh hoạt và hiệu quả vận hành hệ thống. Điều này nhấn mạnh vai trò của việc điều chỉnh thời gian sục khí phù hợp với đặc tính nước thải đầu vào nhằm tối ưu hiệu quả xử lý và tiết kiệm năng lượng.

Trong nghiên cứu chuyển hóa Amoni bằng quá trình bùn hoạt tính với nitrat hóa: thực nghiệm quy mô phòng thí nghiệm (Phan, 2021), thí nghiệm được thực hiện với nước thải nhân tạo có tỉ lệ C/N (tính theo khối lượng) dao động từ 5 đến 10 Glucose ( $C_6H_{12}O_6$ ) và amoni clorua ( $NH_4Cl$ ) lần lượt được sử dụng làm nguồn cung cấp cacbon và nitơ, với tải trọng hữu cơ nằm trong khoảng 0,33 - 0,39 g COD/g MLVSS.ngày. Kết quả cho thấy nồng độ amoni ban đầu ( $NH_4^+$ ) trong nước thải dao động từ 26,71 đến 28,42 mg/L. Sau 4 giờ vận hành, nồng độ  $N-NH_4^+$  trong tất cả các mẻ phản ứng đều giảm mạnh, đạt hiệu suất loại bỏ rất cao từ 97,6 đến 99,2%, với nồng độ còn lại thấp hơn 1 mg/L. Như vậy để biết được hiệu suất xử lý tổng nitơ là bao nhiêu thì với nghiên cứu hiện tại theo Bảng 2 khi tỉ lệ COD:N được điều chỉnh từ 100:10 đến 100:15 (tương đương COD/N  $\approx 6 - 10$ ) hiệu suất xử lý

tổng nitơ (bao gồm :  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  và nitơ dưới dạng hữu cơ) đã chứng tỏ rằng trung bình ở mỗi bình trong khoảng 62 - 70%.

Hiệu quả xử lý nitơ (Tchobanoglous & ctv., 2014) nếu không có quá trình khử nitrat sinh học, chỉ có khoảng 10 - 30% lượng nitơ có thể được loại bỏ trong quá trình xử lý nước thải sinh hoạt. Việc này chủ yếu diễn ra thông qua quá trình tổng hợp sinh khối khi loại bỏ BOD. Tuy nhiên, trong nghiên cứu thực tế sử dụng hai cơ chế đồng hóa và nitrat hóa, hiệu quả xử lý nitơ đạt được khá cao, tùy thuộc vào tỉ lệ COD:N đầu vào theo Bảng 2 cho thấy mức độ xử lý tổng nitơ đạt từ 16,7 đến 94,7%

Theo Trinh (2009), khi áp dụng tỉ lệ dinh dưỡng BOD:N:P = 100:5:1, một tỉ lệ được xem là tối ưu cho sự phát triển của vi sinh vật trong quá trình xử lý sinh học thì quá trình nitrat hóa chỉ xử lý được khoảng 20 - 40% hàm lượng amoni ( $\text{NH}_4^+$ ) có trong nước thải. Tuy nhiên, trong nghiên cứu hiện tại sử dụng các hóa chất hữu cơ dễ phân hủy (với tỷ lệ BOD/COD xấp xỉ 1) vì vậy cùng tỉ lệ dinh dưỡng BOD:N:P = 100:5:1 như trong giáo trình, nhưng đồng thời kết hợp hai cơ chế xử lý là đồng hóa (sinh tổng hợp nitơ vào sinh khối vi sinh vật) và nitrat hóa (oxy hóa  $\text{NH}_4^+$  thành  $\text{NO}_3^-$ ). Nhờ sự phối hợp của hai cơ chế này, hiệu quả loại bỏ tổng nitơ (bao gồm cả dạng  $\text{NH}_4^+$ ) được nâng cao đáng kể, theo thống kê từ các kết quả nghiên cứu từ Bảng 2 các tỷ lệ đạt mức từ 81,5 - 94,7%.

#### 4. Kết Luận

Thực nghiệm đánh giá hiệu suất xử lý nitơ trong nước thải mô phỏng bằng công nghệ sinh học hiếu khí từng mẻ cho ta thấy tỉ lệ COD:N:P ảnh hưởng rõ rệt đến hiệu quả xử lý nitơ. Đối với tỉ lệ gốc COD:N = 100:5 (theo các giáo trình) thì COD:N = 100:7,5 là tối ưu nhất cho hiệu suất xử

lý nitơ ổn định trong khoảng 81,7 - 93,9% được xem là phù hợp nhất cho vận hành hệ thống Aerotank theo từng mẻ trong điều kiện nghiên cứu và thời gian sục khí được duy trì ở mức 6 giờ cho thấy hiệu quả xử lý nitơ ổn định. Điều này chứng tỏ rằng cả quá trình đồng hóa nitơ và nitrat hóa đều diễn ra hiệu quả dưới điều kiện tối ưu này. Đồng thời, hệ thống cũng cho thấy khả năng xử lý chất hữu cơ rất hiệu quả, với hiệu suất loại bỏ COD luôn duy trì ở mức trên 88% bất kể tỉ lệ COD:N được áp dụng trong quá trình nghiên cứu. Điều này chứng tỏ rằng quá trình xử lý không chỉ ổn định mà còn có tính linh hoạt cao, đáp ứng tốt các biến động về tải lượng hữu cơ trong nước thải. Việc duy trì hiệu suất xử lý COD cao ở nhiều điều kiện vận hành khác nhau cũng phản ánh hoạt động mạnh mẽ và bền vững của hệ vi sinh vật. Đây là yếu tố quan trọng trong việc đảm bảo chất lượng nước sau xử lý đáp ứng các tiêu chuẩn môi trường hiện hành.

Để hoàn thiện và nâng cao hiệu quả xử lý nitơ, với tải trọng hiện tại cần mở rộng phạm vi nghiên cứu việc tối ưu hóa cả ba giai đoạn: Đồng hóa, nitrat hóa và khử nitrat là then chốt để đạt được mục tiêu xả thải. Mặt khác, các kết quả nghiên cứu hiện tại có tiềm năng ứng dụng trực tiếp tại các trạm xử lý nước thải sinh hoạt hoặc chăn nuôi quy mô nhỏ. Việc triển khai thí điểm sẽ giúp kiểm chứng và tối ưu hóa quy trình trong điều kiện vận hành thực tế, từ đó khẳng định tính khả thi và tầm quan trọng của nghiên cứu này trong việc giải quyết vấn đề ô nhiễm nitơ.

#### Lời Cam Đoan

Tôi xin cam đoan rằng bài nghiên cứu này là công trình khoa học do nhóm tôi thực hiện một cách trung thực và nghiêm túc. Nội dung bài viết chưa từng được công bố trên bất kỳ tạp chí, hội thảo khoa học, hay diễn đàn học thuật nào khác

dưới bất kỳ hình thức nào. Tôi cũng cam kết rằng toàn bộ dữ liệu, kết quả nghiên cứu và các trích dẫn trong bài đều được thể hiện đúng quy định. Nếu có phát hiện sai phạm, tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm.

### Lời Cảm Ơn

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn khoản tài trợ nghiên cứu (Mã số: CS-SV24-MTTN-04) từ Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam. Nhóm nghiên cứu cũng xin cảm ơn Bộ môn Kỹ Thuật Trường Đại học Nông Lâm đã hỗ trợ nhóm trong trang thiết bị trong phòng thí nghiệm trong quá trình thực hiện nghiên cứu.

### Tài Liệu Tham Khảo (References)

- Do, U. K. (2013). Study on the effect of aeration time on the efficiency of domestic wastewater treatment using SBR technology. *The University of Danang Journal of Science and Technology* 10(71), 62-66.
- Lam, T. M., & Tran, N. H. (2018). *Wastewater treatment volume 2*. Ha Noi, Vietnam: Construction Publishing House.
- Nguyen, H. T. (2023). *Great benefits from reusing livestock wastewater resources*. Retrieved May 17, 2025, from <https://tapchimoitruong.vn/dien-dan--trao-doi-21/loi-ich-lon-tu-tai-su-dung-tai-nguyen-nuoc-thai-chan-nuoi-28708>.
- Phan, T. K. T (2021). Study on ammonium conversion by activated sludge process with nitrification: laboratory scale experiment. *The University of Danang Journal of Science and Technology* 20(3), 12-17.
- Tchobanoglous, G., Stensel, H. D., Tsuchihashi, R., & Burton, F. L. (Eds.). (2014). *Wastewater engineering: Treatment and resource recovery* (5<sup>th</sup> ed.). New York, USA: McGraw-Hill Education.
- Trinh, L. X. (2009). *Calculation and design of wastewater treatment facilities*. Ha Noi, Vietnam: Construction Publishing House.
- VOV (Voice of Vietnam). (2024). Minister Dang Quoc Khanh: Only 17% of domestic wastewater is treated. Retrieved May 21, 2025, from <https://vov.vn/chinh-tri/quoc-hoi/bo-truong-dang-quoc-khanh-chi-co-17-nuoc-thai-sinh-hoat-duoc-xu-ly-post1099350.vov>.

Recycling crushed pottery as a growing media for *Angelonia angustifolia* Benth.  
in Binh Duong

Nhung T. C. Truong\*, Tran H. T. Q. Nguyen, & Tien T. M. Duong

Faculty of Environment and Natural Resources, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: May 02, 2025

Revised: May 27, 2025

Accepted: June 09, 2025

Keywords

*Angelonia angustifolia* Benth.

*Angelonia* flower

Crushed pottery

Floral growing media

Substrate mixtures

\*Corresponding author

Truong Thi Cam Nhung

Email:

camnhung@hcmuaf.edu.vn

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of different crushed pottery rates on the growth and flowering performance of *Angelonia angustifolia* Benth. A single-factor experiment was arranged in a completely randomized design (CRD) comprising five treatments: G1 (Control): 40% coconut coir + 40% rice husk ash + 20% vermicompost; G2: 80% control substrate + 20% crushed pottery; G3: 60% control substrate + 40% crushed pottery; G4: 40% control substrate + 60% crushed pottery; and G5: 20% control substrate + 80% crushed pottery. Each treatment was replicated three times, with 10 pots per replicate and one plant per pot, totaling 150 plants in the experiment. The results indicated that the air-filled porosity of the substrate increased with higher proportions of crushed pottery, whereas the water-holding capacity decreased. Specifically, when 80% crushed pottery was added to the control substrate mixture, the air-filled porosity increased from 11.8% to 23.6%, while the water-holding capacity decreased from 50.74 to 18.65%. Monitoring the growth and flowering parameters of *Angelonia angustifolia* revealed that the substrate containing 40% crushed pottery combined with 60% of the control mixture (coconut coir, rice husk ash, and vermicompost in a 2:2:1 ratio) resulted in the best performance. Plants grown in this treatment achieved the highest values for plant height (36.9 cm), number of primary branches (15.1 branches/plant), flower spike length (25.5 cm), fresh floral biomass (15 g), dry floral biomass (8.3 g), time to bud initiation (18.6 days), and flower longevity (14.3 days).

**Cited as:** Truong, N. T. C., Nguyen, T. H. T. Q., & Duong, T. T. M. (2026). Recycling crushed pottery as a growing media for *Angelonia angustifolia* Benth. in Binh Duong. *The Journal of Agriculture and Development* 25(4), 112-121.

Nghiên cứu sử dụng phế phẩm gạch gốm nghiền làm giá thể trồng cây hoa bàng khuâng (*Angelonia angustifolia* Benth.) tại tỉnh Bình Dương

Trương Thị Cẩm Nhung\*, Nguyễn Huỳnh Thị Quế Trân & Dương Thị Mỹ Tiên  
Khoa Môi Trường và Tài Nguyên, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 02/05/2025  
Ngày chỉnh sửa: 03/06/2025  
Ngày chấp nhận: 09/06/2025

Từ khóa

*Angelonia angustifolia* Benth.  
Cây bàng khuâng  
Giá thể trồng hoa  
Phế phẩm gạch gốm  
Phối trộn giá thể

\*Tác giả liên hệ

Trương Thị Cẩm Nhung  
Email:  
camnhung@hcmuaf.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của liều lượng phế phẩm gạch gốm nghiền đến sinh trưởng và sự ra hoa của cây bàng khuâng (*Angelonia angustifolia* Benth.). Thí nghiệm một yếu tố được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên (CRD) gồm 5 nghiệm thức (G1: 40% xơ dừa + 40% tro trấu + 20% phân trùn (ĐC); G2: 80% ĐC + 20% gạch gốm nghiền; G3: 60% ĐC + 40% gạch gốm nghiền; G4: 40% ĐC + 60% gạch gốm nghiền; và G5: 20% ĐC + 80% gạch gốm nghiền) và 3 lần lặp lại, mỗi lần lặp lại 10 chậu, mỗi chậu 1 cây. Tổng số cây có trong thí nghiệm là 150 cây. Kết quả cho thấy độ thoáng khí có xu hướng tăng khi tăng liều lượng phối trộn phế phẩm gạch gốm nghiền trong giá thể, ngược lại khả năng giữ nước của hỗn hợp giá thể thì giảm, cụ thể khi thêm 80% đất sét nung vào hỗn hợp giá thể đối chứng thì độ thoáng khí tăng từ 11,8 lên 23,6% và khả năng giữ nước giảm từ 50,74 xuống 18,65%. Kết quả theo dõi quá trình sinh trưởng và sự ra hoa của cây bàng khuâng cho thấy giá thể có 40% phế phẩm gạch gốm nghiền + 60% hỗn hợp giá thể (xơ dừa + tro trấu + phân trùn theo tỉ lệ 2:2:1) thì cây đạt các chỉ tiêu cao nhất về chiều cao cây (36,9 cm), số cành cấp 1 (15,1 cành/cây), chiều dài cành hoa (25,5 cm), sinh khối hoa tươi (15 g), sinh khối hoa khô (8,3 g), thời gian ra nụ (18,6 ngày) và độ bền hoa (14,3 ngày).

1. Đặt Vấn Đề

Cây bàng khuâng (*Angelonia angustifolia* Benth.) có nguồn gốc từ Mexico và Tây Ấn (Miller & Armitage, 2002). Đây là loài cây thân thảo, nổi bật với hình dáng độc đáo và màu hoa rực rỡ, khả năng nở hoa quanh năm kết hợp với mùi hương dịu nhẹ vì vậy được ưa trồng rộng rãi. Hơn nữa, cây bàng khuâng phù hợp với khí hậu nhiệt đới, là loài cây có khả năng chịu hạn nên thích hợp trồng ở ban công, sân vườn hoặc lối đi

công viên, trồng chậu (Yue & ctv., 2022; Liao & ctv., 2024). Cây bàng khuâng cũng có hoạt tính sinh học quan trọng được phát triển thành một loại dược phẩm để chống viêm (Stephen & ctv., 2014). Đây là loại cây có nhiều giá trị cả về cảnh quan lẫn y học nhưng chưa được trồng phổ biến. Hơn thế, cây có khả năng chịu hạn tốt, không yêu cầu đất có độ phì cao nhưng phải thoát nước tốt vì môi trường ẩm ướt có thể gây thối rễ.

Tái sử dụng phế, phụ phẩm từ các ngành sản xuất rất quan trọng vì vừa giải quyết vấn đề ô nhiễm môi trường, vừa tận dụng được nguồn tài nguyên có giá trị nhưng chưa được khai thác đúng cách như đốt hoặc chôn lấp (Nzihou & Lifset, 2010; Kabongo, 2013). Nhiều kết quả nghiên cứu trong tái sử dụng phế phụ phẩm nông nghiệp để làm phân bón hoặc giá thể trồng cây đã cho kết quả tích cực như sản xuất phân hữu cơ vi sinh từ bã bùn mía (Duong & ctv., 2011), thân lá bắp và rau cải xoong được ủ làm phân hữu cơ (Nguyen & ctv., 2023), sử dụng bùn thải làm thành phần phối trộn trong giá thể trồng cây (Hernandez-Apaolaza & ctv., 2005; Tariq & ctv., 2012) hoặc gạch đỏ nghiền và viên đất sét đã được nghiên cứu sử dụng rộng rãi làm giá thể trồng trên mái (Molineux & ctv., 2015). Nghiên cứu của Matlock & Rowe (2016) và Graceson & ctv. (2014) đã sử dụng gạch đỏ nghiền, sứ nghiền (từ chất thải là gạch lát nền, bồn rửa mặt,...) để làm giá thể trồng cây. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng cây trồng có thể sinh trưởng và phủ xanh tốt trên nền giá thể từ chất thải ngành gốm sứ. Ngành công nghiệp gốm sứ đã tạo ra một lượng lớn chất thải đất sét nung mỗi năm. Lượng chất thải trong các giai đoạn sản xuất khác nhau đạt khoảng 3 - 7% sản lượng toàn cầu, đồng nghĩa với việc hàng triệu tấn đất sét nung mỗi năm được chôn lấp (Pacheco-Torgal & Jalali, 2010). Do vậy, đã có nhiều nghiên cứu nhằm giải quyết vấn đề chất thải của ngành công nghiệp gốm sứ như thay thế cát bằng chất thải gốm sứ nghiền mịn trong sản xuất bê tông (Pacheco-Torgal & Jalali, 2010), hoặc làm giá thể trồng cây (Graceson &

ctv., 2014). Hơn thế nữa, sử dụng chất thải từ gốm sứ cụ thể là phế phẩm gạch gốm nghiền sẽ tốn ít năng lượng và chi phí hơn là sản xuất gốm kỹ thuật để trồng cây (Nguyen & ctv., 2016). Tuy nhiên, chất thải từ ngành gốm cũng khá đa dạng tùy thuộc vào thành phần cấu tạo của vật liệu nên cần nghiên cứu tỉ lệ gạch gốm nghiền thay thế trong giá thể trồng cây mà không ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển của cây.

Mục tiêu của nghiên cứu nhằm xác định liều lượng phế phẩm gạch gốm nghiền phối trộn với hỗn hợp giá thể (xơ dừa + tro trấu + phân trùn theo tỉ lệ 2:2:1) phù hợp cho sự sinh trưởng và ra hoa của cây bàng khuâng.

## 2. Vật Liệu và Phương Pháp

### 2.1. Vật liệu thí nghiệm

Hạt giống cây bàng khuâng của Công ty TNHH Hạt Giống Hoa Việt Nam. Gieo hạt vào khay và chăm sóc cho đến khi cây con có 2 - 3 cặp lá thật, không bị sâu bệnh thì sang chậu để bố trí thí nghiệm. Giá thể trồng cây được phối trộn gồm: xơ dừa + tro trấu + phân trùn quế Sfarm theo tỉ lệ 2:2:1. Nghiệm thức này được kế thừa từ kết quả nghiên cứu về giá thể trồng hoa của Nguyen & Le (2023).

Phế phẩm gạch gốm được nghiền nhỏ có kích thước hạt từ 1 - 5 mm (Farrell & ctv., 2013), và được phối trộn vào giá thể trồng cây theo tỉ lệ của nghiệm thức. Quy trình xử lý nghiền gạch gốm được minh họa ở Hình 1.



**Hình 1.** Xử lý gạch gốm nghiền.

Ngoài ra, thí nghiệm dùng chậu nhựa C6 (16 x 14 cm). Phân bón giai đoạn cây con là NPK 30-15-10 pha 1-2g/L và thời gian bón phân là 7 ngày/lần. Phân bón giai đoạn ra chậu là NPK 15-20-25 pha 2g/L và 7 ngày bón/lần.

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm được bố trí tại vườn ươm khu đô thị Eco Xuân, phường Lái Thiêu, thành phố Thuận An, tỉnh Bình Dương. Thời gian triển khai thí nghiệm từ tháng 3 đến tháng 6 năm 2024.

Thí nghiệm có 5 nghiệm thức là G1: xơ dừa + tro trấu + phân trùn theo tỉ lệ 2:2:1 (Đối chứng - ĐC); G2: 80% ĐC + 20% gạch gốm nghiền; G3: 60% ĐC + 40% gạch gốm nghiền; G4: 40% ĐC + 60% gạch gốm nghiền; và G5: 20% ĐC + 80% gạch gốm nghiền. Các nghiệm thức được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên CRD, số lần lặp là 3, mỗi lần lặp 10 chậu, mỗi chậu trồng 1 cây, tổng số cây thí nghiệm là 150 cây.

## 2.3. Phương pháp theo dõi và xử lý số liệu

Phân tích tính chất vật lý, hoá học của giá thể gồm: Khả năng giữ nước, độ thoáng khí, dung trọng, pH, EC được thực hiện theo quy trình

phân tích của Handreck & Black (2010). Chỉ tiêu theo dõi về sinh trưởng: chọn 5 chậu ngẫu nhiên trên mỗi nghiệm thức theo dõi sau 35 ngày sang chậu. Các chỉ tiêu về sinh trưởng gồm chiều cao của cây (cm), số cành cấp 1 (cành/cây). Các chỉ tiêu về hoa bao gồm thời gian ra cành hoa (ngày) được tính từ lúc sang chậu đến khi cây có cành hoa (nhìn thấy rõ cành và nụ hoa), độ bền hoa nở (ngày) là thời gian từ lúc hoa nở đến khi hoa tàn, chiều dài cành hoa (cm) được đo từ cuống hoa đến đỉnh cành hoa. Sinh khối của hoa gồm sinh khối hoa tươi (g/cây) và sinh khối hoa khô (g/cây) được lấy vào thời điểm hoa nở hoàn toàn, mỗi nghiệm thức lấy 4 cây. Mẫu thu được đem sấy khô ở nhiệt độ 70°C cho đến khi khối lượng không đổi.

Phương pháp xử lý số liệu: số liệu được thu thập và tổng hợp tính toán bằng phần mềm Microsoft Excel; phân tích phương sai (ANOVA) và trắc nghiệm phân hạng LSD bằng phần mềm SAS 9.1.

## 3. Kết Quả và Thảo Luận

### 3.1. Kết quả phân tích tính chất vật lý và hóa học của giá thể trồng cây

**Bảng 1.** Kết quả phân tích tính chất vật lý và hóa học của giá thể trồng cây

| Nghiem thức       | Độ thoáng khí (%)   | Khả năng giữ nước (%) | Dung trọng khô (g/mL) | pH                  | Độ dẫn điện ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) |
|-------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------------------|
| G1                | 11,8 <sup>d</sup>   | 50,7 <sup>a</sup>     | 0,72 <sup>b</sup>     | 5,9 <sup>c</sup>    | 86,0 <sup>a</sup>                       |
| G2                | 12,3 <sup>d</sup>   | 49,6 <sup>ab</sup>    | 0,71 <sup>b</sup>     | 6,4 <sup>b</sup>    | 62,3 <sup>b</sup>                       |
| G3                | 15,0 <sup>c</sup>   | 47,3 <sup>b</sup>     | 0,91 <sup>a</sup>     | 6,4 <sup>b</sup>    | 60,6 <sup>b</sup>                       |
| G4                | 20,0 <sup>b</sup>   | 25,0 <sup>c</sup>     | 0,92 <sup>a</sup>     | 6,7 <sup>a</sup>    | 56,0 <sup>b</sup>                       |
| G5                | 23,6 <sup>a</sup>   | 18,6 <sup>d</sup>     | 0,96 <sup>a</sup>     | 6,6 <sup>a</sup>    | 42,6 <sup>c</sup>                       |
| CV (%)            | 6,25                | 3,87                  | 3,77                  | 1,55                | 9,16                                    |
| F <sub>tính</sub> | 73,69 <sup>**</sup> | 316,65 <sup>**</sup>  | 45,92 <sup>**</sup>   | 33,59 <sup>**</sup> | 23,27 <sup>**</sup>                     |

**\*\*:** khác biệt có ý nghĩa ở mức  $\alpha = 0,01$ . Trong cùng một nhóm giá trị, các số có cùng ký tự theo sau không khác biệt có ý nghĩa thống kê.

Kết quả Bảng 1 cho thấy giữa các nghiệm thức giá thể có sự khác biệt rất có ý nghĩa ở tất cả các chỉ tiêu đánh giá tính chất vật lý và hóa học của giá thể. Nghiệm thức giá thể phối trộn liều lượng gạch gốm nghiền càng nhiều thì độ thoáng khí có xu hướng tăng dần. Ở nghiệm thức đối chứng, độ thoáng khí thấp nhất, đạt 11,8%, khi tăng lượng phối trộn gạch gốm nghiền lên 80% thì độ thoáng khí tăng gấp hai lần là 23,6%. Kết quả nghiền cứu của Graceson & ctv. (2014) đã chỉ ra rằng gạch gốm nghiền có tỉ lệ phân bố cấp hạt khác nhau có ảnh hưởng rõ rệt đến độ thoáng khí của giá thể, trong 9 nghiệm thức gạch gốm nghiền thì độ thoáng khí thay đổi từ 15 - 50%. Độ thoáng khí của giá thể càng cao thì khả năng cung cấp O<sub>2</sub>, khuếch tán CO<sub>2</sub> vào khí quyển càng dễ dàng, đáp ứng đủ oxy cho nhu cầu hô hấp của rễ cây trồng. Mức giới hạn tối thiểu cho độ thoáng khí của giá thể là 10% (Graceson & ctv., 2014). Trong 5 nghiệm thức giá thể nghiền cứu thì độ thoáng khí đều đạt tiêu chuẩn đảm bảo cho sự khuếch tán khí diễn ra.

Khả năng giữ nước của hỗn hợp giá thể đối chứng đạt lớn nhất là 50,7% và khi phối trộn thêm gạch gốm nghiền theo tỉ lệ tăng dần từ 20 đến 80% thì khả năng giữ nước cũng có xu

hướng giảm dần từ 49,6% xuống còn 18,6%. Giá thể có khả năng giữ nước tốt có thể giữ lại và lưu giữ được lượng nước sau khi mưa hoặc tưới, giúp cung cấp đủ nước cho cây trồng sinh trưởng và phát triển. Mức giới hạn tối thiểu của khả năng giữ nước là 20% để đảm bảo cho cây trồng thoát hơi nước mà không gây ra tình trạng héo cây (Graceson & ctv., 2014). Các nghiệm thức giá thể trong thí nghiệm đều đạt mức giới hạn của khả năng giữ nước trừ nghiệm thức G5 có phối trộn 80% gạch gốm nghiền. Qua đó có thể thấy giá thể có kích thước hạt lớn có thể làm gia tăng độ xốp, độ thoáng khí nhưng lại làm giảm khả năng giữ nước của giá thể.

Về chỉ tiêu dung trọng của hỗn hợp giá thể cho thấy giá thể khá nhẹ, ở nghiệm thức đối chứng là 0,72 g/mL nhưng khi phối trộn phế phẩm gạch gốm nghiền theo tỉ lệ tăng dần từ 20 đến 80% thì dung trọng tăng tương ứng từ 0,71 g/mL đến 0,96 g/mL. Giá thể gốm kỹ thuật Việt Nam được đánh giá là có cấu trúc xốp, đạt 50 - 60% và có kích thước lớn 8 - 10 mm nhưng có khối lượng riêng khá lớn là 1,6 - 2 g/mL (Nguyen & ctv., 2016). Kết quả nghiền cứu của Graceson & ctv. (2014) cho thấy tỉ lệ phân bố kích thước hạt gạch gốm nghiền có ảnh hưởng rõ rệt đến

dung trọng, biến thiên lớn từ 822 đến 1521 kg/m<sup>3</sup>. Có thể thấy giá thể từ gạch gốm nghiền có dung trọng thay đổi phụ thuộc vào kích thước hạt và cấu trúc của hạt. Đối với cây hoa trồng chậu thì giá thể cần có trọng lượng nhẹ, thuận lợi cho việc vận chuyển đồng thời đảm bảo môi trường giá thể ít bị biến động trong suốt quá trình sinh trưởng và phát triển của cây thì việc thay thế 1 phần giá thể hữu cơ bằng giá thể vô cơ là điều cần thiết.

Độ pH của các nghiệm thức giá thể nằm trong khoảng từ 5,9 đến 6,7, kết quả này là phù hợp cho sự sinh trưởng của đa số loài cây trồng. Mặc dù vậy, khi thêm 20 - 80% gạch gốm nghiền vào giá thể đối chứng thì độ pH có sự thay đổi, làm tăng độ pH và có sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê giữa các nghiệm thức giá thể.

Đối với chỉ tiêu EC thì giá thể có phối trộn gạch gốm nghiền càng tăng thì độ dẫn điện (EC) lại giảm tương ứng với liều lượng thêm vào. Điều này có thể thấy gạch gốm nghiền có tính chất trơ, nghèo chất dinh dưỡng nên khi phối trộn vào giá thể xơ dừa thì EC giảm theo mức tăng của liều lượng gạch gốm nghiền. Độ dẫn điện cao nhất là giá thể đối chứng 86  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , và thấp nhất là giá

thể có phối trộn 80% gạch gốm nghiền là 42,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Theo Graceson & ctv. (2014) tính chất vật lý của các giá thể từ chất thải gạch gốm có thể thay đổi rất nhiều do sự phân bố tỉ lệ các kích thước hạt được nghiền khác nhau và nguồn gốc cốt liệu của gạch gốm. Do vậy, để sử dụng gạch gốm nghiền làm giá thể trồng cây mang lại hiệu quả tối ưu cần phải phân tích tỉ lệ các cấp hạt để đạt tính chất vật lý phù hợp cho nhóm cây trồng.

### 3.2. Kết quả ảnh hưởng của giá thể đến sinh trưởng của cây bàng khuâng trồng chậu tại thời điểm 35 ngày sau trồng

Kết quả theo dõi chiều cao trung bình cây bàng khuâng (Bảng 2) cho thấy có sự khác biệt rất có ý nghĩa về mặt thống kê. Chiều cao trung bình ở nghiệm thức G1 là thấp nhất đạt 31,8 cm, nghiệm thức G2 có chiều cao trung bình cao nhất (36,9 cm). Giá thể có phối trộn thêm gạch gốm nghiền cho thấy cây tăng trưởng tốt hơn so với giá thể không có gạch gốm nghiền. Tuy vậy, không có sự khác biệt về chiều cao trung bình giữa các liều lượng phối trộn.

**Bảng 2.** Kết quả ảnh hưởng của giá thể đến chiều cao, số cành cấp 1 của cây bàng khuâng trồng chậu tại thời điểm 35 ngày sau trồng

| Nghiệm thức       | Chiều cao cây (cm) | Số cành cấp 1 (cành/cây) |
|-------------------|--------------------|--------------------------|
| G1                | 31,8 <sup>b</sup>  | 10,3 <sup>b</sup>        |
| G2                | 36,9 <sup>a</sup>  | 9,9 <sup>b</sup>         |
| G3                | 36,9 <sup>a</sup>  | 15,1 <sup>a</sup>        |
| G4                | 36,4 <sup>a</sup>  | 10,6 <sup>b</sup>        |
| G5                | 35,3 <sup>a</sup>  | 10,1 <sup>b</sup>        |
| CV (%)            | 4,30               | 10,94                    |
| F <sub>tính</sub> | 5,96 <sup>**</sup> | 9,54 <sup>**</sup>       |

<sup>\*\*</sup>: khác biệt có ý nghĩa ở mức  $\alpha = 0,01$ . Trong cùng một nhóm giá trị, các số có cùng ký tự theo sau không khác biệt có ý nghĩa thống kê.

Số cành cấp 1 của cây bàng khuâng (Bảng 2) có sự khác biệt rất có ý nghĩa giữa các nghiệm thức giá thể, trong đó giá thể có 20% gạch gốm nghiền có số cành ít nhất (9,9 cành/cây) nhưng không khác biệt so với giá thể đối chứng hoặc có phối trộn 60 - 80%. Giá thể có 40% gạch gốm nghiền có số cành cấp 1 nhiều nhất (15,1 cành/cây) và khác biệt so với các giá thể còn lại trong thí nghiệm. Qua đó cho thấy, liều lượng phối trộn gạch gốm nghiền có ảnh hưởng rõ rệt đến quá trình sinh trưởng của cây bàng khuâng, thúc đẩy cây tăng trưởng số cành tốt hơn.

Gạch gốm nghiền và sứ nghiền đã được thử nghiệm và đánh giá là phù hợp cho sự sinh trưởng của cây trồng trên mái (Graceson & ctv., 2014; Eksi & Rowe, 2016; Matlock & Rowe, 2016)

mặc dù không phải là loài nào cũng có phản ứng tích cực. Cây bàng khuâng được đánh giá là có khả năng chịu hạn, trong thí nghiệm này cho thấy cây sinh trưởng tốt trong môi trường có gạch gốm nghiền. Tuy vậy, khi phối trộn với liều lượng nhiều (60 - 80%) thì cây phát triển kém, có thể vì khả năng cung cấp nước của giá thể bị hạn chế do khả năng giữ nước giảm hơn 50% so với liều lượng phối trộn 40%. Điều này cũng tương tự với kết luận của nghiên cứu sử dụng sỏi nhẹ từ đất sét phối trộn với 3 tỉ lệ 30, 50 và 70% chất độn làm giá thể trồng rau muống của Tran & ctv. (2015). Từ đó, có thể thấy sử dụng và tái chế gạch gốm làm giá thể trồng cây được nhưng cần phối trộn với liều lượng thích hợp để đạt hiệu quả tối ưu.

### 3.3. Kết quả ảnh hưởng của giá thể đến sự ra hoa của cây bàng khuâng trồng chậu tại thời điểm 35 ngày sau trồng

**Bảng 3.** Kết quả ảnh hưởng của giá thể đến thời gian ra nụ, độ bền hoa và chiều dài phát hoa của cây bàng khuâng trồng chậu tại thời điểm 35 ngày sau trồng

| Nghiệm thức       | Thời gian ra nụ (ngày) | Chiều dài cành hoa (cm) | Độ bền hoa (ngày)   |
|-------------------|------------------------|-------------------------|---------------------|
| G1                | 10,6 <sup>a</sup>      | 19,5 <sup>c</sup>       | 9,0 <sup>a</sup>    |
| G2                | 15,3 <sup>b</sup>      | 23,4 <sup>b</sup>       | 12,6 <sup>cd</sup>  |
| G3                | 18,6 <sup>d</sup>      | 25,5 <sup>a</sup>       | 14,3 <sup>d</sup>   |
| G4                | 17,0 <sup>bc</sup>     | 21,3 <sup>c</sup>       | 12,0 <sup>c</sup>   |
| G5                | 17,6 <sup>c</sup>      | 21,3 <sup>c</sup>       | 11,0 <sup>ab</sup>  |
| CV (%)            | 9,33                   | 4,51                    | 7,89                |
| F <sub>tính</sub> | 5,09 <sup>*</sup>      | 16,01 <sup>**</sup>     | 15,12 <sup>**</sup> |

\*: khác biệt có ý nghĩa ở mức  $\alpha = 0,05$ ; \*\*: khác biệt có ý nghĩa ở mức  $\alpha = 0,01$ . Trong cùng một nhóm giá trị, các số có cùng ký tự theo sau không khác biệt có ý nghĩa thống kê.

Thời gian ra nụ của cây bàng khuâng (Bảng 3) cho thấy có sự khác biệt giữa các nghiệm thức giá thể, nghiệm thức G1 có thời gian ra nụ sớm nhất (10,6 ngày sau trồng), thời gian ra nụ trễ

nhất là nghiệm thức G3 (18,6 ngày sau trồng). Mặc dù cây ra hoa sớm nhưng chất lượng hoa kém hơn so với cây có thời gian ra nụ trễ hơn 1 tuần. Do thời gian sinh trưởng lâu nên cây tích

lũy đủ chất có tác động tích cực đến chất lượng của cành hoa, cụ thể là nghiệm thức G3 có thời gian ra nụ trễ nhất nhưng chiều dài cành hoa là dài nhất (25,5 cm) và thời gian hoa nở lâu nhất (14,3 ngày).

### 3.4. Kết quả ảnh hưởng của giá thể đến sinh khối hoa cây bằng khuôn trồng chậu tại thời điểm 56 ngày sau trồng

**Bảng 4.** Kết quả ảnh hưởng của gạch gốm nghiền đến sinh khối hoa tại thời điểm 56 ngày sau trồng

| Nghiệm thức       | Sinh khối hoa tươi (g/cây) | Sinh khối hoa khô (g/cây) |
|-------------------|----------------------------|---------------------------|
| G1                | 9,3 <sup>c</sup>           | 4,3 <sup>c</sup>          |
| G2                | 12,6 <sup>abc</sup>        | 7,3 <sup>ab</sup>         |
| G3                | 15,0 <sup>a</sup>          | 8,3 <sup>a</sup>          |
| G4                | 14,0 <sup>ab</sup>         | 6,0 <sup>bc</sup>         |
| G5                | 11,3 <sup>bc</sup>         | 5,0 <sup>c</sup>          |
| CV (%)            | 5,21                       | 9,08                      |
| F <sub>tính</sub> | 4,15*                      | 5,79*                     |

\*: khác biệt có ý nghĩa ở mức  $\alpha = 0,05$ . Trong cùng một nhóm giá trị, các số có cùng ký tự theo sau không khác biệt có ý nghĩa thống kê.

Sinh khối phản ánh kết quả cho chỉ số tăng trưởng của cây trồng. Kết quả bảng 4 cho thấy sinh khối hoa cây bằng khuôn có sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức giá thể. Sinh khối hoa tươi và khô thấp nhất là nghiệm thức giá thể không có gạch gốm nghiền (9,3 và 4,3 g/cây). Giá thể có 20 - 60% gạch gốm nghiền không có sự khác biệt về sinh khối hoa tươi. Sinh khối hoa khô đạt cao nhất là giá thể có chứa 20 - 40% gạch gốm nghiền (7,3 - 8,3 g/cây). Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng gạch gốm nung có thể tái chế để làm giá thể trồng cây hoa bằng khuôn. Kết quả này cũng phù hợp với khuyến cáo của Eksi & Rowe (2016), Graceson & ctv. (2014) về việc sử dụng tái chế gạch gốm, sứ gạch ngói,... để làm giá thể trồng cây.

### 4. Kết Luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy có thể tái chế phế phẩm gạch gốm để làm giá thể trồng cây bằng khuôn. Phối trộn 40% gạch gốm nghiền với 60% hỗn hợp giá thể xơ dừa, tro trấu phân trùn (tỉ lệ 2:2:1) cho các kết quả cao nhất về chiều cao cây (36,9 cm), số nhánh (15,1 nhánh), chiều dài phát hoa (25,5 cm), sinh khối hoa tươi (15 g), sinh khối hoa khô (8,3 g), thời gian ra nụ (18,6 ngày) và độ bền hoa (14,3 ngày). Sử dụng tái chế gạch gốm nghiền để làm giá thể trồng cây nhưng cần bổ sung thêm phân hữu cơ hoặc phối trộn với giá thể hữu cơ để khắc phục nhược điểm của gạch gốm nghiền là nghèo dinh dưỡng và khả năng giữ nước kém. Thêm vào đó, cũng cần phân tích đánh giá sự phân bố của cấp hạt được nghiền để đảm bảo được tính chất vật lý phù hợp cho cây trồng.

## Lời Cam Đoan

Các tác giả cam kết rằng không có xung đột lợi ích trong bài viết này.

## Lời Cảm Ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Ông Trần Thế Mỹ, quản lý vườn ươm khu đô thị Eco Xuân đã hỗ trợ thực hiện thí nghiệm.

## Tài Liệu Tham Khảo (References)

- Duong, V. M., Tran, T. K., & Vo, G. T. (2011). *Composting of microbial organic fertilizers and its effectiveness in improving crop productivity and soil quality*. Ho Chi Minh City, Vietnam: Ho Chi Minh City Agricultural Publishing House.
- Eksi, M., & Rowe, B. D. (2016). Green roof substrates: Effect of recycled crushed porcelain and foamed glass on plant growth and water retention. *Urban Forestry and Urban Greening* 20, 81-88. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2016.08.008>.
- Farrell, C., Ang, X. Q., & Rayner, J. P. (2013). Water-retention additives increase plant available water in green roof substrates. *Ecological Engineering* 52 (2013), 112-118. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.12.098>.
- Graceson, A., Hare, M., Hall, N., & Monaghan, J. (2014). Use of inorganic substrates and composted green waste in growing media for green roofs. *Biosystems Engineering* 124, 1-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.05.007>.
- Handreck, K. A., & Black, N. D. (2002). *Growing media for ornamental plants and turf* (3<sup>rd</sup> ed.). Sydney, Australia: UNSW Press.
- Hernandez-Apaolaza, L., Gasco, A. M., Gasco, J. M., & Guerrero, F. (2005). Reuse of waste materials as growing media for ornamental plants. *Bioresource Technology* 96(2005), 125-131. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2004.02.028>.
- Kabongo, J. D. (2013). *Waste valorization*. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Liao, Y. C., Tsai, Y. S., & Yeh, D. M. (2024). Morphological characteristics and drought tolerance of the diploid and tetraploid *Angelonia angustifolia*. *HortScience* 59(7), 896-902. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI17842-24>.
- Matlock, J. M., & Rowe, B. D. (2016). The suitability of crushed porcelain and foamed glass as alternatives to heat-expanded shale in green roof substrates: An assessment of plant growth, substrate moisture, and thermal regulation. *Ecological Engineering* 94, 423-433. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.05.044>.
- Miller, A., & Armitage, A. M. (2002). Temperature, irradiance, photoperiod, and growth retardants influence greenhouse production of *Angelonia angustifolia* Benth. *Angel Mist Series. HortScience* 37(2), 319-321. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.37.2.319>.
- Molineux, C. J., Gange, A. C., Connop, S. P., & Newport, D. J. (2015). Using recycled aggregates in green roof substrates for plant diversity. *Ecological Engineering* 82, 596-604. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.05.036>.
- Nguyen, B. T., Tran, T. D., Nguyen, N. T. H., Pham, T. Q., Diep, P. T., Mai, T. T., & Nguyen, B. T. (2023). Efficacy of bokashi-composting methods and quality assessment of organic fertilizers on spinach (*Spinacia oleracea* L.). *The Journal of Agriculture and Development* 22(5), 1-11. <https://doi.org/10.52997/jad.1.05.2023>.
- Nguyen, H. T., Nguyen, L. V., Doan, Y. T., Truong, H. T., Duong, S. T. H., Phetthavongsy, S., & Nguyen, L. V. (2016). The effect of the expanded clay cultures and slow released fertilizers on growth, development and fresh leaf biomass of *Mentha arvensis* L. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences* 14(8), 1129-1137.
- Nguyen, T. Q., & Le, N. T. H. (2023). Effects of substrates and cultivars on growth, yield and flower quality of potted lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinnery) in Ho Chi Minh city. *The Journal of Agriculture and Development*

- 22(2), 23-34. . <https://doi.org/10.52997/jad.3.02.2023>.
- Nzihou, A., & Lifset, R. (2010). Waste valorization, loop-closing, and industrial ecology. *Journal of Industrial Ecology* 14(4), 608-610.
- Pacheco-Torgal, F., & Jalali, S. (2010). Reusing ceramic wastes in concrete. *Construction and Building Materials* 24(5), 832-838. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.10.023>.
- Stephen, T. D., Khush, B. A., Ann, C., Jakop M. H., Eric, S., & Christopher J. T. (2014). Chemical investigation of the medicinal and ornamental plant *Angelonia angustifolia* Benth. reveals therapeutic quantities of lupeol. *Fitoterapia* 98, 174-178. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2014.08.005>.
- Tariq, U., Rehman, S. U., Khan, M. A., Younis, A., Yaseen, M., & Ahsan, M. (2012). Agricultural and municipal waste as potting media components for the growth and flowering of *Dahlia hortensis* 'Figaro'. *Turkish Journal of Botany* 36(4), 378-385. <https://doi.org/10.3906/bot-1109-16>.
- Tran, H. V., Vo, M. Q., & Ta, T. H. (2015.). Study on the production of lightweight keramzit gravel from clay as a growing medium for vegetables and ornamental plants in the Mekong Delta. *Can Tho University Journal of Science* 40(2), 120-127.
- Yue, J., Dong, Y., Teng, Y., & Gong, S. (2022). The complete chloroplast genome of *Angelonia angustifolia* Benth. (Plantaginaceae), an ornamental and medicinal plant. *Mitochondrial DNA Part B* 7(12), 2060-2062. <https://doi.org/10.1080/23802359.2022.2152642>.

Diversity of succulent plant species in Ho Chi Minh City’s ornamental plant market and their applications in interior decoration

Ai N. G. Ton\*, Tien T. M. Duong, Thanh T. Nguyen, Nhuan N. Do, & Tram T. A. Hoang  
Faculty of Environment and Natural Resources, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

| ARTICLE INFO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ABSTRACT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Research Paper</b></p> <p>Received: August 02, 2025<br/>Revised: September 11, 2025<br/>Accepted: September 25, 2025</p> <p><b>Keywords</b></p> <p>Event-themed miniature landscape<br/>Interior decoration<br/>Ornamental succulents<br/>Succulent plants<br/>Taxonomic identification</p> <p><b>*Corresponding author</b></p> <p>Ton Nu Gia Ai<br/>Email:<br/>ai.tonnugia@hcmuaf.edu.vn</p> | <p>This study aimed to survey and identify succulent plant species commercially cultivated for ornamental purposes in Ho Chi Minh City, with a focus on their application in indoor landscape design. The research employed field investigations across 10 urban districts and species identification based on morphological characteristics, supported by specialized botanical literature and online flora databases. A total of 66 succulent species were recorded, belonging to 5 families and 2 plant classes, among which the class Magnoliopsida was overwhelmingly dominant (81.8%), with the family Crassulaceae being particularly prominent, accounting for 79% of the total species identified. The most prevalent morphological form was the rosette type (82%), and the majority of succulents originated from arid regions such as South Africa and Mexico. Based on these findings, several miniature indoor landscape models were designed using balanced arrangements that integrated various plant forms, recycled materials, and decorative elements for festive occasions as well as everyday settings. These models demonstrated the affordability, versatility, aesthetic value, and ecological potential of succulent plants in contemporary urban interiors. The study provides a scientific and practical foundation for developing sustainable indoor decorative models using succulents in urban settings.</p> |

**Cited as:** Ton, A. N. G., Duong, T. T. M., Nguyen, T. T., Do, N. N., & Hoang, T. T. A. (2026). Diversity of succulent plant species in Ho Chi Minh City’s ornamental plant market and their applications in interior decoration. *The Journal of Agriculture and Development* 25(4), 122-142.

Sự đa dạng của các loài sen đá trên thị trường cây cảnh của Thành phố Hồ Chí Minh  
và ứng dụng trong trang trí nội thất

Tôn Nữ Gia Ái\*, Dương Thị Mỹ Tiên, Nguyễn Thiện Thanh, Đỗ Ngọc Nhuận & Hoàng Thị Anh Trâm  
Khoa Môi Trường và Tài Nguyên, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 02/08/2025

Ngày chỉnh sửa: 11/09/2025

Ngày chấp nhận: 25/09/2025

Từ khóa

Cây mọng nước

Định danh

Sen đá

Tiểu cảnh sự kiện

Trang trí nội thất

\*Tác giả liên hệ

Tôn Nữ Gia Ái

Email:

ai.tonnugia@hcmuaf.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này tập trung khảo sát và định danh các loài sen đá được kinh doanh làm cảnh tại TP. Hồ Chí Minh, từ đó ứng dụng trong thiết kế tiểu cảnh nội thất. Đề tài sử dụng phương pháp điều tra thực địa tại 10 quận của thành phố và định danh loài theo hình thái học kết hợp với tài liệu chuyên ngành và cơ sở dữ liệu thực vật trực tuyến. Tổng cộng 66 loài sen đá thuộc 5 họ và 2 lớp thực vật đã được ghi nhận, trong đó lớp Magnoliopsida chiếm ưu thế tuyệt đối (81,8%), với họ Crassulaceae là đại diện nổi bật (chiếm 79% tổng số loài). Hình thái chiếm ưu thế là dạng xòe (82%), nguồn gốc của sen đá chủ yếu từ các khu vực có khí hậu khô cần như Nam Phi và Mexico. Trên cơ sở đó, các tiểu cảnh với bố cục cân bằng, phối hợp giữa các dạng cây, vật liệu tái chế và phụ kiện trang trí theo chủ đề phù hợp các dịp lễ, tết và cả ngày thường được thực hiện nhằm minh họa khả năng kết hợp sen đá với vật liệu nội thất và biểu tượng văn hóa. Các tiểu cảnh cho thấy chi phí phù hợp, tính linh hoạt, giá trị thẩm mỹ và tiềm năng sinh thái của sen đá trong không gian nội thất đô thị hiện đại. Đề tài là cơ sở khoa học và thực tiễn quan trọng để phát triển mô hình sen đá trong thiết kế nội thất tại đô thị.

1. Đặt Vấn Đề

Trong xu hướng đô thị hóa hiện đại, việc đưa cây xanh vào không gian sống ngày càng phổ biến nhằm cải thiện môi trường và sức khỏe tinh thần. Trong đó, cây sen đá được ưa chuộng nhờ hình dáng nhỏ gọn, màu sắc đa dạng và khả năng chịu hạn, ít cần chăm sóc (Ogburn & Edwards, 2010; Borland & ctv., 2018a). Ogburn Hồ Chí Minh, nơi không gian hạn chế và ánh sáng tự nhiên thiếu hụt.

Về phân loại, sen đá không thuộc một nhóm đơn ngành mà là tập hợp của nhiều họ thực vật như Crassulaceae, Aizoaceae, Asphodelaceae... với đặc điểm chung là lá mọng nước, kết quả của quá trình tiến hóa hội tụ để thích nghi môi trường khô cần (Nyffeler & ctv., 2008). Trong đó, họ Crassulaceae nổi bật nhờ cơ chế quang hợp CAM, cho phép hấp thu CO<sub>2</sub> ban đêm nhằm hạn chế mất nước ban ngày (Borland & ctv., 2018b). Sen đá phân bố chủ yếu ở những trung tâm đa dạng sinh học quan trọng như các vùng

bán hoang mạc của Nam Phi, Mexico và Chile (Hernández-Hernández & ctv., 2023). Nhờ khả năng sinh trưởng trên đất khô cằn, chúng giúp cố định đất, giảm xói mòn và tạo điều kiện vi khí hậu cho sinh vật đất (Ogburn & Edwards, 2010; Masrahi & ctv., 2011). Một số loài thuộc các chi như Kalanchoe, Bryophyllum, Aloe còn có giá trị dược liệu với các hoạt chất kháng khuẩn, chống viêm (Borcia & ctv., 2022). Nhiều loài sen đá có tính đặc hữu cao và được đưa vào danh sách bảo tồn (Zagumenny & Nikolaeva, 2024).

Trong thiết kế cảnh quan, một số loài thuộc các chi như Echeveria, Crassula, Sedum hay Haworthia được sử dụng phổ biến nhờ thẩm mỹ cao và dễ phối hợp trong các tiểu cảnh, bồn cây nội thất, vườn đá hay vườn trên mái (Boruz & ctv., 2023). Quang hợp CAM còn giúp cây giải phóng oxy cả ngày lẫn đêm, hấp thụ các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi, cải thiện chất lượng không khí trong không gian kín (Borland & ctv., 2009). Ngoài ra, sen đá còn được ứng dụng linh hoạt trong trang trí nội thất. Người dùng có thể thay thế hoa tươi bằng vài chậu sen đá nhỏ để bố trí bàn tiệc, cửa sổ hay góc nhà. Với sức sống bền và giá thành hợp lý, sen đá là giải pháp trang trí vừa đẹp vừa kinh tế. Dù vậy, do đặc tính ưa sáng, sen đá khó sống lâu trong nhà. Do đó, cần luân chuyển sen đá giữa không gian nội thất và nơi có nắng. Dù thị trường cây cảnh TP. Hồ Chí Minh hiện rất phong phú, vẫn chưa có nghiên cứu chính thức nào thống kê và phân tích thành phần loài sen đá đang được tiêu thụ cũng như tiềm năng ứng dụng nội thất của chúng. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm: (i) định danh và phân loại các loài sen đá phổ biến tại TP. Hồ Chí Minh; (ii) ứng dụng thiết kế sen đá trong nội thất dựa trên hình thái, sinh lý và giá trị thẩm mỹ.

## 2. Vật Liệu và Phương Pháp

Nghiên cứu được triển khai tại 10 khu vực hành chính thuộc TP. Hồ Chí Minh (theo ranh giới trước khi sáp nhập), bao gồm các quận: 2, 3, 7, 9, 10, Tân Bình, Phú Nhuận, Gò Vấp, Bình Thạnh và Thủ Đức. Thời gian khảo sát kéo dài từ tháng 1 đến tháng 12 năm 2021 và được cập nhật lại vào các năm 2023 và 2024. Việc lựa chọn điểm khảo sát không được thực hiện ngẫu nhiên, mà dựa trên kết quả tiền khảo sát và thu thập thông tin từ nhiều nguồn. Nhóm nghiên cứu sử dụng các từ khóa như “sen đá”, “cây cảnh mini”, “tiểu cảnh sen đá” để tìm kiếm trên Google Maps, Facebook và tham khảo ý kiến từ người bán cây, khách hàng và các thành viên trong cộng đồng yêu thích sen đá.

Trước khảo sát, nhóm nghiên cứu thiết kế phiếu thu thập dữ liệu bao gồm các thông tin: mã số ảnh, địa điểm, thời gian khảo sát, tên người khảo sát, tên thường gọi và nguồn gốc cây, mô tả hình thái, đặc tính sinh học và giá bán lẻ. Các công cụ hỗ trợ gồm máy ảnh kỹ thuật số, giấy ghi chép, bút viết và phương tiện di chuyển. Các mẫu sen đá được mua về để phục vụ định danh chính xác. Phương pháp điều tra ngoài thực địa được thực hiện thông qua quan sát trực tiếp tại các cửa hàng, chụp ảnh mẫu vật và phỏng vấn nhanh người bán. Nội dung phỏng vấn tập trung vào nguồn gốc cây, điều kiện sinh trưởng, kinh nghiệm chăm sóc và nhu cầu thị trường.

Việc định danh loài được thực hiện theo phương pháp so sánh hình thái học, chủ yếu dựa vào đặc điểm cơ quan sinh dưỡng và sinh sản (nếu mẫu có). Việc phân loại chủ yếu sử dụng hình ảnh, mẫu cây mua về và tra cứu từ tài liệu chuyên ngành như *Illustrated Handbook of Succulent Plants: Crassulaceae* (Eggli, 2003), *Succulents Simplified* (Baldwin, 2013), *The Tropical Look: An Encyclopedia of Dramatic Landscape Plants*

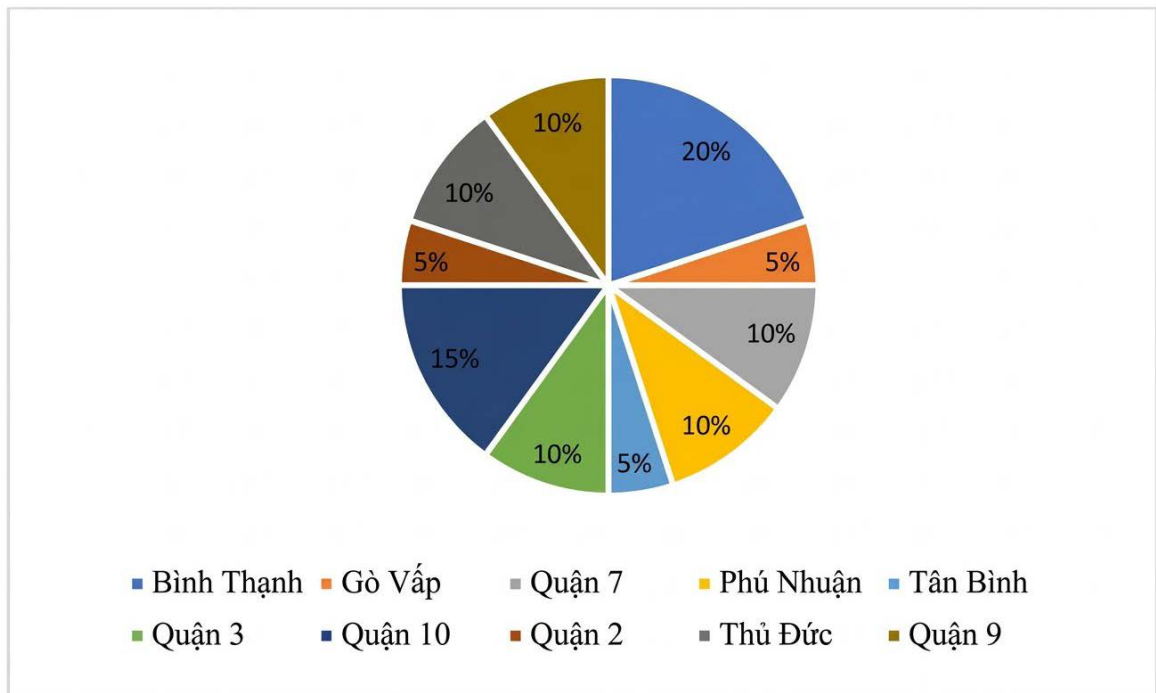
(Riffle, 2003), cùng các cơ sở dữ liệu thực vật trực tuyến như POWO, FloraFaunaWeb và TopTropicals. Sau khi định danh, các loài sen đá được lập danh sách sơ bộ với tên khoa học, tên thông dụng, phân loại theo họ và chi.

Một số loài tiêu biểu sau đó được sử dụng trong thiết kế tiểu cảnh nội thất, qua các bước: lên ý tưởng, lựa chọn cây và vật liệu, phác thảo phối cảnh và trồng sen đá vào vật chứa phù hợp. Mục tiêu là minh họa khả năng ứng dụng sen đá trong trang trí nội thất theo hướng thẩm mỹ, bền vững và phù hợp điều kiện ánh sáng trong nhà.

### 3. Kết Quả và Thảo Luận

#### 3.1. Điều tra và định danh các loài sen đá

Các cửa hàng sen đá khảo sát phân bố tại 10 quận TP. Hồ Chí Minh. Quận Bình Thạnh chiếm tỷ lệ cao nhất (20%) phù hợp với quan sát tiền khảo sát khi đây là khu vực có mật độ dân cư cao, nhiều tuyến đường chính, dễ tiếp cận khách hàng trẻ quan tâm đến cây cảnh mini, tiếp theo là quận 9 (15%). Các quận 3, 7, 10 và Thủ Đức có tỷ lệ ngang nhau (10%), trong khi Phú Nhuận, Gò Vấp, Tân Bình và Quận 2 mỗi nơi chiếm 5% (Hình 1).



**Hình 1.** Tỷ lệ cửa hàng sen đá theo địa bàn khảo sát.

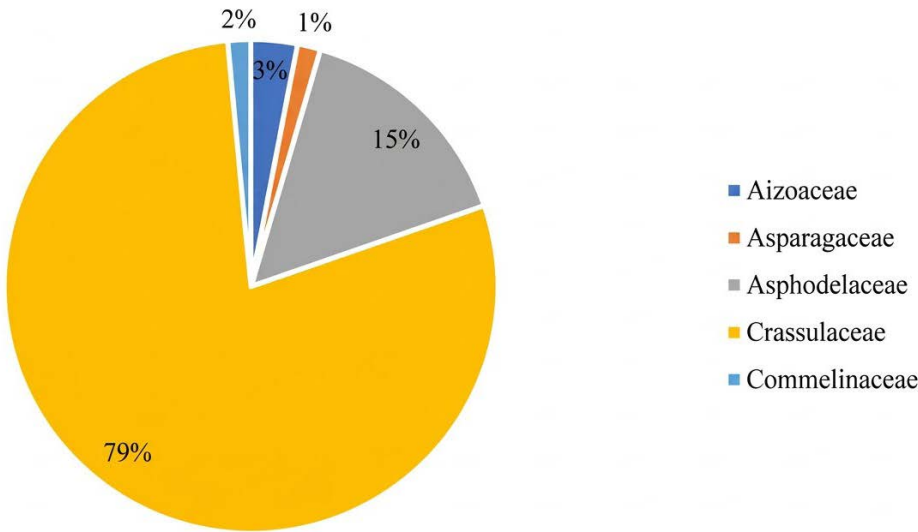
### Đa dạng sen đá theo các taxon

**Bảng 1.** Đa dạng sen đá theo các taxon

| Ngành         | Lớp           | Bộ    |       |       |       | Họ    |       | Chi   |       | Loài  |       |
|---------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|               |               | Số    | Tỷ lệ | Số    | Tỷ lệ | Số    | Tỷ lệ | Số    | Tỷ lệ | Số    | Tỷ lệ |
|               |               | lượng | (%)   | lượng | (%)   | lượng | (%)   | lượng | (%)   | lượng | (%)   |
| Magnoliophyta | Magnoliopsida | 1     | 50    | 2     | 50    | 2     | 40    | 17    | 77,3  | 54    | 81,8  |
|               | Liliopsida    | 1     | 50    | 2     | 50    | 3     | 60    | 5     | 22,7  | 12    | 18,2  |
| Tổng cộng     |               | 2     | 100   | 4     | 100   | 5     | 100   | 22    | 100   | 66    | 100   |

Nghiên cứu đã định danh được 66 loài sen đá thuộc 5 họ thực vật tại các cửa hàng cây cảnh ở TP. Hồ Chí Minh. Tất cả các loài đều thuộc ngành Ngọc lan (Magnoliophyta), gồm 2 lớp chính: Hai lá mầm (Magnoliopsida) với 2 họ và một lá mầm (Liliopsida) với 3 họ (Bảng 1). Trong đó, lớp Magnoliopsida chiếm ưu thế với 54 loài (81,8%), nổi bật là họ Crassulaceae với 52 loài (chiếm 79% tổng số loài đã khảo sát) (Hình 2), gồm nhiều chi phổ biến như Echeveria, Sedum, Sempervivum, ... (Bảng 2). Đây là họ có tính đa dạng và giá trị trang trí cao, thường được sử dụng trong thiết

kế nội thất và vườn mái xanh nhờ khả năng chịu hạn và thích nghi được ánh sáng yếu (Eggli, 2003; Baldwin, 2013; Getter & Rowe, 2006). Lớp Liliopsida chiếm 18,2% (12 loài), gồm các họ như Asphodelaceae (Aloe, Haworthia), Asparagaceae và Commelinaceae. Sự phân bố này cho thấy lớp Magnoliopsida đóng vai trò trung tâm trong thị trường sen đá đô thị. Ngoài giá trị thẩm mỹ, các loài này còn có lợi ích sinh thái nhờ khả năng hấp thu CO<sub>2</sub> ban đêm, phù hợp với không gian sống và làm việc (Kluge & Ting, 1978). Hình 3 minh họa một số loài sen đá đã điều tra được.



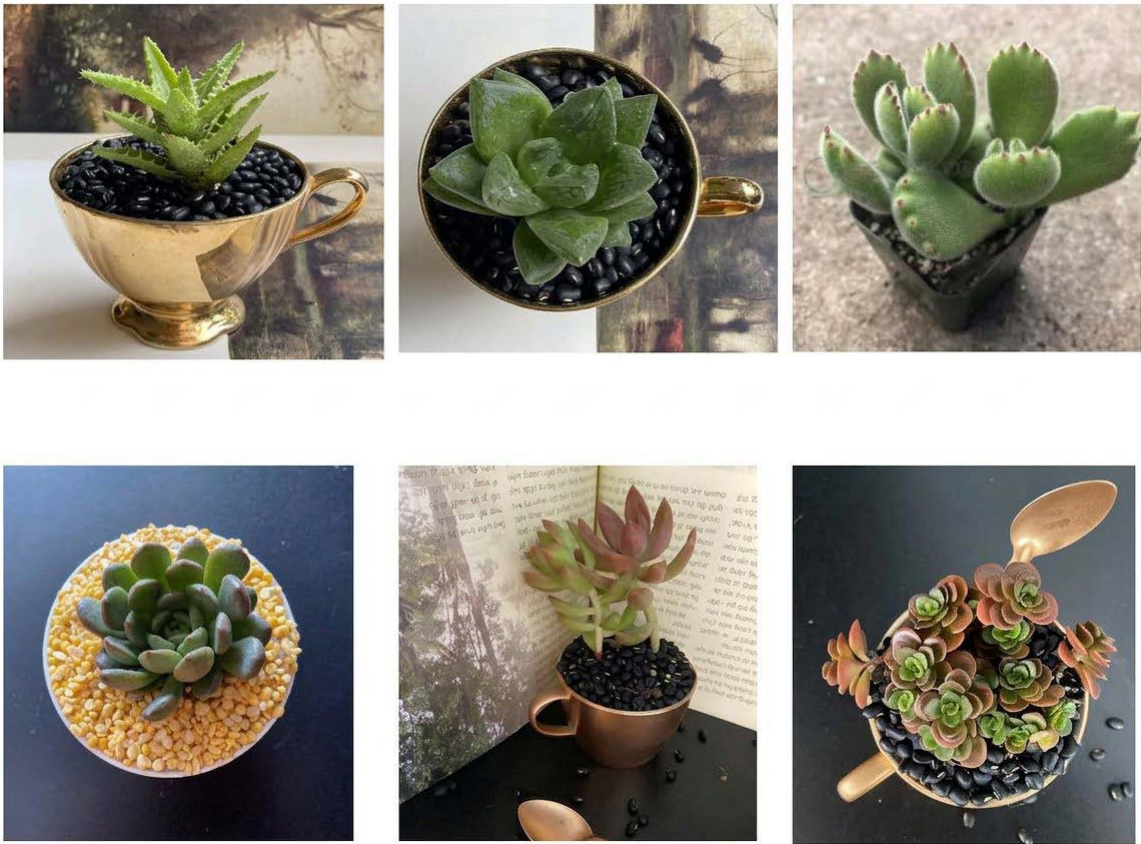
**Hình 2.** Tỷ lệ số loài theo họ thực vật.

**Bảng 2.** Danh mục các loài sen đá

| STT | Tên thông thường         | Tên khoa học                                                      | Họ thực vật   | Phân loại theo hình dạng | Nguồn gốc               |
|-----|--------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------|-------------------------|
| 1   | Sen đá cỏ ngọc<br>sừng   | <i>Bergeranthus scapiger</i> (Haw.) N. E. Br                      | Aizoaceae     | Đứng                     | Nam Phi                 |
| 2   | Sen đá hàm cá sấu        | <i>Faucaria felina</i> (L.) Schwantes                             | Aizoaceae     | Xòe                      | Nam Phi                 |
| 3   | Sen đá hồ lô             | <i>Ledebouria socialis</i> (Baker) Jessop                         | Asparagaceae  | Xòe                      | Nam Phi                 |
| 4   | Sen đá sữa đỏ            | <i>Aloe gariepensis</i> Pillans                                   | Asphodelaceae | Xòe                      | Nam Phi,<br>Namibia     |
| 5   | Sen đá nha đam           | <i>Aloe parvula</i> A. Berger                                     | Asphodelaceae | Xòe                      | Madagascar,<br>Nam Phi  |
| 6   | Sen đá hàm cá mập        | <i>Aloe squarrosa</i> Baker ex Balf.f.                            | Asphodelaceae | Xòe                      | Yemen                   |
| 7   | Sen đá móng rồng<br>dài  | <i>Haworthia angustifolia</i> Haw.                                | Asphodelaceae | Xòe                      | Nam Phi                 |
| 8   | Sen đá ngọc lá<br>ngắn   | <i>Haworthia cooperi</i> var. <i>pilifera</i> (Baker) M. B. Bayer | Asphodelaceae | Xòe                      | Nam Phi                 |
| 9   | Sen đá ngọc guốc<br>ngắn | <i>Haworthia cymbiformis</i> var. <i>cymbiformis</i>              | Asphodelaceae | Xòe                      | Nam Phi                 |
| 10  | Sen đá guốc              | <i>Haworthia magnifica</i> var. <i>magnifica</i>                  | Asphodelaceae | Xòe                      | Nam Phi                 |
| 11  | Sen đá quạt              | <i>Haworthia truncata</i> Schönland                               | Asphodelaceae | Xòe                      | Nam Phi                 |
| 12  | Sen đá móng rồng<br>cúp  | <i>Haworthiopsis coarctata</i> (Haw.) G. D. Rowley                | Asphodelaceae | Xòe                      | Nam Phi                 |
| 13  | Sen đá móng rồng<br>xoáy | <i>Haworthiopsis limifolia</i> (Marloth) G. D. Rowley             | Asphodelaceae | Xòe                      | Nam Phi,<br>Nam Mỹ      |
| 14  | Sen đá pink lady         | <i>Callisia repens</i> 'Pink Lady'                                | Commelinaceae | Đứng                     | Thuần hóa<br>(cultivar) |
| 15  | Sen đá đỏ lá dài         | × <i>Graptosedum</i> 'California Sunset'                          | Crassulaceae  | Đứng                     | Lai tạo                 |
| 16  | Sen đá đỏ pha lê         | × <i>Graptosedum</i> 'Francesco Baldi'                            | Crassulaceae  | Xòe                      | Lai tạo                 |
| 17  | Sen đá ruby xanh         | × <i>Graptoveria</i> 'Olivia'                                     | Crassulaceae  | Xòe                      | Lai tạo                 |
| 18  | Sen đá hoa hồng<br>trắng | × <i>Graptoveria</i> 'Titubans'                                   | Crassulaceae  | Xòe                      | Lai tạo                 |
| 19  | Sen đá hải cầu đốm       | <i>Adromischus cooperi</i> (Baker) A. Berger                      | Crassulaceae  | Xòe                      | Nam Phi,<br>Kenya       |
| 20  | Sen đá tay gấu<br>nhăn   | <i>Adromischus cristatus</i> (Haw.) Lem.                          | Crassulaceae  | Xòe                      | Nam Phi,<br>Kenya       |

|    |                           |                                                    |              |      |                      |
|----|---------------------------|----------------------------------------------------|--------------|------|----------------------|
| 21 | Sen đá hoa hồng xanh Pháp | <i>Aeonium aureum</i> (C. Sm. ex Hornem.) T. Mes   | Crassulaceae | Xòe  | Quần đảo Canary      |
| 22 | Sen đá ba màu             | <i>Aeonium decorum</i> Webb ex Bolle               | Crassulaceae | Xòe  | Quần đảo Canary      |
| 23 | Sen đá Aoe xanh           | <i>Aeonium tabulaeforme</i> (Haw.) Webb & Berthel. | Crassulaceae | Xòe  | Quần đảo Canary      |
| 24 | Sen đá tay gấu            | <i>Cotyledon tomentosa</i> Harv.                   | Crassulaceae | Xòe  | Nam Phi              |
| 25 | Sen đá ba ba              | <i>Crassula congesta</i> N. E. Br.                 | Crassulaceae | Xòe  | Nam Phi              |
| 26 | Sen đá cánh bướm nhỏ      | <i>Crassula ovata</i> 'Minima'                     | Crassulaceae | Đứng | Thuần hóa (cultivar) |
| 27 | Sen đá bướm cẩm thạch     | <i>Crassula ovata</i> 'Hummel's Sunset'            | Crassulaceae | Xòe  | Thuần hóa (cultivar) |
| 28 | Sen đá thạch bích vàng    | <i>Crassula ovata</i> 'Tricolor'                   | Crassulaceae | Xòe  | Thuần hóa (cultivar) |
| 29 | Sen đá liên đài tím       | <i>Echeveria</i> 'Perle von Nürnberg'              | Crassulaceae | Xòe  | Lai tạo              |
| 30 | Sen đá giống mới          | <i>Echeveria amoena</i> De Smet ex É.Morren        | Crassulaceae | Xòe  | Mexico               |
| 31 | Sen đá thái               | <i>Echeveria</i> 'Blue Atoll'                      | Crassulaceae | Xòe  | Lai tạo              |
| 32 | Sen đá đĩa hồng mập       | <i>Echeveria carnicolor</i> (Baker) É.Morren       | Crassulaceae | Xòe  | Mexico               |
| 33 | Sen đá bắp cải            | <i>Echeveria</i> 'Crinoline Ruffles'               | Crassulaceae | Xòe  | Lai tạo              |
| 34 | Sen đá hoa cúc tím        | <i>Echeveria</i> 'Cubic Frost'                     | Crassulaceae | Xòe  | Lai tạo              |
| 35 | Sen đá liên đài trắng     | <i>Echeveria elegans</i> Rose                      | Crassulaceae | Xòe  | Mexico               |
| 36 | Sen đá lola tím           | <i>Echeveria</i> 'Lola'                            | Crassulaceae | Xòe  | Lai tạo              |
| 37 | Sen đá hồng Hà Lan        | <i>Echeveria</i> 'Lovely Rose'                     | Crassulaceae | Xòe  | Lai tạo              |
| 38 | Sen đá cúc gai            | <i>Echeveria</i> 'Mexensis Zaragosa'               | Crassulaceae | Xòe  | Lai tạo              |
| 39 | Sen đá sao chổi           | <i>Echeveria</i> 'Moon Fairy'                      | Crassulaceae | Xòe  | Lai tạo              |
| 40 | Sen đá nuda xanh ngọc mới | <i>Echeveria</i> 'Nuda'                            | Crassulaceae | Xòe  | Lai tạo              |
| 41 | Sen đá đất hồng           | <i>Echeveria</i> 'Orion'                           | Crassulaceae | Xòe  | Lai tạo              |
| 42 | Sen đá dù hồng            | <i>Echeveria prolifica</i> Moran & J. Meyrán       | Crassulaceae | Xòe  | Mexico               |
| 43 | Sen đá viên đỏ            | <i>Echeveria pulidonis</i> E. Walther              | Crassulaceae | Xòe  | Mexico               |
| 44 | Sen đá cúc trắng          | <i>Echeveria runyonii</i> 'Topsy Turvy'            | Crassulaceae | Xòe  | Thuần hóa (cultivar) |
| 45 | Sen đá bắp cải tím        | <i>Echeveria shaviana</i> 'Pink'                   | Crassulaceae | Xòe  | Thuần hóa (cultivar) |

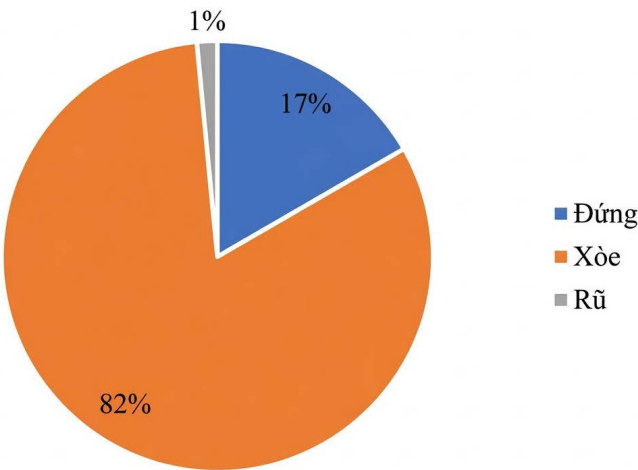
|    |                              |                                                          |              |      |                      |
|----|------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------|------|----------------------|
| 46 | Sen đá viền hồng             | <i>Echeveria subrigida</i> (B. L. Rob. & Seaton) Rose    | Crassulaceae | Xòe  | Mexico               |
| 47 | Sen đá bánh bao              | <i>Echeveria</i> 'Tippy'                                 | Crassulaceae | Xòe  | Lai tạo              |
| 48 | Sen đá ma                    | <i>Graptopetalum paraguayense</i> (N. E. Br.) E. Walther | Crassulaceae | Xòe  | Mexico               |
| 49 | Sen đá bạc                   | <i>Kalanchoe millotii</i> Raym.- Hamet & H. Perrier      | Crassulaceae | Đứng | Madagascar           |
| 50 | Sen đá cánh bướm var mới     | <i>Kalanchoe rhombopilosa</i> Mannoni & Boiteau          | Crassulaceae | Đứng | Madagascar           |
| 51 | Sen đá nhung viền đen        | <i>Kalanchoe tomentosa</i> 'Chocolate Soldier'           | Crassulaceae | Đứng | Thuần hóa (cultivar) |
| 52 | Sen đá dù tròn               | <i>Orostachys boehmeri</i> (Makino) H. Hara              | Crassulaceae | Xòe  | Đông Á               |
| 53 | Sen đá sedum rong biển       | <i>Petrosedum rupestre</i> (L.) P. V. Heath              | Crassulaceae | Đứng | Châu Âu              |
| 54 | Sen đá vàng lá dài           | <i>Sedum adolphi</i> 'Lime Gold'                         | Crassulaceae | Đứng | Thuần hóa (cultivar) |
| 55 | Sen đá sedum hạt gạo tím     | <i>Sedum album</i> L.                                    | Crassulaceae | Rũ   | Bắc Phi, Tây Âu      |
| 56 | Sen đá thạch ngọc xanh       | <i>Sedum allantoides</i> Rose                            | Crassulaceae | Đứng | Mexico               |
| 57 | Sen đá sedum bông hồng tím   | <i>Sedum dasyphyllum</i> 'Lilac Mound'                   | Crassulaceae | Xòe  | Thuần hóa (cultivar) |
| 58 | Sen đá sedum cơm vàng        | <i>Sedum japonicum</i> 'Tokyo Sun'                       | Crassulaceae | Xòe  | Thuần hóa (cultivar) |
| 59 | Sen đá kim tuyến             | <i>Sedum mendozae</i> (Glass & Cházaro) V. V. Byalt      | Crassulaceae | Xòe  | Mexico               |
| 60 | Sen đá chuỗi ngọc đứng       | <i>Sedum morganianum</i> E. Walther                      | Crassulaceae | Đứng | Mexico               |
| 61 | Sen đá vảy cá chép           | <i>Sedum tetractinum</i> Frödl.                          | Crassulaceae | Xòe  | Mexico               |
| 62 | Sen đá phật bà mạng nhện     | <i>Sempervivum arachnoideum</i> L.                       | Crassulaceae | Xòe  | Úc                   |
| 63 | Sen đá phật bà mạng nhện lửa | <i>Sempervivum fimbriatum</i> Klotzsch                   | Crassulaceae | Xòe  | Ý                    |
| 64 | Sen đá phật bà               | <i>Sempervivum</i> 'Pluto'                               | Crassulaceae | Xòe  | Thuần hóa (cultivar) |
| 65 | Sen đá mật                   | <i>Sinocrassula densirosulata</i> (Praeger) A. Berger    | Crassulaceae | Xòe  | Trung Quốc           |
| 66 | Sen đá nhím đen              | <i>Sinocrassula yunnanensis</i> 'Napoli Noire'           | Crassulaceae | Xòe  | Thuần hóa (cultivar) |



Hình 3. Một số loài sen đá.

Hình dáng và nguồn gốc của các loài sen đá

Bảng 2 liệt kê 66 loài sen đá được định danh tại TP. Hồ Chí Minh. Phần lớn có dạng xòe (82%) (Hình 4), phổ biến ở các chi như Echeveria, Haworthia, Aeonium với lá mọc hoa thị hoặc lan ngang. Dạng đứng chỉ chiếm 17%. Về nguồn gốc, đa số loài đến từ các vùng khô hạn như Nam Phi, Mexico có điều kiện tiến hóa thích nghi khan nước (Gibson & Nobel, 1986). Khoảng 40% số loài là loài thuần hóa hoặc loài được lai, được tạo ra để tăng tính thẩm mỹ và khả năng thích nghi trồng chậu.

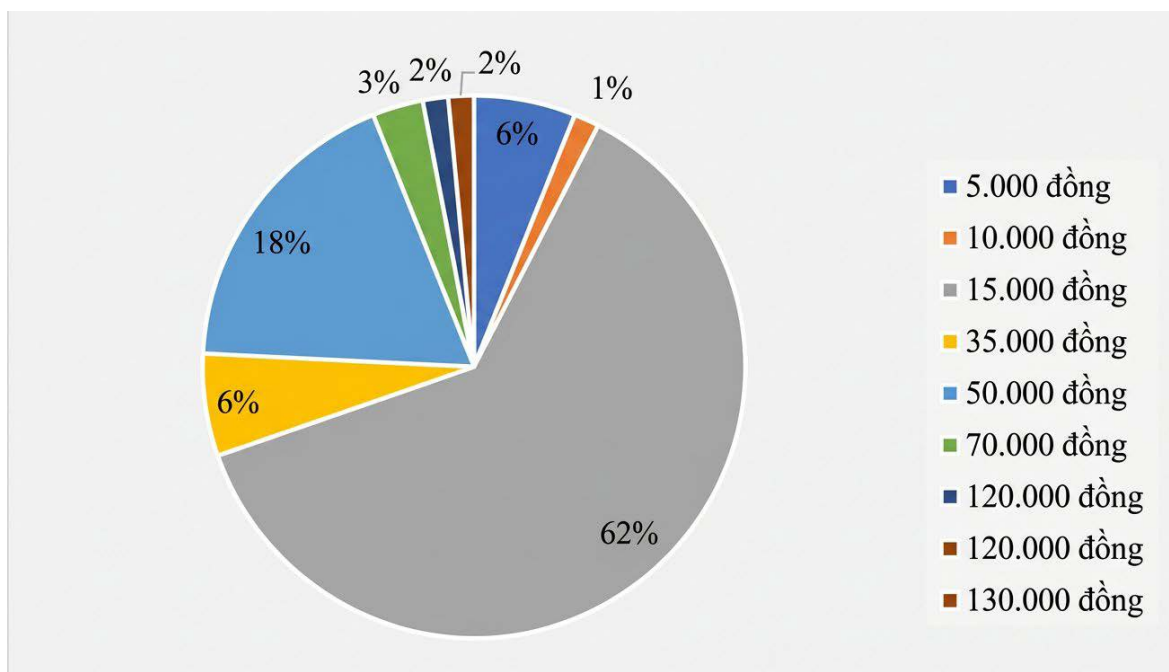


Hình 4. Tỷ lệ loài sen đá theo hình dáng.

### Giá bán các loài sen đá

Khoảng 70% các loài sen đá có giá bán khá thấp (từ 5.000 đến 15.000 đồng) trong đó phổ biến là mức giá 15.000 đồng. Chỉ có 2 loài sen đá ở mức giá cao là sen đá phật bà mạng nhện và sen đá sữa đỏ (120.000 đến 130.000 đồng). 27% các loài sen đá còn lại giá từ 35.000 đến 70.000 đồng (Hình 5). So sánh với giá hoa cắt cành phổ biến, chẳng hạn bó hoa cúc, lily hoặc đồng tiền dao động từ 36.000 đến 210.000 đồng, và các loại hoa cao cấp như hồng nhập nội từ 160.000 đồng 280.000 đồng mỗi bó (để cắm 1 lọ hoa hay bình

hoa chưng trong nhà), có thể thấy rằng sen đá, ngay cả ở phân khúc giá cao, vẫn rẻ hơn so với hoa cắt cành cao cấp. Chi phí mua sen đá chỉ chiếm khoảng 0,05 đến 0,15%, tối đa là 1,5% thu nhập tháng với 2 loài có giá cao nhất, trong khi một bó hoa hồng nhập có thể chiếm tới 3,5% thu nhập (tính theo mức thu nhập bình quân của lao động Việt Nam quý 1 năm 2025 là 8,3 triệu đồng, theo Cục Thống kê, 2025). Như vậy, việc mua một vài cây sen đá có giá thấp đến trung bình để trang trí trong nhà không gây áp lực tài chính và nằm trong khả năng chi trả của người Việt Nam.



**Hình 5.** Tỷ lệ loài sen đá theo giá bán.

### 3.2. Ứng dụng sen đá trang trí các tiểu cảnh nội thất

Để ứng dụng sen đá vào trang trí tiểu cảnh nội thất, cần tuân thủ các nguyên tắc bố cục như tương phản hình dáng, màu sắc, cân bằng cao - thấp, dày - thưa và nhấn mạnh trung tâm bằng

các loài nổi bật thuộc các chi như Echeveria, Aeonium, Crassula dạng xòe hoặc phối hợp với dạng đứng. Việc kết hợp với sỏi, đá tự nhiên, gỗ, chậu đất nung, chậu thủy tinh hay vật dụng gia đình tái chế giúp tăng tính tương phản vật liệu và chiều sâu không gian (Booth & Hiss, 2012).

Sen đá là loài ưa sáng, yêu cầu đất thoát nước tốt và tưới hợp lý để tránh thối rễ (Gibson & Nobel, 1986). Các yếu tố quyết định đến sự phát triển và độ bền trang trí của cây gồm: chất lượng giống, điều kiện môi trường, giá thể và kỹ thuật chăm sóc. Trong đó, giá thể phải đảm bảo thoáng khí, thoát nước tốt nhưng vẫn duy trì độ ẩm phù hợp, thường được phối trộn từ trấu hun, xỉ than, xơ dừa, đá trân châu (perlite), pumice (đá bọt núi lửa) kết hợp phân hữu cơ. Kỹ thuật tưới nước, bón phân, lựa chọn vị trí trồng và xoay chậu định kỳ có vai trò quan trọng trong việc duy trì hình dáng cân đối, màu sắc đẹp và sức sống lâu dài. Trong thiết kế nội thất, sen đá nên được bố trí gần cửa sổ hoặc bổ sung đèn LED chuyên dụng. Cây cũng cần được phơi nắng mỗi tuần 1 - 3 lần (tùy loài) để giữ màu sắc và hình dáng đẹp, song song đó là luân chuyển mẫu khác vào nhà. Đồng thời hạn chế tưới nước cho sen đá quá mức, tần

suất tưới chỉ khoảng 1 đến 2 lần mỗi tuần tùy theo giá thể và chậu trồng. Sự chăm sóc tốt giúp cây có tuổi thọ từ vài tháng đến nhiều năm. Sự phối hợp giữa yếu tố thẩm mỹ, nguyên lý bố cục và hiểu biết sinh học giúp tiểu cảnh sen đá đạt được tính nghệ thuật cao và đảm bảo tính bền vững.

### Chủ đề “Tết Việt”

Ba tiểu cảnh trang trí đã được thiết kế để tái hiện không khí Tết truyền thống trong không gian nội thất hiện đại. Tại bàn phòng khách, tiểu cảnh sử dụng sen đá đa dạng như tứ phương, phật bà, thạch bích... trồng trong ly sứ lớn, kết hợp với các vật phẩm đặc trưng ngày Tết (câu đối, bánh mứt, heo đất) nhằm tạo không gian ấm cúng, mang đậm bản sắc Việt, với tổng chi phí 613.500 đồng (Hình 6).



**Hình 6.** Tiểu cảnh sen đá trên bàn trà bánh.

Tiểu cảnh bàn tiệc bếp lựa chọn sắc vàng và đỏ chủ đạo thông qua bộ ấm tách, bao lì xì, đèn lồng, tượng trưng cho tài lộc và thịnh vượng (Hình 7). Các loại sen đá đáng xòe như bắp cải tím, kim tuyến, bánh bao... được trồng trong ly sứ vàng, góp phần tăng tính thẩm mỹ và đồng bộ vật liệu, chi phí 2.730.000 đồng.

Ở bàn đảo bếp, sen đá được trồng trong nổi đất truyền thống, kết hợp phụ kiện Tết như trâu gốm, dây ruy băng đỏ, tạo cảm giác gần gũi, gợi nhớ kỷ ức Tết xưa (Hình 8). Tổng chi phí tiểu cảnh này là 450.000 đồng.



**Hình 7.** Tiểu cảnh sen đá trên bàn tiệc bếp.



**Hình 8.** Tiểu cảnh sen đá tại đảo bếp.

### Chủ đề “giáng sinh”

Ba tiểu cảnh trang trí được thiết kế nhằm tái hiện không khí lễ hội đặc trưng với hình ảnh ngôi nhà tuyết, vòng nguyệt quế và ánh nến ấm áp. Tiểu cảnh tại tủ kệ phòng khách mô phỏng hình ảnh ngôi nhà Giáng sinh bằng vật liệu tái chế là hộp nhựa và quả phi lao kết hợp sen đá sắc xanh trắng như sen đá sedum rong biển, nha đam, hàm cá mập cùng các biểu tượng lễ hội (ông già Noel, tuần lộc), tổng chi phí 125.000 đồng (Hình 9).

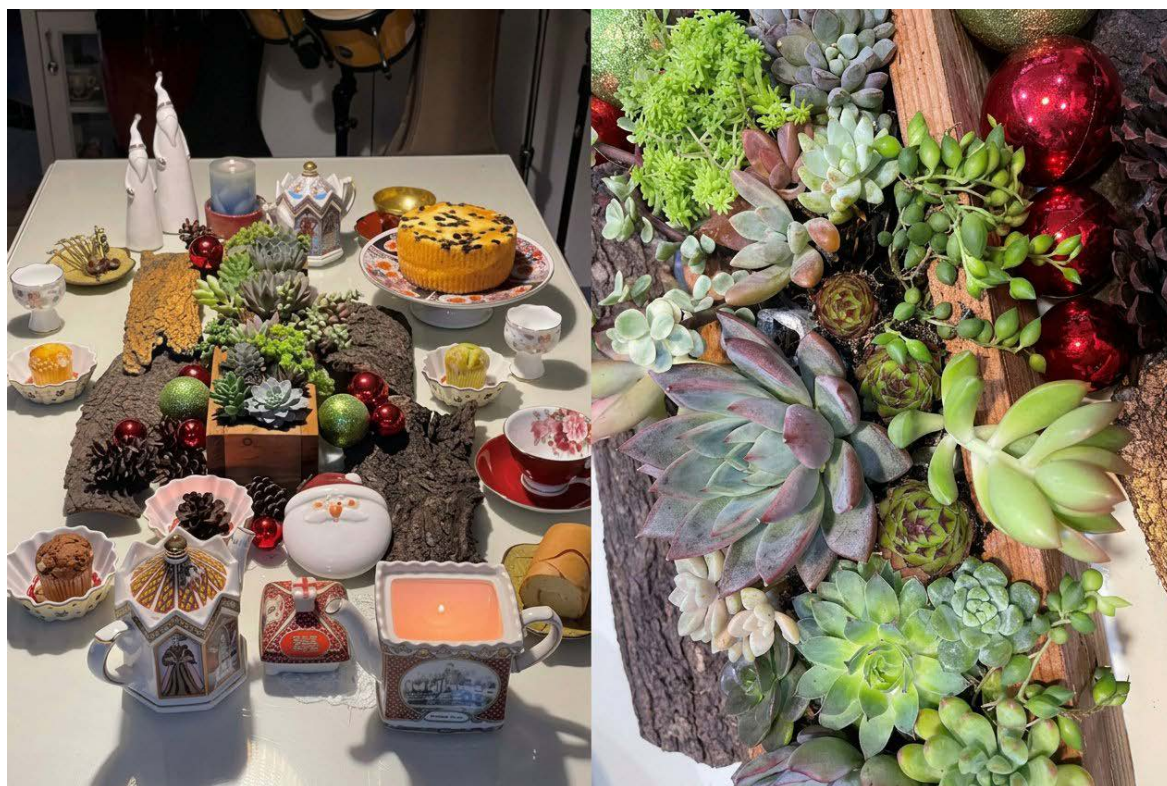
Tiểu cảnh bàn bên cửa sổ sử dụng thổ thủy tinh làm nền để bố trí nến thơm, quả châu và các loại sen đá như sen đá phật bà mạng nhện lửa, viền hồng, cỏ ngọc sừng... tạo không gian lung linh và trang trọng theo tinh thần ngày lễ, với chi phí 330.000 đồng (Hình 10). Tiểu cảnh bàn tiệc Giáng sinh sử dụng hộp gỗ, bộ ấm trà bánh và các loại sen đá đáng xoe như nuda xanh, kim tuyến, bánh bao, đồ pha lê... cùng vật trang trí như quả thông, nến và ông già Noel (Hình 11). Không gian ấm thực trở nên sinh động, kết nối giữa cổ điển và hiện đại với tổng chi phí 405.000 đồng.



Hình 9. Tiểu cảnh sen đá tại tủ kệ phòng khách.



Hình 10. Tiểu cảnh sen đá tại bàn bên cửa sổ.



Hình 11. Tiểu cảnh sen đá tại bàn tiệc Giáng sinh.

### Chủ đề “không gian tri thức”

Tiểu cảnh sen đá trên bàn đọc sách không chỉ tạo điểm nhấn thẩm mỹ mà còn mang lại sự thư giãn, giảm mỏi mắt và khơi gợi cảm hứng sáng tạo. Ý tưởng thiết kế tận dụng hộp thuốc tái chế và bìa sách, biểu đạt quan niệm “vạn vật hữu

linh” khi những vật vô tri cũng mang trong mình sức sống. Các loài sen đá như sen đá dẹt, sedum rong biển, hồng tím và cúc gai được phối hợp hài hòa, sắp xếp từ cây lớn đến nhỏ (Hình 12). Tổng chi phí thực hiện là 45.000 đồng.



Hình 12. Tiểu cảnh sen đá bàn đọc sách.

### Chủ đề “chuyện ngày chủ nhật”

Các tiểu cảnh này được tạo ra với mục đích mang lại sự tươi mới cho không gian sống, đồng thời gợi cảm giác thư giãn và tái tạo năng lượng trong những ngày cuối tuần. Ý tưởng chủ đạo là tái sử dụng vật dụng quen thuộc, vừa hạn chế rác thải vừa tạo hình thức sáng tạo trong nội thất và ngoại thất.

Với tiểu cảnh trong bếp, chảo, phin cà phê và ly sứ được phun sơn hoặc giữ nguyên để làm chậu trồng. Phin cà phê nhỏ gọn thích hợp đặt

trên cửa sổ, chảo với đường kính lớn tạo điểm nhấn cho bàn đảo, còn ly sứ mang tính linh hoạt, dễ phối hợp nhiều giống sen đá. Các loài được sử dụng đa dạng, từ sen đá dẹt, viền đỏ đến sedum cơm vàng, thạch ngọc... Chi phí cho tiểu cảnh với chảo là 380.000 đồng, với phin cà phê là 55.000 đồng, với ly sứ là 440.000 đồng. Ngoài ra, có thể tạo một khu vườn thu nhỏ phong cách châu Âu trong chảo cũ để đặt ở bàn đảo bếp. Tiểu cảnh với chi phí 415.000 đồng được thiết kế với ngôi nhà đất, hàng rào gỗ và sỏi trắng. Các loài sen đá như nhím trắng, sedum bông hồng tím,

dollar trắng, nhưng viên đen... được sắp xếp dọc lối đi, kết hợp đèn tiểu cảnh tạo khung cảnh ấm cúng (Hình 13). Tiểu cảnh cũng có thể đặt ở tủ rượu hoặc những vị trí phù hợp khác.

Tại phòng khách, tiểu cảnh sen đá được kết hợp với bộ khay trà màu đồng. Các loài sen đá được sử dụng như sen đá thụ nâu, kim cương, bánh bao và hoa đất, phủ bề mặt bằng hạt đậu để tăng thẩm mỹ (Hình 14). Thiết kế này mang nét sang trọng, phù hợp không gian tiếp khách.

Những ly tách trà này cũng có thể được trang trí đa dạng ở nhiều vị trí trong nhà (Hình 15). Chi phí thực hiện là 340.000 đồng.

Với không gian ngoại thất, có thể sử dụng vật liệu tái chế như lốp xe cũ để tạo thành chậu trồng, biểu đạt thông điệp sống xanh (Hình 16). Sen đá mập, bắp cải tím, tứ phương cùng chuỗi ngọc rũ tạo hiệu ứng thị giác độc đáo. Chi phí thực hiện là 275.000 đồng.



**Hình 13.** Các tiểu cảnh “chuyện ngày chủ nhật” đặt trong bếp.



**Hình 14.** Tiểu cảnh bàn tiệc trà trong phòng khách.



Hình 15. Trang trí ly, tách sen đá tại nhiều vị trí trong nhà.



Hình 16. Trang trí sen đá cùng lốp xe cũ đặt ở ngoại thất.

### Những tiểu cảnh sen đá trang trí nội thất ngày thường

Ngoài những mẫu trang trí trên, với một số loài sen đá thông dụng và các vật dụng có sẵn tại

mỗi gia đình, cũng có thể tạo được rất nhiều mẫu tiểu cảnh sen đá đẹp mắt. Chi phí cho các tiểu cảnh này trung bình từ 110.000 đến 380.000 đồng (Hình 17).



**Hình 17.** Các mẫu trang trí sen đá thường ngày trong nội thất.

Khi so sánh các tiểu cảnh sen đá trong nghiên cứu với giá hoa cắt cành tại thị trường nội địa có thể thấy rằng tiểu cảnh sen đá giá thấp và trung bình tương đương hoặc cao hơn một bó hoa cắt cành trung bình, nhưng lại có giá trị lâu bền hơn vì cây có thể duy trì nhiều tháng. Thêm vào đó, trang trí sen đá có sự độc đáo riêng nhờ sự đa dạng loài và tính mới lạ, đặc sắc của các tiểu cảnh. Mặt khác, sen đá có lợi thế lớn là dễ ra chồi, nhẩy cây con hoặc giâm lá, làm “gia hạn” giá trị trang trí bằng cách thay chậu hoặc ghép cụm mới khi cụm mẹ già, giúp người chơi cây có thể giảm chi phí mua mới cây (Hình 18). Tiểu cảnh có giá trị cao vào dịp lễ, tết cũng chỉ trên 2 triệu đồng, tuy nhiên nếu quy đổi theo thời gian

sử dụng, chi phí thực tế cho mỗi ngày thường thức sen đá lại rất hợp lý. Với thu nhập bình quân của người Việt Nam hiện nay, chi phí cho một tiểu cảnh sen đá thấp (45.000 đến 330.000 đồng) chỉ chiếm 0,5 đến 4,3% thu nhập tháng nhưng có thể duy trì trang trí lâu dài, điều này phù hợp với đa số hộ gia đình. Những tiểu cảnh trung bình (380.000 đến 615.000 đồng) chiếm 5 đến 8% thu nhập, vẫn trong ngưỡng chấp nhận được đối với nhóm thu nhập trung bình tại các đô thị như TP. Hồ Chí Minh. Như vậy, xét về cả yếu tố kinh tế và thẩm mỹ, sen đá không chỉ cạnh tranh được với hoa cắt cành truyền thống, mà còn thể hiện lợi thế về độ bền và khả năng thích ứng với thu nhập đa dạng của người tiêu dùng Việt Nam.



**Hình 18.** Cây sen đá trang trí nội thất tự ra cây con để trang trí thêm tiểu cảnh khác.

#### 4. Kết Luận

Nghiên cứu đã định danh được 66 loài sen đá thuộc 5 họ thực vật trong ngành Ngọc lan (Magnoliophyta), phân bố trong 2 lớp: Hai lá mầm (Magnoliopsida) chiếm ưu thế với 54 loài (81,8%) và Một lá mầm (Liliopsida) với 12 loài (18,2%). Trong đó, họ Crassulaceae nổi bật nhất, chiếm đến 79% tổng số loài, đại diện bởi các chi phổ biến như Echeveria,

Sedum... Về hình dạng, 82% loài có dáng xòe phù hợp trong bố trí để tạo điểm nhấn thị giác. Khoảng 40% số loài là loài lai, các loài còn lại đa phần có nguồn gốc từ Nam Phi và Mexico. Thông qua thiết kế các tiểu cảnh nội thất theo chủ đề “Tết Việt”, “giáng sinh”, “không gian tri thức”, “chuyện ngày chủ nhật” và các tiểu cảnh ngày thường, nghiên cứu chứng minh khả năng ứng dụng sen đá trong không gian sống hiện đại, từ phòng khách, nhà bếp đến không gian ngoài trời của ngôi

nhà, không chỉ những dịp lễ, tết mà còn vào những ngày thường. Các tiểu cảnh này có lợi thế về chi phí và độ bền hơn hoa cắt cành, phù hợp với thu nhập trung bình của người Việt Nam. Trang trí sen đá không chỉ thể hiện tính nghệ thuật và bản sắc văn hóa, mà còn tạo cảm giác gần gũi thiên nhiên trong môi trường đô thị, góp phần bảo vệ môi trường thông qua tái chế các vật liệu, vật dụng sinh hoạt. Nghiên cứu này chỉ là bước đầu định danh loài và gợi ý trang trí sen đá trong nội thất. Cần có những nghiên cứu tiếp theo nhằm làm rõ các đặc tính sinh học của từng loài trong mối quan hệ với các yếu tố môi trường nội thất như ánh sáng, nhiệt độ và độ ẩm cũng như yêu cầu về giá thể, mức độ thích nghi giữa các nhóm loài và sự chăm sóc, tưới nước, bón phân. Việc định lượng khả năng thích nghi theo loài hoặc theo sự phối hợp giữa các loài trong cùng tiểu cảnh sẽ góp phần xây dựng cơ sở khoa học cho việc lựa chọn, bố trí và duy trì giá trị thẩm mỹ lâu dài của sen đá trong không gian nội thất.

### Lời Cam Đoan

Các tác giả cam kết rằng không có xung đột lợi ích trong bài viết này.

### Tài Liệu Tham Khảo (References)

- Baldwin, D. (2013). *Succulents simplified: Growing, designing, and crafting with 100 easy-care varieties*. Oregon, USA: Timber Press.
- Booth, N. K., & Hiss, J. E. (2012). *Residential landscape architecture: Design process for the private residence* (6<sup>th</sup> ed.). New Jersey, USA: Prentice Hall.
- Borcă, M., Ona, A., Muntean, L., Borcă, A., & Stoie, A. (2022). Health benefits of Crassulaceae species frequent in Romania. *Hop and Medicinal Plants* 2022(1-2), 48-57. <https://doi.org/10.15835/hpm.v30i1-2.14434>.
- Borland, A. M., Griffiths, H., Hartwell, J., & Smith, J. A. C. (2009). Exploiting the potential of plants with crassulacean acid metabolism for bioenergy production on marginal lands. *Journal of Experimental Botany* 60(10), 2879-2896. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp118>.
- Borland, A. M., Hartwell, J., Weston, D. J., Schlauch, K. A., Tschaplinski, T. J., Tuskan, G. A., Yang, X., & Cushman, J. C. (2018a). Engineering crassulacean acid metabolism to improve water-use efficiency. *Trends in Plant Science* 19(5), 327-338. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2014.01.006>.
- Borland, A. M., Leverett, A., Hurtado-Castano, N., Hu, R., & Yang, X. (2018b). Functional anatomical traits of the photosynthetic organs of plants with crassulacean acid metabolism. In Adams, W. W., III, & Terashima, I. (Eds.), *The leaf: A platform for performing photosynthesis* (281-306). Cham, Switzerland: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-93594-2\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-93594-2_10).
- Boruz, V., Constantinescu, E., Cruceru, S., & Chirigiu, L. (2023). Succulent plant species from the Crassulaceae family present in the greenhouses of the Botanical Garden “Al. Buia” from Craiova. *Annals of The University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series* 52(2), 39-45. <https://doi.org/10.52846/aamc.v52i2.1387>.
- Getter, K. L., & Rowe, D. B. (2006). The role of extensive green roofs in sustainable development. *HortScience* 41(5), 1276-1285. <https://journals.ashs.org/view/journals/hortsci/41/5/article-p1276.xml>.
- Gibson, A. C., & Nobel, P. S. (1986). *The cactus primer*. Massachusetts, USA: Harvard University Press.
- Eggli, U. (2003). *Illustrated handbook of succulent plants: Crassulaceae*. Heidelberg, Germany: Springer.
- Hernández-Hernández, T., Vásquez-Cruz, M., Loera, I., DelAngel, M., & Nakamura, M. (2023). Climatic niches provide insights into the evolutionary origins of the succulent CAM syndrome. *BioRxiv*. <http://dx.doi.org/10.1101/2023.05.02.539181>.

- Kluge, M., & Ting, I. P. (1978). *Crassulacean acid metabolism: Analysis of an ecological adaptation*. Heidelberg, Germany: Springer Berlin Heidelberg.
- Masrahi, Y., Al-Yemeni, M., Al-Turki, T., & Sayed, O. (2011). Ecophysiological mechanisms of succulent survival in natural conditions: photosynthetic carbon fixation in *Caralluma acutangula* (Decne. N. E. Br.) (Asclepiadaceae). *Polish Journal of Ecology* 59(3), 437-442.
- NSO (National Statistics Office). (2025). Press release socio-economic situation in the first quarter of 2025. Retrieved September 7, 2025, from <https://www.nso.gov.vn/du-lieu-va-so-lieu-thong-ke/2025/04/thong-cao-bao-chi-tinh-hinh-kinh-te-xa-hoi-quy-i-nam-2025/>.
- Nyffeler, R., Eggli, U., Ogburn, M. B., & Edwards, E. (2008). Variations on a theme: Repeated evolution of succulent life forms in the Portulacineae (Caryophyllales). *Haseltonia* 14, 26-36. <https://doi.org/10.2985/1070-0048-14.1.26>.
- Ogburn, R. M., & Edwards, E. J. (2010). The ecological water-use strategies of succulent plants. *Advances in Botanical Research* 55, 179-225. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-380868-4.00004-1>.
- Riffle, R. L. (2003). *The tropical look: An encyclopedia of dramatic landscape plants*. Oregon, USA: Timber Press.
- Zagumenny, R. A., & Nikolaeva, A. V. (2024). The collection of plants of the crassulaceae J.St.-Hil. family in the greenhouse complex of Donetsk botanical garden. In Kurbatova, O. A., Zolotukhin, V. V., & Zubov, S. Y (Eds.), *The role of collections in the conservation of succulent plant biodiversity ex situ* (60-64). Moscow, Russia: Moscow University Press.