

P-ISSN 1859-4794 \* E-ISSN 2615-9929

**TẬP 66, SỐ 12, THÁNG 12 NĂM 2024**  
VOLUME 66, NUMBER 12, DECEMBER 2024

# TẠP CHÍ & KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

**Vietnam Journal of Science and Technology - MOST** VIỆT NAM



## HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

### Chủ tịch

Châu Văn Minh - Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam, Việt Nam

### Thành viên

Nguyễn Việt Anh - Trường Đại học Xây dựng, Việt Nam

Bùi Chí Bửu - Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp miền Nam, Việt Nam

Vũ Dũng - Hội Tâm lý học Việt Nam, Việt Nam

Trần Thọ Đạt - Trường Đại học Kinh tế Quốc dân, Việt Nam

Nguyễn Đình Đức - Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội, Việt Nam

Vũ Minh Giang - Đại học Quốc gia Hà Nội, Việt Nam

Trương Nam Hải - Viện Công nghệ Sinh học, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam, Việt Nam

Trần Thanh Hải - Trường Đại học Mở - Địa chất, Việt Nam

Phạm Huy Khang - Trường Đại học Giao thông Vận tải, Việt Nam

Phạm Gia Khánh - Hội Ghép tạng Việt Nam, Việt Nam

Hồ Đắc Lộc - Trường Đại học Công nghệ TP Hồ Chí Minh, Việt Nam

Nguyễn Thị Mỹ Lộc - Trường Đại học Giáo dục, Đại học Quốc gia Hà Nội, Việt Nam

Bành Tiến Long - Đại học Bách khoa Hà Nội, Việt Nam

Lê Quan Nghiêm - Đại học Y Dược TP Hồ Chí Minh, Việt Nam

Mai Trọng Nhuận - Đại học Quốc gia Hà Nội, Việt Nam

Trần Hữu Phúc - Hội đồng Giáo sư Nhà nước, Việt Nam

Nguyễn Thanh Phương - Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

Nguyễn Thanh Thủy - Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội, Việt Nam

Phạm Hùng Việt - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, Việt Nam

### Tổng biên tập

Nguyễn Thị Hương Giang - Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam

### Phó Tổng biên tập

Phạm Thị Minh Nguyệt - Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam

### Ban biên tập

Phí Công Thường - Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam

Vũ Văn Hưng - Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam

Lê Thị Bắc - Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam

Ninh Văn Diện - Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam

Tăng Xuân Bình - Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam

Lê Thị Tuyết Hạnh - Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam

Trương Thị Thảo Dương - Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam

## EDITORIAL BOARD

### Chairman

Chau Van Minh - Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam

### Members

Nguyen Viet Anh - National University of Civil Engineering, Vietnam

Bui Chi Bui - Institute of Agricultural Science for Southern Vietnam, Vietnam

Vu Dung - Vietnam Association of Social Psychology, Vietnam

Tran Tho Dat - National Economics University, Vietnam

Nguyen Dinh Duc - University of Engineering and Technology, VNU, Hanoi, Vietnam

Vu Minh Giang - VNU, Hanoi, Vietnam

Truong Nam Hai - Institute of Biotechnology, Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam

Tran Thanh Hai - Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

Pham Huy Khang - University of Transport and Communications, Vietnam

Pham Gia Khanh - Vietnam Society of Organ Transplantation, Vietnam

Ho Duc Loc - Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam

Nguyen Thi My Loc - University of Education, VNU, Hanoi, Vietnam

Banh Tien Long - Hanoi University of Science and Technology, Vietnam

Le Quan Nghiem - University of Medicine and Pharmacy at Ho Chi Minh City, Vietnam

Mai Trong Nuan - VNU, Hanoi, Vietnam

Tran Huu Phuc - The State Council for Professorship, Vietnam

Nguyen Thanh Phuong - Can Tho University, Vietnam

Nguyen Thanh Thuy - University of Engineering and Technology, VNU, Hanoi, Vietnam

Pham Hung Viet - University of Science, VNU, Hanoi, Vietnam

### Editor-in-Chief

Nguyen Thi Huong Giang - Ministry of Science and Technology, Vietnam

### Deputy Editor-in-Chief

Pham Thi Minh Nguyệt - Ministry of Science and Technology, Vietnam

### Managing Editors

Phi Cong Thuong - Ministry of Science and Technology, Vietnam

Vu Van Hung - Ministry of Science and Technology, Vietnam

Le Thi Bac - Ministry of Science and Technology, Vietnam

Ninh Van Dien - Ministry of Science and Technology, Vietnam

Tang Xuan Binh - Ministry of Science and Technology, Vietnam

Le Thi Tuyen Hanh - Ministry of Science and Technology, Vietnam

Truong Thi Thao Duong - Ministry of Science and Technology, Vietnam

## TÒA SOẠN

113 Trần Duy Hưng - Cầu Giấy - Hà Nội - Việt Nam

Tel: (84.24) 39436793; Fax: (84.24) 39436794

Email: [khoahocvacongnghevietnam@most.gov.vn](mailto:khoahocvacongnghevietnam@most.gov.vn)

Tạp chí điện tử: [b.vjst.vn](http://b.vjst.vn)

## GIẤY PHÉP XUẤT BẢN

Số 459/GP-BTTTT ngày 20/7/2021

Số 50/GP-BTTTT ngày 01/02/2023

Giá: 18000<sup>d</sup>

## EDITORIAL OFFICE

113 Tran Duy Hung Str. - Cau Giay Dist. - Hanoi - Vietnam

Tel: (84.24) 39436793; Fax: (84.24) 39436794

Email: [khoahocvacongnghevietnam@most.gov.vn](mailto:khoahocvacongnghevietnam@most.gov.vn)

E-journal: [b.vjst.vn](http://b.vjst.vn)

## PUBLICATION LICENCE

No. 459/GP-BTTTT 20<sup>th</sup> July 2021

No. 50/GP-BTTTT 1<sup>st</sup> February 2023

# Phát triển bộ công cụ thực hành phân hệ xác định và điều khiển tư thế vệ tinh ADCS kit phục vụ đào tạo

Trương Xuân Hùng\*, Bùi Nam Dương, Nguyễn Đình Châu Minh, Trịnh Hoàng Quân, Nguyễn Đức Minh,  
Nguyễn Văn Thức, Lê Thế Soát, Nguyễn Thị Phương

Trung tâm Vũ trụ Việt Nam, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, phường Nghĩa Đô, quận Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 13/6/2022; ngày chuyển phản biện 15/6/2022; ngày nhận phản biện 13/7/2022; ngày chấp nhận đăng 20/7/2022

## Tóm tắt:

Xác định và điều khiển tư thế là phân hệ rất quan trọng đối với chất lượng thực hiện nhiệm vụ của vệ tinh khi hoạt động trên quỹ đạo. Phân hệ đảm bảo độ chính xác khi trở hướng và duy trì sự ổn định tư thế. Bài báo này trình bày quá trình phát triển một bộ công cụ thực hành cho xác định và điều khiển tư thế, tên gọi ADCS kit, tại Trung tâm Vũ trụ Việt Nam dựa trên cơ sở kết quả nghiên cứu chuyên sâu về phân hệ này. Việc sử dụng công cụ chuyên dụng trong quá trình đào tạo và thực hành về xác định và điều khiển tư thế rất cần thiết với đặc thù hoạt động của vệ tinh trong môi trường không trọng lượng, không ma sát. Bộ công cụ được trang bị những phần cứng cơ bản của phân hệ như cảm biến đo lường quán tính (Inertial measurement unit - IMU) và các bánh xe động lượng cùng với bàn gá có khả năng giả lập trạng thái không trọng lượng, không ma sát. Các bánh xe được gá lắp theo ba kiểu cấu hình khác nhau: ba trục tiêu chuẩn, kim tự tháp, tứ diện cho phép thực hiện những dạng bài thực hành điều khiển tư thế khác nhau. ADCS kit là sản phẩm được phát triển với sự tài trợ của Chương trình Phát triển Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Từ khóa: ADCS kit, công cụ thực hành, xác định và điều khiển tư thế vệ tinh.

Chỉ số phân loại: 1.2, 1.3, 2.2

## Developing a practical kit for satellite attitude determination and control ADCS kit for training purposes

Xuan Hung Truong\*, Nam Duong Bui, Dinh Chau Minh Nguyen, Hoang Quan Trinh, Duc Minh Nguyen,  
Van Thuc Nguyen, The Soat Le, Thi Phuong Nguyen

Vietnam National Space Center, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet Street, Nghia Do Ward, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam

Received 13 June 2022; revised 13 July 2022; accepted 20 July 2022

## Abstract:

The attitude determination and control sub-system is a critical unit for the mission performance quality of a satellite when it operates in orbit. This sub-system ensures accuracy when pointing satellite and maintains stability during attitude control. This article presents the development process of a specialised kit named ADCS kit with associated exercises in attitude determination and control in the Vietnam National Space Center based on the in-depth research results in this field. Using a specialised kit while training and practising attitude determination and control for the satellite is also required, especially when the satellite operates in a spatial environment with near-zero gravity and non-friction. The kit is assembled with basic hardware of the attitude determination and control sub-system, such as an inertial measurement unit (IMU) and several reaction wheels, which can achieve near-zero gravity and non-friction state. Three wheel configurations, which are 3-axis standard, pyramid and tetrahedron, are proposed, allowing the execution of several different attitude control schemes for the training activities. The ADCS kit is a product developed under the grant of the Technology Development Program of the Vietnam Academy of Science and Technology.

Keywords: ADCS kit, attitude determination and control, practical kit.

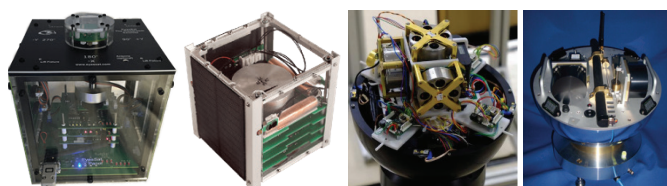
Classification numbers: 1.2, 1.3, 2.2

\*Tác giả liên hệ: Email: txhung@vnsc.org.vn

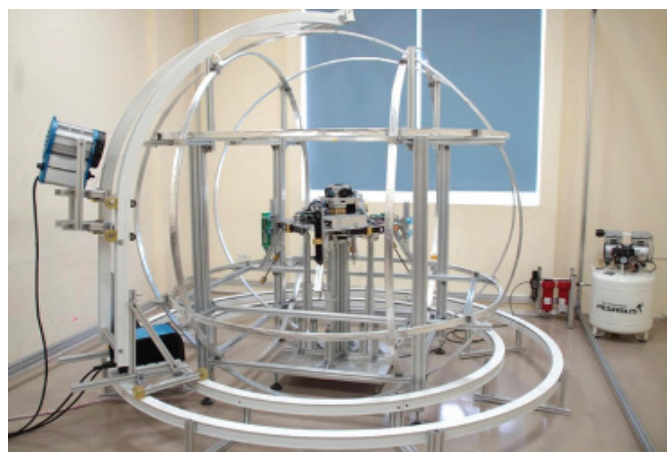
## 1. Đặt vấn đề

Đào tạo về xác định và điều khiển tư thế nói riêng và về vệ tinh nói chung là lĩnh vực đào tạo chuyên ngành với nhiều yếu tố có tính chất đặc thù riêng. Chúng xuất phát từ đặc thù hoạt động của vệ tinh trong môi trường không gian. Khi được tích hợp vào trong vệ tinh, phân hệ xác định và điều khiển tư thế (ADCS) chịu trách nhiệm xác định bộ thông số về tư thế của vệ tinh, trên cơ sở đó thực hiện điều chỉnh tư thế của vệ tinh theo yêu cầu, duy trì độ ổn định và đảm bảo độ chính xác khi trở hướng. Các chuyển động do ADCS tạo ra cho vệ tinh ở trong điều kiện không trọng lượng, không ma sát của môi trường không gian. Đồng thời, khi hoạt động trên quỹ đạo, vệ tinh trở thành hệ kín khi tổng ngoại lực triệt tiêu và các nội lực tác dụng tuân theo định luật bảo toàn động lượng. Do đặc thù như vậy, việc sử dụng các công cụ thực hành sẽ góp phần hỗ trợ tích cực cho đào tạo chuyên ngành về vệ tinh cũng như phân hệ xác định và điều khiển tư thế. Bài báo này trình bày quá trình phát triển một bộ công cụ thực hành chuyên dụng để xác định và điều khiển tư thế, bộ công cụ ADCS kit, tại Trung tâm Vũ trụ Việt Nam. ADCS kit sẽ tham gia hỗ trợ trực tiếp trong hoạt động đào tạo chuyên ngành công nghệ vũ trụ tại Trung tâm. Bên cạnh đó, sau khi được hoàn thiện và tiến hành thương mại, kỳ vọng về giá thành của sản phẩm sẽ ở mức cạnh tranh so với những sản phẩm thực hành tương tự của nước ngoài.

Ngày nay, thế giới tồn tại hai xu hướng phát triển bộ công cụ thử nghiệm/thực hành ADCS phục vụ cho đào tạo. Xu hướng thứ nhất coi ADCS là bộ phận trong một mô hình hệ thống vệ tinh, thường là loại vệ tinh cỡ pico, nano, như EyasSat [1], ESAT [2], OrbiCraft [3] (hình 1). Loại mô hình này có đầy đủ chức năng



Hình 1. Bộ thực hành EyasSat, ESAT, CubeTAS, VABU-12 (thứ tự từ trái sang phải).



Hình 2. Hệ thống mô phỏng thử nghiệm phân hệ xác định và điều khiển tư thế vệ tinh nhỏ (ADCSS).

của một vệ tinh trong đó có phân hệ xác định và điều khiển tư thế, cung cấp cho sinh viên cái nhìn tổng quan nhất về hoạt động của hệ thống vệ tinh nói chung thông qua thực hiện các bài thực hành. Những tính năng chuyên biệt của ADCS lại tương đối đơn giản, chỉ điều khiển được tư thế 1 trục, như vậy không phản ánh được hết cấu hình và hoạt động của ADCS trong thực tế. Ví dụ, EyasSat cấu tạo gồm 1 bánh xe động lượng, 2 thanh từ lực, 1 cảm biến mặt trời, hỗ trợ thực hành bốn chế độ Bang Bang, PID, Sun Tracking, PWM.

Trong khi đó, xu hướng phát triển thứ hai là các bộ thử nghiệm/thực hành chuyên dụng về ADCS, có khả năng điều khiển tư thế theo 3 trục, kèm theo bộ phận giả lập môi trường không gian. Trong đó, việc giả lập mô phỏng để tái tạo điều kiện không trọng lượng của môi trường hoạt động của vệ tinh trên quỹ đạo. Những hệ thống như thế đã có một lịch sử phát triển khá lâu dài, kể từ bộ thử nghiệm đầu tiên do Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Mỹ (NASA) chế tạo năm 1959 [4] cho đến hệ thống CubeTAS [5], bộ mô hình thí nghiệm VABU-12 [6] (hình 1). Cấu tạo và chức năng được tích hợp trong những hệ thống như vậy cho phép kiểm tra hoạt động thiết bị trong ADCS và thử nghiệm giải thuật xác định tư thế và giải thuật điều khiển tư thế theo 3 trục. Ví dụ như CubeTAS có cấu tạo gồm 1 cảm biến mặt trời, 1 cảm biến IMU, 3 bánh xe động lượng, 3 thanh từ lực.

Nghiên cứu xác định và điều khiển tư thế đã được Trung tâm Vũ trụ Việt Nam quan tâm thực hiện trong nhiều năm trở lại đây. Định hướng nghiên cứu không chỉ cho việc tích hợp ADCS trong vệ tinh mà còn chú trọng phát triển thiết bị hỗ trợ nghiên cứu và đào tạo. Trong khuôn khổ đề tài “Nghiên cứu, thiết kế và chế tạo hệ thống mô phỏng xác định và điều khiển tư thế vệ tinh quan sát trái đất có độ chính xác cao” mã số VT/CN-03/14-15 thuộc Chương trình khoa học và công nghệ vũ trụ, giai đoạn 2014-2016 [7], nhóm nghiên cứu của Trung tâm đã phát triển thành công hệ thống mô phỏng thử nghiệm xác định và điều khiển tư thế vệ tinh nhỏ (ADCSS) (hình 2). Hệ thống có cấu tạo gồm: bàn giả lập trạng thái không trọng lượng, không ma sát, khung giả lập từ trường, bộ giả lập hướng sáng Mặt trời kết hợp với mô hình ADCS tích hợp 3 bánh xe động lượng, cảm biến IMU, cảm biến hướng Mặt trời. ADCSS được sử dụng cho mục đích nghiên cứu và đào tạo chuyên sâu về xác định tư thế vệ tinh, điều khiển tư thế vệ tinh, cân bằng tự động. Một số thuật toán điều khiển đã được phát triển để cài đặt cho ADCSS [8].

## 2. Nội dung nghiên cứu

Bộ công cụ ADCS kit được phát triển dựa trên cấu hình ADCSS với cấu tạo được đơn giản hoá và kích thước thu gọn để phù hợp với mục đích thực hành. Đối tượng sử dụng là sinh viên bậc đại học. Cấu tạo của ADCS kit chỉ gồm 2 phần chính: bàn giả lập trạng thái không trọng lượng, không ma sát và khối xác định và điều khiển tư thế theo ba trục. Trong đó, xác định tư thế chỉ sử dụng cảm biến IMU và điều khiển tư thế thông qua các bánh xe động lượng. Đây là hai loại thiết bị cơ bản nhất trong phân hệ ADCS. Một số lợi ích mà ADCS kit có thể đem lại là: thao tác và

di chuyển dễ dàng vì có kích thước gọn, khối lượng nhỏ; vận hành đơn giản; sinh viên được làm quen với những thiết bị cơ bản trong ADCS.

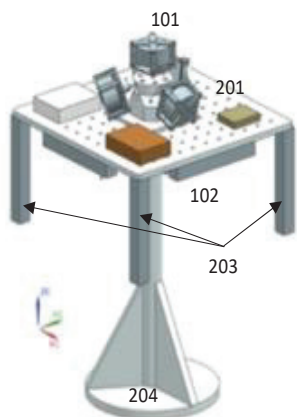
Bộ ADCS kit có khả năng thực hiện những bài thực hành như sau:

- Thực hành tìm hiểu hoạt động của bánh xe động lượng và cảm biến IMU, tích hợp hệ cảm biến con quay hồi chuyển, từ trường, gia tốc;

- Thực hành thuật toán xác định tư thế vệ tinh dựa trên dữ liệu của cảm biến IMU sử dụng bộ lọc Kalman;

- Thực hành thuật toán điều khiển tư thế vệ tinh theo chế độ điều khiển hướng Mặt trời hoặc điều khiển quay 3 trục.

Hình 3 minh họa về phương án thiết kế 3D của bộ công cụ ADCS kit. Khối xác định và điều khiển tư thế bao gồm cụm bánh xe động lượng (101) và thành phần điện - điện tử (102). Bàn giả lập trạng thái không trọng lượng, không ma sát bao gồm bàn gá (201), cụm bốn con trượt khối lượng (203). Bàn gá được ghép với chân đế (204) thông qua bộ khớp cầu đệm khí (202). Để ADCS kit hoạt động theo đúng yêu cầu về thực hành đã đề cập ở phần trước, hai đặc điểm kỹ thuật bắt buộc của bộ công cụ là: giả lập được trạng thái không trọng lượng và không ma sát; thay đổi được cấu hình bánh xe động lượng của cụm (101) theo ba dạng: kim tự tháp, tứ diện, ba trục. Phần tiếp theo sẽ trình bày rõ hơn về từng đặc điểm và giải pháp kỹ thuật đã tiến hành để giải quyết chúng.



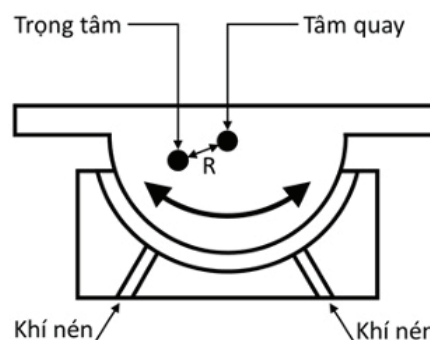
Hình 3. Mô hình 3D của bộ công cụ ADCS kit.

### 2.1. Giả lập trạng thái không trọng lượng và không ma sát

Như đã giới thiệu ở phần trước, quỹ đạo của vệ tinh nằm trong môi trường không gian không trọng lượng và không ma sát. Điều khiển tư thế của vệ tinh tuân theo định luật bảo toàn động lượng với giả thiết vệ tinh là hệ kín, tổng ngoại lực tác

động triệt tiêu. Trong khi đó, bộ công cụ được vận hành ở điều kiện trên mặt đất, luôn tồn tại vector trọng lực hướng về phía tâm Trái Đất và chuyển động thường chịu ảnh hưởng của lực ma sát. Tác động của các ngoại lực này ảnh hưởng đến hoạt động điều khiển tư thế của ADCS kit.

Khớp cầu đệm khí là cơ cấu cơ khí đặc thù, có khả năng tạo ra chuyển động quay tự do theo ba trục với ma sát rất nhỏ, được sử dụng để giả lập trạng thái không ma sát. Nguyên lý hoạt động của nó được minh họa trong hình 4.



Hình 4. Giải pháp giả lập trạng thái không trọng lượng và không ma sát.

Khớp cầu đệm khí có cấu tạo gồm hai phần tách rời, thứ nhất là đế, được gắn cố định và có ống dẫn khí nén nổi ra bên ngoài; thứ hai là phần khớp cầu, hình dạng bán cầu hoặc chòm cầu, tiếp xúc trực tiếp với đế. Khi khí nén vào đế, thông qua các lỗ thoát khí bố trí đều, giữa bề mặt tiếp xúc của đế và khớp cầu hình thành lớp không khí mỏng. Hiện tượng này cho phép khớp cầu chỉ tiếp xúc với lớp không khí đó và có thể quay tự do với ma sát rất nhỏ. Trong ADCS kit, bàn gá (201) sẽ được ghép với khớp cầu trong khi chân đế (204) được ghép với đế của bộ khớp cầu đệm khí (202). Do đó, chuyển động của bàn gá đã giả lập được trạng thái không ma sát. Gọi  $F$  là lực nâng cần thiết của lớp không khí và  $P$  là tổng trọng lượng của khớp cầu và các vật được gá lắp cùng, ta có quan hệ như sau:

$$F = k(P) \times P \quad (1)$$

trong đó,  $k(P) > 1$ , đặc trưng cho tổn hao gây ra do quá trình thoát khí ra xung quanh khớp cầu. Khớp cầu đệm khí được tích hợp trong bộ công cụ ADCS kit do nhóm nghiên cứu tự thiết kế và chế tạo trong nước với chi phí thấp hơn so với sản phẩm tương tự của nước ngoài. Sản phẩm chế tạo đáp ứng được yêu cầu về tải trọng của bộ công cụ ADCS kit, khối lượng là 12 kg và có thông số kỹ thuật được liệt kê trong bảng 1.

Xét trong trường hợp tổng quát, gọi khoảng cách giữa trọng tâm và tâm quay là  $R$ , trọng lực của hệ vật là  $P$  và sinh ra một mô-men quay  $M$  tác động làm hệ vật có xu hướng quay đến vị trí cân bằng bền. Mô-men này được xác định theo công thức như sau:

$$M=P \times R \quad (2)$$

**Bảng 1. Thông số của bộ khớp cầu đệm khí.**

| Thông số                             | Giá trị         |
|--------------------------------------|-----------------|
| Đường kính khớp cầu (mm)             | 70              |
| Đường kính của lỗ thoát khí nén (mm) | 0,2             |
| Số lượng đầu khí nén                 | 6               |
| Phạm vi quay (độ)                    |                 |
| - Roll (ngiên)                       | $\pm 50^\circ$  |
| - Pitch (lên xuống)                  | $\pm 50^\circ$  |
| - Yaw (quay ngang)                   | $\pm 360^\circ$ |

Nếu toạ độ của điểm trọng tâm trùng với tâm quay của khớp cầu thì ta có  $M=0$  và hệ vật đạt được trạng thái cân bằng phiếm định. Khi đó, hệ vật sẽ có xu hướng giữ nguyên tư thế bất kỳ và không chịu tác động của thành phần trọng lực hướng tâm. Đây là giải pháp giả lập trạng thái không trọng lượng cho bàn gá. Xét hệ toạ độ không gian có gốc nằm ở tâm quay và vectơ khoảng cách được xác định theo biểu thức sau:

$$R=[r_x \ r_y \ r_z] \quad (3)$$

trong đó,  $r_x, r_y, r_z$  là khoảng cách theo 3 trục điểm trọng tâm so với tâm quay đầu của khớp cầu.

Trạng thái không trọng lượng được xác lập theo trình tự hai bước như sau:

- Bước 1, phân bố đều khối lượng trên bàn gá để hai thành phần và thỏa mãn:

$$\begin{cases} r_x \approx 0 \\ r_y \approx 0 \end{cases} \quad (4)$$

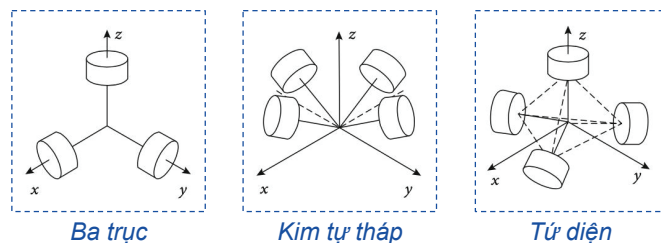
- Bước 2, điều chỉnh vị trí của các con trượt (203) để điều chỉnh thành phần thứ ba theo công thức liên hệ như sau:

$$r_z = \sum_{i=1}^n m_i r_i \quad (5)$$

trong đó,  $m$  là khối lượng của cả hệ,  $m_i$  là khối lượng con trượt thứ  $i$ ,  $r_i$  là khoảng cách của con trượt thứ  $i$ .

## 2.2. Cơ cấu chuyển đổi cấu hình bánh xe động lượng

Trong khi cấu hình ba trục là cấu hình tiêu chuẩn trong điều khiển tư thế vệ tinh theo ba trục. Hai cấu hình khác bao gồm kim tự tháp và tứ diện. Chúng chính là các cấu hình được sử dụng phổ biến trong phân hệ ADCS của vệ tinh, được minh họa như hình 5.



**Hình 5. Ba cấu hình bánh xe động lượng.**

Xét trường hợp tổng quát, ba thành phần mô-men quay vệ tinh theo ba trục sẽ có quan hệ với các mô-men sinh ra bởi hệ các bánh xe

động lượng thông qua một ma trận chuyển đổi. Ma trận chuyển đổi giữa các thành phần mô-men sinh ra bởi từng bánh xe động lượng với mô-men thành phần theo hệ toạ độ ba trục của vệ tinh thay đổi tùy theo cấu hình của bánh xe động lượng. Gọi các ma trận lần lượt là ba trục -  $D_{3a}$ , kim tự tháp -  $D_{py}$ , tứ diện -  $D_{te}$ ; chúng được biểu diễn theo các biểu thức sau [9]:

$$a = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$D_{py} = \begin{bmatrix} \cos\beta & 0 & -\cos\beta & 0 \\ 0 & \cos\beta & 0 & -\cos\beta \\ \sin\beta & \sin\beta & \sin\beta & \sin\beta \end{bmatrix} \quad (7)$$

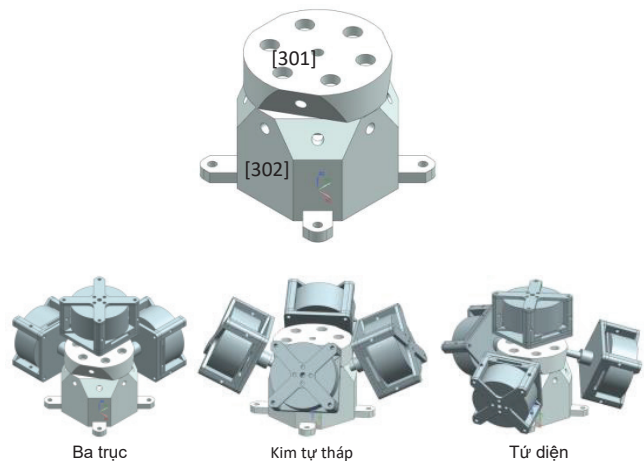
$$D_{te} = \begin{bmatrix} c_x^1 & c_x^2 & c_x^3 & c_x^4 \\ c_y^1 & c_y^2 & c_y^3 & c_y^4 \\ c_z^1 & c_z^2 & c_z^3 & c_z^4 \end{bmatrix} \quad (8)$$

trong đó:  $\beta$  là góc nghiêng giữa trục quay của các bánh xe động lượng và trục x, y; các thành phần thỏa mãn những điều kiện như sau:

$$\begin{cases} c_x^1 + c_x^2 + c_x^3 + c_x^4 = 0 \\ c_y^1 + c_y^2 + c_y^3 + c_y^4 = 0 \\ c_z^1 + c_z^2 + c_z^3 + c_z^4 = 0 \end{cases} \quad (9)$$

Từ biểu thức liên hệ nói trên, ta thấy được cấu hình kim tự tháp cung cấp năng lực dự phòng, vẫn tạo ra được mô-men quay cho cả ba trục ngay cả khi có một bánh xe động lượng bị hỏng. Cấu hình tứ diện lại có khả năng cung cấp mô-men gấp đôi tại mỗi trục nếu so với cấu hình ba trục tiêu chuẩn. Với những đặc điểm như vậy, các cấu hình ba trục, kim tự tháp, tứ diện được lựa chọn để tích hợp trong ADCS kit.

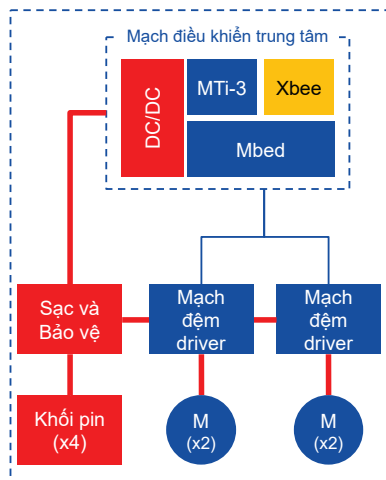
Để thay đổi được cấu hình bánh xe động lượng, một cơ cấu gá lắp để hỗ trợ chuyển đổi giữa các kiểu cấu hình đã được nghiên cứu và phát triển. Giải pháp đã được cấp Bằng độc quyền sáng chế số 30577. Hình 6 minh họa về ý tưởng thiết kế của cơ cấu này với mặt nghiêng cho từng kiểu cấu hình: tứ diện trong khoảng  $109^\circ$ , kim tự tháp trong khoảng  $52^\circ$ . Đồng thời số lượng bánh xe sử dụng và vị trí gá lắp cho từng cấu hình là khác nhau. Cơ cấu cho phép thực hiện chuyển đổi gá lắp giữa ba cấu hình được nhanh chóng và thuận tiện. Qua đó, giúp hỗ trợ việc thao tác vận hành bộ ADCS kit cũng như thực hiện được nhiều dạng bài thực hành điều khiển tư thế vệ tinh.



**Hình 6. Cơ cấu gá lắp chuyển đổi các kiểu cấu hình bánh xe động lượng.**

### 2.3. Hệ thống điện - điện tử

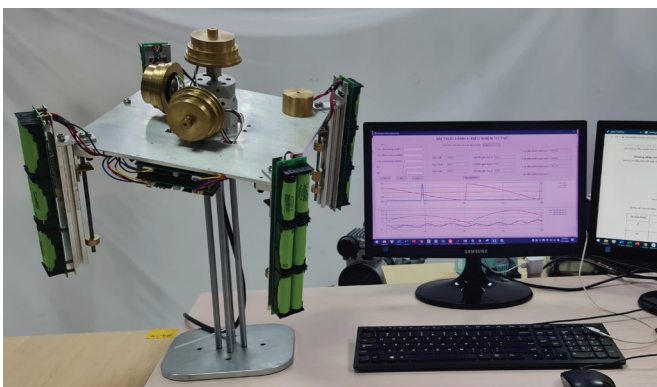
Hệ thống điện - điện tử là thành phần không thể thiếu của khối xác định và điều khiển tư thế theo ba trục. Nó thực hiện những tác vụ chính như sau: điều khiển cụm bánh xe động lượng, tối đa 4 bộ; đọc dữ liệu từ cảm biến IMU; kết nối truyền thông không dây với máy tính thông qua giao thức Xbee; thực thi các thuật toán xác định tư thế và điều khiển tư thế. Các tác vụ này là cơ sở để tổng hợp những bài thực hành đã được đề cập ở phần trước: tìm hiểu hoạt động của bánh xe động lượng và cảm biến IMU; thực hành thuật toán xác định tư thế và thuật toán điều khiển tư thế. Hình 7 minh họa sơ đồ khối của hệ thống điện-điện tử của bộ công cụ ADCS kit. Kit điều khiển trung tâm sử dụng mạch điều khiển trung tâm Mbed LPC1768, cảm biến IMU MTi-3, động cơ servo EC-i 40 kèm mạch đệm điều khiển công suất, mô-đun thu phát không dây Xbee. Các thiết bị điện, điện tử được lựa chọn cũng như các bo mạch điện tử tự phát triển đều có kích thước nhỏ gọn, cho phép dễ dàng tích hợp và lắp ráp vào bộ công cụ ADCS kit.



Hình 7. Sơ đồ khối của hệ thống điện/điện tử trong ADCS kit.

### 3. Kết quả và bàn luận

Hình 8 minh họa sản phẩm ADCS kit đã được lắp đặt hoàn thiện. Thiết kế nhỏ gọn cho phép ADCS kit được bố trí gọn ngay trên bàn, thuận tiện cho việc thực hành.



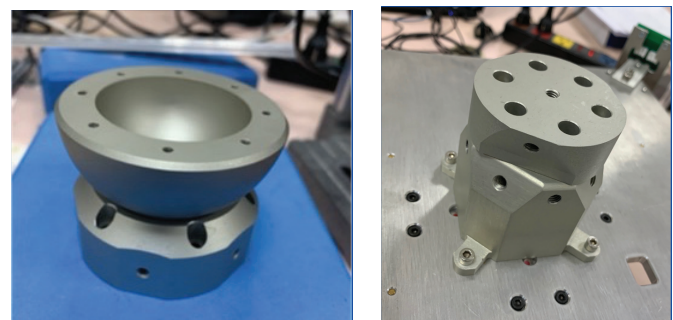
Hình 8. Hình ảnh thực tế của bộ công cụ ADCS kit.

Điều này đáp ứng đúng theo mục đích đặt ra ban đầu. Không gian phía trên mặt bàn chỉ gá lắp cơ cụm bánh xe động lượng, theo một trong ba cấu hình kim tự tháp, tứ diện, ba trục. Ngoài ra, một số tải phụ được lắp đặt thêm để bù khối lượng cho xử lý cân bằng bàn, giả lập trạng thái không trọng lượng. Hệ thống điện - điện tử được gá lắp ở bên dưới mặt bàn. Trong khi các khối pin có khối lượng chiếm tỷ trọng tương đối lớn, chúng được bố trí đều ở cùng vị trí bốn con trượt khối lượng tại bốn góc bàn. Về cơ bản, công cụ ADCS kit có bố trí thiết bị cân đối theo hai trục x, y và các con trượt khối lượng được dùng để cân bằng theo trục z để giả lập trạng thái không trọng lượng. Cuối cùng, bàn giả lập được trang bị thêm cơ cấu chống lật, cho phép giới hạn góc nghiêng thực tế của bàn không vượt quá 30° để đảm bảo an toàn. Bảng 2 liệt kê các thông số kỹ thuật chính của bộ công cụ ADCS kit.

Bảng 2. Thông số của bộ công cụ ADCS kit.

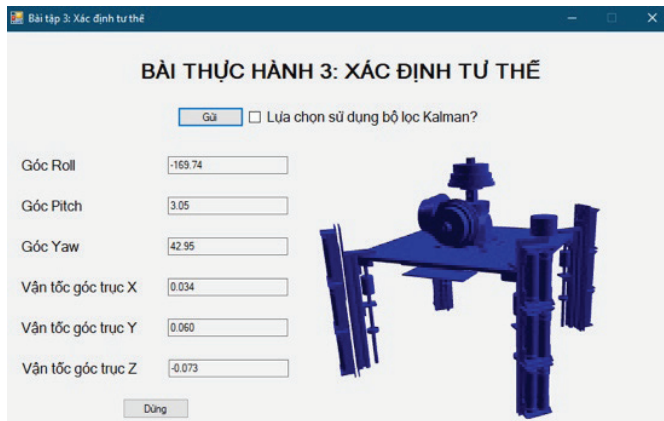
| Thông số                                | Giá trị         |
|-----------------------------------------|-----------------|
| Góc tư thế theo 3 trục (độ)             |                 |
| Roll (nghiêng)                          | $\pm 30^\circ$  |
| Pitch (lên xuống)                       | $\pm 30^\circ$  |
| Yaw (quay ngang)                        | $\pm 360^\circ$ |
| Kích thước bàn (mm)                     | 300x300         |
| Chiều cao (mm)                          | 500             |
| Khối lượng tối đa (kg)                  | 12              |
| Độ chính xác (độ)                       | 2-3             |
| Vận tốc góc tối đa có thể đạt (độ/giây) | $\geq 0,2$      |

Trong quá trình phát triển bộ công cụ, việc chế tạo được bộ khớp cầu đệm khí và cơ cấu chuyển đổi cấu hình bánh xe động lượng (hình 9), là hai điểm nổi bật về mặt công nghệ. Chế tạo được khớp cầu đệm khí cho phép cấu trúc cơ khí của bộ công cụ hoàn toàn được sản xuất ở trong nước, tỷ lệ nội địa hoá đạt 100%. Điều này cho phép sản phẩm ADCS kit có thể chủ động về gia công chế tạo phần cấu trúc ở giai đoạn tiếp theo. Khớp cầu đệm khí là thiết bị cơ khí đặc thù và chuyên dụng, phải nhập từ nước ngoài do chưa sản xuất được trong nước. Do đó, sản phẩm khớp cầu của nhiệm vụ là bước đầu tiên để tiếp cận làm chủ công nghệ thiết kế chế tạo khớp cầu đệm khí tại Việt Nam. Bên cạnh đó, tính hiệu quả của giải pháp kỹ thuật theo Bằng độc quyền sáng chế số 30577 đã được kiểm chứng từ việc chế tạo thành công cơ cấu đó. Người vận hành thay đổi cấu hình một cách nhanh chóng và dễ dàng thông qua thay đổi vị trí gá lắp của từng bánh xe động lượng.

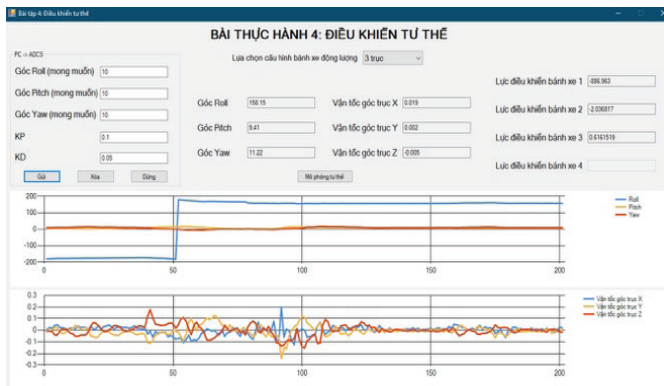


Hình 9. Khớp cầu đệm khí và cơ cấu chuyển đổi cấu hình bánh xe động lượng.

ADCS kit kết nối với máy tính điều khiển thông qua kênh truyền thông không dây Xbee. Hình 10 và 11 minh họa một số giao diện bài thực hành xác định tư thế và điều khiển tư thế.



Hình 10. Giao diện thực hành xác định tư thế.



Hình 11. Giao diện thực hành điều khiển tư thế.

#### 4. Kết luận

Bộ công cụ thực hành ADCS kit là một phiên bản đơn giản hoá của hệ thống mô phỏng thử nghiệm chuyên dụng ADCSS về xác định và điều khiển tư thế cho vệ tinh nhỏ. ADCS kit được kỳ vọng sẽ đóng góp tích cực vào trong hoạt động đào tạo của sinh viên thuộc chuyên ngành công nghệ vũ trụ nói chung và thực hành về xác định và điều khiển tư thế vệ tinh nói riêng. Do tính chất đặc thù của ngành, quá trình đào tạo rất cần những bộ công cụ như vậy. Ngoài ra, trong quá trình phát triển sản phẩm, nhóm nghiên cứu đã có được hai đóng góp mới về mặt công nghệ. Đầu tiên, phát triển

được một giải pháp gá lắp bánh xe động lượng để tạo ra ba cấu hình khác nhau: kim tự tháp, tứ diện, ba trục. Giải pháp đã được cấp bằng độc quyền sáng chế năm 2021. Bên cạnh đó, bước đầu làm chủ công nghệ về bộ khớp cầu đệm khí, sản phẩm được thiết kế, chế tạo hoàn toàn trong nước.

#### LỜI CẢM ƠN

Nhiệm vụ “Phát triển bộ công cụ thực hành phân hệ xác định và điều khiển tư thế vệ tinh phục vụ đào tạo công nghệ vũ trụ”, mã số UDPTCN 04/19-21 được tài trợ bởi Chương trình Phát triển Công nghệ của Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam Nam và thực hiện trong giai đoạn 2019-2021. Nhóm tác giả xin trân trọng cảm ơn.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] D.J. Barnhart, J.J. Sellers, C.A. Bishop, et al. (2005), “EyasSAT: A revolution in teaching and learning space systems engineering”, *1<sup>st</sup> Space Systems Engineering Conference*, Georgia Institute of Technology, USA, 16pp.
- [2] I. Barrios (2017), “ESAT - The educational satellite”, *J. Aeronaut Aerospace Eng.*, **6**(2), DOI: 10.4172/2168-9792-C1-017.
- [3] Z. Zhumaev, A. Vlaskin, A. Sivkov, et al. (2017), “SPUTNIX education: From satellite mockup to CubeSat launch”, *68<sup>th</sup> International Astronautical Congress*, Australia, 10pp.
- [4] J.L. Schwartz, M.A. Peck, C.D. Hall (2003), “Historical review of air-bearing spacecraft simulators”, *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, **26**(4), pp.513-522, DOI: 10.2514/2.5085.
- [5] S. Chesi, O. Perez, M. Romano (2015), “A dynamic, hardware-in-the-loop, three-axis simulator of spacecraft attitude maneuvering with nanosatellite dimensions”, *Journal of Small Satellites*, **4**(1), pp.315-328.
- [6] VECTRONIC Aerospace GmbH (2016), *Air Bearing Unit VABU-12*, Datasheet.
- [7] V.V. Phuong (2016), *Research, Design and Manufacture of a High-Precision Simulation System for The Attitude Determination and Control of The Earth Observation Satellite*, Summary Report of the National Project, Vietnam National Satellite Center, pp.185-250 (in Vietnamese).
- [8] T.X.Hung, A. Chemori, P.A. Tuan, et al. (2016), “From PID to L1 adaptive control for automatic balancing of a spacecraft three-axis simulator”, *International Journal of Emerging Technology & Advanced Engineering*, **6**(1), pp.77-86.
- [9] İ. Kök (2012), *Comparison and Analysis of Attitude Control Systems of a Satellite Using Reaction Wheel Actuators*, Master’s Thesis, Luleå University of Technology, pp.17-22.

# Nghiên cứu chế tạo vật liệu Zinc phthalocyanines: Đặc trưng cấu trúc và tính chất quang

Trần Hà\*, Nguyễn Thị Hồng, Vũ Văn Liệu, Vũ Thị Xen

Trung tâm Ươm tạo công nghệ và Doanh nghiệp khoa học công nghệ,  
Viện Ứng dụng Công nghệ, C6 Thanh Xuân Bắc, phường Thanh Xuân Bắc, quận Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 10/3/2023; ngày chuyển phản biện 12/3/2023; ngày nhận phản biện 10/4/2023; ngày chấp nhận đăng 12/4/2023

## Tóm tắt:

Trong nghiên cứu này, vật liệu Zinc phthalocyanines (ZnPc) được chế tạo thông qua hai phương pháp chính: hóa ướt và lắng đọng hơi hóa học (CVD). Các phương pháp này giúp điều chỉnh kích thước tinh thể, hình dạng và tính chất của vật liệu ZnPc. Để khảo sát đặc trưng cấu trúc và tính chất của vật liệu, nhiều kỹ thuật phân tích đã được áp dụng, bao gồm phổ nhiễu xạ tia X (XRD), phổ UV-Vis, phổ tán xạ Raman và phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR). Kết quả từ phổ XRD cho thấy, ZnPc có cấu trúc tinh thể pha  $\beta$ , với các hằng số mạng  $a=19,4$  Å và  $b=4,79$  Å, điều này chỉ ra sự sắp xếp định hướng đặc biệt trong vật liệu. Phổ UV-Vis giúp xác định các đặc điểm quang học của ZnPc, cho thấy khả năng hấp thụ ánh sáng mạnh mẽ trong vùng cực tím và khả năng truyền qua ở vùng khả kiến. Phổ FTIR và Raman xác nhận thành phần liên kết hóa học của ZnPc, đồng thời chỉ ra sự hiện diện của các liên kết C-H, C-N và C-C đặc trưng cho cấu trúc phân tử này. Những kết quả này chỉ ra rằng vật liệu ZnPc pha  $\beta$  có những đặc tính lý hóa ưu việt, phù hợp với các ứng dụng trong các thiết bị quang điện, cảm biến và các nghiên cứu về năng lượng mặt trời.

**Từ khóa:** cấu trúc tinh thể  $\beta$ , lắng đọng hơi hóa học, Zinc phthalocyanines.

**Chỉ số phân loại:** 1.3, 2.4, 2.5

## Fabrication of Zinc phthalocyanines: Characterisation and optical properties

Ha Tran\*, Thi Hong Nguyen, Van Lieu Vu, Thi Xen Vu

Nacentech Technology and Business Incubator Center, National Center for Technological Progress,  
C6 Thanh Xuan Bac, Thanh Xuan Bac Ward, Thanh Xuan District, Hanoi, Vietnam

Received 10 March 2023; revised 10 April 2023; accepted 12 April 2023

## Abstract:

In this study, Zinc phthalocyanines (ZnPc) materials were synthesised using two main methods: wet chemical synthesis and chemical vapour deposition (CVD). These methods help control the crystal size, morphology, and properties of the ZnPc material. To investigate the structural characteristics and properties of the material, various analytical techniques were employed, including X-ray diffraction (XRD), UV-Vis spectra, Raman scattering, and Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy. The XRD results reveal that ZnPc has a  $\beta$ -phase crystal structure, with lattice constants  $a=19.4$  Å and  $b=4.79$  Å, indicating a specific oriented arrangement in the material. UV-Vis spectra provide information about the optical properties of ZnPc, showing strong absorption in the ultraviolet region and transmission in the visible range. FTIR and Raman spectra confirm the chemical bonding of ZnPc, revealing the presence of C-H, C-N, and C-C bonds characteristic of this molecular structure. These results suggest that ZnPc in the  $\beta$ -phase possesses excellent physicochemical properties, making it suitable for applications in optoelectronic devices, sensors, and solar energy research.

**Keywords:**  $\beta$ -crystal structure phase, chemical vapour deposition, Zinc phthalocyanines.

**Classification numbers:** 1.3, 2.4, 2.5

\*Tác giả liên hệ: Email: tranha.khcn@gmail.com

## 1. Đặt vấn đề

Các chất bán dẫn vô cơ truyền thống đã được nghiên cứu nhiều, đã đạt được nhiều thành tựu và đã đạt đến giới hạn về kích thước linh kiện. Do đó, cần phải có các quy trình công nghệ sử dụng các thiết bị chế tạo bằng phương pháp vật lý ở các điều kiện chân không cao và nhiệt độ cao. Trong những năm gần đây các chất bán dẫn hữu cơ đã được ứng dụng để tạo ra các thiết bị quang điện. Các nhà nghiên cứu phát hiện tiềm năng ứng dụng của vật liệu hữu cơ trong chế tạo cảm biến nhạy quang. Chất bán dẫn hữu cơ có một số ưu điểm nổi bật khi so sánh với các vật liệu bán dẫn vô cơ như phương pháp chế tạo đơn giản bằng các phản ứng hóa học không yêu cầu các thiết bị chế tạo phức tạp ở chân không cao và nhiệt độ cao, chi phí chế tạo thấp. Trong số rất nhiều hợp chất hữu cơ, phthalocyanine sở hữu nhiều tính chất nổi bật như tính phẳng, tính đối xứng và tính định xứ điện tử khiến chúng trở thành một lựa chọn hoàn hảo để sử dụng trong nhiều ứng dụng quang điện tử như pin mặt trời, điốt phát sáng, cảm biến. Vật liệu phthalocyanine đã được sử dụng rộng rãi trong điốt và pin mặt trời nhiều lớp do phản ứng quang dẫn và quang điện đầy hứa hẹn [1-6]. Tiềm năng của ZnPc là một vật liệu bán dẫn hữu cơ thích hợp cho việc chế tạo cảm biến nhạy quang. Do đó, vật liệu này cần được nghiên cứu bằng cách tối ưu hóa cấu trúc tinh thể của vật liệu để nâng cao hiệu quả chuyển đổi năng lượng của vật liệu [7]. ZnPc cấu trúc liên hợp  $\pi$  và hoạt động như một vật liệu bán dẫn với hạt tải điện là lỗ trống [8]. Vật liệu đã được nghiên cứu và chỉ ra triển vọng trong nhiều thiết bị điện tử và quang điện tử [9, 10] do có phổ hấp thụ rộng trong vùng khả kiến và không độc hại đối với môi trường [11]. Mặc dù một số nghiên cứu đã được tiến hành trên ZnPc, theo khảo sát tài liệu của chúng tôi, ZnPc được nghiên cứu chế tạo bằng phương pháp hóa ướt là phổ biến. Tuy nhiên, do hiệu suất của phản ứng hóa học tạo thành hóa ướt không xảy ra hoàn toàn, do vậy sản phẩm tạo thành ZnPc còn chứa nhiều tiền chất ban đầu, nên độ tinh khiết ảnh hưởng đến tính chất của vật liệu. Một trong những mục đích chính của nghiên cứu này là tổng hợp vật liệu ZnPc có độ tinh khiết cao, kết tinh tinh thể tốt. Các tính chất quang của vật liệu ZnPc được đánh giá dựa trên các tính chất cấu trúc, hình thái và quang học của vật liệu ZnPc bay hơi được nghiên cứu cho khả năng chế tạo ma trận cảm biến nhạy quang.

## 2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Vật liệu

Hóa chất: Zinc (II) acetate, phthalonitrile, nitrobenzene, dichloromethane ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) có nguồn gốc xuất xứ từ Sigma-Aldrich. Nước khử ion (DI water  $18,2 \text{ Mohm.cm}^{-1}$ ) có nguồn gốc xuất xứ Việt Nam. Acetone, Diethyl ether có xuất xứ từ Merk. Bình khí Ar, 99,99%, bình khí  $\text{O}_2$ , 99,99%, có nguồn gốc xuất xứ từ Messer.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

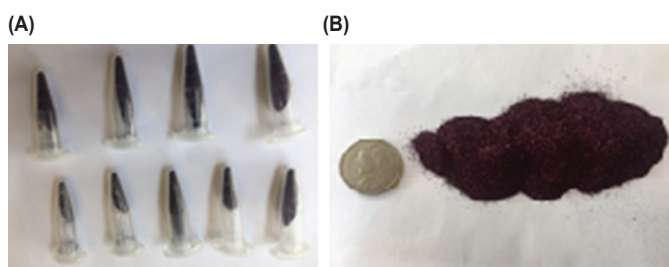
**Phương pháp hóa ướt:** Quy trình thực hiện 1 thí nghiệm để tạo 1 g bột thành phẩm như sau: Pha dung dịch gồm 100 ml zinc (II) acetate nồng độ 2 mmol (gọi là dung dịch 1). Pha dung dịch 2 gồm 100 ml phthalonitrile nồng độ 10 mmol. Nhỏ từ từ dung dịch zinc (II) acetate bằng bình nhỏ giọt có tốc độ 1 giọt/giây trong thời gian 15 phút vào dung dịch phthalonitrile phản ứng xảy ra. Hệ khuấy tự động đặt trong tủ hút thí nghiệm. Lọc rửa sản phẩm tiến hành ba bước theo thứ tự như sau: rửa mẫu 6 lần với nước khử ion có điện trở  $18,2 \text{ Mohm.cm}^{-1}$ , dung dịch acetone và cuối cùng với dung dịch diethyl ether. Sấy khô mẫu trong hệ chân không gia nhiệt. Sản phẩm được cho vào lọ sấy chân không áp suất 0,05 Torr ở nhiệt độ  $45^\circ\text{C}$  và sấy trong thời gian 8 giờ để loại bỏ các dung môi và làm khô mẫu trong buồng chân không.

**Phương pháp lắng đọng hơi hóa học tinh sạch Zinc phthalocyanines:** Phương pháp chế tạo hóa ướt ban đầu tạo ra các tinh thể ZnPc tuy nhiên do yêu cầu về độ tinh khiết nên nhóm nghiên cứu sử dụng phương pháp tinh sạch bằng lắng đọng hóa học pha hơi ở nhiệt độ thấp. Mỗi mẻ tinh sạch sử dụng 0,5 g bột ZnPc đã tổng hợp được từ chế tạo hóa ướt. Mẫu thí nghiệm được đặt vào trong hệ lò ống nằm ngang có đường kính ống 2,54 cm và chiều dài ống thạch anh 75 cm. Hệ được hút chân không trong thời gian 60 phút bằng bơm chân không, hệ có đồng hồ đo hiển thị giá trị áp suất  $5.10^{-2} \text{ Torr}$ . Trong quá trình đó đặt khí thổi 100 SCCM (Standard cubic centimeters per minute (SCCM) là đơn vị đo tốc độ dòng chảy của chất khí) bằng hệ MFC (Mass flow controller là một hệ điều khiển lưu lượng khí) trong thời gian 10 phút để loại bỏ khí và tạp chất. Sau đó, hệ được nâng nhiệt độ từ  $25^\circ\text{C}$  lên  $450^\circ\text{C}$  với bước tăng nhiệt  $5^\circ\text{C}$  trong thời gian nâng nhiệt 90 phút. Sau đó thổi khí Ar với lưu lượng 2 SCCM để là khí mang tạo thành dòng chảy tầng (laminar) để tạo ra sự lắng đọng của ZnPc trên đế thời gian lắng đọng này là 2 giờ và sau đó hạ nhiệt độ mẫu về nhiệt độ phòng, tiến hành thu hồi mẫu ZnPc.

**Phương pháp phân tích:** Cấu trúc tinh thể và tính chất quang học của ZnPc được phân tích bằng cách sử dụng máy đo nhiễu xạ tia X (XRD) (Malvern Panalytical, Hãng sản xuất: Vương quốc Anh), kính hiển vi điện tử quét và quang phổ tia X phân tán năng lượng (EDS) (NOVA NANO SEM, FEI 450 (Hãng sản xuất: Công ty FEI của Mỹ), biến đổi Fourier quang phổ hồng ngoại FTIR (Shimadzu), hệ đo UV-Vis-2550 (Shimadzu), Hệ tán xạ Raman microscope Labram HR800 (Horiba, Nhật Bản).

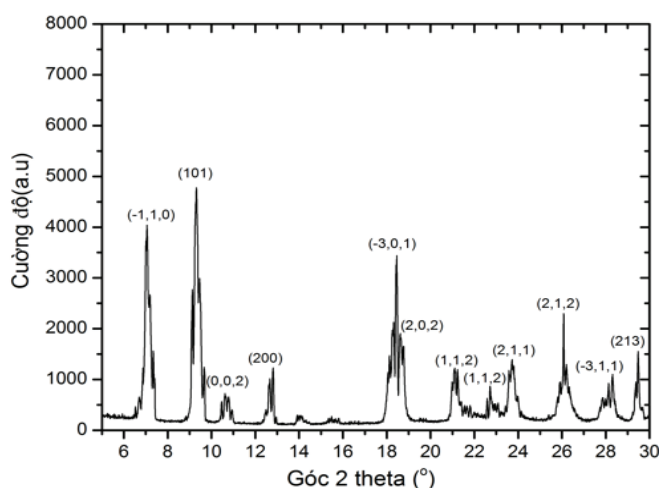
## 3. Kết quả và bàn luận

Phương pháp chế tạo hóa ướt ban đầu tạo ra các tinh thể ZnPc, tuy nhiên do yêu cầu về độ tinh khiết nên nhóm nghiên cứu sử dụng phương pháp tinh sạch ZnPc bằng hệ lắng đọng hóa học pha hơi. Các bột ZnPc thu được từ thí nghiệm được trình bày ở hình 1.



Hình 1. (A) Mẫu bột Zinc phthalocyanines chế tạo được bằng phương pháp hóa ướt, (B) Mẫu bột Zinc phthalocyanines tinh khiết được chế tạo bằng phương pháp lắng đọng hơi hóa học.

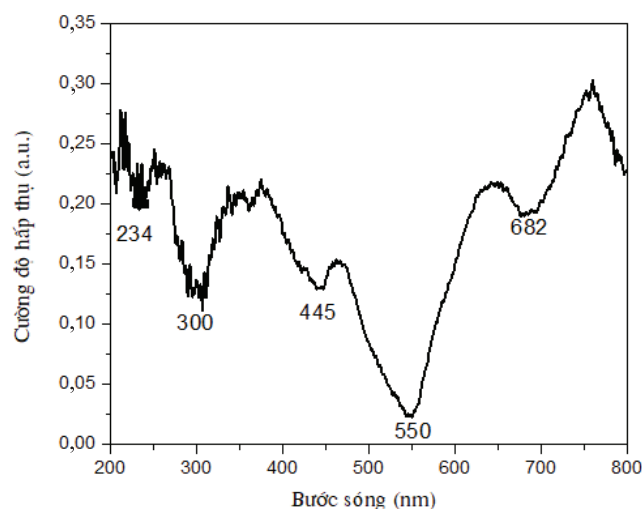
Kết đo nhiễu xạ tia X của mẫu ZnPc được trình bày trong hình 2. Phổ nhiễu xạ được đo ở góc theta từ 0 đến 30°. Các vị trí đỉnh nhiễu xạ đặc trưng góc 2 theta lần lượt là 6,8; 9,1; 10,6; 12,5; 13,8; 18,5; 21,1; 22,6; 23,6; 25,8; 27,9 và 29,5°. Các đỉnh nhiễu xạ này đặc trưng cho các đỉnh nhiễu xạ của ZnPc có cấu trúc tinh thể dạng (pha  $\beta$ ), với các mặt mạng tương ứng lần lượt là  $(-1,1,0)$ ,  $(101)$ ,  $(0,0,2)$ ,  $(2,0,0)$ ,  $(-3,0,1)$ ,  $(2,0,2)$ ,  $(1,1,2)$ ,  $(1,1,2)$ ,  $(2,1,1)$ ,  $(2,1,2)$ ,  $(-3,1,1)$ ,  $(213)$ . Trong cấu trúc của ZnPc thông thường có hai dạng thù hình là pha  $\alpha$ ,  $\beta$ . Trong đó dạng thù hình  $\alpha$  kém bền về cấu trúc hóa học so với dạng  $\beta$ . Trạng thái  $\alpha$  là trạng thái giả bền được hình thành ở nhiệt độ thấp trong giai đoạn đầu của phản ứng tổng hợp zinc phthalocyanines với quy trình tổng hợp hóa ướt. Sau đó, giai đoạn sử dụng hệ lắng đọng hơi hóa học ở nhiệt độ cao 450°C đã giúp cho ZnPc chuyển từ pha kém bền (pha  $\alpha$ ) sang pha bền về mặt cấu trúc hóa học (pha  $\beta$ ) như vậy có thể thấy được ưu điểm của quy trình lắng đọng hơi hóa học trong việc tổng hợp vật liệu Zinc phthalocyanines, cấu trúc pha  $\beta$  này có hằng số mạng là tinh thể là  $a=19,4 \text{ \AA}$  và  $b=4,79 \text{ \AA}$  cấu trúc tinh thể dạng đơn tà, trong một ô cơ sở có hai phân tử ZnPc [12, 13].



Hình 2. Phổ nhiễu xạ tia X của vật liệu Zinc phthalocyanines bằng phương pháp lắng đọng hơi hóa học (CVD).

Kết quả đo phổ hấp thụ UV-Vis của mẫu ZnPc trong hình 3. Phổ hấp thụ UV-Vis được đo từ bước sóng 200 đến 800 nm. Các đỉnh hấp thụ đặc trưng của mẫu tại các vị trí bước sóng lần

lượt là 234, 300, 445, 550, 682 nm. Như vậy, mẫu ZnPc có khả năng hấp thụ bước sóng vùng tử ngoại, vùng khả kiến và vùng hồng ngoại gần. Đỉnh hấp thụ từ 250 đến 350 nm tại (vùng năng lượng cao gọi là vùng B). Vùng 630 đến 750 nm là vùng năng lượng khả kiến (vùng năng lượng thấp gọi là vùng Q), vùng này lan rộng hơn nữa vào vùng hồng ngoại gần. Ở đó xuất hiện một đỉnh ở 682 nm. Cả hai quá trình chuyển đổi này xảy ra do  $\pi-\pi^*$  chuyển tiếp trong vùng quang phổ nhìn thấy được trong khi chuyển tiếp  $n-\pi^*$  được phép thấp nhất có thể xảy ra trong vùng B. Thông thường, ZnPc không thể hiện sự chuyển tiếp kim loại sang phối tử hoặc phối tử sang kim loại do các cấu hình điện tử được điền đầy đủ của nó dẫn đến phổ đơn giản hóa so với các cấu hình điện tử khác. Trong hình 3, dải B được gọi là dải  $\gamma$  hoặc dải Soret như trong porphyrin có cường độ cực đại ở 300 nm đối với ZnPc, trong khi dải Q tại bước sóng 682 nm tương đương với dải  $\alpha$  trong porphyrin được cho là do liên kết exciton giữa hai phân tử không tương đương trong một ô cơ sở [13].

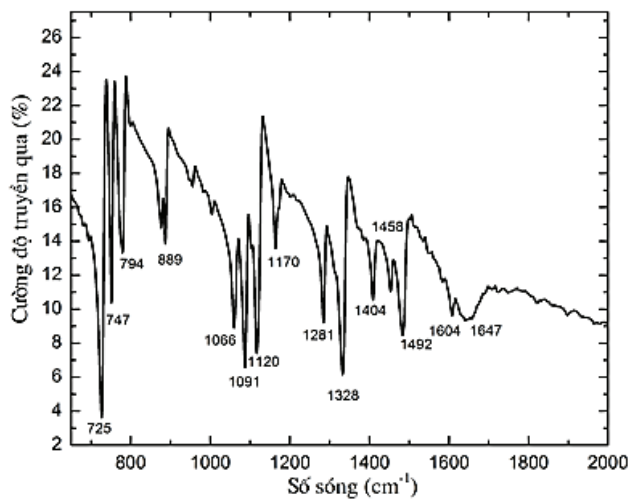


Hình 3. Phổ hấp thụ UV-Vis của Zinc phthalocyanines.

Kết quả đo phổ FTIR của vật liệu ZnPc được trình bày trong hình 4. Các đỉnh đặc trưng của phổ FTIR của vật liệu ZnPc cho thấy rõ ràng các liên kết trong cấu trúc của phân tử ZnPc. Các đỉnh đặc trưng này được xác định vị trí đỉnh tương ứng với các liên kết và được liệt kê trong bảng số 1. Các đỉnh đặc trưng này bao gồm dao động do các liên kết như C-H do biến dạng góc ngoài mặt phẳng tại số sóng lần lượt là 725  $\text{cm}^{-1}$  [14], 794  $\text{cm}^{-1}$  [15], 1066  $\text{cm}^{-1}$  [16] là liên kết đặc trưng của vật liệu ZnPc với dạng thù hình  $\beta$ , kết quả này phù hợp với kết quả nhiễu xạ tia x về cấu trúc tinh thể. Liên kết C-H do biến dạng góc trong mặt phẳng tại các số sóng lần lượt là 1066  $\text{cm}^{-1}$  [16], 1091  $\text{cm}^{-1}$  [17], 1120  $\text{cm}^{-1}$  [18], 1170  $\text{cm}^{-1}$  [19], 1281  $\text{cm}^{-1}$  [17], 1328  $\text{cm}^{-1}$ , 1414  $\text{cm}^{-1}$  [18], 1458  $\text{cm}^{-1}$  [18]. Dao động do cấu trúc benzen tại số sóng lần lượt là 747  $\text{cm}^{-1}$  [19], 794  $\text{cm}^{-1}$ , 1647  $\text{cm}^{-1}$ . Dao động do các liên kết C-N tại các số sóng lần lượt là 1281  $\text{cm}^{-1}$  [16], 1414  $\text{cm}^{-1}$  [18]. Kết quả cho thấy các liên kết đặc trưng của ZnPc với cấu trúc tinh thể có dạng thù hình  $\beta$ .

**Bảng 1. Số thứ tự vị trí các đỉnh của phổ hồng ngoại biến đổi Fourier của mẫu Zinc phthalocyanines.**

| Thứ tự | Vị trí đỉnh | Loại liên kết                                                                                                        |
|--------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | 725         | C-H biến dạng góc ngoài mặt phẳng                                                                                    |
| 2      | 747         | Benzen; C-N-C                                                                                                        |
| 3      | 794         | C-H biến dạng góc ngoài mặt phẳng C-N; Benzen                                                                        |
| 4      | 889         | C-H biến dạng góc ngoài mặt phẳng                                                                                    |
| 5      | 1066        | C-H biến dạng góc trong mặt phẳng; C-N Pyrrole; Isoindol                                                             |
| 6      | 1091        | C-H biến dạng góc trong mặt phẳng Pyrrole                                                                            |
| 7      | 1120        | C-H biến dạng góc trong mặt phẳng                                                                                    |
| 8      | 1170        | C-H biến dạng góc trong mặt phẳng C-N biến dạng trong mặt phẳng                                                      |
| 9      | 1281        | C-H biến dạng góc trong mặt phẳng C-N; C-N Isoindol; C-C biến góc trong mặt phẳng; C-H trong mặt phẳng biến dạng góc |
| 10     | 1328        | C-H biến dạng góc trong mặt phẳng Pyrrole                                                                            |
| 11     | 1414        | Isoindol, C-N-C, Pyrrole 18 10 C-H biến dạng góc trong mặt phẳng                                                     |
| 12     | 1458        | Isoindol C-H biến dạng góc trong mặt phẳng                                                                           |
| 13     | 1492        | Isoindol                                                                                                             |
| 14     | 1647        | Benzen                                                                                                               |



**Hình 4. Phổ hồng ngoại biến đổi Fourier của Zinc phthalocyanines.**

Kết quả phổ Raman của ZnPc từ số sóng 100 đến 600  $\text{cm}^{-1}$  (bước sóng kích thích là 638,8 nm). Các đỉnh Raman tại các vị trí số sóng lần lượt tương ứng với các liên kết sau đây, số sóng 161  $\text{cm}^{-1}$  (Isoindole out-of-phase), số sóng 231  $\text{cm}^{-1}$  (Macrocycle bending), số sóng 261  $\text{cm}^{-1}$  (Macrocycle+ benzene out-of-plane), số sóng 289  $\text{cm}^{-1}$  ( $\text{N}_\alpha$ ,  $\text{N}_\beta$ , out-of-plane), số sóng 329  $\text{cm}^{-1}$  (In-phase isoindole), số sóng 403  $\text{cm}^{-1}$  ( $\text{C}_\beta$ ,  $\text{C}_\gamma$ -H,  $\text{N}_\alpha$  out-of-plane), số sóng 452  $\text{cm}^{-1}$  (C-H,  $\text{C}_\beta$ ,  $\text{N}_\beta$ , out-of-plane), số sóng 480  $\text{cm}^{-1}$  (Macrocycle bending, C-C-C, H-C-C), số sóng 557  $\text{cm}^{-1}$  (Pyrrole out-of-phase, C-C-C benzene), số sóng 593  $\text{cm}^{-1}$  ( $\text{C}_\alpha$ - $\text{C}_\beta$ ,  $\text{N}_\beta$ , C-H out-of-plane) [20, 21].

Kết quả phổ Raman của ZnPc từ số sóng 600 đến 1400  $\text{cm}^{-1}$  (bước sóng kích thích là 638,8 nm). Các đỉnh Raman tại các vị trí số sóng lần lượt tương ứng với các dao động là số sóng 677

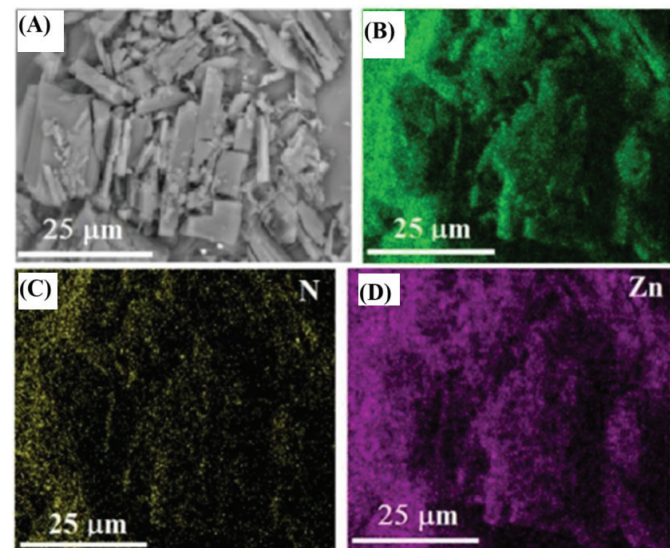
$\text{cm}^{-1}$  (Pyrrole bending), số sóng 747  $\text{cm}^{-1}$  (C-  $\text{N}_\alpha$ -C, C-  $\text{N}_\beta$ -C), số sóng 833  $\text{cm}^{-1}$  (H, C benzene out-of-plane), số sóng 949  $\text{cm}^{-1}$  (C-  $\text{N}_\alpha$ -C, C-  $\text{N}_\beta$ -C, C-C-C benzene, H-C-C), số sóng 1034  $\text{cm}^{-1}$  (H, C benzene out-of-plane), số sóng 1140  $\text{cm}^{-1}$  (H-C-C), số sóng 1182  $\text{cm}^{-1}$  (H-C-C, C-C benzene), số sóng 1266  $\text{cm}^{-1}$  (H-C-C), số sóng 1334  $\text{cm}^{-1}$  ( $\text{N}_\alpha$ , C-C pyrrole + benzene), số sóng 1363  $\text{cm}^{-1}$  (H-C-C) [22, 23].

Kết quả phổ Raman của ZnPc từ số sóng 1400 đến 1700  $\text{cm}^{-1}$ . Các đỉnh Raman tại các vị trí số sóng lần lượt là số sóng 1425  $\text{cm}^{-1}$  (C- $\text{N}_\alpha$ -C, C- $\text{N}_\beta$ -C, H-C-C), số sóng 1500  $\text{cm}^{-1}$  (C-C pyrrole +benzene), số sóng 1619  $\text{cm}^{-1}$  (C- $\text{N}_\beta$ , C- $\text{N}_\beta$ -C) [24].

Bảng 2 và hình 5 thể hiện kết quả chụp ảnh kính hiển vi điện tử quét với các thành phần nguyên tố là Zn, C, N trong cấu trúc của ZnPc được xác định bằng phổ tán sắc năng lượng EDX. Theo tỷ lệ phần trăm khối lượng của nguyên tố Zn, C, N lần lượt là 17,08; 56,05 và 25,27%. Theo tỷ lệ phần trăm nguyên tử lần lượt là 3,82; 68,31; 26,41%. Như vậy các thành phần nguyên tố nặng như Zn, C, N có thể xác định qua phổ EDX đều nằm trong công thức phân tử của ZnPc.

**Bảng 2. Thành phần các nguyên tố Zn, C, N và O trong mẫu Zinc phthalocyanines.**

| Thành phần các nguyên tố | Phần trăm khối lượng (%) | Phần trăm nguyên tử (%) |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Zn                       | 17,08                    | 3,82                    |
| C                        | 56,05                    | 68,31                   |
| N                        | 25,27                    | 26,41                   |



**Hình 5. Hình ảnh chụp kính hiển vi điện tử quét của mẫu Zinc phthalocyanines (A), phổ tán sắc năng lượng (EDX) của nguyên tố C, N, Zn lần lượt là (B), (C) và (D).**

#### 4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, các kết quả cho thấy tinh thể vật liệu ZnPc có tính chất kết tinh tốt, các đỉnh nhiễu xạ phân tách rõ ràng, phổ UV-Vis chỉ ra tính chất nhạy quang của tinh thể ZnPc trong dải bước sóng từ ngoại, khả kiến và hồng ngoại gần cho thấy tiềm

năng của ZnPc trong việc sử dụng chế tạo cảm biến nhạy quang. Kết quả FTIR và Raman chỉ ra các liên kết đặc trưng trong cấu trúc của tinh thể ZnPc. Kết quả chụp ảnh kính hiển vi điện tử quét với các thành phần nguyên tố là Zn, C, N trong cấu trúc của ZnPc được xác định bằng phổ tán sắc năng lượng EDX.

## LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện từ nguồn kinh phí hỗ trợ của đề tài cấp Bộ: “Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo ma trận cảm biến nhạy quang trên cơ sở vật liệu bán dẫn hữu cơ”. Các tác giả xin chân thành cảm ơn Viện Ứng dụng Công nghệ, Bộ Khoa học và Công nghệ đã hỗ trợ kinh phí cho nhóm nghiên cứu.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Z.U. Islam, M. Tahir, W.A. Syed, et al. (2020), “Fabrication and photovoltaic properties of organic solar cell based on zinc phthalocyanine”, *Energies*, **13**(4), DOI: 10.1021/cr050149z.
- [2] F. Aziz, Z. Ahmad, S.M. Abdullah, et al. (2015), “Photovoltaic effect in single-junction organic solar cell fabricated using vanadyl phthalocyanine soluble derivative”, *Pigment & Resin Technology*, **44**(1), pp.26-32, DOI: 10.1108/PRT-01-2014-0006.
- [3] H. Lee, J. Lee, Y. Yi, et al. (2015), “Anomalous hole injection deterioration of organic light-emitting diodes with a manganese phthalocyanine layer”, *Journal of Applied Physics*, **117**(3), DOI: 10.1063/1.4906217.
- [4] F. Aziz, M.H. Sayyad, K.S. Karimov, et al. (2010), “Characterization of vanadyl phthalocyanine based surface-type capacitive humidity sensors”, *Journal of Semiconductors*, **31**(11), DOI: 10.1088/1674-4926/31/11/114002.
- [5] M.I. Azmer, Q. Zafar, Z. Ahmad, et al. (2014), “VOPcPhO based organic pressure sensor and displacement transducer”, *Synthetic metals*, **191**, pp.120-125, DOI: 10.1016/j.synthmet.2014.03.002
- [6] P. Peumans, V. Bulović, S.R. Forrest, (2000), “Efficient photon harvesting at high optical intensities in ultrathin organic double-heterostructure photovoltaic diodes”, *Applied Physics Letters*, **76**(19), pp.2650-2652, DOI: 10.1063/1.126433.
- [7] S. Khalil, H. Tazarki, M. Souli, et al. (2017), “Synthesis and characterization of novel 4-Tetra-4-Tolylsulfonyl ZnPc thin films for optoelectronic applications”, *Applied Surface Science*, **421**, pp.205-212, DOI: 10.1016/j.apsusc.2016.12.002.
- [8] S. Günes, H. Neugebauer, N.S. Sariciftci (2007), “Conjugated polymer-based organic solar cells”, *Chemical Reviews*, **107**(4), pp.1324-1338, DOI: 10.1021/cr050149z
- [9] T. Ramos, M.F.M. Júnior, R. Pinheiro, et al. (2019), “Slip control of a squirrel cage induction generator driven by an electromagnetic frequency regulator to achieve the maximum power point tracking”, *Energies*, **12**(11), DOI: 10.3390/en12112100.
- [10] J.J. Cid, M.G. Iglesias, J.H. Yum, et al. (2009), “Structure-function relationships in unsymmetrical zinc phthalocyanines for dye-sensitized solar cells”, *Chemistry - A European Journal*, **15**(20), pp.5130-5137, DOI: 10.1002/chem.200801778.
- [11] G. Li, J. Tang, R. Tang (2019), “Performance and design optimization of a one-axis multiple positions sun-tracked V-trough for photovoltaic applications”, *Energies*, **12**(6), DOI: 10.1063/1.5115976.
- [12] S. Senthilarasu, R. Sathyamoorthy, S.K. Kulkarni (2005), “Substrate temperature effects on structural orientations and optical properties of ZincPhthalocyanine (ZnPc) thin films”, *Materials Science and Engineering: B*, **122**(2), pp.100-105, DOI: 10.1016/j.mseb.2005.05.005.
- [13] A. Ruocco, M.P. Donzello, F. Evangelista, et al. (2003), “Relevance of the EEL spectroscopy for in-situ studies of the growth mechanism of copper-phthalocyanine molecules on metal surfaces: Al (100)”, *Ar Xiv Preprint Cond-Mat/0303032*, DOI: 10.1103/PhysRevB.67.155408.
- [14] G.S.S. Saini, S. Singh, S. Kaur, et al. (2009), “Zinc phthalocyanine thin film and chemical analyte interaction studies by density functional theory and vibrational techniques”, *Journal of Physics: Condensed Matter*, **21**(22), DOI: 10.1088/0953-8984/21/22/225006.
- [15] R. Seoudi, G.S.E. Bahy, Z.A.E. Sayed (2005), “FTIR, TGA and DC electrical conductivity studies of phthalocyanine and its complexes”, *Journal of Molecular Structure*, **753**(1-3), pp.119-126, DOI: 10.1016/j.molstruc.2005.06.003.
- [16] K. Gaffo, V. Zucolotto, M.R. Cordeiro, et al. (2007), “Structural aspects of langmuir-blodgett and cast films of zinc phthalocyanine and zinc hexadecafluorophthalocyanine”, *Thin Solid Films*, **515**(18), pp.7307-7312, DOI: 10.1016/j.tsf.2007.03.050.
- [17] M.I.G. Mitre, R. Aroca, J.A.D. Saja (1993), “Vibrational spectra of Langmuir-Blodgett monolayers of magnesium and palladium tetra-tert-butylphthalocyanine”, *Langmuir*, **9**(8), pp.2185-2189, DOI: 10.1021/la00032a047.
- [18] D. Verma, R. Dash, K.S. Katti et al. (2008), “Role of coordinated metal ions on the orientation of phthalocyanine based coatings”, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, **70**(5), pp.1180-1186, DOI: 10.1016/j.saa.2007.10.050.
- [19] Z. Liu, X. Zhang, Y. Zhang, et al. (2007), “Theoretical investigation of the molecular, electronic structures and vibrational spectra of a series of first transition metal phthalocyanines”, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, **67**(5), pp.1232-1246, DOI: 10.1016/j.saa.2008.02.033.
- [20] B.J. Palys, D.M.V. Ham, W. Briels, et al. (1995), “Resonance Raman spectra of phthalocyanine monolayers on different supports: A normal mode analysis of zinc phthalocyanine by means of the MNDO method”, *Journal of Raman Spectroscopy*, **26**(1), pp.63-76, DOI: 10.1002/jrs.1250260111.
- [21] R. Aroca, D.P. Dilella, R.O. Loutfy (1982), “Raman spectra of solid films-I: Metal-free phthalocyanine”, *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, **43**(8), pp.707-711, DOI: 10.1016/0022-3697(82)90235-9.
- [22] B.S. Glavaski, S. Zecevic, E.B. Yeager (1983), “Spectroscopic and electrochemical studies of transition metal tetrasulfonated phthalocyanines: 2-resonant Raman spectra of aqueous solutions of cobalt and iron tetrasulfonated phthalocyanines”, *Journal of Raman spectroscopy*, **14**(5), pp.338-341, DOI: 10.1021/ja00306a007.
- [23] A.A.M. Connell, W.E. Smith (1989), “Resonance raman spectra of a Langmuir-Blodgett film of substituted copper phthalocyanine on n-type silicon”, *Journal of Raman Spectroscopy*, **20**(1), pp.31-34, DOI: 10.1002/jrs.1250200107.
- [24] C.R. Bartholomew, A.A.M. Connell, W.E. Smith (1989), “Resonance Raman excitation profile of cobalt phthalocyanine at room temperature and 10 K”, *Journal of Raman Spectroscopy*, **20**(9), pp.595-600. DOI: 10.1002/jrs.1250200908.

# Ảnh hưởng của $\text{BaSiO}_3$ lên hệ số biến dạng của gốm áp điện không chì nền $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$

Đinh Thị Hình<sup>1\*</sup>, Trần Vũ Diễm Ngọc<sup>2</sup>, Nguyễn Thị Thảo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Khoa học và Kỹ thuật Vật liệu, Trường Đại học Phenikaa, phường Yên Nghĩa, quận Hà Đông, Hà Nội, Việt Nam

<sup>2</sup>Khoa Khoa học và Kỹ thuật Vật liệu, Đại học Bách khoa Hà Nội, 1 Đại Cồ Việt, phường Tạ Quang Bửu, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 10/6/2022; ngày chuyển phản biện 13/6/2022; ngày nhận phản biện 8/7/2022; ngày chấp nhận đăng 12/7/2022

## Tóm tắt:

Để nâng cao hệ số biến dạng của vật liệu gốm áp điện không chì, hệ gốm  $(0,82-x)\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3-0,18\text{Bi}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{TiO}_3-x\text{BaSiO}_3$  với  $x=0-5\%$  đã được nghiên cứu. Các mẫu gốm được chế tạo thông qua phương pháp phản ứng pha rắn. Kết quả phân tích nhiễu xạ tia X và kết quả đo khối lượng riêng cho thấy, các mẫu gốm đều có cấu trúc của vật liệu áp điện dưới dạng cấu trúc giả lập phương với độ xít chặt cao trên 95%. Tính chất điện môi của các mẫu gốm thể hiện sự phụ thuộc mạnh vào tần số, nhiệt độ và hàm lượng  $\text{BaSiO}_3$ . Đường cong biến dạng gây bởi điện trường xoay chiều của các mẫu gốm cho thấy quá trình chuyển pha từ pha sắt điện sang pha relaxor khi hàm lượng  $\text{BaSiO}_3$  lớn hơn 3%. Đặc biệt, hệ số biến dạng gây bởi điện trường một chiều được tìm thấy trong mẫu gốm áp điện có thành phần nằm ở vùng biên pha hình thái (MPB). Mẫu gốm có thành phần  $x=0,03$  cho thấy giá trị biến dạng cực đại lên tới 0,167%, tương ứng với giá trị biến dạng theo điện trường là 278 pm/V. Các kết quả của nghiên cứu này khẳng định tiềm năng của chất pha tạp  $\text{BaSiO}_3$  đối với khả năng tăng cường hệ số biến dạng của gốm áp điện không chì nền  $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$ .

**Từ khóa:**  $\text{BaSiO}_3$ , biến dạng cơ điện,  $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$ , gốm áp điện, không chì.

**Chỉ số phân loại:** 1.3, 2.5

## Effects of $\text{BaSiO}_3$ on the strain properties of $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$ -based lead-free piezoelectric ceramics

Thi Dinh Dinh<sup>1\*</sup>, Vu Diem Ngoc Tran<sup>2</sup>, Thi Thao Nguyen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Material Science and Engineering, Phenikaa University, Yen Nghia Ward, Ha Dong District, Hanoi, Vietnam

<sup>2</sup>School of Materials Science and Technology, Hanoi University of Science and Technology, 1 Dai Co Viet Street, Ta Quang Bui Ward, Hai Ba Trung District, Hanoi, Vietnam

Received 10 June 2022; revised 8 July 2022; accepted 12 July 2022

## Abstract:

To improve the strain properties of lead-free piezoelectric ceramics, the  $(0.82-x)\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3-0.18\text{Bi}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{TiO}_3-x\text{BaSiO}_3$  piezoelectric ceramics with  $x=0-5\%$  were investigated. The piezoelectric ceramic samples were fabricated using a conventional solid-state reaction method. The results of X-ray diffraction analysis and density measurements show a single perovskite structure as a pseudo-cubic phase with a relative density of over 95%. The dielectric properties of the studied samples strongly depend on the frequency, temperature, and  $\text{BaSiO}_3$  content. The bipolar electric field-induced strain curves of the analysed samples show a phase transition from a ferroelectric phase to a relaxor phase when the  $\text{BaSiO}_3$  content is over 3%. In particular, the maximum uni electric field-induced strain was found at the morphotropic phase boundary (MPB) composition. The  $x=0.03$  sample shows a maximum strain of 0.167%, corresponding to the strain value under the electric field of 278 pm/V. The results suggest the potential of  $\text{BaSiO}_3$  doping to enhance the strain properties of the lead-free  $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$ -based piezoelectric ceramics.

**Keywords:**  $\text{BaSiO}_3$ ,  $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$ , electromechanical strain, lead-free, piezoelectric ceramics.

**Classification numbers:** 1.3, 2.5

\*Tác giả liên hệ: Email: dinh.dinhthi@phenikaa-uni.edu.vn

## 1. Giới thiệu

Ngày nay, vật liệu áp điện nói chung và vật liệu gốm áp điện nói riêng đã và đang được ứng dụng rộng rãi trong nhiều chi tiết của các thiết bị điện tử [1-3]. Khả năng ứng dụng của vật liệu gốm áp điện được quyết định bởi các tính chất đặc trưng của chúng như hệ số áp điện, hệ số chuyển đổi cơ điện, hệ số phẩm chất cơ học, tính chất điện môi, tính chất biến dạng cơ điện, khả năng phân cực điện trường, mật độ tích trữ năng lượng, v.v. Một số ứng dụng phổ biến của vật liệu gốm áp điện trong công nghiệp, như: máy phát điện chuyển đổi năng lượng cơ học thành năng lượng điện; đầu dò siêu âm biến năng lượng điện thành năng lượng cơ; cảm biến chuyển đổi lực cơ học thành tín hiệu điện; cơ cấu truyền động chuyển đổi tín hiệu điện thành dịch chuyển cơ học...

Hiện nay, vật liệu gốm áp điện được dùng phổ biến nhất trong công nghiệp là gốm lead zirconate titanate [ $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ , viết tắt là PZT] [2-5]. PZT được chế tạo lần đầu tiên bởi B. Jaffe và cs (1954) [4]. Sau đó, gốm PZT được phát triển và thương mại hóa rộng rãi bởi chúng có những tính chất áp điện ưu việt với độ ổn định cao [1, 2]. Tuy nhiên, gốm áp điện nền PZT lại chứa tới hơn 60% khối lượng là Pb, một nguyên tố có độc tính cao, tác động vô cùng xấu tới sức khỏe con người, đặc biệt là trí thông minh của trẻ nhỏ. Do đó, việc nghiên cứu phát triển và thương mại hóa vật liệu gốm áp điện không chỉ đã trở thành mối quan tâm hàng đầu của các nhà khoa học vật liệu [5-7]. Có thể kể đến một số hệ vật liệu gốm áp điện không chì tiêu biểu, như: hệ sodium potassium niobate [ $(\text{K}, \text{Na})\text{NbO}_3$  hay KNN], hệ barium titanate ( $\text{BaTiO}_3$  hay BT), hệ sodium bismuth titanate [ $(\text{Bi}, \text{Na})\text{TiO}_3$  hay BNT], hệ bismuth ferrite ( $\text{BiFeO}_3$  hay BFO)... [8-10]. Trong số đó, hệ vật liệu gốm áp điện không chì nền BNT được xem là một lựa chọn hàng đầu để thay thế vật liệu gốm áp điện nền chì PZT bởi vì chúng không những có tính chất áp điện tối ưu trong lân cận biên pha hình thái (MPB) mà các ion  $\text{Bi}^{3+}$  và  $\text{Pb}^{2+}$  đều có chung một kiểu cấu hình điện tử dưới dạng  $[\text{Xe}]4f^{14}5d^{10}6s^2$  [11]. Từ đó, các nghiên cứu nhằm tăng cường hệ số biến dạng của hệ gốm áp điện nền BNT bằng cách pha tạp các nguyên tố hay hợp chất mới đã và đang nhận được rất nhiều sự quan tâm [9, 10, 12].

Bên cạnh đó, việc thêm vào một lượng nhỏ  $\text{BaSiO}_3$  (3 mol%) đã làm biến đổi cấu trúc tinh thể của gốm ( $\text{Ba}, \text{Sr})\text{TiO}_3$  và do đó làm gia tăng tính chất điện của gốm này [13]. Tuy nhiên, theo hiểu biết của chúng tôi, cho tới nay chưa có bất kỳ công trình khoa học nào công bố kết quả nghiên cứu về sự ảnh hưởng của chất pha tạp  $\text{BaSiO}_3$  lên hệ số biến dạng của các gốm nền BNT. Vì thế nghiên cứu này sẽ tiến hành nghiên cứu chế tạo và khảo sát các tính chất của hệ gốm  $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$ - $\text{Bi}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{TiO}_3$  pha tạp bởi  $\text{BaSiO}_3$ . Các mẫu gốm sẽ được chế tạo bằng phương pháp phản ứng pha rắn. Các tính chất đặc trưng gồm: nhiễu xạ tia X, tính chất điện môi và tính chất biến dạng gây ra bởi điện trường của các mẫu gốm sẽ được tiến hành phân tích, đánh giá và thảo luận.

## 2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

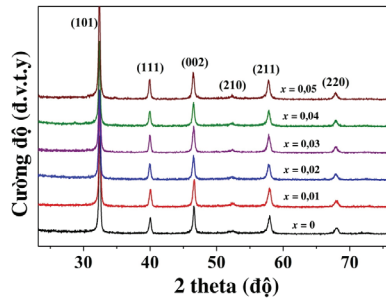
Các mẫu gốm áp điện được chế tạo có thành phần hóa học là  $(0,82-x)\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3-0,18\text{Bi}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{TiO}_3-x\text{BaSiO}_3$  với  $x=0; 0,01; 0,02; 0,03; 0,04$ ; và  $0,05$ . Các mẫu này được ký hiệu là BS100x. Nguyên liệu đầu vào là các bột  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{BaCO}_3$ , và  $\text{SiO}_2$  thương mại với độ sạch cao 99,95% (High Purity Chemicals, Sigma-Aldrich).

Nguyên liệu đầu vào được sấy ở  $120^\circ\text{C}$  trong 2 giờ, sau đó được cân theo tỷ lệ mong muốn và đem đi nghiền trộn trong 24 giờ bằng máy nghiền bi với tốc độ nghiền 300 vòng/phút. Hỗn hợp bột sau nghiền trộn được nung ở  $850^\circ\text{C}$  trong 2 giờ trong không khí sau đó được đem đi nghiền trộn lần 2. Các mẫu sau đó được ép thành các mẫu trụ với kích thước  $10 \times 1$  mm sử dụng lực ép 100 Mpa trong 10 giây. Các mẫu này sau đó được thiêu kết ở  $1150^\circ\text{C}$  trong 2 giờ trong không khí với tốc độ nung/hạ nhiệt là  $5^\circ\text{C}/\text{phút}$ . Mẫu sau thiêu kết được xử lý bề mặt và tạo điện cực bằng Ag.

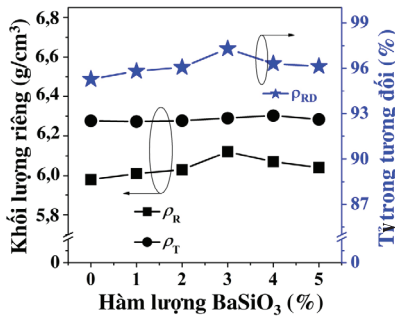
Khối lượng riêng của các mẫu gốm được xác định theo phương pháp Archimedes. Cấu trúc tinh thể của các mẫu gốm được phân tích bằng thiết bị nhiễu xạ tia X (XRD, RAD III, Rigaku, Nhật Bản). Tính chất điện môi của các mẫu gốm được đo trên máy phân tích trở kháng (Impedance HP4192A, Mỹ). Đường cong biến dạng gây bởi điện trường xoay chiều ( $S-E$ ) và điện trường một chiều (uni  $S-E$ ) của các mẫu gốm được kiểm tra bằng bộ chuyển đổi vi sai tuyến tính (LVDT, Mitutovo, No271634, Nhật Bản).

## 3. Kết quả và bàn luận

Hình 1 thể hiện giản đồ nhiễu xạ tia X của các mẫu BS100x với các hàm lượng  $\text{BaSiO}_3$  ( $x$ ) khác nhau. Kết quả cho thấy các mẫu gốm có cấu trúc của vật liệu áp điện ở dạng giả lập phương và không phát hiện thấy bất kỳ một pha thứ 2 hay tạp chất nào khác. Các đỉnh nhiễu xạ tia X của các mẫu sắc nét, chứng tỏ các mẫu có độ kết tinh tốt. Cường độ đỉnh nhiễu xạ ứng với góc  $2\theta \approx 32,4^\circ$  đạt giá trị lớn nhất, kết quả cho thấy khả năng kết tinh của tinh thể theo hướng (101) là tốt nhất. Khi nồng độ chất pha tạp  $\text{BaSiO}_3$  tăng lên, các đỉnh nhiễu xạ có xu hướng dịch về hướng góc  $2\theta$  nhỏ hơn. Tuy nhiên sự dịch chuyển này là vô cùng nhỏ, chứng tỏ mạng tinh thể bị biến dạng rất nhỏ dưới ảnh hưởng của chất pha tạp. Có 2 nguyên nhân cơ bản liên quan tới sự ổn định của cấu trúc tinh thể của hệ gốm theo hàm lượng của  $\text{BaSiO}_3$ . Thứ nhất, có thể do sự bay hơi của các ion  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Na}^+$  và  $\text{K}^+$  trong quá trình các mẫu được thiêu kết ở nhiệt độ cao ( $1150^\circ\text{C}$ , 2 giờ) và tạo ra các nút trống trong mạng tinh thể. Do đó các ion pha tạp sẽ dễ dàng chiếm chỗ các vị trí các nút trống và ít gây ra bất kỳ ảnh hưởng nào trong mạng tinh thể. Thứ hai, có thể do sự tương đồng về kích thước bán kính của ion  $\text{Ba}^{2+}$  (1,61 Å) và ion  $\text{K}^+$  (1,64 Å) [14], vì vậy các ion  $\text{Ba}^{2+}$  sẽ dễ dàng thay thế vị trí của các ion  $\text{K}^+$  trong mạng tinh thể mà không gây ra bất kỳ sự biến dạng nào.



Hình 1. Ảnh hưởng của hàm lượng  $\text{BaSiO}_3$  ( $x$ ) lên giản đồ nhiễu xạ tia X của các mẫu BS100x.



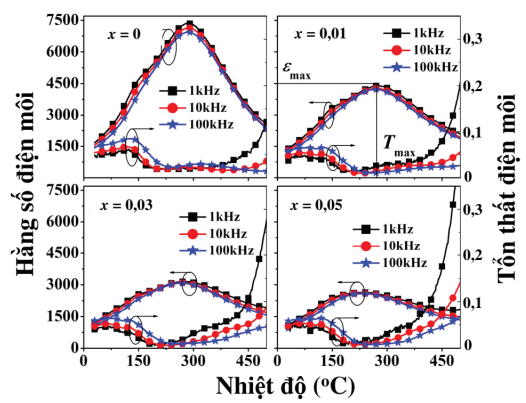
Hình 2. Ảnh hưởng của hàm lượng  $\text{BaSiO}_3$  lên khối lượng riêng và tỷ trọng tương đối của các mẫu BS100x.

Ảnh hưởng của hàm lượng  $\text{BaSiO}_3$  lên khối lượng riêng và tỷ trọng tương đối của các mẫu BS100x được thể hiện trên hình 2 và bảng 1. Khối lượng riêng thực ( $\rho_R$ ) của các mẫu gốm được xác định theo phương pháp Archimedes. Khối lượng riêng theo lý thuyết ( $\rho_T$ ) của các mẫu gốm được tính toán dựa trên công thức hóa học và hình ảnh nhiễu xạ tia X của chúng. Tỷ trọng tương đối ( $\rho_{RD}$ ) của các mẫu gốm là tỷ lệ phần trăm của khối lượng riêng thực so với khối lượng riêng theo lý thuyết của mẫu. Kết quả cho thấy, các mẫu gốm sau chế tạo có độ xít chặt tương đối cao với tỷ trọng tương đối đạt trên 95%.

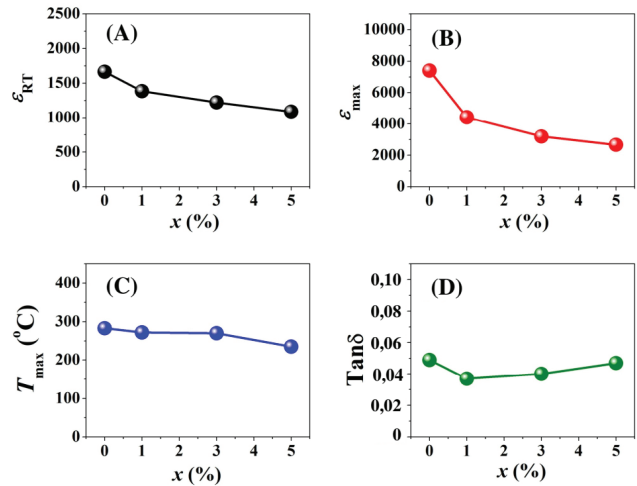
Bảng 1. Khối lượng riêng và tính chất biến dạng của các mẫu gốm áp điện BS100x.

| $x$  | $\rho_R$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | $\rho_T$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | $S_{\max}$<br>(%) | $S_{\text{avg}}$<br>(%) | $S_{\text{total}}$<br>(%) | $S_{\max}/E_{\max}$<br>(pm/V) | Uni $S_{\max}$<br>(%) | Uni $S_{\max}/E_{\max}$<br>(pm/V) |
|------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 0    | 5,98                             | 6,276                            | 0,122             | 0,1                     | 0,222                     | 203                           | 0,128                 | 213                               |
| 0,01 | 6,01                             | 6,272                            | 0,118             | 0,045                   | 0,163                     | 197                           | 0,125                 | 208                               |
| 0,02 | 6,03                             | 6,276                            | 0,118             | 0,042                   | 0,16                      | 197                           | 0,135                 | 225                               |
| 0,03 | 6,12                             | 6,289                            | 0,149             | 0,04                    | 0,189                     | 248                           | 0,167                 | 278                               |
| 0,04 | 6,07                             | 6,302                            | 0,105             | 0,013                   | 0,118                     | 175                           | 0,113                 | 188                               |
| 0,05 | 6,04                             | 6,283                            | 0,07              | 0,007                   | 0,077                     | 117                           | 0,087                 | 145                               |

Hình 3 thể hiện sự phụ thuộc của hằng số điện môi và tổn thất điện môi của các mẫu gốm theo hàm của tần số, nhiệt độ, chất pha tạp. Các mẫu gốm với hàm lượng  $\text{BaSiO}_3$  là 0, 1, 3 và 5% được khảo sát đối với các tần số 1, 10 và 100 kHz trong khoảng nhiệt độ từ 30 đến 500°C. Hằng số điện môi và tổn thất điện môi của các mẫu tại nhiệt độ phòng được ký hiệu là  $\epsilon_{RT}$  và  $\tan\delta$ . Hằng số điện môi cực đại của các mẫu được ký hiệu



Hình 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ, tần số và nồng độ chất pha tạp lên tính chất điện môi của các mẫu BS100x.



Hình 4. Ảnh hưởng của hàm lượng  $\text{BaSiO}_3$  lên (A)  $\epsilon_{RT}$  (B)  $\epsilon_{\max}$ , (C)  $T_{\max}$  và (D)  $\tan\delta$  của các mẫu BS100x ở tần số 1 kHz.

là  $\epsilon_{\max}$  và nhiệt độ tại thời điểm hằng số điện môi đạt cực đại được ký hiệu là  $T_{\max}$ . Đối với vật liệu gốm áp điện nói chung và hệ gốm BS100x nói riêng,  $T_{\max}$  đại diện cho quá trình chuyển pha từ pha sắt điện (ferroelectric phase) sang pha thuận điện (paraelectric phase) và sự sụt giảm tính chất điện môi của mẫu ở nhiệt độ lớn hơn  $T_{\max}$  tuân theo định luật Curie-Weiss [15].

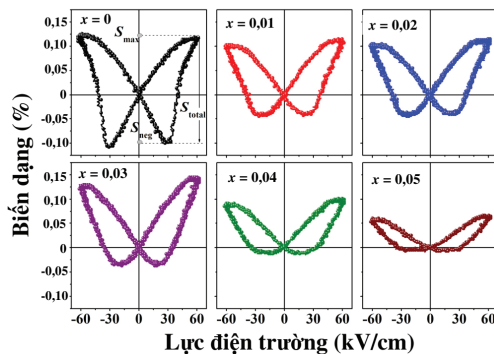
Thông thường, ảnh hưởng của tần số lên tính chất điện môi của vật liệu áp điện có liên quan tới khả năng phân cực của mẫu. Sự sụt giảm của hằng số điện môi theo hàm của tần số trong hệ gốm BS100x thường do độ trễ của quá trình định hướng lại véc tơ phân cực trong mẫu dưới tác dụng của điện trường xoay chiều ở tần số cao [1, 2, 15]. Ngoài ra, kết quả ở hình 3 cho cũng thấy giá trị tổn thất điện môi của các mẫu cũng tăng lên khi tần số tăng. Điều này có thể giải thích là do độ trễ của quá trình xoay hướng lưỡng cực ở điều kiện nhiệt độ thấp làm cho tổn thất điện môi tăng lên ở tần số cao [1, 2, 15].

Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng chất pha tạp lên tính chất điện môi của hệ gốm BS100x ở tần số 1 kHz được trình

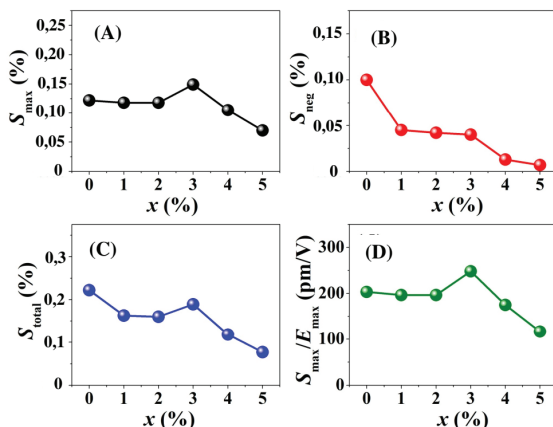
bày trên hình 4. Kết quả cho thấy, chất pha tạp BaSiO<sub>3</sub> làm giảm tính chất điện môi của các mẫu gốm BS100x. Tuy nhiên, kết quả cũng cho thấy giá trị tổn thất điện môi của hệ gốm BS100x là ổn định trong khoảng nhiệt độ lên tới ~250°C đối với tất cả các tần số và các hàm lượng pha tạp BaSiO<sub>3</sub>.

Hình 5 thể hiện đường cong biến dạng của các mẫu gốm BS100x dưới tác dụng của điện trường xoay chiều,  $E_{\max}=6$  kV/mm. Giá trị biến dạng tổng hợp  $S_{\text{total}}$  thể hiện giá trị tổng của các biến dạng dương  $S_{\max}$  và biến dạng âm  $S_{\text{neg}}$  của các mẫu. Giá trị  $S_{\max}$  thể hiện sự giãn nở về kích thước của tinh thể dưới ảnh hưởng của lực điện trường. Ngược lại, giá trị  $S_{\text{neg}}$  thể hiện sự co ngót của tinh thể khi điện trường đặt vào đối hướng. Đường cong biến dạng gây ra bởi điện trường của vật liệu gốm áp điện được đặc trưng bởi sự phân cực trong mẫu dưới tác dụng của lực điện trường. Độ lớn của các giá trị  $S_{\max}$  và  $S_{\text{neg}}$  được quyết định chủ yếu bởi sự xoay hướng của các véc tơ phân cực và quá trình hợp nhất của các vùng “đô men” (domain) chứa các véc tơ phân cực cùng hướng [1, 2].

Hình 5 cho thấy, mẫu gốm không pha tạp BS0 thể hiện một đường cong biến dạng đặc trưng của vật liệu sắt điện dưới dạng hình cánh bướm [1, 2] với giá trị hệ số biến dạng âm  $S_{\text{neg}}=0,1\%$ . Dưới sự ảnh hưởng của chất pha tạp BaSiO<sub>3</sub>, giá trị  $S_{\text{neg}}$  của



Hình 5. Đường cong biến dạng của các mẫu BS100x gây ra bởi điện trường xoay chiều.



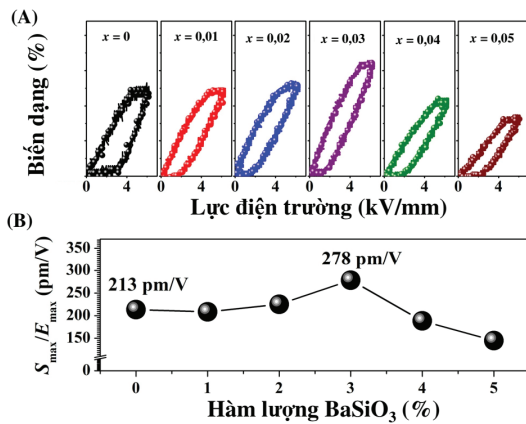
Hình 6. Ảnh hưởng của hàm lượng BaSiO<sub>3</sub> lên (A)  $S_{\max}$ , (B)  $S_{\text{neg}}$ , (C)  $S_{\text{total}}$  và (D)  $S_{\max}/E_{\max}$  của các mẫu BS100x gây bởi điện trường xoay chiều.

các mẫu giảm dần và đường cong biến dạng của các mẫu dần chuyển sang dạng hình lá mầm. Đường cong biến dạng lá mầm được xem là đường cong biến dạng điển hình của vật liệu relaxor [15-17]. Giá trị  $S_{\text{neg}}$  giảm chứng tỏ việc thêm vào chất pha tạp BaSiO<sub>3</sub> làm giảm sự tồn tại của các domain 180° trong hệ gốm BS100x [1, 2]. Kết quả cho thấy, một quá trình chuyển pha từ pha sắt điện sang pha relaxor đã xảy ra trong hệ gốm BS100x dưới ảnh hưởng của chất pha tạp BaSiO<sub>3</sub>.

Hình 6 thể hiện sự ảnh hưởng của hàm lượng BaSiO<sub>3</sub> lên các hệ số biến dạng gây bởi điện trường xoay chiều của các mẫu BS100x. Giá trị cụ thể của các mẫu được thể hiện trên bảng 1. Mẫu BS0 sắt điện với đường cong biến dạng hình cánh bướm, có giá trị  $S_{\text{total}}$  lớn lên tới 0,222%, trong đó giá trị biến dạng dương  $S_{\max}=0,122\%$  và giá trị biến dạng âm  $S_{\text{neg}}=0,1\%$ . Khi cho thêm 1% chất pha tạp BaSiO<sub>3</sub>, giá trị  $S_{\text{total}}$  của mẫu BS1 giảm nhẹ xuống 0,163%, trong đó các giá trị  $S_{\max}$  và  $S_{\text{neg}}$  cũng giảm xuống 0,118 và 0,045%. Khi tăng hàm lượng BaSiO<sub>3</sub> lên 2%, giá trị  $S_{\text{total}}$ ,  $S_{\max}$  và  $S_{\text{neg}}$  của mẫu BS2 lần lượt là 0,16, 0,118 và 0,042%. Khi nồng độ chất pha tạp đạt 3%, giá trị  $S_{\text{total}}$  của mẫu tăng lên 0,189% với giá trị  $S_{\max}$  đạt giá trị cực đại ở 0,149% và giá trị  $S_{\text{neg}}=0,04\%$ . Tiếp tục tăng nồng độ chất pha tạp lên >3% sẽ làm giảm mạnh các giá trị biến dạng của các mẫu. Kết quả là các giá trị  $S_{\text{total}}$ ,  $S_{\max}$  và  $S_{\text{neg}}$  của mẫu giảm xuống 0,077, 0,07 và 0,007% khi nồng độ BaSiO<sub>3</sub> đạt cực đại tại 5%. Bên cạnh đó, hệ số áp điện nghịch ( $S_{\max}/E_{\max}$ ) của các mẫu gốm BS100x dưới tác dụng của dòng điện xoay chiều cũng biến đổi theo hàm lượng BaSiO<sub>3</sub>, như thấy trên hình 6D. Mẫu không có chất pha tạp BS0 có giá trị  $S_{\max}/E_{\max}=203$  pm/V. Khi thêm một lượng nhỏ chất pha tạp ( $x \leq 0,02$ ), giá trị  $S_{\max}/E_{\max}$  giảm nhẹ xuống 197 pm/V. Khi hàm lượng chất pha tạp lên tới 3%, mẫu gốm BS3 có giá trị  $S_{\max}/E_{\max}$  đạt giá trị cực đại ở 248 pm/V. Tiếp tục tăng hàm lượng chất pha tạp lớn hơn 3 mol%, các giá trị  $S_{\max}/E_{\max}$  bị sụt giảm mạnh xuống lần lượt là 175 và 117 pm/V đối với các mẫu gốm BS4 và BS5. Các kết quả cho thấy một quá trình chuyển pha từ pha sắt điện sang pha relaxor đã xảy ra khi nồng độ của chất pha tạp BaSiO<sub>3</sub> vượt qua 3 mol%. Nguyên nhân có thể do sự tương đồng về kích thước bán kính của các ion Ba<sup>2+</sup> (số phối trí XII, 1,61 Å) [14] và ion K<sup>+</sup> (số phối trí XII, 1,64 Å) [14]. Trong quá trình pha tạp, ion Ba<sup>2+</sup> sẽ có xu thế ưu tiên thay thế vị trí của ion K<sup>+</sup> và tạo ra hiệu ứng đo nơ (donor) trong mạng tinh thể mà không gây ra bất kỳ sự biến dạng nào. Do đó, quá trình chuyển pha từ pha sắt điện sang pha relaxor xảy ra khi hàm lượng BaSiO<sub>3</sub> lớn hơn 3 mol%. Một số công trình công bố trên hệ gốm áp điện không chì nền BNT cũng cho thấy hiệu ứng chuyển pha tương tự trong khi không có sự thay đổi đáng kể nào về cấu trúc tinh thể [18-20].

Nhằm đánh giá khả năng ứng dụng của hệ gốm BS100x vào các thiết bị áp điện truyền động (piezo actuators), tính chất biến dạng gây bởi điện trường một chiều của các mẫu gốm được thể hiện trên hình 7. Giá trị của hệ số biến dạng (uni  $S_{\max}$ ) và hệ số

áp điện nghịch ( $uni S_{max}/E_{max}$ ) gây bởi điện trường một chiều được thể hiện chi tiết trong bảng 1. Đường cong biến dạng gây bởi điện trường một chiều cũng cho thấy hệ số biến dạng đạt cực đại tại biên giới pha hình thái. Tuy nhiên, biến dạng gây nên bởi điện trường một chiều có độ lớn cao hơn so với biến dạng gây nên bởi điện trường xoay chiều. Điều này được giải thích do khả năng xoay hướng cực đại của các domain khác  $180^\circ$  trong mẫu dưới tác dụng của dòng điện một chiều [1, 2]. Cụ thể, mẫu gốm không pha tạp BS0 có hệ số  $uni S_{max}$  và  $uni S_{max}/E_{max}$  là 0,128% và 213 pm/V. Dưới ảnh hưởng của hàm lượng BaSiO<sub>3</sub>, hệ số áp điện nghịch tăng lên và đạt cực đại khi hàm lượng pha tạp là 3% với các giá trị  $uni S_{max}$  và  $uni S_{max}/E_{max}$  là 0,167 và 278 pm/V. Tiếp tục tăng hàm lượng BaSiO<sub>3</sub> lên trên 3% sẽ làm các hệ số này giảm đi.



Hình 7. (A) Đường cong biến dạng và (B) hệ số áp điện nghịch của các mẫu BS100x gây bởi điện trường một chiều.

#### 4. Kết luận

Vật liệu gốm áp điện BS100x với hàm lượng pha tạp  $x=0-0,05$  đã được chế tạo thành công bằng phương pháp phản ứng pha rắn. Kết quả nhiễu xạ tia X của các mẫu khẳng định các mẫu có cấu trúc của vật liệu áp điện với độ xít chặt cao hơn 95%. Các kết quả phân tích tính chất điện môi cho thấy chất pha tạp BaSiO<sub>3</sub> làm giảm tính chất điện môi của các mẫu gốm song vẫn đảm bảo độ ổn định ở nhiệt độ lên tới  $\sim 250^\circ\text{C}$ . Đặc biệt, việc thêm vào chất pha tạp BaSiO<sub>3</sub> làm xảy ra quá trình chuyển pha từ pha sắt điện sang pha relaxor khi hàm lượng chất pha tạp lên tới 3%. Tại biên pha hình thái, mẫu gốm có hệ số biến dạng đạt cực đại ở 0,167%, tương đương với hệ số áp điện nghịch  $S_{max}/E_{max}=278$  pm/V. Nghiên cứu cho thấy tiềm năng của chất pha tạp BaSiO<sub>3</sub> đối với khả năng tăng cường hệ số biến dạng của hệ gốm áp điện không chì nền BNT.

#### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 103.02-2020.28. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] K. Uchino (2000), *Ferroelectric Devices*, Marcel Dekker, pp.161-232.
- [2] M.E. Lines, A.M. Glass (2001), *Principles and Applications of Ferroelectric and Related Materials*, Oxford University Press Inc., pp.559-607.
- [3] J. Rodel, K.G. Webber, R. Dittmer, et al. (2015), "Transferring lead-free piezoelectric ceramics into application", *Journal of The European Ceramic Society*, **35**(6), pp.1659-1681, DOI: 10.1016/j.jeurceramsoc.2014.12.013.
- [4] B. Jaffe, R.S. Roth, S. Marzullo (1954), "Piezoelectric properties of lead zirconate-lead titanate solid-solution ceramics", *Journal of Applied Physics*, **25**(6), DOI: 10.1063/1.1721741.
- [5] E. Cross (2004), "Lead-free at last", *Nature*, **432**, pp.24-25, DOI: 10.1038/nature03142.
- [6] Y. Li, K. Moon, C.P. Wong (2005), "Electronics without lead", *Science*, **308**(5727), pp.1419-1420, DOI: 10.1126/science.1110168.
- [7] A.J. Bell, O. Deubzer (2018), "Lead-free piezoelectric - The environmental and regulatory issues", *MRS Bulletin*, **43**(8), pp.581-587, DOI: 10.1557/mrs.2018.154.
- [8] J. Rodel, J.F. Li (2018), "Lead-free piezoceramics: Status and perspectives", *MRS Bulletin*, **43**, pp.576-580, DOI: 10.1557/mrs.2018.181.
- [9] T. Zheng, J.G. Wu, D.Q. Xiao, et al. (2018), "Recent development in lead-free perovskite piezoelectric bulk materials", *Progress Materials Science*, **98**, pp.552-624, DOI: 10.1016/j.pmatsci.2018.06.002.
- [10] J. Wu (2020), "Perovskite lead-free piezoelectric ceramics", *Journal of Applied Physics*, **127**(19), DOI: 10.1063/5.0006261.
- [11] I. Langmuir (1919), "The arrangement of electrons in atoms and molecules", *Journal of The American Chemical Society*, **41**(6), pp.868-934, DOI: 10.1021/ja02227a002.
- [12] J. Hao, W. Li, J. Zhai, et al. (2019), "Progress in high-strain perovskite piezoelectric ceramics", *Materials Science and Engineering: R: Reports*, **135**, pp.1-57, DOI: 10.1016/j.mser.2018.08.001.
- [13] X.Y. Hyang, M.S. Huang, C.H. Gao, et al. (2013), "Influence of BaSiO<sub>3</sub> doped on the properties of BST capacitor ceramics", *Key Engineering Materials*, **575-576**, pp.91-94, DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.575-576.91.
- [14] R.D. Shannon (1976), "Revised effective ionic radii and systematic studies of interatomic distances in halides and chalcogenides", *Acta Crystallographica Section A: Foundations and Advances*, **32**(5), pp.751-767, DOI: 10.1107/S0567739476001551.
- [15] A.A. Bokov, Z.G. Ye (2006), "Recent progress in relaxor ferroelectrics and related materials with perovskite structure", *Journal of Materials Science*, **41**, pp.31-52, DOI: 10.1007/s10853-005-5915-7.
- [16] I.W. Chen (2000), "Structural origin of relaxor ferroelectrics-revisited", *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, **61**(2), pp.197-208, DOI: 10.1016/S0022-3697(99)00282-6.
- [17] C.W. Ahn, C.H. Hong, B.Y. Choi, et al. (2016), "A brief review on relaxor ferroelectrics and selected issues in lead-free relaxors", *Journal of The Korean Physical Society*, **68**, pp.1481-1494, DOI: 10.3938/jkps.68.1481.
- [18] M. Habib, M.H. Lee, F. Akram, et al. (2021), "Temperature-insensitive piezoelectric properties of lead-free BiFeO<sub>3</sub>-BaTiO<sub>3</sub> ceramics with high Curie temperature", *Journal of Alloys and Compounds*, **851**, DOI: 10.1016/j.jallcom.2020.156788.
- [19] M. Li, Q. Li, B. Yan, et al. (2021), "Large strain with enhanced energy-storage and temperature stable dielectric properties in Bi<sub>0.38</sub>Na<sub>0.38</sub>Sr<sub>0.24</sub>Ti<sub>(1-x)</sub>(Mn<sub>1/3</sub>Nb<sub>2/3</sub>)O<sub>3</sub> ceramics", *Ceramics International*, **47**, pp.1325-1332, DOI: 10.1016/j.ceramint.2020.08.254.
- [20] R. Kang, Z. Wang, X. Lou, et al. (2021), "Energy storage performance of Bi<sub>0.5</sub>Na<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub>-based relaxor ferroelectric ceramics with superior temperature stability under low electric fields", *Chemical Engineering Journal*, **410**, DOI: 10.1016/j.cej.2020.128376.

# Nghiên cứu điều chế sản phẩm phản ứng Maillard của chitosan-glucose sử dụng chitosan chiếu xạ và thử nghiệm bảo quản dâu tây

Nguyễn Trọng Hoàn Phong<sup>1\*</sup>, Nguyễn Hồng Hoàng<sup>1</sup>, Võ Hà Tuyết Hạnh<sup>1</sup>, Lê Văn Toàn<sup>1</sup>, Lê Xuân Cường<sup>1</sup>, Phạm Thành Minh<sup>1</sup>, Nguyễn Lê Anh<sup>1</sup>, Lê Văn Diệp<sup>1</sup>, Đinh Ngọc Bảo Nam<sup>1</sup>, Mai Phước Minh Thành<sup>1</sup>, Nguyễn Đăng Khoa<sup>1</sup>, Hồ Hoàng Thắng<sup>1</sup>, Đỗ Tâm Nhân<sup>1</sup>, Trần Anh Thông<sup>2</sup>, Bùi Duy Du<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Viện Nghiên cứu Hạt nhân, Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam, 1 Nguyễn Tử Lực, phường 8, TP Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng, Việt Nam

<sup>2</sup>Trung tâm Nghiên cứu khoai tây, rau và hoa, Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp miền Nam, đường Hồ Xuân Hương, phường 12, TP Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng, Việt Nam

<sup>3</sup>Viện Khoa học Vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, phường Nghĩa Đô, quận Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 8/9/2022; ngày chuyển phản biện 10/9/2022; ngày nhận phản biện 20/10/2022; ngày chấp nhận đăng 24/10/2022

## Tóm tắt:

Trong nghiên cứu này, sản phẩm phản ứng Maillard của dung dịch chitosan-glucose (CTS/GC) được điều chế từ chitosan (CTS) cắt mạch bằng bức xạ gamma Co-60 và glucose (GC). Các điều kiện phản ứng như: nhiệt độ, thời gian và tỷ lệ chitosan/glucose đã được khảo sát. Khối lượng phân tử (KLPT) của mẫu chitosan chiếu xạ được xác định bằng sắc ký thẩm thấu gel (GPC). Kết quả khảo sát cho thấy, KLPT CTS chiếu xạ trong môi trường không có H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (trường nước) giảm chậm hơn so với độ suy giảm KLPT của CTS ở dạng trương trong môi trường H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> do hiệu quả của hiệu ứng đồng vận dùng tia gamma Co-60 và H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> có tác dụng cắt mạch CTS tạo oligochitosan tốt hơn so với từng tác nhân riêng lẻ, dung dịch oligochitosan-glucose với tỷ lệ CTS/GC 1:1 (w/w), thời gian phản ứng 2 giờ ở nhiệt độ 90°C có cường độ hấp thụ tại bước sóng 420 nm cao nhất. Khả năng kéo dài thời gian bảo quản dâu tây xử lý với sản phẩm phản ứng Maillard cũng được nghiên cứu. Sử dụng dung dịch CTS<sub>8</sub>/GC có thể kéo dài thời gian bảo quản của dâu tây gấp 2 lần so với đối chứng. Khi sử dụng dung dịch CTS<sub>8</sub>/GC nồng độ 0,1% để xử lý dâu tây, thời gian bảo quản dâu tây có thể kéo dài tới 7 ngày khi bảo quản ở nhiệt độ phòng.

**Từ khóa:** chiếu xạ, chitosan, dâu tây, gamma Co-60, glucose.

**Chỉ số phân loại:** 1.3, 2.10, 4.6

## Study on preparation of Maillard reaction product of chitosan-glucose using irradiated chitosan and evaluation of strawberry preservation

Trong Hoanh Phong Nguyen<sup>1\*</sup>, Hong Hoang Nguyen<sup>1</sup>, Ha Tuyen Hanh Vo<sup>1</sup>, Van Toan Le<sup>1</sup>, Xuan Cuong Le<sup>1</sup>, Thanh Minh Pham<sup>1</sup>, Le Anh Nguyen<sup>1</sup>, Van Diep Le<sup>1</sup>, Ngoc Bao Nam Dinh<sup>1</sup>, Phuoc Minh Thanh Mai<sup>1</sup>, Dang Khoa Nguyen<sup>1</sup>, Hoang Thang Ho<sup>1</sup>, Tam Nhan Do<sup>1</sup>, Anh Thong Tran<sup>2</sup>, Duy Du Bui<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dalat Nuclear Research Institute, Vietnam Atomic Energy Institute, 1 Nguyen Tu Luc Street, Ward 8, Da Lat City, Lam Dong Province, Vietnam

<sup>2</sup>Potato Vegetable & Flower Research Center, Institute of Agricultural Science for Southern Vietnam, Ho Xuan Huong Street, Ward 8, Da Lat City, Lam Dong Province, Vietnam

<sup>3</sup>Institute of Materials Science, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet Street, Nghia Do Ward, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam

Received 8 September 2022; revised 20 October 2022; accepted 24 October 2022

## Abstract:

In this study, Maillard reaction products of chitosan-glucose (CTS/GC) solution were prepared from irradiated chitosan (CTS) depolymerised by Co-60 gamma irradiation and glucose (GC). The reaction conditions were investigated, particularly temperature, reaction time and CTS/GC ratio. The molecular weight (Mw) of irradiated chitosan samples was determined by gel permeation chromatography (GPC). The results showed that the molecular weight of chitosan irradiated in a non-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> environment (in the swollen state with water) decreased more slowly than the molecular weight of CTS in the swollen state with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> due to the synergistic effect of using gamma Co-60 and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, which effectively degraded chitosan to create oligochitosan more efficiently than each agent, chitosan-glucose solution with ratio of CTS/GC 1:1 (w/w), reaction time in 2 hours at 90°C had the highest optical density at 420 nm. The possibility of prolonging the storage life of strawberries was also investigated. Applying CTS<sub>8</sub>/GC solution to treat strawberries has prolonged the preservation time approximately 2 times longer than the control. Using a 0.1% concentration of CTS<sub>8</sub>/GC solution to treat strawberries, the storage time of strawberries can be extended up to 7 days when stored at room temperature.

**Keywords:** chitosan, gamma Co-60, glucose, irradiation, strawberry.

**Classification numbers:** 1.3, 2.10, 4.6

\*Tác giả liên hệ: Email: sharahio@yahoo.com

## 1. Đặt vấn đề

Trong quá trình bảo quản nông sản sau thu hoạch, sự tổn thất trong quá trình bảo quản khá cao, tổn thất trung bình sau thu hoạch đối với các loại hạt vào khoảng 10%, đối với cây có củ là 10-20%, tổn thất sau thu hoạch của các loại rau quả trung bình hàng năm từ 10-30%. Vì vậy, việc nghiên cứu tạo ra các sản phẩm sinh học ứng dụng trong bảo quản nông sản sau thu hoạch là vấn đề cấp thiết cần được quan tâm nghiên cứu.

Chitosan là một polyme sinh học có nguồn gốc từ tự nhiên, không độc hại và có khả năng kháng khuẩn nên hiện đang được nhiều nhà khoa học quan tâm nghiên cứu sử dụng trong bảo quản thực phẩm [1-2]. Do CTS không tan trong nước, chỉ tan trong axit hữu cơ như axit acetic, axit formic... nên việc sử dụng CTS có hạn chế. Ngoài ra, khi sử dụng CTS để bảo quản nông sản sẽ tạo thành một lớp màng bao bên ngoài nguyên liệu ngăn cản sự thoát hơi nước, thoát khí dẫn tới có thể làm ngưng sự hô hấp của nông sản gây ra sự hư hỏng kỹ khí. Để vượt qua các hạn chế của CTS, hiện nay các nhà nghiên cứu đang ưu tiên sử dụng CTS có KLPT thấp, đặc biệt là các dạng oligochitosan, nano chitosan hoặc các phức hợp sản phẩm phản ứng Maillard (SPM) giữa CTS và đường trong bảo quản nông sản thực phẩm. Việc ứng dụng oligochitosan-glucose trong bảo quản nông sản sau thu hoạch mang lại ưu điểm nhờ khả năng hòa tan tốt hơn của oligochitosan-glucose trong dung dịch so với CTS [3-6]. Dầu tây là loại quả giàu vitamin C và cung cấp một lượng lớn các chất flavonoid cần thiết cho cơ thể. Tuy nhiên, vì là trái cây giàu dinh dưỡng và chứa nhiều nước, dầu tây rất dễ hư hỏng trong quá trình bảo quản sau thu hoạch. Vì lý do này, dầu tây trở thành một trong những nông sản được các nhà khoa học nghiên cứu để tìm cách kéo dài thời gian bảo quản sau thu hoạch.

Trong công trình này, các tác giả trình bày kết quả nghiên cứu điều chế CTS/GS từ CTS chiếu xạ và khả năng kéo dài thời gian bảo quản dầu tây sau thu hoạch của SPM dung dịch CTS/GS và oligochitosan-glucose.

## 2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Nguyên vật liệu và hóa chất

Chitosan dạng bột có KLPT ban đầu là 102 kDa. Dầu tây giống New Zealand, được trồng trong nhà kính tại Đà Lạt và đạt tiêu chuẩn VietGAP, được thu hái trực tiếp từ vườn, lựa chọn những quả có kích thước đồng đều và đạt độ chín kỹ thuật, đồng thời loại bỏ những quả bị xây xát, tổn thương hoặc bị sâu hại. Các hóa chất tinh khiết sử dụng cho phân tích được sử dụng trực tiếp mà không qua tinh chế lại, bao gồm axit lactic, D-glucose,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{NaOH}$ , và các hóa chất khác.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

*Chiếu xạ tia gamma Co-60 cắt mạch chitosan:*

Hiệu ứng đồng vận là sự tương tác đồng thời của hai tác nhân phân ứng và hiệu ứng này sẽ lớn hơn tổng tương tác của các thành phần riêng rẽ. Để nghiên cứu hiệu ứng đồng vận, bức xạ  $\gamma\text{Co}^{60}$  và hydro peroxit ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) được sử dụng đồng thời để cắt mạch CTS có  $M_w=102$  kDa tạo thành các CTS KLPT khác nhau [7-8].

Cân 4 g CTS để ngâm trương trong 80 ml dung dịch  $\text{H}_2\text{O}_2$  1% trong 1 giờ. Sau đó, chiếu xạ CTS trương trong  $\text{H}_2\text{O}_2$  trên thiết bị chiếu xạ Gamma Chamber 5000 với liều xạ từ 0-30 kGy, suất liều 1,08 kGy/h. Mẫu sau khi chiếu xạ được sấy khô ở 40°C trong tủ sấy quạt gió, sau đó nghiền mịn bằng máy nghiền IKA A11 basic, Đức. Các mẫu CTS chiếu xạ được xác định KLPT bằng sắc ký gel thẩm qua (GPC) trên máy LC-20AD Shimadzu, Nhật Bản, sử dụng detector RID-20A và cột Shodex SB-803 HQ, kích thước cột 8×300 mm. Chất chuẩn là Pullulan có  $M_w$  từ 12.200÷100.000 Da, dung môi pha động là  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,25M/ $\text{CH}_3\text{COONa}$  0,25M với tốc độ pha động 0,5 ml/phút [9].

*Phương pháp điều chế SPM chitosan-glucose:*

SPM của CTS/GS được điều chế theo tài liệu [3,10]. Các mẫu chitosan KLPT khác nhau được hòa tan thành nồng độ 1% trong dung dịch axit lactic 1% sau đó thêm vào 1 lượng đường glucose có nồng độ khác nhau, khuấy bằng máy khuấy từ để đạt dung dịch đồng nhất. Hỗn hợp sau đó được hấp trong nồi hấp ở các khoảng nhiệt độ và thời gian phản ứng khác nhau. Dung dịch CTS/GS tạo thành được đo mật độ quang bằng thiết bị UV-Vis mini 1240, ở bước sóng 420nm để xác định các thông số tối ưu.

- *Khảo sát ảnh hưởng nhiệt độ phản ứng đến mật độ quang của phức hợp:* hòa tan 0,5 g CTS trong 50 ml dung dịch axit lactic 1%, thêm 50ml dung dịch đường glucose nồng độ 1%. Điều chỉnh pH dung dịch đến 6 bằng dung dịch  $\text{NaOH}$  1M và khuấy đều để được dung dịch đồng nhất. Hỗn hợp sau đó được gia nhiệt và giữ ở khoảng nhiệt độ 50-110°C trong 120 phút.

- *Khảo sát ảnh hưởng thời gian phản ứng đến mật độ quang của phức hợp:* hòa tan 0,5 g CTS trong 50 ml dung dịch axit lactic 1%, thêm 50ml dung dịch đường glucose nồng độ 1%. Điều chỉnh pH dung dịch đến 6 và khuấy đều để được dung dịch đồng nhất. Hỗn hợp sau đó được gia nhiệt và giữ ở nhiệt độ 90°C trong khoảng thời gian 60-240 phút.

- *Khảo sát ảnh hưởng tỷ lệ CTS/GC đến mật độ quang của phức hợp:* hòa tan 0,5 g CTS trong 50 ml dung dịch axit lactic 1%, thêm 50 ml dung dịch đường glucose có nồng độ trong khoảng 0,5-3%. Điều chỉnh pH dung dịch đến 6 và khuấy đều để được dung dịch đồng nhất. Hỗn hợp sau đó được gia nhiệt và giữ ở nhiệt độ 90°C trong 120 phút.

*Phương pháp bảo quản dầu tây bằng dung dịch SPM chitosan-glucose:*

Quả dầu tây được chia thành các mẫu có cùng số lượng quả (10 quả). Các thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Kết quả lấy giá trị trung bình.

- *Bảo quản dây tây bằng dung dịch SPM chitosan-glucose:*

Dầu tây được nhúng trong dung dịch CTS/GC có nồng độ 0,1% với thời gian 5 phút. Để khô tự nhiên rồi bảo quản ở nhiệt độ phòng (nhiệt độ 25-28°C). Tiến hành theo dõi sự thay đổi chất lượng của các mẫu thí nghiệm và mẫu đối chứng với chu kỳ 1 ngày/lần.

- *Xác định tỷ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên:* tỷ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên được xác định bằng cách cân khối lượng từng mẫu ở mỗi nghiệm thức trước khi bảo quản và sau mỗi lần theo dõi và được tính theo công thức:

$$G(\%) = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \times 100$$

Trong đó:

-  $G$  = Hao hụt khối lượng tự nhiên ở mỗi lần theo dõi (%)

-  $G_1$  = Khối lượng mẫu trước bảo quản (g)

-  $G_2$  = Khối lượng mẫu ở các lần theo dõi (g)

- *Phương pháp cảm quan:* chất lượng cảm quan của dầu tây được xác định bằng phương pháp cho điểm, thang điểm 20, thang điểm gồm 5 bậc (từ 0 đến 5), theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3215-79 [11].

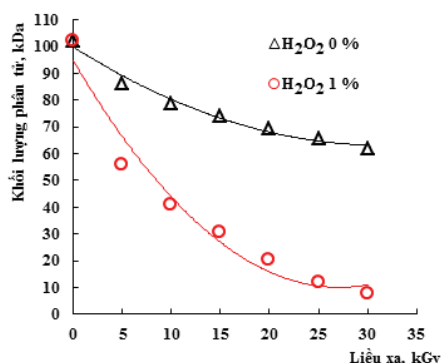
*Phân tích thống kê:* phân tích thống kê dữ liệu được thực hiện bằng phần mềm SPSS phiên bản 20.0 sử dụng phương pháp phân tích phương sai một chiều (ANOVA), sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với độ tin cậy 95% (hay mức ý nghĩa  $p < 0,05$ ).

## 3. Kết quả và bàn luận

### 3.1. Xác định khối lượng phân tử của chitosan

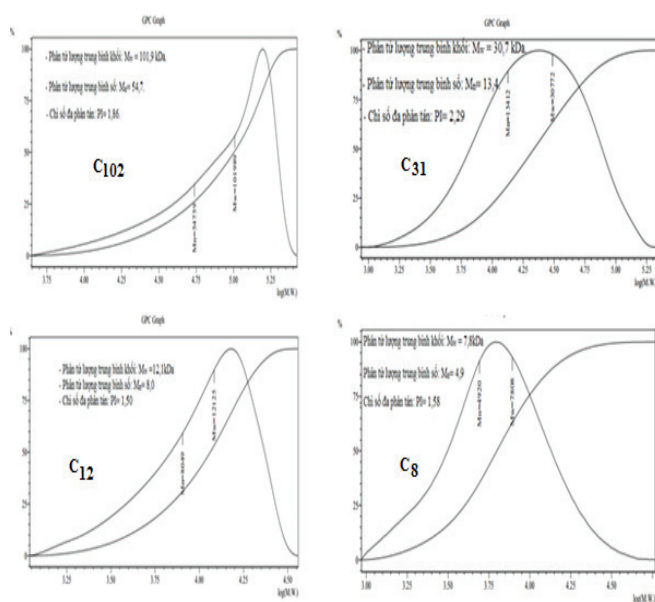
Ảnh hưởng của liều xạ đối với KLPT của CTS được trình bày trong hình 1 và sắc ký đồ GPC của các mẫu CTS thể hiện trong hình 2. Kết quả phân tích từ hình 1 cho thấy, khi áp dụng hiệu ứng đồng vận của bức xạ

gamma Co-60 và  $H_2O_2$  để cắt mạch CTS, liều xạ có tác động rõ rệt đến KLPT của CTS, và KLPT giảm dần theo mức độ tăng của liều xạ. Cụ thể, KLPT của CTS giảm mạnh trong khoảng liều xạ từ 0 đến 10 kGy. Sau mức 10 kGy, khi liều xạ tiếp tục tăng, sự giảm KLPT diễn ra chậm hơn, không tỷ lệ thuận với mức độ tăng của liều xạ. So với quá trình chiếu xạ CTS trong môi trường không có  $H_2O_2$  (trương nước), quá trình chiếu xạ trong môi trường có  $H_2O_2$  làm giảm KLPT của CTS nhanh hơn. Điều này có thể giải thích bởi quá trình cắt mạch bức xạ trong CTS tương đương dịch  $H_2O_2$  xảy ra mạnh mẽ hơn nhờ hiệu ứng đồng vận giữa bức xạ và  $H_2O_2$  [7].



Hình 1. Ảnh hưởng của liều xạ đến khối lượng phân tử trung bình của chitosan.

Kết quả phân tích cho thấy khi chiếu xạ CTS trương trong dung dịch  $H_2O_2$  1% với liều xạ 5 kGy và suất liều 1,08 kGy/h, KLPT của CTS giảm khoảng một nửa, chỉ còn khoảng 55,6 kDa. Khi liều xạ được tăng lên 10 kGy và 15 kGy, KLPT của CTS tiếp tục giảm xuống còn khoảng 40,7 kDa và 30,7 kDa. Đặc biệt, khi liều xạ tăng lên 25 kGy và 30 kGy, KLPT của CTS giảm mạnh còn khoảng 12,1 kDa và 7,8 kDa. Những kết quả này minh chứng cho hiệu quả rõ rệt của hiệu ứng đồng vận giữa tia gamma Co-60 và hydroperoxide trong việc cắt mạch CTS, giúp tạo ra oligochitosan với hiệu suất cao hơn, điều này phù hợp với các nghiên cứu trước đó của D.X. Du và cs (2014) [8].



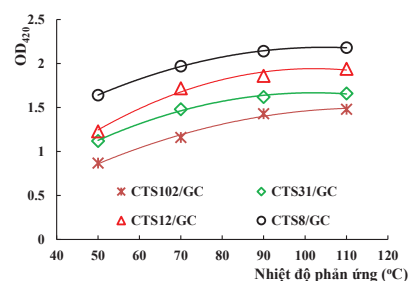
Hình 2. Sắc ký đồ thẩm thấu gel của chitosan C<sub>102</sub>, C<sub>31</sub>, C<sub>12</sub> và C<sub>8</sub>.

Từ các kết quả khảo sát KLPT của CTS cho thấy, các mẫu CTS ký hiệu là: CTS<sub>102</sub>; CTS<sub>31</sub>; CTS<sub>12</sub> và CTS<sub>8</sub> có KLPT khác nhau lần lượt là 102,0; 30,7; 12,1 và 7,8 kDa (hình 2).

### 3.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến mật độ quang của phức hợp chitosan-glucose

#### - Ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng đến mật độ quang

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng đến mật độ quang của dung dịch CTS/GS tạo thành CTS sử dụng có KLPT khác nhau: 102,1; 30,7; 12,1 và 7,8 kDa) khảo sát tại bước sóng  $\lambda=420$  nm được trình bày trong hình 3.

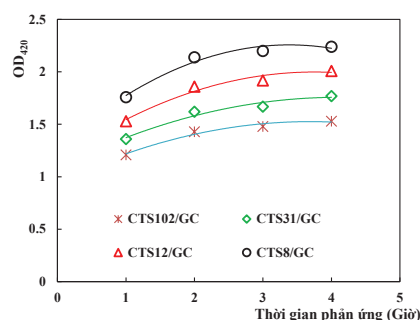


Hình 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng đến mật độ quang.

Các kết quả khảo sát cho thấy, mật độ quang tại bước sóng  $\lambda=420$  nm tăng theo nhiệt độ trong khoảng 50-90°C ở cả 4 loại KLPT CTS được khảo sát. Cụ thể, mật độ quang của phức hợp CTS/GC của CTS KLPT 102,1; 30,7; 12,1 và 7,8 kDa lần lượt là 1,43; 1,62; 1,86 và 2,14. Các kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, khả năng phản ứng tạo phức với glucose của CTS KLPT thấp cao hơn. Điều này có thể giải thích, CTS KLPT cao thì mạch phân tử dài và công kênh hơn sẽ hạn chế sự tiếp xúc của nhóm carbonyl trong phân tử đường glucose và nhóm  $NH_3^+$  trong phân tử CTS. Mặt khác, theo một số nghiên cứu cũng cho thấy nhóm  $NH_3^+$  của CTS KLPT thấp linh động hơn. Ở mức nhiệt độ 110°C mật độ quang của phức hợp CTS/GC có tăng nhưng không đáng kể. Khi mật độ quang không tăng nghĩa là phản ứng giữa CTS/GC đã đạt hiệu suất cao nhất (phản ứng đạt trạng thái bão hòa). Vì vậy, để tiết kiệm năng lượng cũng như chi phí sản xuất, nhiệt độ 90°C được chọn làm nhiệt độ tối ưu của phản ứng giữa CTS/GC và được sử dụng cho các khảo sát tiếp theo.

#### - Ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến mật độ quang

Ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến mật độ quang được trình bày trong hình 4.

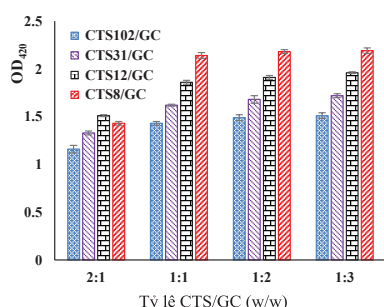


Hình 4. Ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến mật độ quang.

Các kết quả khảo sát trên hình 4 cho thấy, mật độ quang tại bước sóng  $\lambda=420$  nm tăng theo thời gian phản ứng trong khoảng 1-2 giờ đầu của phản ứng ở cả 4 loại KLPT CTS được khảo sát. Ở khoảng thời gian 3-4 giờ mật độ quang của phức hợp CTS/GC tăng không đáng kể (phản ứng đạt trạng thái bão hòa). Các kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, khả năng phản ứng tạo SPM với glucose của CTS KLPT thấp cao hơn CTS KLPT cao trong cùng một điều kiện. Từ các kết quả khảo sát, thời gian phản ứng càng dài thì hiệu quả tạo thành phức hợp CTS/GS càng cao và đạt trạng thái bão hòa sau 2 giờ.

#### - Ảnh hưởng của tỷ lệ chitosan/glucose đến mật độ quang

Ảnh hưởng của tỷ lệ CTS/GC đến mật độ quang được trình bày trong hình 5.



Hình 5. Ảnh hưởng của tỷ lệ chitosan/glucose đến mật độ quang.

Các kết quả khảo sát trên hình 5 cho thấy, mật độ quang tại bước sóng  $\lambda=420$  nm tăng khi tăng hàm lượng glucose ở cả 4 loại KLPT CTS được khảo sát và đạt trạng thái bão hòa ở tỷ lệ CTS/GC là 1:1 (w/w). Khi tiếp tục tăng hàm lượng glucose lên thì mật độ quang của phức hợp CTS/GC tăng không đáng kể (phản ứng đạt trạng thái bão hòa). Điều này cũng phù hợp với nghiên cứu của S.R. Kannat và cs (2008) [3] khi khảo sát sự hình thành sản phẩm phản ứng Maillard CTS/GS tại bước sóng  $\lambda=420$  nm.

### 3.3. Nghiên cứu bảo quản dâu tây bằng dung dịch SPM chitosan-glucose

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành đánh giá tác động của các SPM CTS<sub>31</sub>/GC, CTS<sub>12</sub>/GC và CTS<sub>8</sub>/GC đối với sự suy giảm khối lượng tự nhiên của dâu tây cũng như các chỉ tiêu cảm quan trong

Bảng 1. Ảnh hưởng của tác nhân bảo quản đến tỷ lệ hao hụt khối lượng của dâu tây.

| Các nghiệm thức       | Tỷ lệ hao hụt khối lượng (%) |                         |                         |                         |
|-----------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                       | Thời gian bảo quản, (ngày)   |                         |                         |                         |
|                       | 1                            | 2                       | 4                       | 7                       |
| Đc                    | 7,20±0,32 <sup>d</sup>       | 13,08±0,76 <sup>d</sup> | 22,40±1,28 <sup>e</sup> | 38,67±1,06 <sup>f</sup> |
| GC                    | 7,61±0,43 <sup>d</sup>       | 14,20±0,32 <sup>e</sup> | 23,69±1,18 <sup>f</sup> | 41,90±0,91 <sup>g</sup> |
| CTS <sub>8</sub>      | 5,16±0,17 <sup>b</sup>       | 8,17±0,27 <sup>b</sup>  | 16,85±0,16 <sup>d</sup> | 25,95±0,41 <sup>e</sup> |
| CTS <sub>31</sub> /GC | 6,30±0,35 <sup>c</sup>       | 9,94±0,25 <sup>c</sup>  | 17,57±0,31 <sup>d</sup> | 24,22±0,83 <sup>d</sup> |
| CTS <sub>12</sub> /GC | 5,19±0,20 <sup>b</sup>       | 8,58±0,41 <sup>b</sup>  | 13,62±0,28 <sup>b</sup> | 19,15±0,35 <sup>b</sup> |
| CTS <sub>8</sub> /GC  | 4,67±0,19 <sup>a</sup>       | 7,17±0,30 <sup>a</sup>  | 10,67±0,44 <sup>a</sup> | 16,34±0,63 <sup>a</sup> |

a, b, c, d, e, f, g: Trong cùng một cột các chữ cái khác nhau là khác nhau có ý nghĩa thống kê p<0,05.

điều kiện bảo quản thông thường (nhiệt độ phòng 25-28°C). Quả dâu tây tươi được ngâm trong dung dịch CTS/GS với nồng độ 0,1%. Mẫu so sánh bao gồm mẫu đối chứng, mẫu ngâm trong dung dịch glucose 0,1%, và mẫu ngâm trong dung dịch CTS<sub>8</sub> 0,1% (để so sánh). Các kết quả khảo sát được trình bày trong bảng 1 đến bảng 3.

#### - Ảnh hưởng của các tác nhân bảo quản đến tỷ lệ hao hụt khối lượng

Ảnh hưởng của các tác nhân bảo quản đến tỷ lệ hao hụt khối lượng của quả dâu tây trong quá trình bảo quản ở nhiệt độ thường được thể hiện trong bảng 1.

Các kết quả nghiên cứu trong bảng 1 chỉ ra rằng mức độ hao hụt khối lượng trong quá trình bảo quản dâu tây là rất lớn, chủ yếu do các quá trình trao đổi chất và hô hấp diễn ra bên trong quả dâu, cùng với sự bay hơi nước tự nhiên vì dâu tây là loại quả chứa nhiều nước. Kết quả cũng cho thấy, độ hao hụt khối lượng của dâu tây tăng dần theo thời gian bảo quản ở tất cả các nghiệm thức. Cụ thể, ở mẫu đối chứng, độ hao hụt khối lượng sau 1 ngày là khoảng 7,21%, điều này cũng xảy ra tương tự với mẫu xử lý bằng dung dịch GC. Tuy nhiên, đến ngày thứ 2, mức độ hao hụt khối lượng tăng mạnh, lên đến 13,07% đối với mẫu đối chứng và 14,21% đối với mẫu xử lý bằng dung dịch GC. Sau 7 ngày, độ hao hụt khối lượng của mẫu đối chứng là 38,67%, và 41,90% đối với mẫu xử lý bằng dung dịch GC. Những kết quả này chứng tỏ rằng dung dịch glucose không có khả năng ngừng hoặc làm chậm quá trình mất nước ở dâu tây.

Với mẫu xử lý bằng dung dịch CTS<sub>8</sub>, độ suy giảm khối lượng sau 1 ngày chỉ khoảng 5,15%. Sau đó, độ suy giảm khối lượng tăng dần theo thời gian và sau 7 ngày độ suy giảm khối lượng đối với mẫu dâu tây xử lý bằng dung dịch oligochitosan khoảng 25,94%. Đối với các mẫu dâu tây khi xử lý bằng dung dịch oligochitosan-glucose nồng độ 0,1% độ suy giảm khối lượng của dâu tây tăng dần theo thời gian nhưng có xu hướng tăng chậm hơn. Sau 1 ngày mức độ suy giảm khối lượng của mẫu xử lý với dung dịch CTS<sub>12</sub>/GC và CTS<sub>8</sub>/GC tương ứng lần lượt là 4,57% và 5,39%. Sau 7 ngày mức độ suy giảm khối lượng của dâu tây xử lý bằng dung dịch CTS<sub>12</sub>/GC là 19,15% và với CTS<sub>8</sub>/GC là 16,34%. Kết quả khảo sát cho thấy, dung dịch CTS<sub>8</sub>/GC có khả năng kìm hãm sự suy giảm khối lượng tự nhiên của dâu tây tốt nhất.

#### - Ảnh hưởng của các tác nhân bảo quản đến kết quả đánh giá cảm quan

Ảnh hưởng của các tác nhân bảo quản đến màu sắc và trạng thái của quả dâu tây trong quá trình bảo quản ở nhiệt độ thường được thể hiện trong bảng 2 và bảng 3.

Bảng 2. Ảnh hưởng của tác nhân bảo quản đến kết quả đánh giá cảm quan.

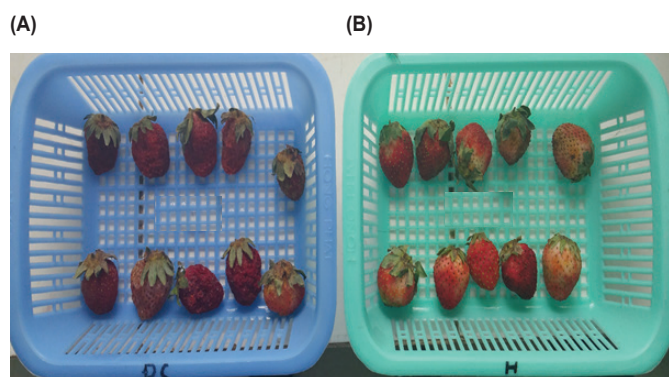
| Điểm cảm quan về màu sắc và trạng thái của dâu tây |                           |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------|---------------------------|------|------|------|------|
| Các nghiệm thức mẫu                                | Thời gian bảo quản (ngày) |      |      |      |      |
|                                                    | 0                         | 1    | 2    | 4    | 7    |
| Đc                                                 | 20,0                      | 15,2 | 13,2 | 8,8  | 2,4  |
| GC                                                 | 20,0                      | 14,8 | 13,6 | 9,6  | 2,0  |
| CTS <sub>8</sub>                                   | 20,0                      | 18,8 | 17,2 | 12,4 | 8,8  |
| CTS <sub>31</sub> /GC                              | 20,0                      | 18,0 | 18,0 | 14,8 | 11,2 |
| CTS <sub>12</sub> /GC                              | 20,0                      | 18,8 | 17,6 | 14,8 | 11,6 |
| CTS <sub>8</sub> /GC                               | 20,0                      | 18,0 | 18,0 | 15,2 | 12,4 |

Dựa trên số liệu từ bảng 2, có thể thấy rõ ảnh hưởng của thời gian bảo quản đối với màu sắc và trạng thái của dâu tây. Ở mẫu đối chứng, màu sắc và trạng thái của dâu tây giảm sút rõ rệt theo thời gian bảo quản. Sau ngày đầu tiên, màu sắc và trạng thái của quả bắt đầu thay đổi, quả dâu trở nên héo dần và màu sắc bắt đầu chuyển đổi. Đến ngày thứ 4, hiện tượng thối trái bắt đầu xuất hiện và đến ngày thứ 7, dâu tây gần như hư hỏng hoàn toàn, với điểm cảm quan chỉ còn 2,5. Mẫu dâu tây được xử lý bằng dung dịch chứa GC có sự thay đổi tương tự. Trong khi đó, các mẫu được xử lý bằng dung dịch CTS8 sau ngày thứ 2 vẫn giữ được màu sắc và độ cứng của quả, quả vẫn có màu xanh và không bị héo. Đến ngày thứ 4, màu sắc quả dâu bắt đầu chuyển đổi, quả bắt đầu khô dần và xuất hiện các chấm đen. Đến ngày thứ 7, quả dâu bắt đầu hư hỏng với điểm cảm quan là 8,8. Đối với mẫu dâu tây nhúng trong dung dịch CTS8/GC, sau 4 ngày bảo quản, quả dâu vẫn giữ được màu sắc và hình dáng. Tuy nhiên, sau 7 ngày, màu sắc, độ cứng và hình thái quả giảm, nhưng sự thay đổi này ít hơn so với các mẫu đối chứng và tốc độ thay đổi cũng chậm hơn, với điểm cảm quan là 12,4, chất lượng vẫn đạt tiêu chuẩn lưu hành (bảng 3) [6]. Các kết quả này phù hợp với nghiên cứu của P. Gao và cs (2013) [6], khi sử dụng sản phẩm từ phản ứng Maillard giữa CTS và glucose để bảo quản nho. Các kết quả đánh giá tại mọi thời điểm cho thấy, trái cây được xử lý bằng CTS/GS có điểm chất lượng cao nhất, tiếp theo là oligochitosan và glucose.

**Bảng 3. Kết quả đánh giá cảm quan dâu tây bảo quản thường sau 7 ngày.**

| Các nghiệm thức       | Điểm chất lượng | Kết quả    |
|-----------------------|-----------------|------------|
| Đc                    | 2,5             | Hỏng       |
| GC                    | 2,1             | Hỏng       |
| CTS <sub>8</sub>      | 8,9             | Kém        |
| CTS <sub>31</sub> /GC | 11,4            | Trung bình |
| CTS <sub>12</sub> /GC | 11,6            | Trung bình |
| CTS <sub>8</sub> /GC  | 12,4            | Trung bình |

Các kết quả nghiên cứu nhận thấy rằng, sử dụng dung dịch CTS<sub>8</sub>/GC nồng độ 0,1% có thể kìm hãm sự mất nước trong quá trình bảo quản dâu tây và kéo dài thời gian bảo quản của dâu tây qua 7 ngày ở điều kiện bảo quản thường. Các nghiên cứu của T. Jiang và cs (2012) [12] đã chứng minh rằng lớp phủ CTS/GS và CTS có thể ức chế hiệu quả các sinh vật gây hư hỏng và các tác nhân oxy hóa các hợp chất phenol thành các hợp chất trung gian polyphenol oxidase để hình thành các sắc tố giống như melanin, do đó ngăn ngừa sự hình thành màu nâu không mong muốn và cải thiện hình thức và màu sắc trực quan của nông sản.



**Hình 6. Dâu tây sau 7 ngày bảo quản. (A) mẫu đối chứng; (B) mẫu nhúng dung dịch CS8/GC.**

## 4. Kết luận

Sản phẩm phản ứng Maillard CTS/GS được điều chế từ CTS chiếu xạ với glucose, tỷ lệ CTS/GC 1:1 (w/w) là tối ưu cho phản ứng hóa nâu. Kết quả nghiên cứu cho thấy mật độ quang của sản phẩm tạo thành phụ thuộc vào KLPT CTS, nồng độ glucose, nhiệt độ phản ứng và thời gian phản ứng. KLPT của CTS càng thấp thì mật độ quang lớn. Thời gian tối ưu cho phản ứng tạo SPM của hỗn hợp CTS/GS là 2 giờ ở nhiệt độ 90°C. Sử dụng dung dịch CTS8/GC nồng độ 0,1% để xử lý nhúng quả dâu tây làm hạn chế sự mất nước của quả dâu tây, các chỉ tiêu màu sắc và trạng thái quả được duy trì. Thời gian bảo quản dâu tây có thể kéo dài đến 7 ngày khi được lưu trữ ở nhiệt độ phòng, trong khi dâu tây không được xử lý bằng dung dịch CTS8/GC chỉ có thể bảo quản tối đa 3 ngày. Các nghiên cứu tiếp theo cần khảo sát ảnh hưởng của nồng độ SPM CTS8/GC nhằm gia tăng thời gian bảo quản dâu tây hiệu quả hơn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] V.N. Boi, V.T. Hoan (2016), "Effects of chitosan, oligochitosan and oligochitin on the quality of silver shrimp (*Metapenaeus brevicornis*) over storage time", *TNU Journal of Science and Technology*, **4**, pp.27-33 (in Vietnamese).
- [2] R.R. Doval, S.P.T. Arellanes, A.Y.T. Barajas, et al. (2023) "Chitosan: Properties and its application in agriculture in context of molecular weight", *Polymers*, **15**(13), DOI: 10.3390/polym15132867.
- [3] S.R. Kanatt, R. Chander, A. Sharma (2008), "Chitosan glucose complex - A novel food preservative", *Food Chemistry*, **106**, pp.521-528, DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.06.036.
- [4] J. Hafsa, M.A. Smach, R. Mrid, et al. (2021), "Functional properties of chitosan derivatives obtained through Maillard reaction: A novel promising food preservative", *Food Chemistry*, **349**, pp.1-12, DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.129072.
- [5] D.S. Amaral, A. Cardelle, C.D.D.Q. Dias, et al. (2020), "Low fat goat meat sausage with chitosan-glucose Maillard reaction product: Impact on quality and shelf life", *Food Science and Technology*, **40**(1), pp.132-139, DOI: 10.1590/fst.34018.
- [6] P. Gao, P. Zhu, Z. Zhang (2013), "Effects of chitosan-glucose complex coating on postharvest quality and shelf life of table grapes", *Carbohydrate Polymers*, **90**, pp.371-378, DOI: 10.1016/j.carbpol.2013.03.029.
- [7] N.Q. Hien, D.V. Phu, N.N. Duy, et al. (2012), "Degradation of chitosan in solution by gamma irradiation in the presence of hydrogen peroxide", *Carbohydrate Polymers*, **87**, pp.935-938, DOI: 10.1016/j.carbpol.2011.08.018.
- [8] D.X. Du, V.Q. Mai, N.N. Duy, et al. (2014), "Degradation of chitosan by  $\gamma$ -irradiation of chitosan swollen in hydrogen peroxide solution", *Vietnam of Science and Technology*, **52**(4), pp.441-450, DOI: 10.15625/0866 708X/52/4/3820 (in Vietnamese).
- [9] M. Terbojevich, A. Cosania, B. Focher, et al. (1993), "High-performance gel-permeation chromatography of chitosan samples", *Carbohydrate Research*, **250**(2), pp.301-314, DOI: 10.1016/0008-6215(93)84008-T.
- [10] B. Gullón, M.I. Montenegro, A.I.R. Matute, et al. (2016), "Synthesis, optimization and structural characterization of a chitosan-glucose derivative obtained by the Maillard reaction" *Carbohydrate Polymers*, **137**, pp.382-389, DOI: 10.1016/j.carbpol.2015.10.075 .
- [11] Vietnam Standard TCVN 3215-79: *Method of Constructing Sensory Scale* (in Vietnamese).
- [12] T. Jiang, L. Feng, J. Li (2012) "Changes in microbial and postharvest quality of shitake mushroom (*Lentinus edodes*) treated with chitosan-glucose complex coating under cold storage", *Food Chemistry*, **131**, pp.780-786, DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.08.087.

# Phân lập và tuyển chọn nấm men lên men rượu vang khóm Tắc Cậu (*Ananas comosus*)

Đường Thị Su Sanl<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Thành<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Học viên cao học Khoa 27, Ngành Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Cần Thơ, khu 2, đường 30/4, phường Xuân Khánh, quận Ninh Kiều, TP Cần Thơ, Việt Nam

<sup>2</sup>Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ, khu 2, đường 30/4, phường Xuân Khánh, quận Ninh Kiều, TP Cần Thơ, Việt Nam

Ngày nhận bài 20/8/2022; ngày chuyển phản biện 25/8/2022; ngày nhận phản biện 25/9/2022; ngày chấp nhận đăng 28/9/2022

## Tóm tắt:

Việc phân lập và tuyển chọn các chủng nấm men có khả năng lên men rượu là bước quan trọng nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất và chất lượng sản phẩm. Nghiên cứu này tập trung vào việc khai thác và đánh giá tiềm năng các chủng nấm men từ nguyên liệu khóm Tắc Cậu (*Ananas comosus*), một đặc sản của vùng Kiên Giang, để phục vụ quá trình sản xuất rượu vang. Kết quả đã phân lập được 34 dòng nấm men từ dịch quả khóm thu thập tại các tỉnh Kiên Giang, Hậu Giang và Tiền Giang. Dựa vào các tiêu chí phân loại nấm men như hình thái, sinh lý, sinh hóa, nghiên cứu này đã phân lập được 34 dòng nấm men thuộc ba chi (giống): *Saccharomyces*, *Hanseniaspora* và *Pichia*. Trong số 34 dòng này, các dòng thuộc chi *Saccharomyces* được đặc biệt chú trọng. Trong đó, chủng TC4.2 có đặc tính tốt, được phân lập từ nước ép khóm Tắc Cậu ở tỉnh Kiên Giang, TC4.2 cho thấy khả năng lên men vượt trội. Dòng TC4.2 hoàn thành quá trình lên men nhanh nhất (trong 8 giờ), tạo ra hàm lượng rượu cao nhất (11,62%) và để lại lượng đường sót thấp nhất (5,67°Brix). Phân tích DNA xác nhận rằng, TC4.2 thuộc loài *Saccharomyces cerevisiae* với độ tương đồng 100%.

Từ khóa: lên men, nấm men, rượu vang khóm, *Saccharomyces cerevisiae*.

Chỉ số phân loại: 1.6, 2.8, 2.10

## Isolation and selection of yeast strain for Tac Cau pineapple (*Ananas comosus*) wine fermentation

Thi Su Sanl Duong<sup>1</sup>, Van Thanh Nguyen<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate student Course 27, Major in Biotechnology, Can Tho University, Campus 2, 30/4 Street, Xuan Khanh Ward, Ninh Kieu District, Can Tho City, Vietnam

<sup>2</sup>Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University, Campus 2, 30/4 Street, Xuan Khanh Ward, Ninh Kieu District, Can Tho City, Vietnam

Received 20 August 2022; revised 25 September 2022; accepted 28 September 2022

## Abstract:

The study aimed to isolate and select yeast strains with high fermentative activity from fermented pineapple fruit juice to apply for fermentation to produce high-quality Tac Cau pineapple wine. The result of the study isolated 34 yeast strains from fermented pineapple fruit juices collected in Kien Giang, Hau Giang and Tien Giang provinces. Based on the classification keys of yeasts (morphology, physiology and biochemistry), 34 isolated yeasts belong to three genera: *Saccharomyces*, *Hanseniaspora* and *Pichia*. Results of the selective experiment from isolated yeasts belonging to *Saccharomyces* genera isolated the yeast strain TC4.2. TC4.2 from fermented pineapple fruit juice at Chau Thanh district (Kien Giang province) has the best fermentation activities, such as the fastest fermentation (8 hours), highest ethanol content (11.62% v/v) and lowest remaining sugar content (5.67°Brix). The identification results of the yeast strain TC4.2 using DNA sequencing confirmed that the TC4.2 strain is 100% homologous to *Saccharomyces cerevisiae*.

Keywords: fermentation, pineapple wine, *Saccharomyces cerevisiae*, yeast.

Classification numbers: 1.6, 2.8, 2.10

\*Tác giả liên hệ: Email: nvthanh@ctu.edu.vn

## 1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, rượu vang ngày càng trở nên phổ biến tại Việt Nam nhờ những lợi ích tích cực đối với sức khỏe và sự phong phú về nguồn nguyên liệu trong nước. Với điều kiện khí hậu nhiệt đới, Việt Nam sở hữu nhiều loại trái cây có hương vị đặc trưng và giá trị dinh dưỡng cao. Trong số đó, khóm Tắc Cậy (*Ananas comosus*), thuộc giống khóm Queen, trồng tại tỉnh Kiên Giang, nổi bật với vị ngọt và hương thơm đặc trưng. Những đặc tính này được hình thành nhờ vùng sinh thái độc đáo kết hợp giữa nước ngọt, nước mặn và phù sa, đưa khóm Tắc Cậy trở thành một trong những đặc sản nổi tiếng của vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Khóm là loại trái cây giàu dinh dưỡng, chứa nhiều hợp chất chống viêm, giúp cải thiện sức khỏe xương và hệ tiêu hóa. Tuy nhiên, khóm có đặc điểm nhanh chín, dễ hư hỏng và dập nát nếu không được bảo quản đúng cách, dẫn đến đầu ra không ổn định. Tình trạng "giải cứu nông dân" thường xuyên xảy ra, đặc biệt vào thời điểm chính vụ. Do đó, cần có các giải pháp linh hoạt và hiệu quả để tiêu thụ khóm tươi cũng như các loại nông sản khác của Việt Nam.

Từ thực tiễn trên, nghiên cứu này được thực hiện nhằm tìm ra các dòng nấm men có hoạt lực lên men cao từ dịch quả khóm. Mục tiêu là sản xuất sản phẩm rượu vang khóm chất lượng cao nhằm đa dạng hóa sản phẩm chế biến từ khóm, tận dụng hiệu quả nguồn nguyên liệu dồi dào tại địa phương, đồng thời nâng cao giá trị kinh tế của khóm Tắc Cậy - một đặc sản tiêu biểu của Kiên Giang.

## 2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Vật liệu

Mẫu khóm phân lập nấm men: khóm Tắc Cậy (thu tại huyện Châu Thành, Kiên Giang), khóm Cầu Đúc (thu tại TP Vị Thanh, Hậu Giang), khóm Tân Phước (thu tại huyện Tân Phước, Tiền Giang).

Mẫu khóm lên men rượu vang: khóm Tắc Cậy được thu tại huyện Châu Thành, Kiên Giang.

Chủng nấm men đối chứng *Saccharomyces cerevisiae* AWRI796 (Viện Nghiên cứu Rượu vang Úc) - ký hiệu ĐC, được lưu trữ tại Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ.

### 2.2. Hóa chất và môi trường

Môi trường YPD gồm yeast extract 0,5%; peptone 0,5%; D-glucose 2,0%.

Môi trường YPD Agar gồm môi trường YPD bổ sung 1,5 g/l agar.

Môi trường Christensen gồm urea 20 g/l; yeast extract 0,1 g/l;  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  9,5 g/l;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  9,1 g/l; phenol red 0,01 g/l; pH được chỉnh về 6,7.

Môi trường thạch nước 2% (WA): 2,0% agar, nước cất.

### 2.3. Phân lập và xác định đặc điểm hình thái, sinh hóa của các dòng nấm men tự nhiên từ dịch quả khóm

Mẫu quả khóm chín thu được từ các địa điểm khác nhau: Tắc Cậy (Kiên Giang), Cầu Đúc (Hậu Giang), Tân Phước (Tiền Giang). Quả khóm chín (vỏ có màu vàng cam đậm) được thu tại vườn, bọc lại bằng giấy báo. Mẫu khóm thu về loại bỏ những quả hư, nhiễm vi sinh vật gây hư hỏng quả. Cắt phần vỏ và thịt quả khóm cho vào bình tam giác 100 ml chứa môi trường YPD, tăng sinh ở nhiệt độ phòng trong 24 giờ. Tiến hành phân lập trên môi trường YPD Agar đến khi đạt được những dòng nấm men thuần chủng.

Định danh sơ bộ dòng nấm men thuần chủng bằng các đặc điểm hình thái và sinh hóa dựa vào khóa phân loại nấm men [1-3].

### 2.4. Xác định đặc điểm hình thái, sinh lý, sinh hóa các dòng nấm men phân lập

**Xác định đặc điểm hình thái:** Các chủng nấm men đã tách ròng được cấy lên đĩa petri chứa môi trường YPDA. Ủ các đĩa petri ở nhiệt độ 30°C trong 48 giờ. Ghi nhận hình dạng, màu sắc và kích thước khuẩn lạc các chủng nấm men trên đĩa. Làm tiêu bản các chuẩn nấm men quan sát dưới kính hiển vi để xác định hình dạng, kích thước của tế bào nấm men.

**Xác định đặc điểm sinh lý, sinh hóa của nấm men:** Giống nấm men được chủng vào môi trường YDP, ủ ở nhiệt độ phòng trong 3 ngày. Sau đó lấy ra quan sát dưới kính hiển vi. Quan sát sự hình thành bào tử, cách nảy chồi của bào tử nấm men.

Quan sát sự hình thành bào tử: Quan sát, ghi nhận khả năng hình thành bào tử, hình dạng và số lượng bào tử của nấm men trong môi trường thạch nước (WA) 6 tuần.

Quan sát sự nảy chồi: Sử dụng kính hiển vi quan sát vị trí, cách nảy chồi của tế bào nấm men.

### 2.5. Khả năng lên men đường glucose và saccharose

Chỉ tiêu đánh giá: sự hình thành cột khí  $\text{CO}_2$  trong chuông Durham úp ngược sau 48 giờ ủ, thí nghiệm được quan sát lặp lại 3 lần. Khảo sát khả năng lên men đường glucose được thực hiện các bước tương tự đối với dung dịch đường saccharose.

### 2.6. Khả năng phân giải urea

Các dòng nấm men đã tách ròng được chủng vào ống nghiệm có chứa môi trường Christensen urea broth ủ ở 30°C trong 24 giờ. Chủng nấm men có sinh ra enzyme urease sẽ phân giải urea thành ammonia và carbondioxide, ammonia sinh ra làm kiềm hóa môi trường và làm thay đổi chất chỉ thị màu [4].



Khi môi trường chuyển sang màu đỏ sẫm, điều đó cho thấy nấm men phân giải được urea. Thí nghiệm được tiến hành với 3 lần lặp lại. Quan sát, ghi nhận màu sắc môi trường thay đổi sau thời gian ủ.

### 2.7. Tuyển chọn nấm men có hoạt lực lên men cao từ các dòng nấm men phân lập

Mục đích của nghiên cứu nhằm so sánh khả năng lên men của các dòng nấm men và lựa chọn dòng có khả năng lên men tốt nhất để phục vụ quá trình lên men rượu vang khóm Tắc Cậy.

Chuẩn bị dịch khóm phối chế: khóm Tắc Cậu được ép lấy dịch bằng cách sử dụng máy ép trái cây. Phối chế dịch khóm (đường mía Biên Hoà) đến 24°Brix, điều chỉnh pH=4,5 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , acid citric) [5] và tiến hành quá trình thanh trùng với  $\text{NaHSO}_3$  với liều lượng 140 mg/l trong 2 giờ.

Dòng nấm men đã tuyển chọn được nuôi lắc trong môi trường YPD đến mật độ nấm men đạt  $10^6$  tế bào/ml.

Bổ trí thí nghiệm song song ống nghiệm chuông Durham và bình tam giác.

## 2.8. Thí nghiệm lên men trong ống nghiệm chứa chuông Durham

Lấy 9 ml dịch khóm cho vào một ống nghiệm có đặt chuông Durham, sau đó thêm 1 ml dịch nấm men đã nuôi lắc (mật độ nấm men  $10^6$  tế bào/ml). Vặn chặt nắp, lắc kỹ, sau đó ủ ở nhiệt độ 30°C. Quan sát và đo cột khí  $\text{CO}_2$  trong ống Durham ở những khoảng thời gian nhất định: 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34 và 36 giờ [6].

## 2.9. Thí nghiệm lên men trong bình tam giác

Nhằm xác định hàm lượng ethanol sinh ra và so sánh với chủng nấm men đối chứng *S. cerevisiae* AWRI796. Chủng 1 ml dịch nấm men phân lập (mật độ nấm men  $10^6$  tế bào/ml) và 99 ml dịch quả khóm phối chế vào bình tam giác 250 ml, lên men 10 ngày ở nhiệt độ 30°C. Xác định chỉ tiêu độ rượu (bằng phương pháp chưng cất), độ Brix sau khi lên men (bằng Brix kế).

Tuyển chọn được chủng nấm men có hoạt lực lên men tốt nhất dựa vào khả năng lên men nhanh và cho độ rượu cao nhất.

## 2.10. Chỉ tiêu theo dõi

Lượng  $\text{CO}_2$  sinh ra trong một khoảng thời gian.

pH trước và sau khi lên men (bằng pH kế). Lượng đường trước và sau khi lên men (bằng chiết nồng độ Ethanol sau khi lên men bằng phương pháp chưng cất).

Dòng nấm men cho độ rượu cao nhất và có cột khí  $\text{CO}_2$  làm đầy ống chuông Durham nhanh nhất là dòng lên men mạnh nhất.

## 2.11. Định danh nấm men bằng phương pháp giải trình tự gen

Sử dụng phản ứng PCR và giải trình tự gen, dòng nấm men có hoạt lực lên men tốt nhất đã được lựa chọn để định danh với cặp mồi ITS1 (5'-TCC GTA GGT GAA CCT GCG G-3') và ITS4 (5'-TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC-3') [7]. Trình tự gen thu được sẽ được so sánh mức độ tương đồng với các trình tự của dòng nấm men trong cơ sở dữ liệu NCBI bằng phần mềm BLASTN thông qua chương trình Nucleotide Blast.

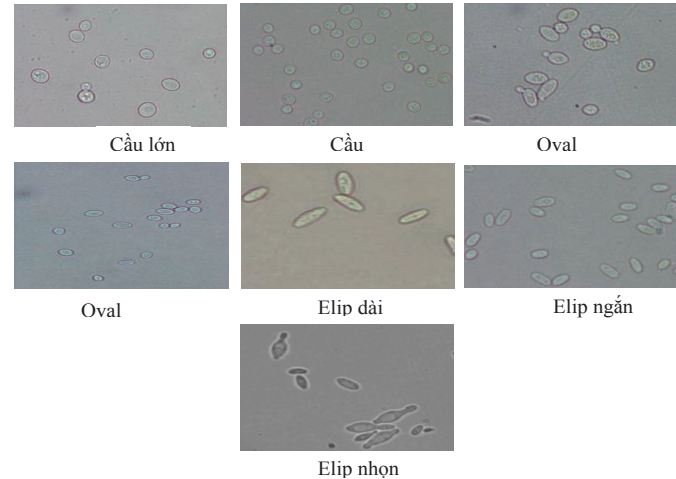
# 3. Kết quả và bàn luận

## 3.1. Phân lập nấm men và định danh sơ bộ các dòng nấm men tự nhiên từ dịch quả khóm

Kết quả phân lập được 34 dòng nấm men chia thành 7 nhóm hình dạng khác nhau: cầu lớn, cầu nhỏ, oval lớn, oval nhỏ, elip dài, elip ngắn, elip nhọn được thể hiện qua bảng 1.

**Bảng 1. Số lượng và hình dạng 34 dòng nấm men phân lập được.**

| Địa điểm   | Ký hiệu | Số dòng nấm men | Hình dạng tế bào nấm men |         |          |          |          |           |           |
|------------|---------|-----------------|--------------------------|---------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
|            |         |                 | Cầu lớn                  | Cầu nhỏ | Oval lớn | Oval nhỏ | Elip dài | Elip ngắn | Elip nhọn |
| Châu Thành | TC      | 27              | 4                        | 3       | 3        | 3        | 6        | 3         | 1         |
| Vị Thanh   | CD      | 7               | 1                        | 0       | 0        | 2        | 1        | 3         | 0         |
| Tân Phước  | TP      | 5               | 1                        | 1       | 0        | 1        | 0        | 0         | 2         |
| Tổng       |         | 34              | 6                        | 4       | 3        | 6        | 7        | 6         | 3         |



**Hình 1. Các nhóm hình dạng tế bào nấm men phân lập từ huyện Châu Thành.**

Từ kết quả bảng 1 cho thấy, các dòng nấm men cầu lớn, oval nhỏ đều có ở ba địa điểm thu mẫu. Tuy nhiên, màu sắc và kích thước khuẩn lạc có sự khác biệt giữa các địa điểm. Trong đó, địa điểm tại huyện Châu Thành có sự đa dạng về hình dạng và số lượng dòng nấm men (27 dòng nấm men). Mặt khác, ở mỗi địa điểm thu mẫu đều có những dòng nấm men có hình dạng đặc trưng riêng. Tại TP Vị Thanh, thu được dòng nấm men có hình dạng elip ngắn mà ở huyện Tân Phước không có. Tại huyện Tân Phước, phân lập được tế bào nấm men có hình elip nhọn nhiều nhất (2 dòng nấm men) trong các địa điểm (hình 1). Kết quả phân lập cho thấy, sự phân bố đa dạng của nấm men ở các vùng khác nhau. Kết luận phù hợp với nghiên cứu của N.X. Thành và cs (2005) [8] cho rằng nấm men phân bố rộng rãi khắp các nơi, nhất là hoa, vỏ quả, đất vườn, bề mặt của nhiều loại lá.

## 3.2. Đặc điểm nảy chồi của các dòng nấm men phân lập

Hai kiểu nảy chồi chính đã được xác định từ kết quả quan sát 34 dòng nấm men, đại diện cho 7 nhóm hình thái khác nhau: nảy chồi đa hướng và nảy chồi lưỡng cực. Bảng 2 trình bày kết quả cụ thể về kiểu nảy chồi của các nhóm.

## 3.3. Đặc điểm hình thành bào tử của các dòng nấm men phân lập

Sự hình thành bào tử của các dòng nấm men phân lập đã được quan sát trên môi trường thạch nước sau 6 tuần ủ ở nhiệt độ 30°C. Kết quả cho thấy 6 nhóm nấm men phân lập có khả năng hình thành bào tử, trong khi một nhóm không xuất hiện hiện tượng này, kết quả được trình bày trong bảng 2.

Các loài nấm men có thể được nhận diện dựa trên khả năng hình thành bào tử và hình thái bào tử của chúng, trong quá trình nuôi cấy nấm men chuyển đột ngột từ môi trường giàu sang môi trường nghèo dinh dưỡng, trong khi vẫn giữ nguyên độ ẩm tích tụ các hợp chất trung gian, đủ oxy của không khí thì tế bào sẽ sinh bào tử nằm trong các túi gọi là bào tử nang. Bào tử nang bền với các tác nhân bên ngoài như nhiệt độ cao, khô hạn nhưng kém bền hơn so với bào tử vi khuẩn [1].

### 3.4. Khả năng lên men đường glucose và saccharose

34 dòng nấm men phân lập được đánh giá khả năng lên men đường bằng cách nuôi cấy trên môi trường chứa glucose (2%) và saccharose (2%) sử dụng các ống nghiệm 10 ml có đặt chuông Durham [2] được trình bày trong bảng 2.

Kết quả cho thấy, hầu hết các dòng nấm men phân lập đều lên men được đường glucose và một số dòng nấm men không lên men được đường saccharose. Trong đó, 4 nhóm nấm men hình cầu nhỏ, cầu lớn, oval nhỏ, oval lớn đều có khả năng lên men được 2 loại đường glucose và saccharose. Ở nhóm nấm men hình elip ngắn và elip nhọn, lên men rất yếu hoặc không lên men đường glucose và không lên men đường saccharose. Ở nhóm nấm men elip dài có lên men đường glucose nhưng không lên men đường saccharose. Đây là cơ sở để xây dựng phương pháp định danh các loài nấm men.

### 3.5. Khả năng phân giải urea

Sau 7 ngày quan sát, 7 dòng thuộc nhóm elip dài (TC1.2, TC1.4, TC2.4, TC4.4, TC4.5, TC5.3, CD1.4) và 6 dòng thuộc nhóm elip ngắn

**Bảng 2. Tổng hợp các đặc điểm hình thái và sinh lý, sinh hoá của 34 dòng nấm men.**

| Dòng nấm men                                          | Đặc điểm hình thái |             | Đặc điểm sinh lý, sinh hoá |                                |                    |                | Chi (nhận diện sơ bộ) |
|-------------------------------------------------------|--------------------|-------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------|-----------------------|
|                                                       | Hình dạng          | Nảy chồi    | Bào tử                     | Lên men Glucose                | Lên men Saccharose | Phân giải Urea |                       |
| TC1.1; TC3.1<br>TC6.2; CD1.1<br>TP1.2                 | Cầu lớn            | Nhiều hướng | 1-2                        | +                              | +                  | -              | <i>Saccharomyces</i>  |
| TC1.3; TC4.1<br>TC6.1; TP1.3                          | Cầu nhỏ            | Nhiều hướng | 1-2                        | +                              | +                  | -              | <i>Saccharomyces</i>  |
| TC2.1; TC2.2<br>TC6.3; CD1.2<br>CD2.1; TP2.1          | Oval nhỏ           | Nhiều hướng | 1-2                        | +                              | +                  | -              | <i>Saccharomyces</i>  |
| TC3.1; TC3.4<br>TC4.2                                 | Oval lớn           | Nhiều hướng | 1-2                        | +                              | +                  | -              | <i>Saccharomyces</i>  |
| TC2.4; TC4.5<br>TC1.2; TC1.4<br>TC4.4; TC5.3<br>CD1.4 | Elip dài           | Lượng cực   | 1-3                        | +                              | -                  | +              | <i>Pichia</i>         |
| TC4.3; TC5.1<br>TC5.2; CD1.3<br>CD2.2;<br>CD2.3       | Elip ngắn          | Lượng cực   | 1-2                        | Lên men yếu hoặc không lên men | -                  | +              | <i>Pichia</i>         |
| TC3.2; TP1.1<br>TP2.2                                 | Elip nhọn          | Lượng cực   | 0                          | Lên men yếu hoặc không lên men | -                  | +              | <i>Hanseniaspora</i>  |

\* (+) Có lên men/ phân giải; (-) Không lên men/phân giải.

(TC4.3, TC5.1, TC5.2, CD1.3, CD2.2, CD2.3) phân giải được urea (cụ thể màu môi trường Christensen chuyển từ màu vàng sang đỏ tím). Các dòng còn lại (nhóm cầu nhỏ, cầu lớn, oval nhỏ, oval lớn, elip nhọn) không có khả năng phân giải urea.

### 3.6. Tuyển chọn dòng nấm men có hoạt lực lên men cao nhất từ các dòng đã phân lập

Theo ghi nhận hình thái, nhận diện sơ bộ đến giống nấm men của Kurtzman và cs (1998) [2] và L.D. Pham (2009) [1], tiến hành định danh sơ bộ 34 dòng nấm men thu được dựa trên các khảo sát đặc điểm hình thái, sinh lý và sinh hóa (bảng 2).

Các dòng nấm men thuộc nhóm cầu lớn (TC1.1, TC3.1, TC6.2, CD1.1, TP1.2), cầu nhỏ (TC1.2, TC4.1, TC6.1, TP1.3), oval nhỏ (TC2.1, TC2.2, TC6.3, CD1.2, CD2.1, TP2.1), oval lớn (TC3.1, TC3.4, TC4.2) thuộc chi *Saccharomyces*.

Các dòng nấm men thuộc nhóm elip dài (TC1.2, TC1.4, TC2.4, TC4.4, TC4.5, TC5.3, CD1.4), elip ngắn (TC4.3, TC5.1, TC5.2, CD1.3, CD2.2, CD2.3), elip nhọn (TC3.2, TP1.1, TP2.2) thuộc chi *Pichia*.

Giống *Saccharomyces* quan trọng nhất là loài *Saccharomyces cerevisiae* được dùng nhiều trong công nghiệp thực phẩm như rượu, bia, rượu vang...[9]. Các giống *Pichia*, *Hanseniaspora*, *Candida*... làm hỏng rượu, đặc biệt là mất mùi rượu vang [1].

Như vậy, tại 3 địa điểm thu mẫu Châu Thành, Vị Thanh, Tân Phước đã phân lập được 34 dòng nấm men từ quả khóm. Kết quả định danh sơ bộ 34 dòng nấm men này thuộc 3 chi *Saccharomyces*, *Pichia* và *Hanseniaspora*. Tiếp tục lựa chọn 18 dòng nấm men thuộc chi *Saccharomyces* để thực hiện thí nghiệm tiếp theo. Thí nghiệm được tiến hành song song trong bình tam giác và trong ống Durham.

### 3.7. Hoạt tính lên men của các dòng nấm men trong chuông Durham

Kết quả đo cột khí CO<sub>2</sub> trong ống Durham của 19 dòng nấm men cho thấy, thời gian đẩy khí CO<sub>2</sub> làm đầy cột khí trong ống Durham của các dòng nấm men khác nhau là khác nhau. Tại thời gian lên men 88 giờ, tất cả các dòng nấm men đã hoàn toàn làm đầy cột khí ống Durham. Bốn dòng TC2.1, TC3.1, TC4.2, CD1.2 có khả năng lên men mạnh, làm đầy cột khí ống Durham nhanh nhất tại thời điểm 8 giờ. Bên cạnh đó, 2 dòng TC6.3 và TP2.1 có thời gian kết thúc khá chậm (32 giờ). Thời gian làm đầy khí CO<sub>2</sub> trong ống Durham là tiêu chí để xác định dòng nấm men có hoạt tính lên men mạnh nhất từ các dòng đã phân lập.

### 3.8. Hoạt tính lên men của các dòng nấm men trong bình tam giác

Tiềm năng chuyển hóa và hiệu suất lên men của nấm men được phản ánh qua lượng rượu được sinh ra sau quá trình lên men. Độ rượu càng cao chứng tỏ hoạt lực lên men của nấm men càng mạnh, do tạo ra lượng rượu etylic lớn [6].

**Bảng 3** Các chỉ tiêu pH, độ Brix và độ rượu sau khi lên men của 18 dòng nấm men.

| STT    | Dòng nấm men | pH   | Độ Brix              | Độ rượu (% v/v)       |
|--------|--------------|------|----------------------|-----------------------|
| 1      | TC1.1        | 3,67 | 11,00 <sup>ghi</sup> | 6,49 <sup>hi</sup>    |
| 2      | TC1.3        | 3,98 | 7,67 <sup>cde</sup>  | 7,97 <sup>fg</sup>    |
| 3      | TC2.1        | 4,07 | 6,00 <sup>ab</sup>   | 9,56 <sup>bcd</sup>   |
| 4      | TC2.2        | 4,02 | 7,50 <sup>cde</sup>  | 8,23 <sup>efg</sup>   |
| 5      | TC3.1        | 4,10 | 8,67 <sup>ef</sup>   | 9,64 <sup>bcd</sup>   |
| 6      | TC3.3        | 4,05 | 7,67 <sup>cde</sup>  | 9,26 <sup>bcd</sup>   |
| 7      | TC3.4        | 3,97 | 7,17 <sup>bcd</sup>  | 7,43 <sup>gh</sup>    |
| 8      | TC4.1        | 3,99 | 7,50 <sup>cde</sup>  | 9,3 <sup>bcd</sup>    |
| 9      | TC4.2        | 4,06 | 5,67 <sup>a</sup>    | 11,62 <sup>a</sup>    |
| 10     | TC6.1        | 3,93 | 12,00 <sup>hij</sup> | 6,71 <sup>hi</sup>    |
| 11     | TC6.2        | 4,00 | 8,00 <sup>de</sup>   | 8,20 <sup>efg</sup>   |
| 12     | TC6.3        | 3,70 | 10,67 <sup>gh</sup>  | 6,47 <sup>hi</sup>    |
| 13     | CD1.1        | 4,03 | 6,50 <sup>abc</sup>  | 9,75 <sup>bc</sup>    |
| 14     | CD1.2        | 4,06 | 6,33 <sup>abc</sup>  | 10,06 <sup>b</sup>    |
| 15     | CD2.1        | 3,88 | 7,67 <sup>cde</sup>  | 8,78 <sup>cdef</sup>  |
| 16     | TP1.2        | 3,76 | 12,50 <sup>j</sup>   | 5,71 <sup>i</sup>     |
| 17     | TP1.3        | 3,76 | 12,33 <sup>ij</sup>  | 6,31 <sup>hi</sup>    |
| 18     | TP2.1        | 3,97 | 7,17 <sup>bcd</sup>  | 8,20 <sup>efg</sup>   |
| 19     | Đối chứng    | 3,62 | 9,67 <sup>fg</sup>   | 8,52 <sup>cdefg</sup> |
| CV (%) |              |      | 27,01                | 19,55                 |

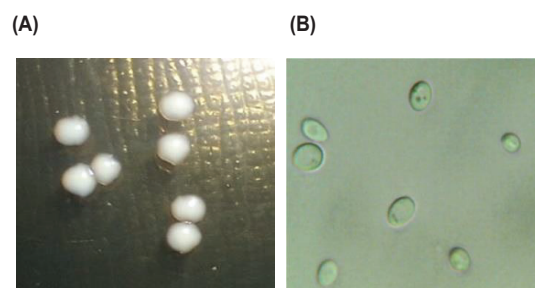
\*Số liệu trong bảng là trung bình của 3 lần lặp lại. a, b, c, d, e, f, g, h, i, j: Trong cùng một cột, các số có mang số mũ giống nhau là khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5% ( $p < 0,05$ ).

Kết quả bảng 3 cho thấy, trong 18 dòng nấm men lên men rượu vang khóm Tắc Cậu thì dòng nấm men TC4.2 cho độ rượu cao nhất (11,62%v/v) và khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê so với các dòng nấm men còn lại. Theo A. Boondaeng và cs (2021) [10] nghiên cứu khảo sát ảnh hưởng của nồng độ dịch khóm đến các đặc tính của rượu khóm trong quá trình lên men bằng nấm men *Saccharomyces cerevisiae*. Khảo sát ba nghiệm thức với tỷ lệ nước ép khóm:nước (1:1, 1:2 và 2:1) trong 10 ngày ở nhiệt độ 25°C đạt độ rượu cao nhất là 10,71% v/v ở tỷ lệ 2:1, tỷ lệ hỗn hợp 1:1 và 1:2 thu được độ rượu giá trị lần lượt là 9,61 và 8,35% v/v [10]. Theo N. Qi và cs (2017) [11] nghiên cứu khảo sát quy trình lên men rượu khóm ở nhiệt độ 20°C trong 7 ngày thu được độ rượu là 10,2% v/v và 5,4° độ Brix [11]. Qua so sánh các nghiên cứu có giá trị khoa học của quốc tế, cho thấy chủng nấm men TC4.2 cho độ rượu (11,62%v/v) cao hơn độ rượu của các nghiên cứu trên. Hơn nữa chủng nấm men TC4.2 còn cho độ rượu cao hơn các dòng nấm men chịu nhiệt theo nghiên cứu của H.X. Phong và cs (2017) [12] đã tiến hành tuyển chọn và định danh các chủng nấm men có khả năng chịu nhiệt và chịu cồn, đồng thời khảo sát các điều kiện tối ưu cho quá trình lên men rượu vang khóm. Kết quả cho thấy, điều kiện lên men thích hợp nhất đối với dòng *S. cerevisiae* Y8 là ở nhiệt độ 37°C với thời gian lên men kéo dài 5 ngày, độ rượu đạt 10,03% v/v. Tuy nhiên, chủng nấm men TC4.2 cho độ rượu (11,62%v/v) thấp hơn so với nghiên cứu của N.V. Thành và cs (2013) [4] đã khảo sát ảnh hưởng của độ Brix, độ pH và mật số nấm men phân lập của dịch lên men đến chất lượng rượu vang khóm Cầu Đức, kết quả rượu vang khóm đạt độ rượu cao từ 15,3-

15,95% v/v và hàm lượng đường sót còn lại thấp. Sự khác biệt này có lẽ do nguyên liệu khóm Cầu Đức có thành phần dinh dưỡng cao hơn khóm Tắc Cậu nên chủng nấm men này hoạt động tốt hơn.

Sự thay đổi hàm lượng đường trong quá trình lên men cũng là một tiêu chí quan trọng để đánh giá khả năng lên men của các dòng nấm men [1]. Do hoạt tính sinh học, nấm men sử dụng đường trong dịch quả làm nguồn carbon, đường bị chuyển hóa theo phản ứng enzyme tạo ra sản phẩm cuối cùng của quá trình lên men là rượu và CO<sub>2</sub>. Vì vậy sau khi lên men, độ Brix giảm so với ban đầu. Theo kết quả bảng 3, các dòng nấm men TC2.1, TC4.2, CD1.1, CD1.2 có độ Brix thấp tương ứng (5,67; 6,00; 6,33 và 6,50°), khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê với các dòng còn lại nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các dòng này với nhau. Độ rượu cao và hàm lượng đường sót thấp sau khi lên men là những chỉ số quan trọng, phản ánh khả năng chuyển hóa và hiệu suất lên men rượu vượt trội của nấm men [6].

Do đó, từ kết quả cho thấy dòng nấm men TC4.2 là dòng cho độ rượu cao nhất (11,62%v/v) trong 18 dòng đã khảo sát và độ Brix thấp nhất (5,67°) khác biệt có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95%. Bên cạnh đó, theo khảo sát khả năng lên men trong ống Durham, dòng nấm men TC4.2 cũng là một trong các dòng có khả năng làm đầy cột khí trong ống Durham nhanh nhất (8 giờ). Kết quả là trong các dòng nấm men được phân lập, TC4.2 được chọn là dòng có khả năng lên men mạnh nhất (hình 2). Dòng TC4.2 được chọn để tiếp tục bố trí thí nghiệm và định danh sinh học phân tử đến mức độ loài.



**Hình 2.** Hình dạng khuẩn lạc (A) và hình dạng tế bào (B) của dòng nấm men TC4.2.

### 3.9. Định danh dòng nấm men TC4.2 bằng phương pháp giải trình tự

Dòng nấm men TC4.2 được định danh bằng sinh học phân tử và phân tích trình tự gen 28S rRNA. Trình tự gen được giải có kích thước 449 bp với trình tự nucleotide như sau:

```
GTTTTGGCAAGAGCATGAGAGCTTTTACTGGGCAAGA
AGACAAGAGATGGAGAGTCCAGCCGGCCGTGCGCTTAAGTG
CGCGGTCTTGCTAGGCTTGTAAGTTTCTTTCTTGCTATTCCAA
ACGGTGAGAGATTTCTGTGCTTTTGTATAGGACAATTAAC
CGTTTCAATACAACACACTGTGGAGTTTTCATATCTTTGC
AACTTTTCTTTGGGCATTCGAGCAATCGGGGCCAGAGGTAA
CAAACACAAACAATTTTATTTATTCATTAAATTTTGTCAAAAA
CAAGAATTTTCGTAAGTGGAAATTTTAAATATTAATAAATTT
CAACAACGGATCTCTTGTTCTCGCATCGATGAAGAACGCA
GCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCGGTG
AATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCTT
```

Đoạn gen này được so sánh với các gen 28S rRNA của nấm men trong ngân hàng gen trên NCBI sử dụng công cụ BLASTN. Kết quả, đoạn gen 28S rRNA của dòng nấm men TC4.2 có độ tương đồng 100% so với trình tự gen 28S rRNA của *Saccharomyces cerevisiae*, số đăng ký trên GenBank là ON782648.1 (hình 3). Như vậy, kết quả định danh chứng tỏ rằng dòng nấm men TC4.2 là dòng *Saccharomyces cerevisiae*.

| Description                                                                                                                    | Scientific Name      | Max Score | Total Score | Query Cover | E value | Per ident | Acc. Len | Accession                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------|-------------|-------------|---------|-----------|----------|----------------------------|
| <a href="#">Saccharomyces sp. AF145-1-1 genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2, 28S rRNA, partial and complete s...</a>     | <i>Saccharomyces</i> | 830       | 830         | 100%        | 0.0     | 100.00%   | 771      | <a href="#">LC361436.1</a> |
| <a href="#">Saccharomyces cerevisiae isolate SDP5 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcri...</a> | <i>Saccharomyces</i> | 830       | 830         | 100%        | 0.0     | 100.00%   | 790      | <a href="#">ON782648.1</a> |
| <a href="#">Saccharomyces cerevisiae strain HBUS61012 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosom...</a>     | <i>Saccharomyces</i> | 830       | 830         | 100%        | 0.0     | 100.00%   | 802      | <a href="#">ON681717.1</a> |
| <a href="#">Saccharomyces cerevisiae strain HBUS61011 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosom...</a>     | <i>Saccharomyces</i> | 830       | 830         | 100%        | 0.0     | 100.00%   | 803      | <a href="#">ON681716.1</a> |
| <a href="#">Saccharomyces cerevisiae strain HBUS61010 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosom...</a>     | <i>Saccharomyces</i> | 830       | 830         | 100%        | 0.0     | 100.00%   | 806      | <a href="#">ON681715.1</a> |
| <a href="#">Saccharomyces cerevisiae strain HBUS61009 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosom...</a>     | <i>Saccharomyces</i> | 830       | 830         | 100%        | 0.0     | 100.00%   | 805      | <a href="#">ON681714.1</a> |
| <a href="#">Saccharomyces cerevisiae strain HBUS61008 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosom...</a>     | <i>Saccharomyces</i> | 830       | 830         | 100%        | 0.0     | 100.00%   | 804      | <a href="#">ON681713.1</a> |
| <a href="#">Saccharomyces cerevisiae strain HBUS61006 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosom...</a>     | <i>Saccharomyces</i> | 830       | 830         | 100%        | 0.0     | 100.00%   | 805      | <a href="#">ON681711.1</a> |
| <a href="#">Saccharomyces cerevisiae strain RFD-7106 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal R...</a>  | <i>Saccharomyces</i> | 830       | 830         | 100%        | 0.0     | 100.00%   | 784      | <a href="#">ON651607.1</a> |

Hình 3. So sánh trình tự gen 28S rRNA của dòng nấm men TC4.2 cho thấy tương đồng 100% với chủng nấm men *Saccharomyces cerevisiae* ON782648.1.

Kết quả giải trình tự phù hợp với nghiên cứu phân lập và tuyển chọn nấm men lên men rượu vang dịch quả cóc chín (*Spondias dulcis* Forst.) của T.T.T. Hoa (2020) [13], dòng nấm men tuyển chọn được là MCN2 so sánh trình tự gen được kết quả tương đồng 98,74% với dòng nấm men *Saccharomyces cerevisiae* (số đăng ký KP998094.1). H.V. Kiet (2021) [14] nghiên cứu phân lập và tuyển chọn được dòng nấm men FBY015 lên men rượu vang măng cầu xiêm (*Annona murica* L.) so sánh trình tự tương đồng 99,37% với trình tự nấm men *Saccharomyces cerevisiae* với số đăng ký KX434760.1. *Saccharomyces cerevisiae* là một trong những loài nấm men hữu dụng, chiếm 80% trong nước quả lên men, có khả năng tạo cồn lên tới 16°(v/v) [1]. Loài nấm men này được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp sản xuất rượu, không chỉ bởi khả năng lên men hiệu quả trên dịch quả hoặc môi trường chứa hàm lượng đường cao mà còn nhờ vào việc tạo ra các sản phẩm lên men với hương vị đặc trưng [15].

#### 4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu đã phân lập được 34 dòng nấm men từ các mẫu khóm tại 3 tỉnh Kiên Giang, Hậu Giang, Tiền Giang thuộc 7 nhóm hình dạng tế bào: cầu nhỏ, cầu lớn, oval lớn, oval nhỏ, elip ngắn, elip dài và elip nhọn. Kết quả nhận diện sơ bộ cho thấy 34 dòng nấm men thuộc 3 chi *Pichia*, *Hanseniaspora* và *Saccharomyces*.

Từ 18 dòng nấm men thuộc chi *Saccharomyces*, tuyển chọn được dòng nấm men TC4.2 có hoạt lực lên men mạnh nhất tạo ra độ rượu 11,62% v/v.

Nấm men TC4.2 được phân loại thuộc loài *Saccharomyces cerevisiae*.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] L.D. Pham (2009), *Industrial Yeasts*, Science and Technics Publishing House, 331pp (in Vietnamese).
- [2] C.P. Kurtzman, J.W. Fell (1998), *The Yeast: A Taxonomic Study*, Elsevier Science, 1076pp.
- [3] N.D. Luong, P.T. Huyen, N.A. Tuyet (2006), *Biotechnological Experiments, Vol.2- Microbiological Experiments*, Ho Chi Minh National University Publishing House, 524pp (in Vietnamese).
- [4] N.L. Dung, D.X. Muou, N.P. Tien, et al. (1972), *Some Methods of Microbiological Research, Volume 1*, Science and Technics Publishing House, 428pp (in Vietnamese).
- [5] N.V. Thanh, N.M. Thuy, T.T. Que, et al. (2013), "Isolation, selection and identification of yeast in pineapple wine fermentation", *Journal of Biotechnology and Fishery*, **25**, pp.27-35 (in Vietnamese).
- [6] T.M. Tam (2000), *Applied Microbiology*, Ho Chi Minh City Agricultural Publishing House, 223pp (in Vietnamese).
- [7] M. Korabecna (2007), "The Variability in The fungal ribosomal DNA (ITS1, ITS2, and 5.8 S rRNA gene): Its biological meaning and application in medical mycology, Communicating current", <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2261725>, accessed 20 January 2022.
- [8] N.X. Thanh, N.B. Hien, V.T. Hoan (2005), *Industrial Microbiology Textbook*, Education Publishing House, 252pp (in Vietnamese).
- [9] H.T. Toan, H.N.T. Tam (2017), *Mycology Textbook I (Yeasts)*, Can Tho University Publishing House, 359pp (in Vietnamese).
- [10] A. Boondaeng, S. Kasemsumran, K. Ngowsuwan (2021), "Fermentation condition and quality evaluation of pineapple fruit wine", *Fermentation*, **8**(1), DOI: 10.3390/fermentation8010011.
- [11] Q. Ningli, L. Ma, L. Li, et al. (2017), *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, 100pp.
- [12] H.X. Phong, D.M. Loi, N.N. Thanh, et al. (2017), "Selection of heat-resistant yeast and study of fermentation conditions for pineapple wine", *Journal of Agriculture, Fisheries and Biotechnology*, **51**, pp.7-15 (in Vietnamese).
- [13] T.T.T. Hoa (2020), *Isolation, Selection and Identification of Yeast in The Fermentation of Ambarella Wine*, Master's thesis in Biotechnology, Can Tho University (in Vietnamese).
- [14] H.V. Kiet (2021), *Selection and Application of Yeast Isolated from Soursop (Annona murica L.) for Wine Production*, Master's thesis in Biotechnology, Can Tho University (in Vietnamese).
- [15] C.P. Kurtzman, J.W. Fell, T. Boekhout, et al. (2011), "Chapter 7 - Methods for isolation, phenotypic characterization and maintenance of yeasts", *The Yeasts* (Fifth Edition), Elsevier, DOI: 10.1016/B978-0-444-52149-1.00007-0.

# Nghiên cứu xác định các thành phần dinh dưỡng và tác dụng chống oxy hóa của một số loại rau baby họ Cải

Lê Hồng Quang\*, Nguyễn Thị Minh Khanh, Nguyễn Thị Trang, Trần Thị Hải, Lê Văn Trọng

*Viện Công nghiệp Thực phẩm, 301 Nguyễn Trãi, phường Thanh Xuân Trung, quận Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam*

Ngày nhận bài 10/2/2023; ngày chuyển phản 15/2/2023; ngày nhận phản biện 16/3/2023; ngày chấp nhận đăng 20/3/2023

## Tóm tắt:

Rau baby họ Cải là loại rau non, có kích thước nhỏ hơn so với rau trưởng thành, được người tiêu dùng ưa chuộng trong thời gian gần đây nhờ vào sự tươi mới và lợi ích dinh dưỡng của chúng. Trong nghiên cứu này, hàm lượng một số chất dinh dưỡng cơ bản, hàm lượng tổng polyphenol, flavonoid và khả năng chống oxy hóa của 3 loại rau baby họ Cải, gồm: rau baby cải Rocket, cải Kale và cải bó xôi được tiến hành đánh giá. Kết quả cho thấy, rau baby cải Rocket cho hàm lượng các chất dinh dưỡng, các chất chống oxy hóa cao hơn so với 2 loại rau còn lại, cụ thể: rau baby cải Rocket có hàm lượng nước 91,54%, protein 4,28%, xơ thô 0,84%, polyphenol tổng số 119,2 mg/100 g chất khô; flavonoid tổng số 431,90 mg/100 g chất khô, khả năng chống oxy hóa 59.674,27  $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$  khối lượng tươi. Kết quả nghiên cứu là cơ sở cho việc sử dụng 3 loại rau nguyên liệu này vào chế biến các sản phẩm từ rau baby họ Cải như bột rau nguyên xơ, bột rau hòa tan.

Từ khóa: khả năng chống oxy hóa, rau baby cải bó xôi, rau baby cải Kale, rau baby cải Rocket, rau baby họ Cải.

Chỉ số phân loại: 1.6, 2.10, 4.6

## Study to determine the nutritional components and antioxidant capacity of some cruciferous baby vegetables

Hong Quang Le\*, Thi Minh Khanh Nguyen, Thi Trang Nguyen, Thi Hai Tran, Van Trong Le

*Food Industries Research Institute, 301 Nguyen Trai Street, Thanh Xuan Trung Ward, Thanh Xuan District, Hanoi, Vietnam*

Received 10 February 2023; revised 16 March 2023; accepted 20 March 2023

## Abstract:

Baby cruciferous vegetables are young vegetables, smaller in size than mature vegetables, which are becoming popular with consumers in recent times due to their freshness and nutritional benefits. In the context of this study, an examination was conducted to assess the content of some basic nutrients, total polyphenols, flavonoids and antioxidant capacity of three cruciferous vegetables, including: baby rocket, baby kale, and baby spinach. The results highlighted significant differences among the vegetables, with baby rocket exhibiting notably higher levels of nutrients and antioxidants than the other two vegetables; in particular, baby rocket had a water content of 91.54%, protein content of 4.28%, crude fibre content of 0.84%, total polyphenol content of 119.2 mg/100 g dry matter basis; total flavonoid content of 431.90 mg/100 g dry matter basis, and antioxidant capacity of 59674.27  $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$  of fresh vegetable. These results provide a foundation for potential applications of these vegetables to process some products, such as whole-fibre vegetable powder and soluble vegetable powder.

Keywords: antioxidant capacity, baby cruciferous vegetables, baby kale, baby rocket, baby spinach.

Classification numbers: 1.6, 2.10, 4.6

\*Tác giả liên hệ: Email: lequang@firi.vn

## 1. Đặt vấn đề

Rau họ Cải (*Brassicaceae*) là nhóm rau quan trọng thứ ba sau các loại rau họ Cà (*Solanaceae*) và Bầu bí (*Cucurbitaceae*). Vào năm 2020, sản lượng ước tính của rau họ Cải trên toàn thế giới đạt 100 triệu tấn, diện tích canh tác đạt 4 triệu ha [1]. Trong đó, Trung Quốc là nước sản xuất chính các loại rau họ Cải, chiếm đến gần 45% tổng sản lượng [1]. Tại Việt Nam, các loại rau họ Cải cũng được sử dụng phổ biến, chiếm tỷ trọng cao nhất và đều có năng suất, sản lượng tăng lên hàng năm [2]. Nhóm rau họ Cải rất giàu dinh dưỡng, bao gồm chất xơ, một số carotenoid như beta-carotene, lutein, zeaxanthin, vitamin C, E và K, folate và khoáng chất. Thêm vào đó, rau họ Cải còn là nguồn cung cấp dồi dào các hợp chất chứa lưu huỳnh, glucosinolate (GTS), khiến rau có vị đắng hoặc cay và mùi thơm nồng. Ngoài ra, những hoạt chất sinh học quan trọng trong rau họ Cải có tác dụng đối với sức khỏe có thể kể đến là các hợp chất phenolic, polyphenol, flavonoid, đặc biệt là hợp chất glucosinolates như indole, aliphatic và isothiocyanates (ITC)... Các hoạt chất này có vai trò quan trọng cho sức khỏe con người như phòng chống ung thư, phòng chống và hỗ trợ điều trị bệnh tiểu đường type 2, chống oxy hóa, chống viêm... [3].

Hàm lượng và số lượng các chất dinh dưỡng trong các loại rau họ Cải rất khác nhau, điều này không những tùy thuộc vào từng loại rau mà còn tùy thuộc vào từng giai đoạn phát triển. Các loại rau non như rau baby thuộc họ Cải đều được đánh giá là có hàm lượng các chất dinh dưỡng, đặc biệt là các chất có hoạt tính sinh học cao hơn nhiều so với rau trưởng thành và các loại rau khác [4].

Ngày nay, việc sản xuất, tiêu dùng rau baby đang trở thành một xu hướng mới do loại rau này tốt về dinh dưỡng và quy trình gieo trồng đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm. Thêm vào đó, rau baby họ Cải có hàm lượng nước cao, do đó rau có độ giòn nhiều hơn so với rau thông thường. Rau baby họ Cải có kích thước vừa phải phù hợp cho các món gói, món cuốn nên cũng được người tiêu dùng ưa chuộng. Với mong muốn sử dụng được nhiều hơn các chất dinh dưỡng và đáp ứng thị hiếu người tiêu dùng, việc nghiên cứu, phát triển các sản phẩm từ rau baby họ Cải là một việc làm đang được hướng tới. Tuy nhiên, hiện nay các nghiên cứu về chế biến, đánh giá hàm lượng chất dinh dưỡng của các loại rau baby họ Cải đang được trồng phổ biến tại Việt Nam vẫn chưa được tiến hành bài bản, chưa tạo được cơ sở tiền đề cho việc nghiên cứu phát triển các loại sản phẩm chế biến từ loại rau này.

Xuất phát từ những lý do kể trên, trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành đánh giá hàm lượng các chất dinh dưỡng cơ bản và hàm lượng các hoạt chất có hoạt tính sinh học của 3 trong số các loại rau baby họ Cải có nguồn gốc nhập ngoại đang được trồng phổ biến tại nước ta bao gồm: rau baby cải Rocket, cải Kale và cải Bó xôi. Đây cũng là cơ sở để lựa chọn nguyên liệu rau có hàm lượng các chất dinh dưỡng và hoạt chất sinh học cao sử dụng làm nguyên liệu cho chế biến sản xuất các sản phẩm thực phẩm như là: bột rau nguyên xơ, bột rau hòa tan...

## 2. Nguyên vật liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Nguyên vật liệu

Nhóm nghiên cứu đã tiến hành các thí nghiệm khảo sát để xác định được thời điểm thu hoạch rau baby của các giống rau baby cải Rocket, cải Kale và cải Bó xôi, các loại rau này được gieo trồng từ hạt và thu hoạch khi chiều dài lá (đo từ gốc đến chóp lá) đạt khoảng 8 cm [5]. Cụ thể, rau baby cải Rocket và cải Kale được thu hoạch sau 60 ngày, cải Bó xôi được thu hoạch sau 45 ngày gieo trồng tại Hợp tác xã Sản xuất và Dịch vụ Nông nghiệp Thanh Hà (Thường Tín, Hà Nội). Rau có màu xanh tươi đặc trưng, mọng nước, không bị thối hỏng, dập nát, được vận chuyển về phòng thí nghiệm trong vòng 2-6 giờ sau khi thu hoạch.

### 2.2. Phương pháp lấy mẫu rau

Rau baby cải Rocket, cải Kale và cải Bó xôi được lấy mẫu theo TCVN 9016:2011. Các loại mẫu sẽ được lấy theo thứ tự sau:

- Lấy mẫu ban đầu: Lấy từ khu vực gieo trồng, trong đó số mẫu đơn tối thiểu là 5 mẫu, khối lượng chung của mẫu đơn <250 g/đơn vị.
- Lấy mẫu chung: Gộp và trộn lẫn các mẫu đơn đã lấy tại bước lấy mẫu ban đầu của từng loại rau baby đã lấy.
- Mẫu phòng thử nghiệm: Phụ thuộc vào các thử nghiệm cần phải tiến hành trong phòng thí nghiệm, mẫu thí nghiệm được lấy từ mẫu chung.

### 2.3. Phương pháp phân tích

- Xác định hàm lượng nước tổng bằng phương pháp sấy đến khối lượng không đổi theo FIRI-M-300 (10 TCVN 842:2006).
- Xác định hàm lượng protein bằng phương pháp Kjeldahl theo TCVN 8125:2015.
- Xác định hàm lượng chất xơ thô bằng kỹ thuật túi lọc theo FIRI.M.153 (ANKOM method A2000 - Tham khảo theo AOCS Standard Procedure Ba 6a-05:2012).
- Xác định hàm lượng polyphenol tổng số tính theo axit gallic bằng phương pháp đo màu dùng thuốc thử Folin-Ciocalteu theo TCVN 9745-1:2013.
- Xác định hàm lượng flavonoid tổng số tính theo quercetin bằng phương pháp đo màu theo FIRI.M.172 (UV-Vis được mô tả bởi B.J. Xu và cs (2007) [6]).
- Xác định khả năng chống oxy hóa bằng phản ứng với 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl theo FIRI.M.311 (TCVN 11939: 2017).

### 2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Kết quả thí nghiệm được phân tích ANOVA trên phần mềm Microsoft Excel để so sánh sự khác biệt trung bình giữa các lần lặp lại trong cùng thí nghiệm  $p < 0,05$ .

### 3. Kết quả và bàn luận

#### 3.1. Đánh giá các thành phần dinh dưỡng cơ bản của 3 loại rau baby họ Cải

Hàm lượng một số thành phần dinh dưỡng cơ bản bao gồm: hàm lượng nước, protein và xơ thô của 3 loại rau baby họ Cải đã được xác định (hình 1).

Kết quả hình 1 cho thấy, rau baby cải Bó xôi có hàm lượng nước cao nhất (94,55%), tiếp đến là cải Rocket (91,54%) và thấp nhất là cải Kale (90,99%) (hình 1A). Kết quả này cũng tương đồng với nghiên cứu của D. Thavanrajah và cs (2019) [7] khi công bố kết quả hàm lượng nước trong một số loại rau họ Cải nằm trong khoảng 80-95%. Lượng nước trong rau quyết định đến chất lượng cảm quan của rau, rau có hàm lượng nước cao sẽ giòn và có vị mát hơn.

Về hàm lượng protein (hình 1B): Rau baby cải Rocket có hàm lượng protein đạt cao nhất (4,28%), thấp nhất là cải Bó xôi (2,53%). Protein chứa trong rau cải baby Rocket cũng tương tự như các loại protein của các giống cải khác, không phải là một loại protein hoàn chỉnh vì nó không chứa một lượng lớn các axit amin thiết yếu. Tuy nhiên, do hàm lượng và thành phần của nó nên protein trong rau cải Rocket có thể được coi là chất bổ sung có giá trị trong chế độ ăn uống [8].

Về hàm lượng chất xơ thô (hình 1C): Trong 3 loại rau baby họ Cải được khảo sát, cải Rocket có hàm lượng chất xơ thô đạt cao nhất (0,84%). Chất xơ chiếm phần lớn lượng chất xơ của rau và là một chất dinh dưỡng quan trọng giúp cho tiêu hóa được thuận lợi, tăng cường dinh dưỡng cho cơ thể. Chất

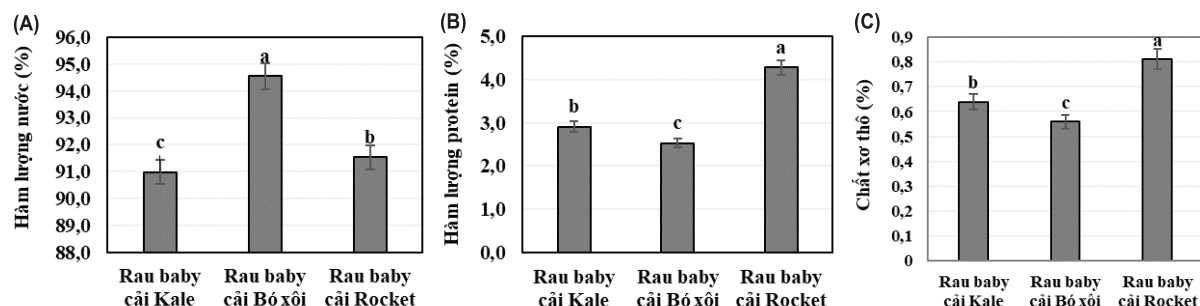
xơ bao gồm carbohydrat và lignin không tiêu giúp kích thích khả năng miễn dịch, tăng cường khả năng hấp thụ khoáng chất, giảm nguy cơ ung thư ruột kết, rủi ro béo phì, giảm lượng glucose lưu thông dư thừa trong máu, giảm mức cholesterol và cải thiện độ nhạy insulin. Trong nghiên cứu của P. Emebu và cs (2011) [9] cũng đã xác định được hàm lượng chất xơ của cải Kale (trưởng thành) đạt 1,94-8,39%, cao hơn so với hàm lượng chất xơ thô của các loại rau baby trong nghiên cứu, điều này là do chất xơ chưa được tổng hợp nhiều ở giai đoạn rau baby, nên khi so sánh với rau trưởng thành hàm lượng chất xơ ở rau baby sẽ thấp hơn.

#### 3.2. Đánh giá hàm lượng các hoạt chất sinh học của 3 loại rau baby họ Cải

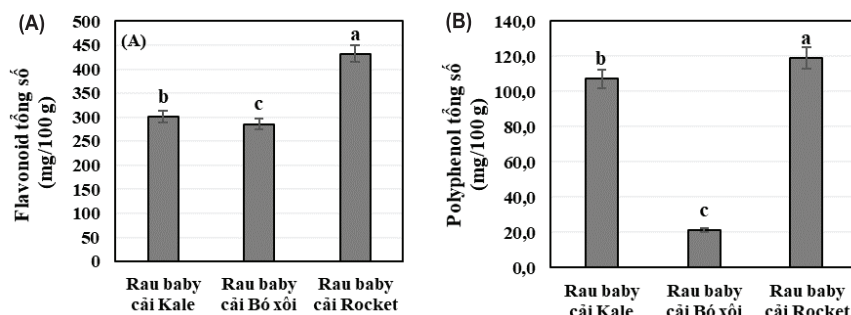
Như đã đề cập ở trên, các loại rau baby họ Cải cũng chứa các hợp chất phi dinh dưỡng tăng cường sức khỏe như flavonoid, polyphenol, phenolic... Những hợp chất này có vai trò rất quan trọng trong việc ngăn ngừa các loại bệnh như ung thư và các bệnh mãn tính khác [3]. Trong nghiên cứu này, hàm lượng polyphenol tổng số và flavonoid tổng số của 3 loại rau baby họ Cải đã được xác định, kết quả thể hiện ở hình 2.

Kết quả hình 2 cho thấy:

Về hàm lượng flavonoid tổng số (hình 2A): Trong số 3 loại rau baby khảo sát, cải Rocket có hàm lượng flavonoid cao nhất (đạt 431,9 mg/100 g), cải Bó xôi có hàm lượng flavonoid thấp nhất (285,76 mg/100 g). Nghiên cứu của M.S. Kim và cs (2014) [10] cho thấy, hàm lượng flavonoid tổng số của rau mầm bông cải xanh được chiết xuất bằng ethanol đạt 1,06 mg/g chất khô.



Hình 1. Hàm lượng các chất dinh dưỡng cơ bản tính theo khối lượng khô của 3 loại rau baby họ Cải: (A) Hàm lượng nước, (B) Hàm lượng protein, (C) Chất xơ thô. Các chữ cái khác nhau trên mỗi cột thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa ở mức  $\alpha=0,05$ .



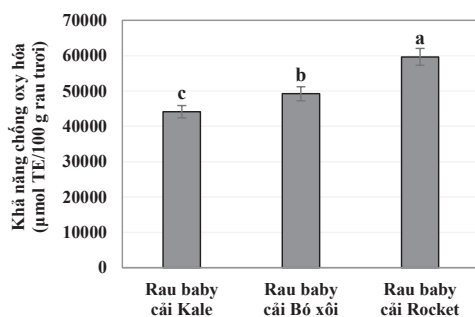
Hình 2. Hàm lượng flavonoid (A) và polyphenol (B) tổng số tính theo khối lượng khô của 3 loại rau baby họ Cải. Các chữ cái khác nhau trên mỗi cột thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa ở mức  $\alpha=0,05$ .

Flavonoid trong các loại rau họ Cải có rất nhiều hoạt tính sinh học như: chống oxy hóa, tác dụng bảo vệ mao mạch và khả năng ngăn ngừa ung thư... [3]. Các flavonoid đại diện trong rau họ Cải có thể kể đến như: quercetin (23 mg/100 g trong cải Kale) và isohamnetin (24 mg/100 g trong cải Kale)... [11].

Về hàm lượng polyphenol tổng số (hình 2B): Giống như flavonoid, polyphenol cũng có nhiều trong thực vật và các loại rau. Polyphenol cũng là chất có khả năng chống oxy hóa, chống ung thư và kháng khuẩn. Trong nghiên cứu này, rau baby cải Rocket có hàm lượng polyphenol tổng số đạt cao nhất 119,2 mg/100 g, cao gấp gần 6 lần so với rau baby cải Bó xôi.

### 3.3. Đánh giá khả năng chống oxy hóa của 3 loại rau baby họ Cải

Khả năng chống oxy hóa là khả năng trung hòa, bắt giữ các gốc tự do gây phá hủy tế bào. Khả năng chống oxy hóa được coi là một tham số cơ bản để đánh giá chất lượng dinh dưỡng của rau, củ, quả, là một chỉ số gián tiếp để đánh giá về sự hiện diện của các chất có hoạt tính chống oxy hóa. Mỗi hợp chất chống oxy hóa thực hiện hoạt động bảo vệ của nó thông qua các cơ chế, hiệu quả khác nhau tùy thuộc vào cấu trúc hóa học và chất nền mà nó hoạt động. Vì lý do này, phân tích khả năng chống oxy hóa thường được ưu tiên hơn so với phép đo đơn lẻ từng chất chống oxy hóa. Kết quả xác định khả năng chống oxy hóa của 3 loại rau baby họ Cải được trình bày ở hình 3.



Hình 3. Khả năng chống oxy hóa của 3 loại rau baby họ Cải. Các chữ cái khác nhau trên mỗi cột thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa ở mức  $\alpha=0,05$ .

Kết quả trên hình 3 cho thấy, rau baby cải Rocket có khả năng chống oxy hóa cao nhất, điều này tỷ lệ thuận với hàm lượng các hoạt chất flavonoid và polyphenol tổng số có trong loại rau này. Khả năng chống oxy hóa cao của rau cải Rocket cũng đã được chứng minh khi xác định bằng phương pháp DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) và FRAP (Ferric ion reducing antioxidant power) trong nghiên cứu của A. Durazzo và cs (2013) [12]. Các nghiên cứu được thực hiện bởi Z. Xiao và cs (2019) [13] cũng đã xác định được hoạt tính chống oxy hóa hoặc khả năng loại bỏ gốc tự do 2,2 Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) của các giống khác nhau thuộc họ Cải nằm trong phạm vi từ 157,3 đến 806,3  $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$  rau tươi ăn được. Có thể thấy rằng, rau baby họ Cải trong nghiên cứu có hoạt tính kháng oxy hóa cao hơn so với rau trưởng thành.

## 4. Kết luận

Nghiên cứu đã xác định được một số chất dinh dưỡng cơ bản, chất có hoạt tính sinh học và khả năng chống oxy hóa của 3 loại rau baby họ Cải hiện đang được trồng và tiêu dùng phổ biến ở nước ta là cải Kale, cải Bó xôi và cải Rocket. Kết quả cho thấy, rau baby cải Rocket cho hàm lượng flavonoid tổng số (431,90 mg/100 g chất khô) và polyphenol tổng số (119,20 mg/100 g chất khô) cùng khả năng chống oxy hóa (59674,27  $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$  rau tươi) cao nhất trong số 3 loại rau khảo sát. Thông tin này hữu ích cho việc lựa chọn nguyên liệu rau baby họ Cải để phát triển các sản phẩm chế biến với chất lượng dinh dưỡng và cảm quan được cải thiện theo nhu cầu thị hiếu người tiêu dùng.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nations (2021), *FAOSTAT Database*, Top exports of "Cabbages and Other Brassicas" and "Cauliflower and Broccoli".
- [2] T.V. Vu, H.T.N. Nguyen, S.T. Pham, et al. (2011), "Some indigenous knowledge on cultivated and used of local green mustard", *Journal of Vietnam Agricultural Science and Technology*, **2**(14), pp.67-70 (in Vietnamese).
- [3] K.M.F. González, A.Y.H. Alamanza, N.M.D.F. Salcido, et al. (2020), "The value of bioactive compounds of cruciferous vegetables (Brassica) as antimicrobials and antioxidants: A review", *Journal of Food Biochemistry*, **44**(10), pp.1-21, DOI: 10.1111/jfbc.13414.
- [4] A. Abellan, R.D. Perles, D.A. Moreno, et al. (2019), "Sorting out the value of cruciferous sprout as sources of bioactive compounds for nutrition and health", *Journal of Nutrients*, **11**(429), pp.2-22, DOI: 10.3390/nu11020429.
- [5] M. Takahama, K. Kawagishi, A. Sugawara, et al. (2019), "Classification and screening of baby-leaf vegetables on the basis of their yield, external appearance and internal quality", *The Horticulture Journal*, **88**(3), pp.387-400, DOI: 10.2503/hortj.UTD-033.
- [6] B.J. Xu, S.K.C. Chang (2007), "A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents", *Journal of Food Science*, **72**(2), pp.159-166, DOI: 10.1111/j.1750-3841.2006.00260.x.
- [7] D. Thavarajah, N. Siva, N. Johnson, et al. (2019), "Effect of cover crops on the yield and nutrient concentration of organic kale (*Brassica oleracea* L. var. acephala)", *Scientific Reports*, **9**(1), pp.1-8, DOI: 10.1038/s41598-019-46847-9.
- [8] E. Ceyhan, M. Harmankaya, A. Kahraman, et al. (2014), "Combining ability and heterosis for concentration of mineral elements and protein in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)", *Turk J. Agric.*, **38**(5), pp.581-590, DOI: 10.3906/tar-1307-56.
- [9] P. Emebu, J. Anyika (2011), "Proximate and mineral composition of kale (*Brassica oleracea*) grown in Delta State, Nigeria", *Pakistan Journal of Nutrition*, **10**(2), pp.190-194, DOI: 10.3923/pjn.2011.190.194.
- [10] M.S. Kim, Y.S. Lee, H.Y. Kwon, et al. (2014), "Antioxidative, antimicrobial, and anti-proliferative activities of the floret and stalk of broccoli (*Brassica oleracea* L.)", *Korean J. Microbiol. Biotechnol.*, **42**(1), pp.58-66, DOI: 10.4014/kjmb.1401.01003.
- [11] C. Sousa, L. Graciliana, D.M. Pereira, et al. (2007), "Screening of antioxidant compounds during sprouting of *Brassica oleracea* L. var. costata DC.", *Comb. Chem. High Throughput Screen*, **10**(5), pp.377-386, DOI: 10.2174/138620707781662817.
- [12] A. Durazzo, E. Azzini, M.C. Lazzè, et al. (2013), "Italian wild rocket (*Diplo-taxis tenuifolia* (L.) DC.): Influence of agricultural practices on antioxidant molecules and on cytotoxicity and antiproliferative effects", *Agriculture*, **3**(2), pp.285-298, DOI: 10.3390/agriculture3020285.
- [13] Z. Xiao, S.R. Rausch, Y. Luo, et al. (2019), "Microgreens of Brassicaceae: Genetic diversity of phyto-chemical concentrations and antioxidant capacity", *LWT - Food Science and Technology*, **101**, pp.731-737, DOI: 10.1016/j.lwt.2018.10.076.

# Kết quả xác định tên khoa học và phân tích hàm lượng allantoin của các mẫu Hoài sơn thu thập tại Đắk Lắk

Nguyễn Văn Tâm, Nguyễn Quỳnh Nga, Nguyễn Thị Phương, Trịnh Văn Vượng, Nguyễn Thị Hương, Trần Thị Lan\*

*Viện Dược liệu, 3 Quang Trung, phường Trảng Tiễn, quận Hoàn Kiếm, Hà Nội, Việt Nam*

Ngày nhận bài 10/6/2024; ngày chuyển phản biện 12/6/2024; ngày nhận phản biện 5/7/2024; ngày chấp nhận đăng 9/7/2024

## Tóm tắt:

Hoài sơn được sử dụng rộng rãi như một loại cây thực phẩm và thảo dược ở các nước châu Á. Trong nghiên cứu này, tổng số 4 mẫu Hoài sơn thu thập ở tỉnh Đắk Lắk được giám định và đánh giá hoạt chất. Thí nghiệm áp dụng phương pháp hình thái so sánh để xác định tên khoa học các mẫu thu thập. Kết quả cho thấy, có 2 mẫu thuộc loài *Dioscorea alata* L., 1 mẫu thuộc loài *Dioscorea persimilis* Prain & Burk., 1 mẫu thuộc loài *Dioscorea* sp.. Hàm lượng allantoin của các mẫu thu thập biến động từ 0,17 đến 0,27%. Trong đó, mẫu thuộc loài *D. persimilis* có hàm lượng allantoin cao nhất nên được khuyến cáo sử dụng làm vật liệu nhân giống để mở rộng vùng trồng. Các kết quả này cung cấp dữ liệu nhận diện loài *D. persimilis* ở địa phương và định hướng phát triển vùng sản xuất dược liệu Hoài sơn tại tỉnh Đắk Lắk.

Từ khóa: allantoin, *Dioscorea persimilis*, Đắk Lắk.

Chỉ số phân loại: 1.6, 3.4, 3.5

## The results of scientific name identification and allantoin content assessment of the *Dioscorea persimilis* samples collected from Dak Lak province

Van Tam Nguyen, Quynh Nga Nguyen, Thi Phuong Nguyen, Van Vuong Trinh, Thi Huong Nguyen, Thi Lan Tran\*

*National Institute of Medicinal Materials, 3 Quang Trung Street, Trang Tien Ward, Hoan Kiem District, Hanoi, Vietnam*

Received 10 June 2024; revised 5 July 2024; accepted 9 July 2024

## Abstract:

*Dioscorea* is widely used as a food crop and medicinal herb in Asian countries. In this study, a total of four *Dioscorea* samples collected from Dak Lak province were identified and evaluated for active compounds. The experiment utilised morphological comparison methods to determine the scientific names of the collected samples. The results showed that two samples belonged to the species *Dioscorea alata* L., one to *Dioscorea persimilis* Prain & Burki., and one to *Dioscorea* sp.. The allantoin content of the collected samples ranged from 0.17 to 0.27%. The sample belonging to the species *D. persimilis* exhibited the highest allantoin content. Therefore, this sample is recommended for use as propagation material in efforts to expand cultivation areas. The sample belonging to the species *D. persimilis* exhibited the highest allantoin content; thus, this sample is recommended for use as propagation material to expand cultivation areas. These findings provide data for identifying *D. persimilis* locally and guide the development of *Dioscorea* medicinal plant production areas in Dak Lak province.

Keywords: allantoin, Dak Lak, *Dioscorea persimilis*.

Classification numbers: 1.6, 3.4, 3.5

\*Tác giả liên hệ: Email: Tranlanvdl@gmail.com

## 1. Đặt vấn đề

Củ của Hoài sơn (*Dioscorea persimilis* Prain et. Burk.) là một loại thực phẩm và dược liệu phổ biến trong y học cổ truyền ở nhiều nước trên thế giới [1]. Chúng có bộ phận sử dụng là củ và được sử dụng rộng rãi như một loại thực phẩm cũng như điều trị chứng suy nhược cơ thể, tiêu chảy, kiết lỵ mãn tính, di tinh, mộng tinh, hoạt tinh, viêm tử cung (bạch đới), suy thận, đau lưng, tiểu nhiều, hoa mắt chóng mặt và ra mồ hôi trộm [1, 2], ung thư [2], bệnh đường ruột [1-3]. Dược liệu Hoài sơn là thành phần chính của các sản phẩm thương mại như bột Hoài sơn (Công ty Cổ phần Nông nghiệp thương mại du lịch Bầu Mây, Công ty TNHH Đầu tư Thương mại Lương Việt, Công ty TNHH Mady), viên nang, viên nén (sản phẩm Gmetho GSV - Công ty cổ phần GSV tại Việt Nam, Hoàn vị đan - Công ty TNHH Công nghệ Herbitech, Bỏ thận âm TW3 - Công ty Cổ phần Dược phẩm Trung ương 3), siro, nước uống (Bổ phế Nam Hà chỉ khái lộ - Công ty Dược phẩm Nam Hà, Bổ phế Bảo Thanh - Công ty Dược phẩm Hoa Linh).

Chi *Dioscorea* trên thế giới có khoảng 600 loài, ở Việt Nam có hơn 40 loài [4, 5]. Sự đa dạng này có thể gây nhầm lẫn trong trồng, thu hái, chế biến, sản xuất và sử dụng giữa các loài. Hoài sơn đã được ghi nhận tại nhiều vùng của Việt Nam [1], tuy nhiên, với nhu cầu sử dụng rộng rãi cùng với việc thiếu các thông tin, thiếu kinh nghiệm nên chúng thường bị nhầm lẫn và giả mạo. Do đó, nghiên cứu này tập trung giám định tên khoa học và đánh giá chất lượng (hoạt chất allantoin) của các mẫu Hoài sơn thu thập tại tỉnh Đắk Lắk nhằm tìm kiếm các dữ liệu nhận biết và khuyến cáo loài Hoài sơn phù hợp cho phát triển tại nơi này và các khu vực có điều kiện tương tự.

## 2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Vật liệu

Tổng số 4 mẫu tiêu bản và mẫu củ tươi Hoài sơn (bảng 1) thu thập ở các điểm sinh thái khác nhau ở Đắk Lắk được sử dụng để định danh tên khoa học và đánh giá hàm lượng allantoin.

**Bảng 1.** Ký hiệu và nơi thu thập các mẫu Hoài sơn trong thí nghiệm.

| Thứ tự | Ký hiệu | Nơi thu thập                                                                                      |
|--------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | HS-01   | Xã Eanuôl, huyện Buôn Đôn, tỉnh Đắk Lắk                                                           |
| 2      | HS-02   | Xã Hòa Thắng, TP Buôn Ma Thuột, tỉnh Đắk Lắk                                                      |
| 3      | HS-03   | Xã Eanuôl, TP Buôn Ma Thuột, tỉnh Đắk Lắk                                                         |
| 4      | HS-04   | Trồng tại xã Hòa Thắng, TP Buôn Ma Thuột, tỉnh Đắk Lắk có nguồn gốc tại Thái Bình (mẫu đối chứng) |

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Nghiên cứu thực vật học

Thu thập mẫu: Áp dụng phương pháp của N.N. Thịn (2007) [6]. Các mẫu là các mẫu tươi thu từ tự nhiên hoặc vùng trồng ngoài thực địa, dưới dạng là các đoạn cành lá mang hoa/quả có

chiều dài 20-40 cm để định danh và củ tươi để đánh giá chất lượng.

Phân tích và định danh tên khoa học: HS-01 đến HS-04 là mẫu số của các mẫu tiêu bản sau khi thu thập. Hoạt động mô tả hình thái và định danh tên khoa học được thực hiện tại Trung tâm Tài nguyên Dược liệu, Viện Dược liệu theo các bước sau:

+ Đánh giá kiểu hình: Các bộ phận sinh dưỡng và đặc biệt là các bộ phận sinh sản là hoa và quả được phân tích đánh giá. Kính lúp được sử dụng để quan sát các kiểu hình và máy ảnh được dùng để ghi lại hình ảnh các bộ phận của mẫu.

+ Định danh tên khoa học: Phương pháp định danh áp dụng theo phương pháp so sánh hình thái, đối chiếu với khóa phân loại. Bản mô tả trong các tài liệu thực vật như Cây cỏ Việt Nam (2000) [7], Danh lục Cây thuốc Việt Nam (2017) [8] và Thực vật chí Trung Quốc - Flora of China (2000) [9] được sử dụng để định danh tên khoa học cho mẫu thu thập.

+ So sánh đối chiếu: Các mẫu nghiên cứu được đối chiếu với bộ mẫu lưu tại Phòng tiêu bản của Viện Dược liệu.

+ Mô tả hình thái: Mô tả từ các bộ phận lớn bên ngoài đến chi tiết các bộ phận nhỏ bên trong, mẫu sử dụng ở dạng sống gồm thân, lá, hoa và quả.

#### 2.2.2. Đánh giá chất lượng dược liệu của các mẫu Hoài sơn thu thập

Bộ phận đánh giá chất lượng dược liệu là củ của các mẫu thu thập được sấy khô và thực hiện tại Trung tâm Ứng dụng Khoa học công nghệ, Viện Dược liệu. Hàm lượng allantoin là tiêu chí đánh giá.

Định tính allantoin: Áp dụng phương pháp sắc ký lớp mỏng theo chuyên luận củ mài, Dược điển Việt Nam V, Phụ lục 5.4 [10].

Định lượng allantoin: Định lượng allantoin bằng phương pháp sắc ký lỏng hiệu năng cao [11].

## 3. Kết quả và bàn luận

### 3.1. Kết quả định danh tên khoa học của các mẫu thu thập

Hình ảnh các bộ phận: thân, lá, hoa, quả và củ của 4 mẫu Hoài sơn đã được ghi lại và phân tích đặc điểm bằng máy ảnh và kính.

Sau khi phân tích các đặc điểm hình thái của các mẫu và tham khảo các tài liệu, kết hợp đối chiếu với tiêu bản của chi *Dioscorea* đang lưu giữ tại Phòng Tiêu bản của Khoa Tài nguyên Dược liệu (có số hiệu NIMM-352, NIMM-2312, NIMM-2975, NIMM-6550, NIMM-7593), đã xác định được tên khoa học của 3 mẫu HS-01, HS-02 và HS-04. Riêng mẫu HS-03 chưa thu được cơ quan sinh sản (hoa, quả) nên chỉ xác định tên khoa học tới họ và chi (bảng 1-3).

**Bảng 1. Danh pháp khoa học và đặc điểm của mẫu Hoài sơn HS-01, HS-02.**

| Nội dung     | Kết quả, thông tin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ký hiệu mẫu  | HS-01, HS-02                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Tên khoa học | <i>Dioscorea alata</i> L.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Synonym      | <i>Dioscorea alata</i> var. <i>purpurea</i> (Roxb.) H.F. Macmill. [12]<br><i>Polynome alata</i> (L.) Salisb. [13]<br><i>Dioscorea eburina</i> Lour. [14]                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Tên Việt Nam | Củ cái, Củ mỡ, Khoai vạc, Khoai tía, Khoai ngà, Khoai ngọt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Họ thực vật  | Dioscoreaceae - Họ Củ nâu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Mô tả        | Là cây thân thảo. Lá có cuống dài, mọc đối (thường chỉ có một lá dài dẹt); phiến có kích thước khoảng 6-20x8-13 cm, hình trái tim hẹp, với thùy gốc tròn, đỉnh nhọn ngắn hoặc hình mũi tên, với thùy đáy góc cạnh, đỉnh có đuôi. Hoa: nhỏ, mọc rải rác, đực và cái mọc ở nách lá trên các cây riêng biệt; hoa đực mọc thành chùm dài tới 30 cm; hoa cái có gai nhỏ hơn. Quả nang hình quả khế có ba cạnh và có cánh. Hạt có cánh (hình 1A và 1B). |

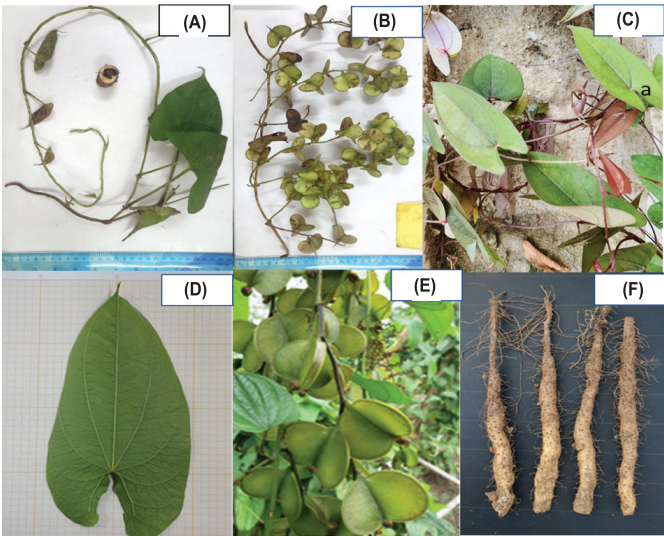
**Bảng 2. Danh pháp khoa học mẫu Hoài sơn HS-04.**

| Nội dung      | Kết quả, thông tin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ký hiệu mẫu   | HS-04                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Tên khoa học: | <i>Dioscorea persimilis</i> Prain & Burk.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Synonym       | <i>Dioscorea raishaensis</i> Hayata [15]<br><i>Dioscorea hamiltonii</i> Hook. f. [16]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Tên Việt Nam: | Củ mài, Hoài sơn, Khoai mài, Sơn dược, Khoai sơn, Khoai chup                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Họ thực vật:  | Dioscoreaceae - Họ Củ nâu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Mô tả         | Mẫu thu thập có dạng dây leo, có thân củ. Củ dài nhất có thể đạt 100 cm, đường kính khoảng 2-10 cm được bao quanh bởi nhiều rễ con. Thân thảo hơi có góc cạnh, có “thiên hoài” xuất hiện ở nách lá. Lá đơn, mọc đối hoặc so le, đầu lá nhọn, phía cuống hình tim. Phiến lá dài 8-10 cm, rộng 6-8 cm. Cuống dài 1,5-3,5 cm (hình 1D-1F). Hoa đực và hoa cái mọc ở nách lá trên các cây riêng biệt. Quả nang hình quả khế có ba cạnh và có cánh. Mùa hoa vào tháng 7-8. Mùa quả vào tháng 9-11 (hình 1D-1F). |

**Bảng 3. Danh pháp khoa học mẫu Hoài sơn HS-03.**

| Yêu cầu           | Kết quả                                        |
|-------------------|------------------------------------------------|
| Tên khoa học loài | <i>Dioscorea</i> sp. (chưa xác định) (hình 1C) |
| Thuộc chi         | <i>Dioscorea</i> Plum. ex L. - Củ nâu          |
| Họ thực vật       | Dioscoreaceae - Họ Củ nâu                      |

Như vậy, các mẫu Hoài sơn đã được giám định tên khoa học. Hai mẫu HS-01 và HS-02 được xác định là loài *D. alata* và mẫu HS-04 được xác định là loài *D. Persimilis*. Mẫu HS-03 còn là một loài khác chưa được định danh đến cấp độ loài. Các mẫu này đều thuộc chi củ nâu (*Dioscorea* Plum. ex L.), họ củ nâu (Dioscoreaceae) (hình 1).



**Hình 1. Các mẫu Hoài sơn thu thập tại Đắk Lắk. (A) HS-01; (B) HS-02; (C) HS-03; (D) HS-04; (E, F) Quả và củ của HS-04.**

### 3.2. Kết quả phân tích hàm lượng allantoin của các mẫu Hoài sơn thu thập tại Đắk Lắk

Chỉ tiêu chính để phản ánh chất lượng dược liệu các loài Hoài sơn là hàm lượng allantoin. Hoạt chất này tỷ lệ thuận cao với chất lượng dược liệu. Kết quả định lượng allantoin của các mẫu Hoài sơn nghiên cứu được thể hiện qua bảng 4.

**Bảng 4. Chất lượng dược liệu của các mẫu Hoài sơn thu thập tại Đắk Lắk.**

| Thứ tự | Ký hiệu mẫu | Hàm lượng allantoin (%) |
|--------|-------------|-------------------------|
| 1      | HS-01       | 0,21                    |
| 2      | HS-02       | 0,17                    |
| 3      | HS-03       | 0,18                    |
| 4      | HS-04       | <b>0,27</b>             |

Kết quả nghiên cứu cho thấy, hàm lượng hoạt chất chính của các mẫu Hoài sơn thu thập là có khác nhau (bảng 4). Các mẫu dược liệu Hoài sơn trong thí nghiệm có hàm lượng allantoin dao động trong khoảng 0,17-0,27% tính theo khối lượng khô kiệt. Trong đó, Hoài sơn HS-04 có hàm lượng allantoin vượt trội các mẫu Hoài sơn khác trong nghiên cứu. Mẫu Hoài sơn này phù hợp và hứa hẹn một tiềm năng lớn trong canh tác sản xuất dược liệu Hoài sơn tại Đắk Lắk, cần được nhân rộng theo quy hoạch và nhu cầu của thị trường. Loài Hoài sơn này cũng đã ghi nhận trong dược điển với tên củ mài [10] nhằm khuyến cáo sử dụng trong y, dược học.

### 4. Kết luận

Tổng 4 mẫu Hoài sơn thu thập tại vùng trồng và môi trường tự nhiên của Đắk Lắk đã được giám định danh pháp khoa học, tất cả các mẫu thu thập đều thuộc chi *Dioscorea*, họ Dioscoreaceae, trong đó có 2 mẫu thuộc loài *D. alata*, 1 mẫu thuộc loài *D. persimilis* và 1 mẫu thuộc loài *Dioscorea* sp..

Mẫu HS-04 thuộc loài *D. Persimilis* khi trồng ở Đắc Lắc có chất lượng dược liệu cao nhất trong 4 mẫu thu thập (hàm lượng allantoin đạt 0,27%), cần được khuyến cáo mở rộng vùng theo quy hoạch và nhu cầu thị trường tại tỉnh này và các khu vực có điều kiện tương tự.

## LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện nhờ sự hỗ trợ kinh phí từ Chương trình Quỹ gen được quản lý bởi Sở Khoa học và Công nghệ Đắc Lắc thông qua đề tài: “Nghiên cứu bảo tồn và phát triển nguồn gen Hoài sơn (*Dioscorea persimilis* Prain et Burk.) và Kim ngân hoa (*Lonicera japonica* Thunb.) tại tỉnh Đắc Lắc”. Các tác giả xin chân thành cảm ơn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] V.V. Chi (2012), *Vietnamese Medicinal Plants Dictionary*, Medical Publisher, pp.654-655 (in Vietnamese).
- [2] N.T.T. Ngan, N.H. Hoang, N.T. Hien, et al. (2020), “Cytotoxic phenanthrenes and phenolic constituents from the tubers of *Dioscorea persimilis*”, *Journal Phytochemistry Letters*, **40**, pp.139-143, DOI: 10.1016/j.phytol.2020.10.005.
- [3] Q. Zhang, G. Wu, S. Shen, et al. (2023), “*Dioscoreae persimilis* polysaccharide ameliorates DSS-induced ulcerative colitis in mice through modulation of microbiota composition”, *Journal of Holistic Integrative Pharmacy*, **4(2)**, pp.157-165, DOI: 10.1016/j.jhip.2023.09.004.
- [4] N.H. Tuan, N.T.M. Hanh, N.T. Mai (2018), “Extraction and isolation of some saponins from the rhizome of *Dioscorea zingiberensis* C.H. Wright, Dioscoreaceae family, collected in Quang Ngai”, *Journal of Pharmacy*, **58(9)**, pp.61-64 (in Vietnamese).
- [5] Vietnam Plant Resources Center (), *Dioscoreaceae*, <https://www.botanyvn.com/cnt.aspx?param&Dioscoreaceae&list=Familia>, accessed 6 June 2024.
- [6] N.N. Thin (2007), *Methods of Plant Research*, Vietnam National University - Hanoi Publishing House, pp.5-12 (in Vietnamese).
- [7] P.H. Ho (2000), *Vietnamese Plants*, Young Publishing House, pp.226-228 (in Vietnamese).
- [8] National Institute of Medicinal Materials (2017), *The List of Medicinal Plants in Vietnam*, Science and Technics Publishing House, 260pp (in Vietnamese).
- [9] C.C. Ting, M.G. Gilbert (2000), *Flora of China*, Science Press, Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, pp.54-120.
- [10] Ministry of Health (2017), *Vietnam Pharmacopoeia*, Medical Publishing House, pp.1127-1128 (in Vietnamese).
- [11] T.T. Oanh, N.T.V. Anh (2014), “Determine the allantoin content in yam (*Dioscorea Persimilis*, Dioscoreaceae) using high-performance liquid chromatography”, *Journal of Pharmaceutical Research and Drug Information*, **3**, pp.82-85 (in Vietnamese).
- [12] World Flora Online Plant List (1905), *Dioscorea Alata Var. Purpurea (Roxb.) H.F.Macmill*, <https://wfpplantlist.org/taxon/wfo-1200067940-2023-12?page=1>, accessed 6 June 2024.
- [13] R.A. Salisbury (1866), *The Genera of Plants*, <https://www.ipni.org/n/urn:lsid:ipni.org:names:318861-1>, accessed 6 June 2024.
- [14] J.D. Loureiro (1790), *Dioscorea Eburnea Lour., Fl. Cochinch*, <https://www.ipni.org/n/urn:lsid:ipni.org:names:317926-1>, accessed 6 June 2024.
- [15] B. Hayata (1921), *Dioscorea raishaensis Hayata, Icon. Pl. Formosan*, <https://www.ipni.org/n/318499-1>, accessed 6 June 2024.
- [16] J.D. Hooker (1892), *Flora of British India*, <https://www.ipni.org/n/318038-1>, accessed 6 June 2024.

# Ứng dụng hệ thống CRISPR/Cas9 trong chỉnh sửa gen ở *Bacillus* spp.

Ngô Hồng Dương<sup>1</sup>, Hoàng Đăng Hiếu<sup>1</sup>, La Việt Hồng<sup>2,3</sup>, Phạm Bích Ngọc<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>*Viện Công nghệ Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, phường Nghĩa Đô, quận Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam*

<sup>2</sup>*Viện Nghiên cứu Khoa học và Ứng dụng, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội 2, đường Nguyễn Văn Linh, phường Xuân Hoà, TP Phúc Yên, tỉnh Vĩnh Phúc, Việt Nam*

<sup>3</sup>*Khoa Sinh - Kỹ thuật Nông nghiệp, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội 2, đường Nguyễn Văn Linh, phường Xuân Hoà, TP Phúc Yên, tỉnh Vĩnh Phúc, Việt Nam*

Ngày nhận bài 16/9/2022; ngày chuyển phản biện 20/9/2022; ngày nhận phản biện 13/10/2022; ngày chấp nhận đăng 17/10/2022

## **Tóm tắt:**

CRISPR/Cas (Clustered regularly interspaced short palindromic repeats/CRISPR-associated protein) là một hệ miễn dịch ở sinh vật nhân sơ có vai trò chống lại các yếu tố di truyền ngoại lai, như sự xâm nhập của plasmid và thể thực khuẩn. Khi hệ thống CRISPR/Cas được phát hiện có khả năng chỉnh sửa gen ở người vào năm 2013, ngày càng có nhiều nghiên cứu hoàn thiện hệ thống với mục đích ứng dụng chỉnh sửa gen trên nhiều đối tượng khác nhau bao gồm vi sinh vật, thực vật, động vật và ở người. Từ đó đến nay, hệ thống này ngày càng tối ưu với nhiều ưu điểm dễ dàng thiết kế, sử dụng, độ chính xác cao vượt trội hơn hẳn so với các phương pháp chỉnh sửa gen trước đây. Gần đây, việc chỉnh sửa gen bằng hệ thống này trên *Bacillus* spp. đã và đang nhận được nhiều sự quan tâm do những ứng dụng rộng rãi của *Bacillus* spp. trong nông nghiệp, công nghiệp cũng như y học. Trong bài báo này, chúng tôi cung cấp những hiểu biết về hệ thống CRISPR/Cas9 và các nghiên cứu về việc sử dụng công nghệ CRISPR/Cas9 trong chỉnh sửa gen ở *Bacillus* spp. Những thông tin này góp phần giúp cho các nhà khoa học dễ dàng tiếp cận với hệ thống chỉnh sửa gen CRISPR/Cas9 và ứng dụng hệ thống này vào nghiên cứu của họ một cách thuận tiện hơn.

**Từ khóa:** *Bacillus* spp., chỉnh sửa gen, CRISPR/Cas, hệ thống CRISPR/Cas9, plasmid.

**Chỉ số phân loại:** 1.6, 4.6

# Applications of CRISPR/Cas9 systems for gene editing in *Bacillus* spp.

Hong Duong Ngo<sup>1</sup>, Dang Hieu Hoang<sup>1</sup>, Viet Hong La<sup>2,3</sup>, Bich Ngoc Pham<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Biotechnology, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet Street, Nghia Do Ward, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam*

<sup>2</sup>*The Institute for Science and Application, Hanoi Pedagogical University No. 2, Nguyen Van Linh Street, Xuan Hoa Ward, Phuc Yen City, Vinh Phuc Province, Vietnam*

<sup>3</sup>*Faculty of Biology and Agricultural Engineering, Hanoi Pedagogical University No. 2, Nguyen Van Linh Street, Xuan Hoa Ward, Phuc Yen City, Vinh Phuc Province, Vietnam*

Received 16 September 2022; revised 13 October 2022; accepted 17 October 2022

## **Abstract:**

CRISPR/Cas (Clustered regularly interspaced short palindromic repeats/CRISPR-associated protein) is an immune system in prokaryotic organisms that plays a role in defending against foreign genetic elements, such as plasmid invasion and bacteriophage attacks. The key event occurred in 2013 when this technology was identified as capable of editing human genes. When the CRISPR/Cas system was discovered to have the ability to edit human genes in 2013, an increasing number of studies have worked to improve the system with the goal of applying gene editing to a variety of subjects, including microorganisms, plants, animals, and humans. Since then, this system has continuously been optimised, offering many advantages such as ease of design and use, along with superior accuracy compared to previous gene editing methods. Recently, gene editing in *Bacillus* species using this system has attracted a lot of attention because it offers a wide range of applications in agriculture, industry, and medicine. This article presents information on the CRISPR/Cas9 system and its application in the gene editing of *Bacillus* species. This information helps scientists easily access the CRISPR/Cas9 gene-editing system, facilitating its application in their research more effectively and conveniently.

**Keywords:** *Bacillus* spp., CRISPR/Cas, CRISPR/Cas9 system, gene editing, plasmid.

**Classification numbers:** 1.4, 4.6

\*Tác giả liên hệ: Email: pbngoc@ibt.ac.vn

## 1. Tổng quan

CRISPR được phát hiện lần đầu tiên vào năm 1987 bởi một nhóm khoa học gia ở Đại học Osaka, Nhật Bản khi nghiên cứu trên vi khuẩn cổ. Các nhà khoa học đã mô tả trình tự CRISPR là các chuỗi DNA lặp có kích thước ngắn với chức năng chưa được xác định [1]. Sau đó, nó được phát hiện trên các vi sinh vật nhân sơ khác ở các nghiên cứu tiếp theo. Chức năng của chuỗi trình tự CRISPR (CRISPR array) và gen Cas 9 cũng như cơ chế hoạt động của nó được nghiên cứu và làm rõ vào năm 2007 [2]. CRISPR/Cas là hệ thống miễn dịch thích ứng trong nhiều vi khuẩn và hầu hết vi khuẩn cổ [3], cung cấp khả năng miễn dịch chống lại virus và plasmid. Trong hệ thống này, DNA của virus hoặc plasmid xâm nhập sẽ bị phân cắt thành bộ đệm mới và được lưu trữ trong một mảng trong DNA. Khi cùng một loại virus hoặc plasmid xâm nhập trở lại, DNA xâm nhập tương ứng sẽ được xác nhận và can thiệp [3]. Bước ngoặt đột phá trong sử dụng hệ thống CRISPR/Cas được ghi nhận năm 2013 với những thành công trong việc chỉnh sửa hệ gen trên tế bào người [4]. Sau thành công này, hệ thống CRISPR/Cas tiếp tục được mở rộng nghiên cứu trên rất nhiều đối tượng sinh vật khác nhau, bao gồm vi sinh vật, động vật, thực vật... trở thành hệ thống chỉnh sửa hệ gen đơn giản, chính xác và hiệu quả nhất tính tới thời điểm hiện tại.

*Bacillus* spp. là loài vi khuẩn chủ yếu ở đất và vùng rễ cây. Chúng là một trong những vi khuẩn nội sinh thực vật phổ biến nhất [5]. *Bacillus* spp. là một nhóm vi khuẩn lớn và đa dạng bao gồm cả các vi khuẩn không gây bệnh và gây bệnh. Hầu hết các loài *Bacillus* spp. cũng như các sản phẩm của chúng, được coi là an toàn cho mục đích sử dụng đối với môi trường [6]. Những vi khuẩn này được ứng dụng để thương mại hóa vì khả năng tiết ra một số chất chuyển hóa có hoạt tính sinh học, tạo ra nội bào tử có khả năng chống lại các điều kiện sinh trưởng bất lợi và phát triển nhanh chóng trong các môi trường khác nhau [7, 8]. Quần thể *Bacillus* spp. có thể tồn tại lâu dài trong đất và rễ cây mà không có bất kỳ ảnh hưởng lâu dài nào đối với các quần thể vi khuẩn khác [9]. Các chế phẩm dựa trên *Bacillus* thương mại được phát triển và phân phối trên toàn thế giới và chứa các chủng có lợi của *Bacillus* bao gồm *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus velezensis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus thuringiensis* [10].

## 2. Ứng dụng của vi khuẩn *Bacillus* spp.

*Bacillus* spp. là chi vi khuẩn có mặt ở khắp mọi nơi trong môi trường. Các loài này được sử dụng để sản xuất dược phẩm, sản phẩm trong công nghiệp và trong nông nghiệp (bảng 1) [11]. Alinit là phân bón hữu cơ sinh học đầu tiên được thương mại hóa có nguồn gốc từ vi khuẩn *Bacillus* spp. Phân bón sinh học có thể được sử dụng thay thế cho phân bón hóa học và thuốc trừ sâu và có thể cung cấp những hiểu biết mới về việc tăng cường sự phát triển và năng suất cây trồng khi đối mặt với dịch bệnh [12]. Các loài/chủng *Bacillus* spp. có lợi cho thực vật thường liên kết với rễ hoặc vùng sinh thái rễ và phát triển màng sinh học để tăng sự phát triển của thực vật [13]. Việc sử dụng phân bón có *Bacillus* vào đất có thể tăng cường các dạng chất dinh dưỡng hữu hiệu cho cây trồng trong vùng sinh thái rễ, kiểm soát vi sinh vật gây bệnh phát triển và tạo ra hệ thống phòng vệ các bệnh dịch hại [14, 15].

**Bảng 1. Ảnh hưởng của phân bón sinh học chứa *Bacillus* đến cây trồng.**

| Loài                                                                  | Hiệu quả đối với cây trồng                                                                                                 | Tham khảo    |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <i>B. insolitus</i> ; <i>B. subtilis</i> ; <i>B. methylotrophicus</i> | Tăng chiều dài và sinh khối của chồi, rễ và lá                                                                             | [16-18]      |
| <i>B. megaterium</i> ; <i>B. subtilis</i>                             | Tăng năng suất quả và hạt                                                                                                  | [19, 20]     |
| <i>B. pumilus</i> ; <i>B. megaterium</i>                              | Hòa tan P và cố định N trong đất và tăng vận chuyển của chúng đến rễ                                                       | [21, 22]     |
| <i>B. subtilis</i> ; <i>B. methylotrophicus</i>                       | Tổng hợp các hormone tăng trưởng thực vật (IAA, GAs, cytokinin và spermidines) kích hoạt sự phát triển của thực vật        | [18, 23, 24] |
| <i>B. subtilis</i> ; <i>B. mojavensis</i>                             | Tiết ACC deaminase để ức chế quá trình già hoá thực vật                                                                    | [25, 26]     |
| <i>B. megaterium</i> ; <i>B. methylotrophicus</i>                     | Tăng cường protein nội sinh, axit amin, đường, sắc tố quang hợp và khoáng chất (K, Mg, Na, P, Fe, Zn, và N) trong thực vật | [18, 21]     |

Những ứng dụng công nghiệp của *Bacillus* spp. đặc biệt là *B. subtilis*, đã phát triển nhanh chóng trong những thập kỷ qua. Nó đã hoạt động như một nhà máy sản xuất tế bào vi sinh vật cho nhiều sản phẩm công nghiệp [27, 28], bao gồm các enzyme [29], protein ngoại lai [30], kháng sinh [31], vitamin [32] và axit amin [33]. Các hợp chất hóa học do *B. subtilis* sản xuất cũng đóng vai trò quan trọng trong các lĩnh vực khác nhau, chẳng hạn như: thực phẩm, thức ăn chăn nuôi, mỹ phẩm, hóa chất và dược phẩm. Những sản phẩm từ *B. subtilis* thường được sử dụng để bổ sung vi sinh cải thiện chức năng đường ruột và ngăn ngừa bệnh trong chăn nuôi gia súc và gia cầm [34]. Ngoài ra, nó có thể được sử dụng trong xử lý sinh học nước và ngăn ngừa dịch bệnh cho các sinh vật nuôi trồng thủy sản như tôm và cá [35]. *B. subtilis* có khả năng sản xuất các chất kháng sinh kháng vi khuẩn và nấm, nó cũng có thể tạo ra các chất kháng virus, chống ung thư và ức chế miễn dịch [36].

Là những vi sinh vật an toàn với con người nên *B. amyloliquefaciens* có thể được bổ sung vào thức ăn cũng như nước uống, giúp tăng cường các vi sinh vật có lợi cho đường ruột giúp phòng chống các vấn đề về tiêu hóa, đồng thời cải thiện khả năng dung nạp lactose giúp tăng cường hệ thống miễn dịch [37, 38].

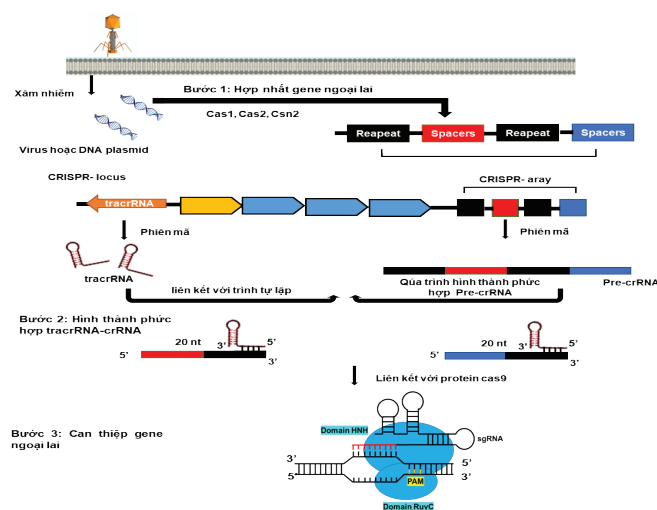
## 3. Hệ thống chỉnh sửa gen CRISPR/Cas

CRISPR/Cas là một họ các trình tự DNA trong bộ gen của các sinh vật nhân sơ như vi khuẩn và vi khuẩn cổ [39]. Những trình tự DNA này được hình thành từ các đoạn DNA ngoại lai (như plasmid, thể thực khuẩn và các phần tử di truyền di động) từng tấn công vào sinh vật nhân sơ đó [2]. Chúng được dùng để phát hiện và phá hủy DNA ngoại lai tương tự trong các lần tấn công về sau. Do đó, chúng được coi là hệ miễn dịch của vi khuẩn và vi khuẩn cổ [39].

Hệ thống CRISPR/Cas lần đầu tiên được phát hiện bởi các nhà khoa học Nhật Bản ở *Escherichia coli* [1], nhưng hiện nay nó đã được tìm thấy trong hàng loạt các loài sinh vật nhân sơ. Trong các loài này, CRISPR/Cas có vùng DNA thể hiện tính di truyền rộng rãi đa dạng, nhưng tất cả chúng đều có một kiến trúc cơ bản chung bao gồm một CRISPR array bao gồm các đoạn lặp lại trực tiếp xen kẽ với các trình tự vùng đệm (spacer), có nguồn gốc từ axit nucleic ngoại lai; CRISPR array này nằm gần Cas operon [40-42]. CRISPR/Cas được phân chia thành ba nhóm chính (Type I, Type II và Type III) [43]. Trong đó, nhóm II (type II) đang được sử dụng rộng rãi trong nghiên cứu chỉnh sửa hệ gen. Nhóm này gồm Cas 9, Cas 1 và Cas 2 [43]. Trong đó, Cas 9 tham gia vào quá trình tổng hợp các CRISPR-RNA (crRNA) [43] và quá trình phá hủy DNA ngoại lai [44]. Cas 9 gồm hai domain chức năng là RuvC-like nuclease và HNH nuclease [45], có vai trò phân cắt các sợi DNA. Mỗi sợi được phân cắt bởi một domain nuclease Cas9 riêng biệt (HNH hoặc RuvC) [46].

#### 4. Cơ chế chỉnh sửa gen của CRISPR/Cas9

Cơ chế hoạt động của hệ thống đáp ứng miễn dịch của vi khuẩn thông qua hệ thống CRISPR/Cas9 được mô tả trên hình 1. Hệ thống đáp ứng miễn dịch được khởi động với việc DNA ngoại lai bị cắt nhỏ và gắn vào các trình tự CRISPR. Tiếp theo, protein Cas được hình thành thông qua quá trình phiên mã và dịch mã của operon Cas, đồng thời là quá trình phiên mã của gen trans-activating RNA và các trình tự CRISPR tạo ra các đơn vị RNA nhỏ còn gọi là CRISPR-RNA (crRNA) và trans-activating CRISPR RNA (tracrRNA). Sự tương tác giữa crRNA và tracrRNA tạo ra phức hệ cấu trúc giúp xác định các phân tử DNA ngoại lai và xúc tiến quá trình phá hủy hay bất hoạt các đơn vị DNA này thông qua hoạt động của protein Cas 9. Tại vị trí nhận biết trên phân tử DNA ngoại lai (trình tự định hướng), tác động của phức hợp tracrRNA-crRNA hình thành nên cấu trúc kẹp tóc (DNA hairpin structure). Protein Cas 9 gắn vào phức hợp tracrRNA-crRNA tại vị trí kẹp tóc và vào phân tử DNA ngoại lai tại vị trí trình tự ba nucleotide (protospacer adjacent motif - PAM) trước điểm bắt cặp bổ sung của crRNA. Sau khi đã gắn xong, vùng chức năng NHN của protein Cas 9 sẽ cắt sợi đơn DNA có trình tự bổ sung với crRNA, trong khi vùng chức năng RuvC có nhiệm vụ cắt sợi đơn DNA còn lại [43, 47-50]. Ở tế bào nhân thực, các đứt gãy đặc hiệu trên phân tử DNA do phức hệ Cas 9-tracrRNA-crRNA tạo ra sẽ được sửa chữa thông qua hai cơ chế: cơ chế ghép nối của các đầu cắt không tương đồng (Nonhomologous end joining - NHEJ) và cơ chế sửa chữa DNA với sự có mặt của trình tự DNA bổ sung (Homology dependent repair - HDR) [45]. Quá trình sửa chữa sẽ hình thành các thay đổi trong trình tự DNA như chèn thêm đoạn, mất đoạn... [45]. Tuy nhiên, tế bào nhân sơ không có khả năng sửa chữa này (nếu có thì sửa chữa không hiệu quả) [51], do đó, nếu bộ gen bị đứt gãy, tế bào sẽ chết. Việc này có thể được ứng dụng trong chọn dòng vi khuẩn sau khi chỉnh sửa gen vi khuẩn bằng các phương pháp tái tổ hợp tương đồng sử dụng khuôn sửa tổng hợp [52]. Phương pháp chỉnh sửa gen vi khuẩn bằng CRISPR/Cas9 này cho phép tạo ra các đột biến, chèn và xóa đoạn chính xác [51].



**Hình 1. Cơ chế đáp ứng miễn dịch của vi khuẩn thông qua hệ thống CRISPR/Cas 9.** DNA của virus hoặc plasmid sẽ được xử lý thành protospacer và tích hợp vào các trình tự lặp lại để tạo thành chuỗi trình tự CRISPR thông qua Cas 1, Cas 2 và csn 2. Locus CRISPR điển hình (từ *Streptococcus pyogenes*) bao gồm trình tự tracrRNA, một số gen Cas, leader sequence và CRISPR. CRISPR phiên mã thành pre-crRNA. tracrRNA kết hợp pre-crRNA để tạo thành một phức hợp tracrRNA-crRNA trưởng thành được xử lý bởi các nuclease. Trong quá trình can thiệp gen ngoại lai, phức hợp này kích hoạt Cas 9 và nhận biết trình tự bổ sung 20 nucleotide crRNA bên trong gen ngoại lai, trong khi Cas 9 nhận biết trình tự PAM. DNA sợi đôi cuối cùng sẽ được phân cắt ở 3 nucleotides ngược dòng của PAM bởi Cas 9 [52].

#### 5. Ứng dụng hệ thống CRISPR/Cas ở *Bacillus* spp.

Sự xuất hiện của hệ thống CRISPR/Cas9 đã dẫn đến những phát triển mới to lớn trong nhiều lĩnh vực [28, 53, 54]. Các hệ thống CRISPR/Cas9 đã được chứng minh là phù hợp để tạo đột biến điểm, xóa và chèn gen trong *Bacillus* spp. (bảng 2), đã được áp dụng trong các lĩnh vực kỹ thuật trao đổi chất và tổng hợp sinh học.

Ứng dụng CRISPR/Cas9 vào chỉnh sửa gen ở *Bacillus* spp. dựa theo nguyên tắc đã nêu ở tế bào nhân sơ: CRISPR/Cas9 sẽ nhận biết và cắt đứt trình tự DNA ở những dòng chưa được chỉnh sửa thông qua tái tổ hợp tương đồng (bằng một khuôn sửa - đoạn DNA với trình tự hai đầu giống với trình tự trên bộ gen vi khuẩn và trình tự ở giữa khác), ngăn những dòng này phát triển. Nói cách khác, những dòng phát triển được là những dòng đã được chỉnh sửa thành công.

Như vậy, một lần chỉnh sửa gen ở *Bacillus* spp. cần có một khuôn DNA sửa (cho quá trình tái tổ hợp tương đồng), một hay nhiều đoạn trình tự DNA để phiên mã thành phức hệ tracrRNA-crRNA (để nhận biết trình tự DNA cần được chỉnh sửa, phần này có thể được tinh giản bằng cách nối tracrRNA và crRNA thành một đoạn single guide RNA (sgRNA) [47]) và một trình tự biểu hiện Cas 9 (cho quá trình cắt DNA).

Dựa vào cấu trúc và cách tổ chức khuôn sửa, trình tự biểu hiện Cas 9 và trình tự để phiên mã ra sgRNA, ba phương pháp ứng dụng CRISPR/Cas9 khác nhau đã được phát triển cho *Bacillus* spp. là phương pháp sử dụng plasmid, phương pháp sử dụng khuôn sửa riêng biệt và phương pháp duy trì ở bộ gen.

#### 6. Phương pháp sử dụng plasmid

Nhiều công bố đã sử dụng plasmid để chỉnh sửa gen của nhiều loài thuộc chi *Bacillus*. Trong phương pháp này, khuôn sửa, trình tự biểu hiện Cas 9 và trình tự để phiên mã ra sgRNA có thể nằm trên cùng một plasmid (hệ plasmid đơn) hay được phân bố trên hai plasmid khác nhau (hệ plasmid kép).

##### 6.1. Hệ plasmid đơn

pJOE8999 do J. Altenbuchner (2016) [51] phát triển là một ví dụ về hệ plasmid đơn. Plasmid chứa promoter mạnh cho sgRNA và một promoter cảm ứng mannose cho Cas 9 [51]. Tác giả lần đầu tiên sử dụng plasmid pJOE8999 vào chỉnh sửa gen trên *B. subtilis* và đã thành công trong việc đột biến gen trpC2 và xóa bỏ trình tự DNA ở hai gen (*amyE* và gen tham gia tổng hợp pulcherrimin), gồm một trình tự lớn (25,1 kb) và một trình tự nhỏ (4,1 kb) [51].

pJOE8999 sau đó đã được ứng dụng để chỉnh sửa gen ở các loài *Bacillus* khác. Ở *B. licheniformis*, C.W. Song và cs (2021) [55] sử dụng hệ vector này để chỉnh sửa một chủng *B. licheniformis* tự nhiên thành chủng sản xuất 2,3-butanediol không chứa mucoid (để tăng khả năng phát triển và sản xuất các chất trao đổi chất trung gian) và không sản xuất phụ phẩm (lactate, glycerol và ethanol) bằng cách xóa bỏ các gen thuộc operon pgsBCAE mã hóa cho polyglutamate synthase và gen *sacB* gen mã hóa levansucrase, và các gen *ldhA* mã hóa lactate dehydrogenase, *dgp* mã hóa D-α-glycerophosphatase, và *adhE* mã hóa alcohol dehydrogenase. Ở *B. anthracis*, pJOE8999 đã được dùng để xóa bỏ hai trình tự prophage trong genome: xóa bỏ đoạn 50 kb thì hiệu suất là 20%, trong khi đó xóa bỏ đoạn ngắn hơn thì hiệu suất đạt đến 100% [56]. Trong cùng nghiên cứu đó, các tác giả đã sử dụng pJOE8999 thành công để gây đột biến điểm chính xác trên gen *plcR* của *B. cereus* [56].

pJOE8999 cũng đã được cải tiến để ứng dụng cho các loài *Bacillus* khác. P. Hartz và cs (2021) [57] nhận thấy chỉnh sửa gen *B. megaterium* bằng pJOE8999 không hiệu quả. Các tác giả đề xuất promoter cảm ứng mannose của Cas 9 ở pJOE8999 là vấn đề: *B. megaterium* không có gen vận chuyển hay sử dụng mannose như một số loài *Bacillus* khác, nên không thể cảm ứng Cas 9 bằng mannose [58]. Nhóm tác giả đã giải quyết vấn đề này bằng cách thay thế promoter cảm ứng mannose thành promoter cảm ứng xylose và đã thành công trong việc xóa bỏ một đoạn gen  $\beta$ -galactosidase với hiệu suất lên đến 100% [57]. Trước đó, A.A. Toymentse và cs (2019) [58] cũng đã thiết kế các vector mới từ pJOE8999 bằng cách thay đổi promoter của Cas 9 thành promoter cảm ứng xylose, tuy nhiên, ứng dụng của họ mới chỉ dừng lại ở *B. subtilis*.

Ngoài pJOE8999 và các dẫn xuất, C. Zhou và cs (2019) [59] phát triển vector CRISPR/Cas9 cho *B. licheniformis* từ pWH1520, thay đổi promoter của Cas 9 và sgRNA. Các tác giả nhận thấy rằng, Cas 9 dưới promoter pS của *B. subtilis* và sgRNA dưới promoter mạnh pLY-2 cho hiệu quả xóa gen *uprT* (mã hóa uracil phosphoribosyltransferase) đến 99,2% [59]. Các nhà khoa học đã phát triển vector CRISPR/Cas9 cho *B. subtilis* từ hệ thống vector CRISPR/Cas9 của *Streptococcus pyogenes*, với promoter  $\alpha$ -amylase cho Cas 9 và promoter *B. subtilis* mạnh p43 cho sgRNA: họ thiết kế sáu plasmid (pHYCas9dsrf1, pYHYCas9dsrf2, pYHYCas9dsrpo, pYHYCas9dnpr, pYHYCas9dapr and pYHYCas9damy) để chèn một đoạn trình tự dài 450-550 bp vào các gen *srfC*, *spoIIAC*, *nprE*, *aprE* và *amyE* của chủng *B. subtilis* công nghiệp (ATCC 6051a) và đã đạt được hiệu quả xóa gen từ 33 đến 55%. Tuy nhiên, khi họ sử dụng vector này để xóa một đoạn 284 bp ở gen *srfC* thì hiệu quả đạt được chỉ là 9,1%.

Hệ plasmid đơn có ưu điểm là chỉ cần một bước biến nạp vào tế bào vi khuẩn, làm tăng khả năng sống sót của vi khuẩn. Tuy nhiên, nhược điểm lớn nhất của hệ thống này là kích thước plasmid to (trong trường hợp khuôn sửa dài), làm hạn chế hiệu quả biến nạp.

## 6.2. Hệ plasmid kép

Hệ plasmid kép được cho là linh hoạt hơn hệ plasmid đơn K.Q. Hong và cs (2018) [60]. Tuy nhiên, nó mới chỉ được ứng dụng trên *B. subtilis*. Y. So và cs (2017) sử dụng hai plasmid, pHCas9 chứa SpCas9 từ *Streptococcus pyogenes* và pB0A chứa DNA sửa và sgRNA. SpCas9 nằm dưới kiểm soát promoter Pgrac [61] - một promoter cảm ứng IPTG nhưng cho phép biểu hiện protein ở mức cao mà không cần chất cảm ứng [62], còn sgRNA nằm dưới kiểm soát của promoter arabinose Para [61]. Hệ này đã được ứng dụng thành công để xóa gen *spo0A* (hiệu suất 100%), gây đột biến điểm (hiệu suất 68%) và chèn gen *GFP* vào *sigE* (hiệu suất 97%) [61]. Mặc dù hiệu quả chèn gen của hệ plasmid kép này cao hơn hệ plasmid đơn, nhiều plasmid sẽ tạo nên gánh nặng cho tế bào chủ và làm quá trình loại plasmid trở nên tốn thời gian.

## 7. Phương pháp sử dụng khuôn sửa riêng biệt

Ở phương pháp này, trình tự biểu hiện Cas 9 và phiên mã sgRNA sẽ nằm trên một plasmid, còn khuôn sửa là một đoạn DNA thẳng. M.A. Price và cs (2019) [63] sử dụng plasmid phát triển từ pHT01. Plasmid này chứa Cas 9 dưới kiểm soát của promoter Pgrac và sgRNA dưới kiểm soát của promoter mạnh Pveg và sẽ được biến nạp đồng thời với DNA sửa - là một đoạn DNA mạch đôi thẳng (sản phẩm PCR) [63]. Các tác giả đã thành công trong việc chuyển gen *amyE* mã hóa  $\alpha$ -amylase và thay thế ba amino acid của subtilisin E - sản phẩm của gen *aprE* [63]. Ưu điểm của việc sử dụng DNA thẳng làm DNA sửa là giảm thời gian

thiết kế và tích hợp DNA sửa vào plasmid như ở hệ plasmid đơn [63]. Tuy nhiên, cũng như hệ plasmid kép, yêu cầu đưa đồng thời hai plasmid khác nhau vào tế bào ảnh hưởng xấu đến hiệu quả biến nạp [63].

## 8. Phương pháp duy trì CRISPR/Cas9 ở bộ gen

Ở phương pháp duy trì CRISPR/Cas9 ở genome, gen Cas 9 sẽ được tích hợp vào genome của tế bào chủ. Phương pháp này được A.W. Westbrook và cs (2016) [64] phát triển trên *B. subtilis*, dựa trên việc hệ thống CRISPR/Cas tồn tại ở nhiều vi khuẩn và có vẻ không làm ảnh hưởng đến sự sống còn của chúng. Để chỉnh sửa gen bằng hệ thống này, chỉ cần thiết kế và biến nạp vào tế bào chủ một plasmid chứa sgRNA và khuôn sửa [64].

Đầu tiên, pAW016-2 được sử dụng để đưa gen Cas 9 và *tracrRNA* vào locus *lacA* [64]. Sau khi đã thu được chủng vi khuẩn biến đổi gen, các vector chứa một hay nhiều sgRNA và vector chứa DNA sửa sẽ được duỗi thẳng và biến nạp vào chủng này [64]. sgRNA sẽ được tích hợp vào gen *thrC* trên hệ gen của *B. subtilis* và được biểu hiện để cùng với đoạn chứa DNA sửa tạo ra đột biến ở vị trí mong muốn [64]. Sau khi gây đột biến thành công, sgRNA sẽ được loại bỏ khỏi genome *B. subtilis* bằng cách biến nạp đoạn sửa *thrC*, phục hồi lại gen *thrC* [64]. Chủng biến đổi gen bây giờ lại có thể được dùng để chỉnh sửa tiếp [64]. Sử dụng hệ thống này, đột biến đơn và đôi đã được đưa vào hệ gen *B. subtilis* với hiệu suất lên đến 100 và 85%, còn đưa một đoạn operon tổng hợp hyaluronic acid dài 2,9 kb vào genome thì hiệu suất đạt 69% [64].

**Bảng 2. Tổng hợp các phương pháp chỉnh sửa gen ở *Bacillus* spp. bằng CRISPR/Cas 9.**

| Phương pháp                   | Loài                    | Tên vector                     | Promoter điều khiển              |                                               | Hiệu suất chỉnh sửa                                                    | Tham khảo |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------|
|                               |                         |                                | Cas 9                            | sgRNA                                         |                                                                        |           |
| Sử dụng plasmid đơn           | <i>B. subtilis</i>      | Vector có nguồn gốc từ pWH1520 | PamyQ                            | P43                                           | 33-56% với chèn đoạn DNA 450-550; 9,1% với xóa đoạn 284 bp.            | [65]      |
|                               | <i>B. licheniformis</i> | pJOE8999                       | PmanP - promoter cảm ứng Mannose | Promoter cấu trúc bán tổng hợp biểu hiện mạnh | 89% với mất đoạn 25,1 kb; 97% với mất đoạn 4,1 kb                      | [51]      |
|                               | <i>B. anthracis</i>     |                                |                                  |                                               | 60% với xóa gen                                                        | [55]      |
|                               | <i>B. cereus</i>        |                                |                                  |                                               | 20% với đoạn 50 kb; 100% với đoạn nhỏ hơn                              | [56]      |
|                               | <i>B. megaterium</i>    | pJOE8999 sửa đổi               | PxylA - promoter cảm ứng xylose  |                                               | 100% với xóa gen                                                       | [57]      |
| Sử dụng plasmid kép           |                         |                                | Pgrac - promoter cảm ứng IPTG    | Para - promoter cảm ứng arabinose             | 68% với đột biến điểm; 100% với xóa gen và 97% với chèn đoạn DNA       | [61]      |
| Sử dụng khuôn sửa riêng biệt  | <i>B. subtilis</i>      |                                | Pgrac                            | Pveg                                          | 76% hiệu suất chỉnh sửa gen                                            | [63]      |
| Duy trì CRISPR/Cas 9 ở genome |                         |                                | PCas từ <i>S. pyogenes</i>       | Promoter có nguồn gốc từ <i>S. pyogenes</i>   | 100% và 85% cho đột biến đơn và đôi; 69% với chèn thêm một đoạn 2,9 kb | [64]      |

Hệ thống này đã giải quyết được nhược điểm của hệ thống plasmid đơn hay kép ở chỗ làm giảm gánh nặng cho tế bào chủ và giảm thiểu yêu cầu phải loại bỏ plasmid sau chỉnh sửa. Tuy nhiên, việc tích hợp sgRNA vào genome tế bào chủ dẫn đến việc bắt buộc phải loại bỏ nó trước khi chỉnh sửa tiếp.

## 9. Kết luận

Công nghệ CRISPR/Cas9 ngày càng được sử dụng rộng rãi hơn trong việc chỉnh sửa bộ gen của sinh vật. Kỹ thuật này mang lại hiệu quả cao, xác định được vị trí can thiệp cụ thể, dễ dàng sử dụng, chi phí thấp, do đó đã sử dụng trong việc chỉnh sửa gen trên nhiều đối tượng khác nhau. Trong bài tổng quan này, chúng tôi đã trình bày những hiểu biết cơ bản về hệ thống chỉnh sửa CRISPR/Cas9 và những hệ thống CRISPR/Cas9 đã được sử dụng trên vi khuẩn *Bacillus* spp.. Với những ứng dụng rộng rãi trên nhiều lĩnh vực cuộc sống, việc sử dụng kỹ thuật chỉnh sửa gen CRISPR/Cas9 trên đối tượng *Bacillus* spp. hứa hẹn sẽ mang lại nhiều lợi ích hơn nữa cho các nghiên cứu mang tính ứng dụng trong tương lai.

## LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được thực hiện bằng kinh phí hỗ trợ hoạt động nghiên cứu khoa học của Đề tài mã số NVCC08.12/22-22, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Các tác giả xin chân thành cảm ơn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Y. Ishino, H. Shinagawa, K. Makino, et al. (1987), "Nucleotide sequence of the *iap* gene, responsible for alkaline phosphatase isozyme conversion in *Escherichia coli*, and identification of the gene product", *J. Bacteriol.*, **169**(12), pp.5429-5433, DOI: 10.1128/jb.169.12.5429-5433.1987.
- [2] R. Barrangou, C. Fremaux, H. Deveau, et al. (2007), "CRISPR provides acquired resistance against viruses in prokaryotes", *Science*, **315**(5819), pp.1709-1712, DOI: 10.1126/science.1138140
- [3] P. Horvath, R. Barrangou (2010), "CRISPR/Cas, the immune system of bacteria and archaea", *Science*, **327**(5962), pp.167-170, DOI: 10.1126/science.1179555.
- [4] L. Cong, F.A. Ran, D. Cox, et al. (2013), "Multiplex genome engineering using CRISPR/Cas systems", *Science*, **339**(6121), pp.819-823, DOI: 10.1126/science.1231143.
- [5] N.I.D. Silva, S. Brooks, S. Lumyong, et al. (2019), "Use of endophytes as biocontrol agents", *Fungal Biol. Rev.*, **33**(2), pp.133-148, DOI: 10.1016/j.fbr.2018.10.001.
- [6] P.N. Bhattacharyya, M.P. Goswami, L.H. Bhattacharyya (2016), "Perspective of beneficial microbes in agriculture under changing climatic scenario: A review", *J. Phytol.*, **8**, DOI: 10.19071/jp.2016.v8.3022.
- [7] L. Wu, H.J. Wu, J. Qiao, et al. (2015), "Novel routes for Improving biocontrol activity of *Bacillus* based bioinoculants", *Front. Microbiol.*, **6**, DOI: 10.3389/fmicb.2015.01395.
- [8] K. Czaja, K. Góralczyk, P. Struciński, et al. (2015), "Biopesticides - towards increased consumer safety in the European Union: Biopesticides and consumer safety", *Pest Manag. Sci.*, **71**(1), pp.3-6, DOI: 10.1002/ps.3829.
- [9] R. Radhakrishnan, A. Hashem, E.F.A. Allah (2017), "Bacillus: A biological tool for crop improvement through bio-molecular changes in adverse environments", *Front. Physiol.*, **8**, DOI: 10.3389/fphys.2017.00667.
- [10] M. Mazzola, S. Freilich (2017), "Prospects for biological soilborne disease control: Application of indigenous versus synthetic microbiomes", *Phytopathology*®, **107**(3), pp.256-263, DOI: 10.1094/PHYTO-09-16-0330-RVW.
- [11] S. Joshi, N. Lyngwi (2014), "Economically important bacillus and related genera: A mini review", *Biology of Useful Plants and Microbes*, pp.33-43.

- [12] D.K. Choudhary (2011), "Plant growth-promotion (PGP) activities and molecular characterization of rhizobacterial strains isolated from soybean (*Glycine max* L. Merrill) plants against charcoal rot pathogen, *Macrophomina phaseolina*", *Biotechnol. Lett.*, **33**(11), pp.2287-2295, DOI: 10.1007/s10529-011-0699-0.
- [13] P.B. Beauregard, Y. Chai, H. Vlamakis, et al. (2013), "Bacillus subtilis biofilm induction by plant polysaccharides", *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **110**(17), DOI: 10.1073/pnas.1218984110.
- [14] P.G. Fraile, E. Menéndez, R. Rivas (2015), "Laboratory of fungal genetics and metabolism", Institute of Microbiology, Academy of Sciences of the Czech Republic, **2**(3), pp.183-205, DOI: 10.3934/bioeng.2015.3.183.
- [15] S.M. Kang, R. Radhakrishnan, I.J. Lee (2015), "Bacillus amyloliquefaciens subsp. plantarum GR53, a potent biocontrol agent resists Rhizoctonia disease on Chinese cabbage through hormonal and antioxidants regulation", *World J. Microbiol. Biotechnol.*, **31**(10), pp.1517-1527, DOI: 10.1007/s11274-015-1896-0.
- [16] M. Ashraf, S. Hasnain, O. Berge, et al. (2004), "Inoculating wheat seedlings with exopolysaccharide-producing bacteria restricts sodium uptake and stimulates plant growth under salt stress", *Biol. Fertil. Soils*, **40**(3), DOI: 10.1007/s00374-004-0766-y.
- [17] D. Barnawal, D. Maji, N. Bharti, et al. (2013), "ACC deaminase-containing *Bacillus subtilis* reduces stress ethylene-induced damage and improves mycorrhizal colonization and rhizobial nodulation in trigonella foenum-graecum under drought stress", *J. Plant Growth Regul.*, **32**(4), pp.809-822, DOI: 10.1007/s00344-013-9347-3.
- [18] R. Radhakrishnan, I.J. Lee (2016), "Gibberellins producing *Bacillus methylotrophicus* KE2 supports plant growth and enhances nutritional metabolites and food values of lettuce", *Plant Physiol. Biochem.*, **109**, pp.181-189, DOI: 10.1016/j.plaphy.2016.09.018.
- [19] A. Dursun, M. Ekinici, M.F. Dönmez (2010), "Effects of foliar application of plant growth promoting bacterium on chemical contents, yield and growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.)", *Pak. J. Bot.*, **42**, pp.3349-3356.
- [20] M. Kilian, U. Steiner, B. Krebs (2000), "FZB24 *Bacillus subtilis* - mode of action of a microbial agent enhancing plant vitality", *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, **1**, pp.72-93.
- [21] S.M. Kang, R. Radhakrishnan, Y.H. You, et al. (2014), "Phosphate solubilizing *Bacillus megaterium* mji212 regulates endogenous plant carbohydrates and amino acids contents to promote mustard plant growth", *Indian J. Microbiol.*, **54**(4), pp.427-433, DOI: 10.1007/s12088-014-0476-6.
- [22] K.B. Kuan, R. Othman, K.A. Rahim, et al. (2016), "Plant growth-promoting rhizobacteria inoculation to enhance vegetative growth, nitrogen fixation and nitrogen remobilisation of maize under greenhouse conditions", *PLOS ONE*, **11**(3), DOI: 10.1371/journal.pone.0152478.
- [23] T.N. Arkhipova, S.U. Veselov, A.I. Melentiev, et al. (2005), "Ability of bacterium *Bacillus subtilis* to produce cytokinins and to influence the growth and endogenous hormone content of lettuce plants", *Plant Soil*, **272**(1-2), pp.201-209, DOI: 10.1007/s11104-004-5047-x.
- [24] S.S. Xie, H.J. Wu, H.Y. Zang, et al. (2014), "Plant growth promotion by spermidine-producing *Bacillus subtilis* OKB105", *Mol. Plant-Microbe Interactions*, **27**(7), pp.655-663, DOI: 10.1094/MPMI-01-14-0010-R.
- [25] A. Pourbabaee, E. Bahmani, H. Alikhani, et al. (2016), "Promotion of wheat growth under salt stress by halotolerant bacteria containing acc deaminase", *J. Agric. Sci. Technol.*, **18**, pp.855-864.
- [26] M. Xu, J. Sheng, L. Chen, et al. (2014), "Bacterial community compositions of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds and plant growth promoting activity of ACC deaminase producing *Bacillus subtilis* (HYT-12-1) on tomato seedlings", *World J. Microbiol. Biotechnol.*, **30**(3), pp.835-845, DOI: 10.1007/s11274-013-1486-y.
- [27] Y. Liu, L. Li, G. Du, et al. (2017), "Metabolic engineering of *Bacillus subtilis* fueled by systems biology: Recent advances and future directions", *Biotechnol. Adv.*, **35**(1), pp.20-30, DOI: 10.1016/j.biotechadv.2016.11.003.

- [28] M. Schallmeyer, A. Singh, O.P. Ward (2004), "Developments in the use of *Bacillus* species for industrial production", *Can. J. Microbiol.*, **50**(1), pp.1-17, DOI: 10.1139/w03-076.
- [29] J.M.V. Dijk, M. Hecker (2013), "*Bacillus subtilis*: From soil bacterium to super-secreting cell factory", *Microb. Cell Factories*, **12**(1), DOI: 10.1186/1475-2859-12-3.
- [30] W. Cui, L. Han, F. Suo, et al. (2018), "Exploitation of *Bacillus subtilis* as a robust workhorse for production of heterologous proteins and beyond", *World J. Microbiol. Biotechnol.*, **34**(10), DOI: 10.1007/s11274-018-2531-7.
- [31] P.K. Cherukuri, P. Songkiatissak, F. Ding, et al. (2020), "Antibiotic drug nanocarriers for probing of multidrug ABC membrane transporter of *Bacillus subtilis*", *ACS Omega*, **5**(3), pp.1625-1633, DOI: 10.1021/acsomega.9b03698.
- [32] C.G.A. Rocha, L.S. Gronenberg, M. Mack, et al. (2019), "Microbial cell factories for the sustainable manufacturing of B vitamins", *Curr. Opin. Biotechnol.*, **56**, pp.18-29, DOI: 10.1016/j.copbio.2018.07.006.
- [33] C. Wang, Y. Cao, Y. Wang, et al. (2019), "Enhancing surfactin production by using systematic CRISPRi repression to screen amino acid biosynthesis genes in *Bacillus subtilis*", *Microb. Cell Factories*, **18**(1), pp.1-13.
- [34] N.K. Lee, W.S. Kim, H.D. Paik (2019), "Bacillus strains as human probiotics: Characterization, safety, microbiome, and probiotic carrier", *Food Sci. Biotechnol.*, **28**(5), pp.1297-1305, DOI: 10.1007/s10068-019-00691-9.
- [35] J. Olmos, M. Acosta, G. Mendoza, et al. (2020), "*Bacillus subtilis*, an ideal probiotic bacterium to shrimp and fish aquaculture that increase feed digestibility, prevent microbial diseases, and avoid water pollution", *Arch Microbiol.*, **202**(3), pp.427-435, DOI: 10.1007/s00203-019-01757-2.
- [36] E. Sansinenea, A. Ortiz (2011), "Secondary metabolites of soil *Bacillus* spp.", *Biotechnol. Lett.*, **33**(8), pp.1523-1538, DOI: 10.1007/s10529-011-0617-5.
- [37] M.E. Sanders (2008), "Probiotics: Definition, sources, selection, and uses", *Clin. Infect. Dis.*, **46**(s2), pp.S58-S61, DOI: 10.1086/523341.
- [38] M. Saxelin (2008), "Probiotic formulations and applications, the current probiotics market, and changes in the marketplace: A European perspective", *Clin. Infect. Dis.*, **46**(s2), pp.S76-S79, DOI: 10.1086/523337.
- [39] R. Barrangou (2015), "The roles of CRISPR-Cas systems in adaptive immunity and beyond", *Curr. Opin. Immunol.*, **32**, pp.36-41, DOI: 10.1016/j.coi.2014.12.008.
- [40] A. Bolotin, B. Quinquis, A. Sorokin, et al. (2005), "Clustered regularly interspaced short palindrome repeats (CRISPRs) have spacers of extrachromosomal origin", *Microbiology*, **151**(8), pp.2551-2561, DOI: 10.1099/mic.0.28048-0.
- [41] J. Ruud, J.D.A.V. Embden, G. Wim, et al. (2002), "Identification of genes that are associated with DNA repeats in prokaryotes", *Mol. Microbiol.*, **43**(6), pp.1565-1575, DOI: 10.1046/j.1365-2958.2002.02839.x.
- [42] C. Pourcel, G. Salvignol, G. Vergnaud (2005), "CRISPR elements in *Yersinia pestis* acquire new repeats by preferential uptake of bacteriophage DNA, and provide additional tools for evolutionary studies", *Microbiology*, **151**(3), pp.653-663, DOI: 10.1099/mic.0.27437-0.
- [43] K.S. Makarova, D.H. Haft, R. Barrangou, et al. (2011), "Evolution and classification of the CRISPR-Cas systems", *Nat. Rev. Microbiol.*, **9**(6), pp.467-477, DOI: 10.1038/nrmicro2577.
- [44] J.E. Garneau, M.E. Dupuis, M. Villion, et al. (2010), "The CRISPR/Cas bacterial immune system cleaves bacteriophage and plasmid DNA", *Nature*, **468**(7320), pp.67-71, DOI: 10.1038/nature09523.
- [45] P.D. Hsu, E.S. Lander, F. Zhang (2014), "Development and applications of CRISPR-Cas9 for genome engineering", *Cell*, **157**(6), pp.1262-1278, DOI: 10.1016/j.cell.2014.05.010.
- [46] L. Bortesi, R. Fischer (2015), "The CRISPR/Cas9 system for plant genome editing and beyond", *Biotechnol. Adv.*, **33**(1), pp.41-52, DOI: 10.1016/j.biotechadv.2014.12.006.
- [47] M. Jinek, K. Chylinski, I. Fonfara, (2012), "A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity", *Science*, **337**(6096), pp.816-821, DOI: 10.1126/science.1225829.
- [48] R. Sorek, C.M. Lawrence, B. Wiedenheft (2013), "CRISPR-mediated adaptive immune systems in bacteria and archaea", *Annu. Rev. Biochem.*, **82**(1), pp.237-266, DOI: 10.1146/annurev-biochem-072911-172315.
- [49] H. Wei, B. Zhou, F. Zhang, et al. (2013), "Profiling and identification of small rDNA-derived RNAs and their potential biological functions", *PLOS ONE*, **8**(2), DOI: 10.1371/journal.pone.0056842.
- [50] B. Wiedenheft, S.H. Sternberg, J.A. Doudna (2012), "RNA-guided genetic silencing systems in bacteria and archaea", *Nature*, **482**(7385), pp.331-338, DOI: 10.1038/nature10886.
- [51] J. Altenbuchner (2016), "Editing of the *Bacillus subtilis* genome by the CRISPR-Cas9 system", *Appl. Environ. Microbiol.*, **82**(17), pp.5421-5427, DOI: 10.1128/AEM.01453-16.
- [52] L. Arora, A. Narula (2017), "Gene editing and crop improvement using CRISPR-Cas9 system", *Front. Plant Sci.*, **8**, DOI: 10.3389/fpls.2017.01932.
- [53] L. Westers, H. Westers, W.J. Quax (2004), "*Bacillus subtilis* as cell factory for pharmaceutical proteins: a biotechnological approach to optimize the host organism", *Biochim. Biophys. Acta BBA - Mol. Cell Res.*, **1694**(1-3), pp.299-310, DOI: 10.1016/j.bbamer.2004.02.011.
- [54] B. Widner, R. Behr, S.V. Dollen, et al. (2005), "Hyaluronic acid production in *Bacillus subtilis*", *Appl. Environ. Microbiol.*, **71**(7), pp.3747-3752, DOI: 10.1128/AEM.71.7.3747-3752.2005.
- [55] C.W. Song, C. Rathnasingh, J.M. Park, (2021), "CRISPR-Cas9 mediated engineering of *Bacillus licheniformis* for industrial production of (2R,3S)-butanediol", *Biotechnol. Prog.*, **37**(1), DOI: 10.1002/btpr.3072.
- [56] Y. Wang, D. Wang, X. Wang, et al. (2019), "Highly efficient genome engineering in *Bacillus anthracis* and *Bacillus cereus* using the CRISPR/Cas9 system", *Front. Microbiol.*, **10**, DOI: 10.3389/fmicb.2019.01932.
- [57] P. Hartz, M. Gehl, L. König, et al. (2021), "Development and application of a highly efficient CRISPR-Cas9 system for genome engineering in *Bacillus megaterium*", *J. Biotechnol.*, **329**, pp.170-179, DOI: 10.1016/j.jbiotec.2021.02.006.
- [58] A.A. Toymensteva, J. Altenbuchner (2019), "New CRISPR-Cas9 vectors for genetic modifications of *Bacillus* species", *FEMS Microbiol. Lett.*, **366**(1), DOI: 10.1093/femsle/fny284.
- [59] C. Zhou, H. Liu, F. Yuan, et al. (2019), "Development and application of a CRISPR/Cas9 system for *Bacillus licheniformis* genome editing", *Int. J. Biol. Macromol.*, **122**, pp.329-337, DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2018.10.170.
- [60] K.Q. Hong, D.Y. Liu, T. Chen, et al. (2018), "Recent advances in CRISPR/Cas9 mediated genome editing in *Bacillus subtilis*", *World J. Microbiol. Biotechnol.*, **34**(10), DOI: 10.1007/s11274-018-2537-1.
- [61] Y. So, S.Y. Park, E.H. Park, et al. (2017), "A highly efficient CRISPR-Cas9-mediated large genomic deletion in *Bacillus subtilis*", *Front. Microbiol.*, **8**, DOI: 10.3389/fmicb.2017.01167.
- [62] D.T.M. Tran, T.T.P. Phan, T.T.N. Doan, et al. (2020), "Integrative expression vectors with *Pgrac* promoters for inducer-free overproduction of recombinant proteins in *Bacillus subtilis*", *Biotechnol. Rep.*, **28**, DOI: 10.1016/j.btre.2020.e00540.
- [63] M.A. Price, R. Cruz, S. Baxter, et al. (2019), "CRISPR-Cas9 *in situ* engineering of subtilisin E in *Bacillus subtilis*", *PLOS ONE*, **14**(1), DOI: 10.1371/journal.pone.0210121.
- [64] A.W. Westbrook, M.M. Young, C.P. Chou (2016), "Development of a CRISPR-Cas9 tool kit for comprehensive engineering of *Bacillus subtilis*", *Appl. Environ. Microbiol.*, **82**(16), pp.4876-4895, DOI: 10.1128/AEM.01159-16.
- [65] K. Zhang, X. Duan, J. Wu (2016), "Multigene disruption in undomesticated *Bacillus subtilis* ATCC 6051a using the CRISPR/Cas9 system", *Sci. Rep.*, **6**(1), DOI: 10.1038/srep27943.

# Sử dụng DNA barcode trong phân tích đa dạng di truyền và nhận diện một số loài Kiwi (*Actinidia* spp.)

Nguyễn Thị Mỹ Hạnh<sup>1,2,3</sup>, Hoàng Thanh Tùng<sup>1</sup>, Hoàng Đức Khải<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Như Mai<sup>1</sup>, Vũ Quốc Luận<sup>1</sup>, Đỗ Mạnh Cường<sup>1</sup>, Huỳnh Hữu Đức<sup>4</sup>, Nguyễn Trường Giang<sup>4</sup>, Hoàng Thị Như Phương<sup>5</sup>, Bùi Văn Lệ<sup>6</sup>, Dương Tấn Nhựt<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Viện Nghiên cứu Khoa học Tây Nguyên, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 116 Xô Viết Nghệ Tĩnh, phường 7, TP Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng, Việt Nam

<sup>2</sup>Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, phường Nghĩa Đô, quận Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

<sup>3</sup>Trường Cao đẳng nghề Đà Lạt, 9 Yersin, phường 10, TP Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng, Việt Nam

<sup>4</sup>Trung tâm Công nghệ Sinh học TP Hồ Chí Minh, 2374 quốc lộ 1A, khu phố 2, phường Trung Mỹ Tây, quận 12, Hồ Chí Minh, Việt Nam

<sup>5</sup>Trường Đại học Đà Lạt, 1 Phù Đổng Thiên Vương, phường 8, TP Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng, Việt Nam

<sup>6</sup>Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh, 227 Nguyễn Văn Cừ, phường 4, quận 5, TP Hồ Chí Minh, Việt Nam

Ngày nhận bài 10/3/2022; ngày chuyển phân biện 12/3/2022; ngày nhận phân biện 5/4/2022; ngày chấp nhận đăng 9/4/2022

## Tóm tắt:

Nghiên cứu được thực hiện trên 20 mẫu Kiwi thuộc chi *Actinidia*, trong đó có 18 mẫu được thu thập từ các nguồn nhập nội và 2 mẫu từ tự nhiên của Việt Nam. Nguồn gốc cũng như mối liên hệ di truyền giữa các mẫu thu thập được phân tích, đánh giá dựa trên các trình tự DNA trong lục lạp và nhân. Kết quả khuếch đại các trình tự này ở 20 mẫu đạt 75-95%, trong đó, các mẫu khuếch đại thành công đều có thể giải trình tự. Kết quả phân tích mối quan hệ di truyền giữa các mẫu thu thập và mẫu tham chiếu trên GenBank cho từng trình tự riêng lẻ *rbcL*, *matK* và ITS (Internal Transcript Spacer) cho thấy có sự phân nhóm di truyền giữa các mẫu thu thập và nguồn gốc di truyền của các mẫu nghiên cứu có thể từ 2 đến 3 nguồn khác nhau. Ngoài ra, khi tiến hành phân tích di truyền của 14 mẫu giống Kiwi thu thập dựa trên sự kết hợp của gen *rbcL*, gen *matK* và vùng ITS cho thấy có sự phân biệt rõ ràng thành 3 nhóm riêng biệt. Kết quả bước đầu về sử dụng chỉ thị phân tử DNA barcode với các trình tự *rbcL*, *matK* và ITS cho thấy hiệu quả nhất định trong việc xác định nguồn gốc ở mức độ loài, từ đó mở ra khả năng bảo tồn và khai thác bền vững nguồn gen các loài này.

**Từ khóa:** DNA barcode, Internal Transcript Spacer, Kiwi, *matK*, *rbcL*.

**Chỉ số phân loại:** 1.6, 4.6

## Using DNA barcodes for genetic relationship and identification of some *Actinidia* spp. species

Thi My Hanh Nguyen<sup>1,2,3</sup>, Thanh Tung Hoang<sup>1</sup>, Duc Khai Hoang<sup>1</sup>, Thi Nhu Mai Nguyen<sup>1</sup>, Quoc Luan Vu<sup>1</sup>, Manh Cuong Do<sup>1</sup>, Huu Duc Huynh<sup>4</sup>, Truong Giang Nguyen<sup>4</sup>, Thi Nhu Phuong Hoang<sup>5</sup>, Van Le Bui<sup>6</sup>, Tan Nhut Duong<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Tay Nguyen Institute for Scientific Research, Vietnam Academy of Science and Technology, 116 Xo Viet Nghe Tinh Street, Ward 7, Da Lat City, Lam Dong Province, Vietnam

<sup>2</sup>Graduate University of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet Street, Nghia Do Ward, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam

<sup>3</sup>Dalat Vocational Training College, 9 Yersin Street, Ward 10, Da Lat City, Lam Dong Province, Vietnam

<sup>4</sup>Biotechnology Center of Ho Chi Minh City, 2374 Highway 1A, Quarter 2, Trung My Tay Ward, District 12, Ho Chi Minh City, Vietnam

<sup>5</sup>Dalat University, 1 Phu Dong Thien Vuong Street, Ward 8, Da Lat City, Lam Dong Province, Vietnam

<sup>6</sup>University of Science, Vietnam National University - Ho Chi Minh City, 227 Nguyen Van Cu Street, Ward 4, District 5, Ho Chi Minh City, Vietnam

Received 10 March 2022; revised 5 April 2022; accepted 9 April 2022

## Abstract:

The study was conducted on 20 Kiwi samples belonging to the genus *Actinidia*, including 18 imported samples and 2 samples collected from the natural environment in Vietnam. The origins and genetic relationships among the collected samples were analysed and evaluated based on chloroplast and nuclear DNA sequences. The amplification rates of interested sequences of all 20 samples ranged from 75 to 95%, and the amplicons were successfully sequenced. Results from analysing genetic relationships among collected samples and reference ones on GenBank for each sequence of *rbcL* gene, *matK* gene, and Internal Transcript Spacer (ITS) region showed that there is genetic classification among collected samples; genetic origins of these genus samples might be from 2-3 different sources. Additionally, the combination of *rbcL* gene, *matK* gene, and ITS region showed the phylogenetic and genetic diversity among 14 tested samples with three clear distinction clusters. The initial results of using markers of chloroplast and nuclear DNA barcode markers (*rbcL*, *matK*, and ITS) showed a certain effect in the identification of origins at the species level, thenceforth led to the potentiality of gene resources converse and sustainably exploit towards these genera.

**Keywords:** *Actinidia*, DNA barcode, Internal Transcript Spacer, *matK*, *rbcL*.

**Classification numbers:** 1.6, 4.6

\*Tác giả liên hệ: Email: duongtannhut@gmail.com

# 1. Đặt vấn đề

Kiwi (*Actinidia*) là một chi được tìm thấy chủ yếu ở miền nam Trung Quốc. Sau này, phân bố rộng rãi ở châu Á, từ các vùng nhiệt đới (vĩ độ 0°) tới các vùng ôn đới lạnh (50°N). Các loài *Actinidia* được tìm thấy từ Siberia đến Indonesia, từ Ấn Độ sang Nhật Bản [1]. Vào đầu thế kỷ XX, chi *Actinidia* du nhập vào châu Âu và châu Úc, phát triển mạnh thành ngành công nghiệp xuất khẩu trái cây này ở New Zealand. Các loài *Actinidia* có sự biến đổi về mặt sinh học rất lớn khi trồng ở các vùng khí hậu và địa lý khác nhau. Ngày nay, loài *A. chinensis* var.

*chinensis* và *A. chinensis* var. *deliciosa* có giá trị kinh tế cao và được dùng trong thương mại [2]. Hai loài này có những đặc điểm nổi bật như kích thước trái lớn, giàu vitamin A, vitamin C, acid amin, đặc biệt là hàm lượng vitamin C (ascorbate) trong quả Kiwi rất cao. Quả Kiwi của loài *A. chinensis* var. *deliciosa* Hayward chứa khoảng 85 mg ascorbate/100 g trọng lượng tươi, trong khi quả của loài *A. chinensis* var. *chinensis* “Hort16A” chứa đến 105-110 mg ascorbate/100 g trọng lượng tươi [3, 4]. So với trọng lượng trung bình của trái cây tươi, hàm lượng vitamin C của trái Kiwi cao gấp 1-2 lần so với cam, 10 lần so với chuối và 15 lần so với táo [5].

**Bảng 1. Một số đặc tính hình thái của 20 mẫu Kiwi được sử dụng trong nghiên cứu.**

| Ký hiệu             | Đặc điểm lá             |                                                                                                                                                                                                                             | Mép lá                        | Cuống lá                                                        | Mặt phẳng                         |
|---------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|                     | Đỉnh lá                 | Hình dạng                                                                                                                                                                                                                   |                               |                                                                 |                                   |
| <i>Actinidia</i> 1  | Nhọn dài                | Lá: Dày, mặt trên màu xanh đậm và mặt dưới có màu xanh xám với những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: Dài 10-11 cm và rộng 11-14 cm<br>Gân lá: Thứ cấp, không đối xứng, bề mặt nhẵn, không lông                              |                               | Màu đỏ sẫm, nhiều lông<br>Dài: 2 cm<br>Đường kính: 3 mm         |                                   |
| <i>Actinidia</i> 2  |                         | Lá: Mỏng, mặt trên màu xanh sáng và mặt dưới có màu xanh xám với những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: Dài 11-13 cm và rộng 11-14 cm<br>Gân lá: Thứ cấp, không đối xứng, bề mặt có ít lông                                  |                               | Màu đỏ sẫm, nhiều lông<br>Dài: 2 cm Đường kính: 3 mm            | Hình oval rộng, có dạng hình tim  |
| <i>Actinidia</i> 3  | Nhọn ngắn               | Lá: Mỏng, mặt trên màu xanh hơi tối và mặt dưới có màu xanh xám với những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: Dài 9-11 cm và rộng 12-14 cm<br>Gân lá: Thứ cấp, không đối xứng, bề mặt có lông nhưng rất ít, mép lá có lông ngắn | Không có răng cưa, có ít lông | Màu đỏ nhạt, nhiều lông<br>Dài: 2,5 cm<br>Đường kính: 3 mm      |                                   |
| <i>Actinidia</i> 4  | Hơi tù                  | Lá: Mỏng, mặt trên màu xanh hơi tối và mặt dưới có màu xanh xám với những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: Dài 9-11 cm và rộng 12-14 cm<br>Gân lá: Thứ cấp, không đối xứng, bề mặt có ít lông, mép lá có lông ngắn           |                               | Màu xanh nhạt, không có lông<br>Dài: 2,5 cm<br>Đường kính: 3 mm |                                   |
| <i>Actinidia</i> 5  | Nhọn bằng               | Lá: Mỏng, mặt trên màu xanh hơi tối và mặt dưới có màu xanh xám với những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: Dài 8-10 cm và rộng 12-14 cm;<br>Gân lá: Thứ cấp, không đối xứng, bề mặt nhám không có lông, mép lá có lông ngắn  |                               | Màu xanh nhạt, không có lông<br>Dài: 4 cm, Đường kính: 2,5 mm   | Hình tròn rộng                    |
| <i>Actinidia</i> 6  | Nhọn dài                | Lá: Mỏng, mặt trên có màu xanh sáng và mặt dưới có màu xanh xám với những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: Dài 11-13 cm và rộng 11-14 cm<br>Gân lá: Thứ cấp, không đối xứng hai bên, bề mặt có lông nhưng rất ít             | Có răng cưa                   | Màu xanh, không có lông<br>Dài: 1 cm, Đường kính: 3 mm          | Hình oval rộng, có dạng hình tim  |
| <i>Actinidia</i> 7  | Tù, tròn đều, đối xứng  | Lá: Dày, mặt trên màu xanh đậm và mặt dưới màu xanh xám với những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: Dài 11-14 cm và rộng 9-11 cm<br>Gân lá: Thứ cấp, không đối xứng hai bên, bề mặt nhám không có lông                        |                               | Màu đỏ sẫm, không có lông<br>Dài: 3 cm<br>Đường kính: 1,5 mm    | Hình oval rộng, có dạng hình tim  |
| <i>Actinidia</i> 8  | Nhọn tròn đều, đối xứng | Lá: Dày, mặt trên màu xanh đậm và mặt dưới màu xanh xám phủ bởi những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: Dài 11-13 cm và rộng 11-14 cm<br>Gân lá: Thứ cấp, không đối xứng hai bên, bề mặt nhám không có lông.                  |                               | Màu xanh đậm, không có lông<br>Dài: 1,5 cm<br>Đường kính: 2 mm  | Hình oval rộng, có dạng hình tròn |
| <i>Actinidia</i> 9  | Tù, tròn dài, đối xứng  | Lá: Mỏng, mặt trên màu xanh sáng và mặt dưới màu xanh xám với những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: Dài 11-13 cm và rộng 11-14 cm<br>Gân lá: Thứ cấp, không đối xứng hai bên; bề mặt có ít lông                             |                               | Màu xanh, không có lông<br>Dài: 1,5 cm<br>Đường kính: 3 mm      | Hình oval rộng, có dạng hình tim  |
| <i>Actinidia</i> 10 | Nhọn dài                | Lá: Dày, mặt trên màu xanh sáng và mặt dưới có màu xanh xám với những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: Dài 11-13 cm và rộng 11-14 cm<br>Gân lá: Thứ cấp, đối xứng hai bên, bề mặt có ít lông                                 |                               | Màu xanh đậm, không có lông<br>Dài: 2 cm Đường kính: 3 mm       | Hình oval rộng, có dạng hình tim  |
| <i>Actinidia</i> 11 | Nhọn tròn đều, đối xứng | Lá: Hơi dày, mặt trên có màu xanh hơi tối và mặt dưới có màu xanh xám với những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: Dài 11-13 cm và rộng 11-14 cm<br>Gân lá: Thứ cấp, không đối xứng hai bên, bề mặt nhám không có lông         |                               | Có màu xanh, không có lông<br>Dài: 2,7 cm<br>Đường kính: 1,5 mm | Hình oval rộng, có dạng hình tròn |
| <i>Actinidia</i> 12 | Nhọn tròn, đối xứng     | Lá: Hơi dày, mặt trên của lá có màu xanh và mặt dưới có màu xanh xám với những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: Dài 11-13 cm và rộng 11-14 cm<br>Gân lá: Thứ cấp, không đối xứng hai bên, bề mặt nhám không có lông          | Không có răng cưa, có ít lông | Màu xanh, không có lông<br>Dài: 2,7 cm<br>Đường kính: 1,5 mm    |                                   |
| <i>Actinidia</i> 13 | Lôm tròn đều, đối xứng  | Lá: Dày, mặt trên màu xanh đậm và mặt dưới màu xanh xám với những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: Dài 11-13 cm và rộng 11-14 cm<br>Gân lá: Thứ cấp, không đối xứng hai bên, bề mặt ít lông                                  |                               | Màu xanh, không có lông<br>Dài: 2 cm Đường kính: 3 mm           | Hình oval rộng, có dạng hình tim  |
| <i>Actinidia</i> 14 | Nhọn tròn, đối xứng     | Lá: Hơi dày, mặt trên của lá có màu xanh tố và mặt dưới có màu xanh xám, với những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: dài 11-13 cm và rộng 11-14 cm<br>Gân lá: Thứ cấp, không đối xứng hai bên, bề mặt nhám không có lông      |                               | Màu xanh, không có lông<br>Dài: 2 cm<br>Đường kính: 2 mm        | Hình oval rộng, có dạng hình tròn |
| <i>Actinidia</i> 15 | Nhọn tù, đối xứng       | Lá: Dày, mặt trên của lá có màu xanh sáng và mặt dưới có màu xanh xám với những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: Dài 11-13 cm và rộng 11-14 cm<br>Gân lá: Thứ cấp, không đối xứng hai bên, bề mặt nhám không có lông         |                               | Màu xanh, có lông ngắn<br>Dài: 1 cm Đường kính: 3 mm            | Hình oval dài, có dạng hình tim   |
| <i>Actinidia</i> 16 | Nhọn tròn, đối xứng     | Lá: Hơi dày, mặt trên có màu xanh hơi tối và mặt dưới có màu xanh xám với những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: Dài 11-13 cm và rộng 11-14 cm<br>Gân lá: Thứ cấp, không đối xứng hai bên, bề mặt nhám không có lông         |                               | Màu xanh đậm, không có lông<br>Dài: 1,5 cm<br>Đường kính: 2 mm  | Hình oval rộng, có dạng hình tròn |
| <i>Actinidia</i> 17 | Nhọn dài                | Lá: Dày, mặt trên có màu xanh đậm và tối và mặt dưới có màu xanh xám với những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: Dài 10-11 cm và rộng 11-14 cm<br>Gân lá: Thứ cấp, không đối xứng hai bên, bề mặt nhẵn không có lông          |                               | Màu đỏ sẫm, nhiều lông<br>Dài: 2 cm<br>Đường kính: 3 mm         | Hình oval rộng, có dạng hình tim  |
| <i>Actinidia</i> 18 | Nhọn dài, đối xứng      | Lá: Mỏng, mặt trên có màu xanh hơi tối, Mặt dưới có màu xanh xám với những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: Dài 13-15 cm và rộng 9-11 cm<br>Gân lá: Thứ cấp, không đối xứng hai bên, bề mặt nhám không có lông               | Có răng cưa                   | Màu đỏ đậm, có nhiều lông<br>Dài: 1,7 cm Đường kính: 2,5 mm     |                                   |
| <i>Actinidia</i> 19 | Nhọn tròn, đối xứng     | Lá: Hơi dày, mặt trên có màu xanh hơi tối và mặt dưới có màu xanh xám với những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: Dài 9-11 cm và rộng 11-14 cm<br>Gân lá: Thứ cấp, không đối xứng hai bên, bề mặt nhám không có lông          | Không có răng cưa, có ít lông | Màu đỏ đậm, nhiều lông.<br>Dài: 3 cm<br>Đường kính: 2,6 mm      | Hình oval dài, có dạng hình tròn  |
| <i>Actinidia</i> 20 | Nhọn tròn, đối xứng     | Lá: Hơi dày, mặt trên có màu xanh hơi sáng. Mặt dưới có màu xanh xám với những sợi lông màu trắng<br>Phiến lá: Dài 9-10 cm và rộng 11-14 cm<br>Gân lá: Thứ cấp, không đối xứng hai bên, bề mặt nhám không có lông           | Không có răng cưa, có ít lông | Màu đỏ đậm, nhiều lông<br>Dài: 0,5 cm<br>Đường kính: 2 mm       |                                   |

Chi *Actinidia* có 54 loài [6] và hầu hết các loài này có thể giao phấn với nhau rất dễ dàng [7, 8]. Do đó, trong quá trình tiến hóa đã xuất hiện các cây lai cùng chi khác loài. Điều này là một trong những trở ngại chính cho việc nghiên cứu nguồn gốc phát sinh của các loài nguyên thủy trong một chi [9]. Trong những năm gần đây, các đoạn gen lục lạp và nhân được sử dụng như là các chỉ thị phân tử có hiệu quả cao trong các nghiên cứu về sự tiến hóa của loài, bảo tồn nguồn gen và lai tạo giống [10, 11]. Năm 2013, các nhà khoa học đã xác định được toàn bộ hệ gen của *Actinidia*. Đến năm 2015, các nhà nghiên cứu đã cải tiến trình tự toàn bộ hệ gen hiện có của *A. chinensis*. Số lượng nhiễm sắc thể cơ bản là  $x=29$ . Trong tế bào DNA tồn tại ở 3 bào quan là: nhân (genomic DNA), ti thể (mitochondrial DNA) và lục lạp (chloroplast DNA). Bộ gen lục lạp của *Actinidia* chứa 113 gen đặc hiệu gồm: 79 gen mã hóa, 30 gen mã hóa tRNA và 4 gen mã hóa rRNA.

Ở Việt Nam, Kiwi chưa được trồng phổ biến mà chủ yếu được nhập khẩu từ New Zealand, Trung Quốc và sắp tới là từ Pháp. Trong khi đó, Lâm Đồng là nơi có khí hậu nhiệt đới phù hợp cho sự phát triển của cây Kiwi, nếu nghiên cứu trồng thử nghiệm thành công cây Kiwi sẽ góp phần đa dạng hoá cây trồng, nâng cao thu nhập cho người nông dân, giảm giá thành sản phẩm, giúp người tiêu dùng dễ dàng tiếp cận với loại trái cây này so với việc nhập khẩu trái Kiwi với giá cao như hiện nay. Tuy nhiên, các nghiên cứu về đa dạng di truyền của cây Kiwi tại Việt Nam vẫn còn hạn chế. Chỉ có một số nghiên cứu về nhân giống vô tính cây Kiwi như khảo sát sự hình thành mô sẹo và ảnh hưởng của chất điều hoà sinh trưởng, pH môi trường, nồng độ đường và thể tích môi trường đến việc nuôi cấy tế bào đơn cây Kiwi [12]. Chính vì vậy, chúng tôi tiến hành nghiên cứu này để đánh giá đa dạng di truyền và mối quan hệ phát sinh loài giữa các mẫu Kiwi nhập nội và tự nhiên để ứng dụng trong việc lai tạo giống mới thích nghi với điều kiện Việt Nam.

## 2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Vật liệu

Mẫu lá của 20 cây Kiwi (1 năm tuổi) có nguồn gốc thương mại, tự nhiên được thu thập để đánh giá mối quan hệ di truyền và nhận diện loài (bảng 1 và hình 1).

### 2.2. Ly trích DNA tổng số

DNA tổng số từ mẫu lá được ly trích bằng quy trình CTAB (Cetyl trimethyl ammonium bromid) cơ bản [13] với một số điều chỉnh. Mẫu lá (100 mg) được nghiền trong nitor lỏng và trộn với 500  $\mu$ l CTAB 2% + PVP 2%, sau đó ủ ở 65°C trong 60 phút. Hỗn hợp được ly tâm ở 14.000 vòng/phút trong 10 phút để thu dịch nổi, rồi xử lý bằng 4  $\mu$ l RNAase ở 37°C trong 5 phút. Tiếp theo, dịch nổi được trộn với 500  $\mu$ l chloroform:isoamyl alcohol (24:1), lắc đều, ly tâm 14.000 vòng/phút trong 10 phút, thu dịch nổi (450-500  $\mu$ l). DNA được tủa bằng ethanol tuyệt đối (tỷ lệ 1:1) và 1/2 thể tích NaCl 5 M, sau đó ủ trên đá 1 giờ và ly tâm 13.000 vòng/phút trong 10 phút. Tủa DNA được rửa hai lần với ethanol 70%, ly tâm 13.000 vòng/phút trong 5 phút, để khô và cuối cùng hòa tan trong 200  $\mu$ l nước cất vô trùng.

### 2.3. Khuếch đại Polymerase Chain Reaction

Phản ứng PCR được thực hiện để khuếch đại các vùng *rbcL*, *matK*, ITS sử dụng các cặp primer tương ứng: *rbcL*1-F/*rbcL* 724-R, *matK*-KIM3-F/*matK*-KIM1-R, ITS1-5F/ITS4-R (bảng 2). Mỗi phản ứng PCR (20  $\mu$ l) bao gồm: 0,2 mM dNTP mix, 1U enzyme DreamTaq polymerase, buffer DreamTaq 10X, 0,4  $\mu$ M mỗi primer, nước cất vô trùng và 1  $\mu$ l DNA (100-500 ng/ $\mu$ l). Chu trình PCR: tiền biến tính 95°C (1 phút), 30 chu kỳ (biến tính 95°C, 30 giây; bắt cặp tại nhiệt độ tương ứng từng primer trong 30 giây; kéo dài 72°C, 40 giây), hoàn thiện 72°C (10 phút). Kết quả được phân tích trên gel agarose 1,2%, nhuộm ethidium bromide, chạy điện thế 100V (30-45 phút) và ghi hình bằng máy GelDoc-It@2315.

Bảng 2. Các primer được sử dụng trong nghiên cứu.

| Primer              | Trình tự (5' → 3')                  | Tài liệu tham khảo |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------|
| <i>rbcL</i> 1-F     | ATG TCA CCA CAA ACA GAA AC          | [14]               |
| <i>rbcL</i> 724-R   | TCG CAT GTA CCT GCA GTA GC          |                    |
| <i>matK</i> -KIM3-F | CGT ACA GTA CTT TTG TGT TTA CGA G   | [15]               |
| <i>matK</i> -KIM1-R | ACC CAG TCC ATC TGG AAA TCT TGG TTC |                    |
| ITS1-5F             | GGA AGT AAA AGT CGT AAC AAG G       | [16]               |
| ITS4-R              | TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC          |                    |

### 2.4. Giải trình tự và phân tích mối quan hệ di truyền

Trên cơ sở phân tích khả năng khuếch đại thành công của các cặp primer với các vùng gen tương ứng cho tỷ lệ khuếch đại thành công cao nhất cho tất cả các mẫu sẽ được chọn để giải trình tự DNA. Sản phẩm PCR được giải trình tự tại Công ty Macrogen (10F, 254 Beotkkot-ro geumcheon-gu, Seoul 08511, Hàn Quốc).

Đánh giá mức độ tương đồng và độ bao phủ của các trình tự DNA với các trình tự có sẵn trên cơ sở dữ liệu NCBI bằng công cụ BLAST. Cây phát sinh loài được xây dựng bằng phần mềm MEGA 7.0 (The Molecular Evolution Genetics Analysis) với hệ số bootstrap 1000.

## 3. Kết quả và bàn luận

DNA tổng số của các mẫu phân tích được định lượng và kiểm tra độ tinh sạch. Kết quả cho thấy các mẫu có độ tinh sạch cao với OD260/OD280 nằm trong khoảng 1,24-1,98. Nồng độ DNA tổng số ở các mẫu nằm trong khoảng 111,2-280 ng/ $\mu$ l đảm bảo tiêu chuẩn và chất lượng cho các bước tiếp theo.

### 3.1. Polymerase Chain Reaction và giải trình tự DNA

Kết quả PCR trên 20 mẫu Kiwi cho thấy, các vùng *rbcL*, *matK*, và ITS2 được khuếch đại rõ ràng với các cặp primer *rbcL*1-F/*rbcL* 724-R, *matK*-KIM3-F/*matK*-KIM1-R và ITS1-5F/ITS4-R. Tỷ lệ khuếch đại DNA barcode giữa các vùng này khác nhau, lần lượt đạt 95% (*rbcL*), 80% (*matK*), và 75% (ITS2). Sản phẩm PCR thành công được giải trình tự tại Công ty Macrogen (Seoul, Hàn Quốc). Sau khi hiệu chỉnh bằng phần mềm ATGC, kích thước các trình tự thu được lần lượt là 701-720 bp (*rbcL*), 773-858 bp (*matK*) và 706-715 bp (ITS2) (bảng 3). Tỷ lệ giải trình tự đạt 100% trên các mẫu khuếch đại thành công, trong khi nghiên cứu trước đây cho thấy tỷ lệ khuếch đại đạt 100% nhưng tỷ lệ giải trình tự chỉ đạt 72-99,3% [17]. Loài *Actinidia*

có sự biến đổi sinh học lớn khi được trồng ở các vùng địa lý và khí hậu khác nhau, dễ dàng lai tự nhiên, tạo ra các giống lai. Điều này thể hiện sự biến đổi di truyền đáng kể ở một số loài thuộc chi *Actinidia* [18].

**Bảng 3. Tỷ lệ khuếch đại các vùng DNA barcode *rbcL*, *matK*, ITS2 của các mẫu Kiwi.**

| Thứ tự                                    | Mẫu                  | <i>rbcL</i>  |                 | <i>matK</i>  |                 | ITS          |                 |
|-------------------------------------------|----------------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|
|                                           |                      | Sản phẩm PCR | Kích thước (bp) | Sản phẩm PCR | Kích thước (bp) | Sản phẩm PCR | Kích thước (bp) |
| 1                                         | <i>Actinidia</i> 1   | x            | 712             | x            | 855             | x            | 706             |
| 2                                         | <i>Actinidia</i> 2   | x            | 710             | x            | 853             | x            | 707             |
| 3                                         | <i>Actinidia</i> 3   | x            | 710             | x            | 773             | x            | 717             |
| 4                                         | <i>Actinidia</i> 4   | x            | 718             | -            | -               | -            | -               |
| 5                                         | <i>Actinidia</i> 5   | x            | 707             | x            | 850             | x            | 722             |
| 6                                         | <i>Actinidia</i> 6   | x            | 708             | x            | 858             | x            | 708             |
| 7                                         | <i>Actinidia</i> 7   | x            | 706             | x            | 850             | x            | 711             |
| 8                                         | <i>Actinidia</i> 8   | x            | 706             | x            | 779             | x            | 711             |
| 9                                         | <i>Actinidia</i> 9   | x            | 701             | x            | 773             | x            | 712             |
| 10                                        | <i>Actinidia</i> 10  | x            | 720             | x            | 800             | x            | 715             |
| 11                                        | <i>Actinidia</i> -11 | x            | 701             | -            | -               | -            | -               |
| 12                                        | <i>Actinidia</i> 12  | x            | 708             | x            | 775             | x            | 706             |
| 13                                        | <i>Actinidia</i> 13  | x            | 711             | x            | 774             | x            | 710             |
| 14                                        | <i>Actinidia</i> 14  | x            | 710             | x            | 776             | -            | -               |
| 15                                        | <i>Actinidia</i> 15  | x            | 701             | x            | 773             | x            | 709             |
| 16                                        | <i>Actinidia</i> 16  | x            | 701             | -            | -               | -            | -               |
| 17                                        | <i>Actinidia</i> 17  | -            | -               | -            | -               | x            | 708             |
| 18                                        | <i>Actinidia</i> 18  | x            | 712             | x            | 773             | -            | -               |
| 19                                        | <i>Actinidia</i> 19  | x            | 715             | x            | 773             | x            | 706             |
| 20                                        | <i>Actinidia</i> 20  | x            | 701             | x            | 775             | x            | 706             |
| Tỷ lệ khuếch đại và giải trình tự DNA (%) |                      | 19/20 (95%)  | 19/19 (100%)    | 16/20 (80%)  | 16/16 (100%)    | 15/20 (75%)  | 15/15 (100%)    |

### 3.2. Đánh giá, định danh, phân tích mối quan hệ di truyền của các mẫu giống Kiwi

Kết quả cho thấy mức độ tương đồng và độ bao phủ của các DNA barcode từ các mẫu Kiwi so với trình tự trên NCBI như sau: *rbcL* (99-100% tương đồng, 97,7-100% bao phủ), *matK* (99,7-100% tương đồng, 99-100% bao phủ), ITS (87-100% tương đồng, 95,6-100% bao phủ). Điều này chứng tỏ các vùng gen *rbcL*, *matK*, ITS khuếch đại từ các mẫu nghiên cứu có độ tương đồng cao với dữ liệu đã công bố trên NCBI.

Phân tích trình tự DNA xác định các vùng bảo tồn, vùng biến đổi và chỉ số Pi của từng gen như sau: *rbcL* (694/701 vùng bảo tồn, 7/701 vùng biến đổi,  $Pi=6/701$ ), *matK* (766/773 vùng bảo tồn, 7/773 vùng biến đổi,  $Pi=3/773$ ), ITS (675/706 vùng bảo tồn, 68/706 vùng biến đổi,  $Pi=22/706$ ). Từ kết quả này, cây phát sinh loài đã được xây dựng dựa trên trình tự DNA các vùng *rbcL*, *matK*, ITS để phân tích mối quan hệ di truyền của các mẫu Kiwi.

#### 3.2.1. So sánh các trình tự *rbcL* của 19 mẫu Kiwi được thu thập

Trình tự DNA gen *rbcL* giữa 19 mẫu Kiwi có sự khác nhau tại các vị trí 47 (T/A), 272 (G/A), 388 (A/G), 640 (G/A), 661 (T/A), 673 (T/A/C) và 675 (T/C).

Dựa trên kết quả khuếch đại và giải trình tự gen *rbcL* của 19/20 mẫu Kiwi thu thập, mối quan hệ di truyền giữa các mẫu này và 9 mẫu tham chiếu trên GenBank đã được xây dựng (không trình bày). Kết quả thiết lập cây phát sinh chủng loài chia các mẫu Kiwi phân tích thành bốn nhóm chính. Trong đó, 10 mẫu Kiwi thu thập thuộc nhóm I, cùng nhóm với các mẫu tham chiếu thuộc các loài như *A. eriantha*, *A. venosa*, *A. latifolia*, *A. rufa*; và 9 mẫu Kiwi còn lại thuộc nhóm III, cùng nhóm với các mẫu tham chiếu thuộc các loài như *A. deliciosa*, *A. chinensis*. Đối với nhóm II chỉ gồm các mẫu tham chiếu thuộc các loài *A. arguta*, *A. kolomika* và nhóm IV chỉ gồm một mẫu tham chiếu thuộc loài *A. valvata*. Kết quả phân tích dựa trên trình tự vùng *rbcL* của 19 mẫu Kiwi cho thấy rằng, nguồn gốc di truyền của các mẫu Kiwi thu thập chỉ tập trung ở một số loài nhất định và có sự phân nhóm thành 2 nguồn rõ rệt (bảng 4).

**Bảng 4. Vị trí sai khác của các mẫu Kiwi dựa trên trình tự gen *rbcL*.**

| Thứ tự | Mẫu                 | Vị trí biến đổi |     |     |     |     |     |     |
|--------|---------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|        |                     | 47              | 272 | 388 | 640 | 661 | 673 | 675 |
| 1      | <i>Actinidia</i> 2  | T               | G   | A   | G   | T   | T   | A   |
| 2      | <i>Actinidia</i> 3  | T               | G   | A   | G   | T   | T   | A   |
| 3      | <i>Actinidia</i> 4  | T               | G   | A   | G   | T   | T   | A   |
| 4      | <i>Actinidia</i> 5  | T               | G   | A   | G   | T   | T   | A   |
| 5      | <i>Actinidia</i> 10 | T               | A   | G   | A   | A   | T   | A   |
| 6      | <i>Actinidia</i> 13 | T               | A   | G   | A   | A   | T   | A   |
| 7      | <i>Actinidia</i> 14 | T               | A   | A   | A   | A   | T   | A   |
| 8      | <i>Actinidia</i> 15 | T               | A   | A   | G   | A   | T   | C   |
| 9      | <i>Actinidia</i> 16 | T               | G   | A   | G   | A   | T   | A   |
| 10     | <i>Actinidia</i> 20 | T               | A   | A   | G   | A   | T   | A   |
| 11     | <i>Actinidia</i> 1  | A               | G   | A   | G   | A   | T   | A   |
| 12     | <i>Actinidia</i> 6  | A               | G   | A   | G   | A   | C   | A   |
| 13     | <i>Actinidia</i> 7  | A               | G   | A   | G   | A   | C   | A   |
| 14     | <i>Actinidia</i> 8  | A               | G   | A   | G   | A   | A   | A   |
| 15     | <i>Actinidia</i> 9  | A               | G   | A   | G   | A   | A   | A   |
| 16     | <i>Actinidia</i> 11 | A               | G   | A   | G   | A   | T   | A   |
| 17     | <i>Actinidia</i> 12 | A               | G   | A   | G   | A   | T   | A   |
| 18     | <i>Actinidia</i> 18 | A               | G   | A   | G   | A   | T   | A   |
| 19     | <i>Actinidia</i> 19 | A               | G   | A   | G   | A   | T   | A   |

#### 3.2.2. So sánh các trình tự *matK* của 16 mẫu Kiwi được thu thập

Dựa trên kết quả khuếch đại và giải trình tự gen *matK* của 16/20 mẫu Kiwi được thu thập, mối quan hệ di truyền giữa các mẫu này và 9 mẫu tham chiếu trên GenBank đã được xây dựng (không trình bày). Cây phát sinh chủng loài của 16 mẫu Kiwi và 9 trình tự tham chiếu chia làm 2 nhóm chính. Trong đó, nhóm II gồm 3 trình tự tham chiếu thuộc 3 loài *A. arguta*, *A. kolomikta*, *A. valvata*, nhóm I gồm 16 mẫu Kiwi và 6 trình tự tham chiếu thuộc các loài *A. eriantha*, *A. venosa*, *A. latifolia*, *A. rufa*, *A. deliciosa* và *A. chinensis*. Nhóm I chia làm 2 phân nhóm IA và IB, chỉ mẫu *Actinidia* 2 thuộc nhóm IB, còn 15 mẫu Kiwi còn lại thuộc nhóm IA. Kết quả phân tích nhóm IA cho thấy, 15 mẫu Kiwi thuộc chung một nhóm di truyền và tách riêng với nhóm còn lại gồm chỉ một mẫu tham chiếu thuộc loài *A. rufa*. Điểm đáng chú ý trong 15 mẫu Kiwi này cho thấy, 2 mẫu *Actinidia* 3 và *Actinidia* 5 không có sự khác biệt và tách riêng với nhóm kia gồm 13 mẫu Kiwi còn lại. Kết quả phân tích dựa trên trình tự gen *matK* của 16

mẫu Kiwi cho thấy rằng, nguồn gốc di truyền của 15/16 mẫu Kiwi thu thập có mối quan hệ gần với 2 loài *A. deliciosa* và *A. chinensis*, trong khi đó mẫu Kiwi-2 còn lại có thể có mối quan hệ gần với loài *A. eriantha* hoặc *A. latifolia*.

Trình tự DNA gen *matK* giữa 16 mẫu Kiwi có 7 vị trí sai khác giữa các trình tự với nhau. Trong đó, ở vị trí sai khác 457 có sự thay đổi giữa nucleotide G hoặc A và một số trình tự mất một số nucleotide ở vị trí này (bảng 5). Kết quả phân tích tỷ lệ phân nhóm di truyền của các mẫu Kiwi được thu thập dựa trên gen *matK* cho thấy chỉ có mẫu Kiwi được thu thập từ nguồn tự nhiên Việt Nam thuộc một nhóm, tách riêng với các mẫu còn lại. Trong đó, mẫu cây Kiwi cái thu thập từ nguồn tự nhiên Việt Nam có mối quan hệ di truyền gần với 12 mẫu Kiwi thương mại.

**Bảng 5. Vị trí sai khác của các mẫu Kiwi dựa trên trình tự gen *matK*.**

| Thứ tự | Mẫu                 | Vị trí sai khác |     |     |     |     |     |     |
|--------|---------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|        |                     | 73              | 304 | 334 | 457 | 492 | 535 | 555 |
| 1      | <i>Actinidia 2</i>  | G               | G   | C   | G   | T   | A   | G   |
| 2      | <i>Actinidia 3</i>  | T               | C   | A   | G   | T   | A   | A   |
| 3      | <i>Actinidia 5</i>  | T               | C   | A   | G   | T   | A   | A   |
| 4      | <i>Actinidia 1</i>  | T               | C   | A   | A   | A   | G   | A   |
| 5      | <i>Actinidia 6</i>  | T               | C   | A   | A   | A   | G   | A   |
| 6      | <i>Actinidia 7</i>  | T               | C   | A   | A   | A   | G   | A   |
| 7      | <i>Actinidia 8</i>  | T               | C   | A   | A   | A   | G   | A   |
| 8      | <i>Actinidia 9</i>  | T               | C   | A   | -   | A   | G   | A   |
| 9      | <i>Actinidia 10</i> | T               | C   | A   | -   | A   | G   | A   |
| 10     | <i>Actinidia 12</i> | T               | C   | A   | -   | A   | G   | A   |
| 11     | <i>Actinidia 13</i> | T               | C   | A   | -   | A   | G   | A   |
| 12     | <i>Actinidia 14</i> | T               | C   | A   | -   | A   | G   | A   |
| 13     | <i>Actinidia 15</i> | T               | C   | A   | -   | A   | G   | A   |
| 14     | <i>Actinidia 18</i> | T               | C   | A   | -   | A   | G   | A   |
| 15     | <i>Actinidia 19</i> | T               | C   | A   | -   | A   | G   | A   |
| 16     | <i>Actinidia 20</i> | T               | C   | A   | -   | A   | G   | A   |

### 3.2.3. So sánh các trình tự ITS của 16 mẫu Kiwi được thu thập

Phân tích trình tự DNA vùng ITS của 15 mẫu Kiwi cho thấy có sự khác nhau ở 68 vị trí của các trình tự nghiên cứu. Vùng ITS nằm trong nhân nên trong quá trình lai tạo đã làm biến đổi một số vị trí nucleotide trên trình tự DNA do đó có nhiều sự biến đổi hơn so với các trình tự DNA các vùng gen trong lục lạp.

Dựa trên kết quả khuếch đại và giải trình tự thành công vùng ITS của 15/20 mẫu Kiwi được thu thập, mối quan hệ di truyền giữa các mẫu này và 10 mẫu tham chiếu trên GenBank đã được

xây dựng (không trình bày). Cây phát sinh chủng loài của 15 mẫu Kiwi và 10 trình tự tham chiếu chia làm 7 nhóm chính. Trong đó, nhóm IV, V, VI, VII bao gồm các trình tự tham chiếu thuộc các loài *A. kolomikta*, *A. valvata*, *A. lasioclada*. Nhóm III gồm mẫu *Actinidia 2* và trình tự tham chiếu của loài *A. latifolia*. Nhóm II gồm 3 mẫu *Actinidia 12*, *Actinidia 19* và 20 và 2 trình tự tham chiếu thuộc loài *A. callosa* và *A. rufa*. Kết quả phân nhóm 11 mẫu Kiwi còn lại cùng nhóm với 2 trình tự tham chiếu thuộc 2 loài *A. deliciosa* và *A. chinensis*. Kết quả phân tích dựa trên trình tự vùng ITS của 15 mẫu Kiwi cho thấy rằng, nguồn gốc di truyền của chúng có thể từ 3 nhóm di truyền khác nhau như sau: nhóm thứ nhất gồm 11 mẫu Kiwi có quan hệ di truyền gần gũi, nhóm 2 gồm 3 mẫu *Actinidia 12*, *Actinidia 19* và *Actinidia 20*, nhóm còn lại chỉ có mẫu Kiwi-2 và tương đối tách biệt với 2 nhóm kia.

Tóm lại, trình tự gen *rcbL* và *matK* trong lục lạp có 7 vị trí sai khác trong khi đó vùng ITS trong nhân có tới 68 vị trí sai khác. Kết quả cho thấy, vùng gen trong lục lạp có sự bảo tồn và ít biến đổi hơn so với vùng gen trong nhân. Do các vùng trong nhân bị biến đổi trong quá trình lai tạo nên giữa các vùng DNA trong nhân có sự sai khác nhiều (bảng 6).

Dựa trên kết quả phân tích mối quan hệ di truyền của 20 mẫu Kiwi thu thập dựa trên từng vùng trình tự như *rbcl*, *matK*, ITS riêng rẽ cho thấy đa số các mẫu thu thập có quan hệ di truyền gần với hai loài *A. deliciosa* và *A. chinensis*. Trong đó mẫu *Actinidia 2* có nguồn gốc gần với loài *A. latifolia* và có nguồn gốc tương đối tách biệt so với các mẫu Kiwi còn lại. Kết quả phân tích mối quan hệ di truyền dựa trên từng vùng trình tự cũng cho thấy có sự khác nhau nhất định giữa các cây phát sinh loài. Điều này có thể giải thích do một số nguyên nhân: (1) Khả năng lai tạo tự do giữa các loài thuộc chi *Actinidia* với nhau từ đó dẫn đến nguồn gốc loài thường phức tạp khi phân tích dựa trên di truyền DNA [7]; (2) Sự phức tạp trong di truyền lục lạp ở các loài thuộc chi này, trong đó lục lạp được di truyền từ bố còn ti thể di truyền từ mẹ [19]; (3) Mức độ đa bội ở các loài tự nhiên và lai tạo ở Kiwi là tương đối khác biệt từ nhị bội đến lục bội, một số loài có thể có bát bội, thập bội hay nhiều hơn [9, 20]. Đây cũng là một phần lý do sự phức tạp trong phân tích giới tính đực/cái ở cây Kiwi cũng như việc phân tích nguồn gốc của các loài trong tự nhiên.

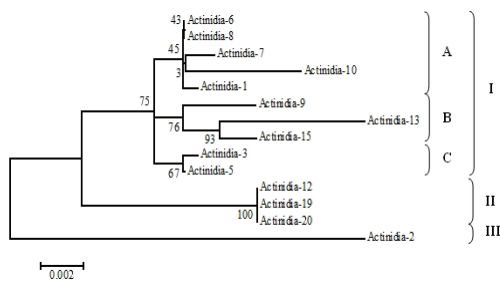
### 3.2.4. So sánh các trình tự *matK* và ITS của 14 mẫu Kiwi được thu thập

Cây phát sinh chủng loài của 14 mẫu Kiwi dựa trên trình tự DNA kết hợp gen *matK* và vùng ITS chia làm 3 nhóm chính (hình 1). Nhóm I chia làm 2 nhóm nhỏ gồm nhóm IA gồm các mẫu *Actinidia 1*, 6, 7, 8 và nhóm IB gồm các mẫu Kiwi 10, 18, 21, nhóm IC gồm các mẫu *Actinidia 3*, 5. Nhóm II gồm 3 mẫu *Actinidia 12*, 19, 20. Nhóm II gồm các mẫu *Actinidia 2*.

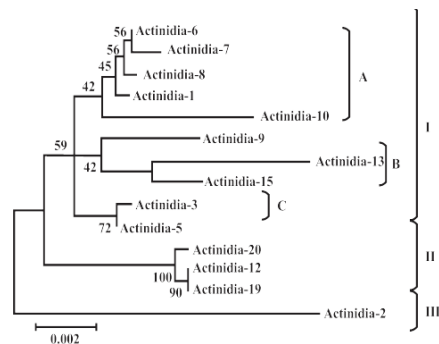
Bảng 6. Vị trí sai khác của các loài Kiwi dựa trên trình tự DNA vùng Internal Transcript Spacer.

| Mẫu          | Vị trí sai khác |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
|--------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|
|              | 37              | 40  | 48  | 49  | 50  | 57  | 73  | 74  | 79  | 80  | 81  | 83  | 86  | 92  | 93  |  |  |  |
| Actinidia 2  | T               | A   | A   | C   | T   | C   | C   | T   | C   | T   | C   | C   | A   | A   | A   |  |  |  |
| Actinidia 3  | T               | A   | A   | T   | A   | T   | A   | T   | C   | C   | A   | C   | G   | A   | A   |  |  |  |
| Actinidia 5  | T               | A   | A   | T   | A   | T   | A   | T   | C   | C   | A   | C   | G   | A   | A   |  |  |  |
| Actinidia 9  | T               | A   | A   | T   | A   | T   | A   | T   | C   | C   | A   | C   | G   | T   | G   |  |  |  |
| Actinidia 17 | T               | A   | A   | T   | A   | T   | A   | T   | C   | C   | A   | C   | G   | A   | A   |  |  |  |
| Actinidia 1  | T               | A   | A   | T   | A   | T   | A   | C   | C   | C   | A   | C   | G   | A   | A   |  |  |  |
| Actinidia 6  | T               | A   | A   | T   | A   | T   | A   | C   | C   | C   | A   | C   | G   | A   | A   |  |  |  |
| Actinidia 7  | T               | A   | A   | T   | A   | T   | A   | C   | C   | C   | A   | C   | G   | A   | A   |  |  |  |
| Actinidia 8  | T               | A   | A   | T   | A   | T   | A   | C   | C   | C   | A   | C   | G   | A   | A   |  |  |  |
| Actinidia 12 | T               | A   | C   | T   | A   | T   | C   | T   | T   | T   | C   | T   | G   | -   | A   |  |  |  |
| Actinidia 13 | T               | A   | C   | T   | A   | T   | A   | T   | C   | C   | A   | C   | G   | A   | A   |  |  |  |
| Actinidia 15 | T               | A   | C   | T   | A   | T   | A   | T   | C   | C   | A   | C   | G   | A   | A   |  |  |  |
| Actinidia 19 | T               | A   | C   | T   | A   | T   | C   | T   | T   | T   | C   | T   | G   | -   | A   |  |  |  |
| Actinidia 20 | T               | A   | C   | T   | A   | T   | C   | T   | T   | T   | C   | T   | G   | -   | A   |  |  |  |
| Actinidia 10 | G               | G   | A   | T   | A   | T   | A   | C   | C   | C   | A   | C   | G   | A   | A   |  |  |  |
| Mẫu          | Vị trí sai khác |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
|              | 97              | 109 | 110 | 114 | 117 | 153 | 164 | 177 | 179 | 182 | 189 | 198 | 210 | 220 | 221 |  |  |  |
| Actinidia 2  | G               | G   | G   | C   | T   | C   | G   | C   | A   | C   | C   | G   | G   | C   | A   |  |  |  |
| Actinidia 3  | T               | A   | G   | A   | T   | A   | T   | T   | G   | C   | C   | G   | G   | C   | A   |  |  |  |
| Actinidia 5  | T               | A   | G   | A   | T   | A   | T   | T   | G   | C   | C   | G   | G   | C   | A   |  |  |  |
| Actinidia 9  | T               | A   | G   | A   | C   | A   | T   | T   | G   | C   | C   | G   | T   | C   | A   |  |  |  |
| Actinidia 17 | T               | A   | G   | A   | C   | A   | T   | T   | G   | C   | C   | G   | G   | C   | T   |  |  |  |
| Actinidia 1  | T               | A   | G   | A   | T   | A   | T   | T   | G   | C   | C   | G   | G   | C   | T   |  |  |  |
| Actinidia 6  | T               | A   | G   | A   | T   | A   | T   | T   | G   | C   | C   | G   | G   | C   | T   |  |  |  |
| Actinidia 7  | T               | A   | G   | A   | T   | C   | T   | T   | A   | C   | C   | G   | G   | C   | T   |  |  |  |
| Actinidia 8  | T               | A   | G   | A   | T   | A   | T   | T   | G   | C   | C   | G   | G   | C   | T   |  |  |  |
| Actinidia 12 | T               | A   | A   | A   | C   | C   | T   | T   | A   | C   | T   | A   | G   | C   | A   |  |  |  |
| Actinidia 13 | T               | A   | G   | A   | T   | A   | T   | T   | G   | C   | C   | G   | G   | C   | A   |  |  |  |
| Actinidia 15 | T               | A   | G   | A   | T   | A   | T   | T   | G   | C   | C   | G   | G   | C   | A   |  |  |  |
| Actinidia 19 | T               | A   | A   | A   | C   | C   | T   | T   | A   | C   | T   | A   | G   | C   | A   |  |  |  |
| Actinidia 20 | T               | A   | A   | A   | C   | C   | T   | T   | A   | C   | T   | A   | G   | C   | A   |  |  |  |
| Actinidia 10 | T               | A   | G   | A   | C   | A   | T   | T   | G   | T   | C   | G   | G   | A   | T   |  |  |  |
| Mẫu          | Vị trí sai khác |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
|              | 236             | 279 | 280 | 295 | 322 | 502 | 529 | 538 | 546 | 479 | 487 | 518 | 519 | 532 | 542 |  |  |  |
| Actinidia 2  | T               | C   | A   | A   | G   | C   | C   | G   | C   | G   | C   | C   | C   | G   | G   |  |  |  |
| Actinidia 3  | A               | A   | G   | A   | G   | C   | C   | A   | C   | A   | T   | T   | T   | G   | G   |  |  |  |
| Actinidia 5  | A               | C   | G   | A   | G   | C   | C   | A   | C   | A   | T   | T   | T   | G   | G   |  |  |  |
| Actinidia 9  | A               | A   | G   | A   | G   | C   | C   | A   | C   | A   | T   | T   | T   | G   | G   |  |  |  |
| Actinidia 17 | A               | C   | G   | A   | G   | C   | C   | A   | C   | A   | T   | T   | T   | G   | G   |  |  |  |
| Actinidia 1  | A               | A   | G   | A   | G   | C   | C   | A   | C   | A   | T   | T   | T   | G   | G   |  |  |  |
| Actinidia 6  | A               | C   | G   | A   | G   | C   | C   | A   | C   | A   | T   | T   | T   | G   | G   |  |  |  |
| Actinidia 7  | A               | C   | G   | A   | G   | C   | C   | A   | C   | A   | T   | T   | T   | G   | G   |  |  |  |

| Mẫu          | Vị trí sai khác |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
|--------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|
|              | 37              | 40  | 48  | 49  | 50  | 57  | 73  | 74  | 79  | 80  | 81  | 83  | 86  | 92  | 93  |  |  |  |
| Actinidia 8  | A               | C   | G   | A   | G   | C   | C   | A   | C   | A   | T   | T   | T   | G   | G   |  |  |  |
| Actinidia 12 | A               | C   | G   | A   | G   | C   | T   | A   | T   | A   | T   | T   | T   | G   | A   |  |  |  |
| Actinidia 13 | A               | A   | G   | A   | G   | T   | C   | A   | C   | A   | T   | T   | T   | G   | G   |  |  |  |
| Actinidia 15 | A               | A   | G   | A   | G   | C   | C   | A   | C   | A   | T   | T   | T   | A   | G   |  |  |  |
| Actinidia 19 | A               | C   | G   | A   | G   | C   | T   | A   | T   | A   | T   | T   | T   | G   | A   |  |  |  |
| Actinidia 20 | A               | C   | G   | A   | G   | C   | T   | A   | T   | A   | T   | T   | T   | G   | A   |  |  |  |
| Actinidia 10 | A               | C   | G   | T   | T   | C   | C   | A   | C   | A   | T   | T   | T   | G   | G   |  |  |  |
| Mẫu          | Vị trí sai khác |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
|              | 551             | 579 | 606 | 609 | 614 | 617 | 621 | 630 | 631 | 632 | 637 | 641 | 646 | 650 | 651 |  |  |  |
| Actinidia 2  | G               | T   | C   | T   | T   | C   | C   | T   | T   | G   | C   | C   | C   | G   | C   |  |  |  |
| Actinidia 3  | G               | T   | T   | C   | T   | C   | T   | T   | T   | T   | C   | T   | C   | A   | T   |  |  |  |
| Actinidia 5  | G               | T   | T   | C   | T   | C   | T   | T   | T   | T   | C   | T   | C   | A   | T   |  |  |  |
| Actinidia 9  | G               | T   | T   | C   | T   | G   | T   | T   | T   | T   | C   | T   | C   | A   | T   |  |  |  |
| Actinidia 17 | G               | T   | T   | C   | T   | C   | T   | T   | T   | T   | C   | T   | C   | A   | T   |  |  |  |
| Actinidia 1  | G               | T   | T   | C   | T   | C   | T   | T   | T   | T   | C   | T   | C   | A   | T   |  |  |  |
| Actinidia 6  | G               | T   | T   | C   | T   | C   | T   | T   | T   | T   | C   | T   | C   | A   | T   |  |  |  |
| Actinidia 7  | G               | T   | T   | C   | T   | C   | T   | T   | T   | T   | C   | T   | C   | A   | T   |  |  |  |
| Actinidia 8  | G               | T   | T   | C   | T   | C   | T   | T   | T   | T   | C   | T   | C   | A   | T   |  |  |  |
| Actinidia 12 | A               | T   | T   | C   | T   | C   | T   | T   | T   | T   | C   | T   | T   | A   | T   |  |  |  |
| Actinidia 13 | G               | T   | T   | C   | A   | A   | T   | A   | A   | T   | A   | T   | C   | A   | T   |  |  |  |
| Actinidia 15 | G               | A   | T   | C   | T   | C   | T   | T   | T   | T   | C   | T   | C   | A   | T   |  |  |  |
| Actinidia 19 | A               | T   | T   | C   | T   | C   | T   | T   | T   | T   | C   | T   | T   | A   | T   |  |  |  |
| Actinidia 20 | A               | T   | T   | C   | T   | C   | T   | T   | T   | T   | C   | T   | T   | A   | T   |  |  |  |
| Actinidia 10 | G               | T   | T   | C   | T   | C   | T   | T   | T   | T   | C   | T   | C   | A   | T   |  |  |  |
| Mẫu          | Vị trí sai khác |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
|              | 653             | 654 | 661 | 662 | 664 | 671 | 673 | 679 |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Actinidia 2  | A               | C   | G   | A   | C   | C   | A   | G   |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Actinidia 3  | A               | C   | G   | A   | C   | C   | A   | G   |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Actinidia 5  | A               | C   | G   | A   | C   | C   | A   | G   |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Actinidia 9  | T               | C   | G   | A   | C   | T   | A   | G   |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Actinidia 17 | A               | C   | G   | A   | C   | C   | A   | G   |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Actinidia 1  | A               | C   | G   | A   | C   | C   | A   | G   |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Actinidia 6  | A               | C   | G   | A   | C   | C   | A   | G   |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Actinidia 7  | A               | C   | G   | A   | C   | C   | A   | G   |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Actinidia 8  | A               | C   | G   | A   | C   | C   | A   | G   |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Actinidia 12 | A               | C   | G   | A   | C   | C   | A   | G   |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Actinidia 13 | A               | T   | C   | G   | G   | T   | C   | G   |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Actinidia 15 | A               | T   | G   | A   | T   | T   | A   | G   |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Actinidia 19 | A               | C   | G   | A   | C   | C   | A   | G   |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Actinidia 20 | A               | C   | G   | A   | C   | C   | A   | G   |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| Actinidia 10 | A               | C   | G   | A   | C   | C   | A   | C   |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |



Hình 1. Cây phát sinh chủng loài của 14 mẫu Kiwi dựa trên trình tự gen *matK* và vùng Internal Transcript Spacer.



Hình 2. Cây phát sinh chủng loài của 14 mẫu Kiwi dựa trên trình tự DNA của các gen *rbcL*, *matK* và vùng Internal Transcript Spacer.

### 3.2.5. So sánh kết hợp các trình tự gen *rbcL*, gen *matK* và vùng ITS *matK* và ITS của 14 mẫu Kiwi được thu thập

Cây phát sinh chủng loài của 14 mẫu Kiwi dựa trên trình tự DNA kết hợp các gen *rbcL*, *matK* và vùng ITS chia làm 3 nhóm chính (hình 2). Nhóm I chia làm 2 nhóm nhỏ gồm nhóm IA gồm các mẫu *Actinidia* 1, 6, 7, 8, nhóm IB gồm các mẫu Kiwi 10, 18, 21, nhóm IC gồm các mẫu *Actinidia* 3, 5. Nhóm II gồm 3 mẫu *Actinidia* 12, 19, 20. Nhóm III gồm các mẫu *Actinidia* 2.

Kết quả trên cho thấy, các vùng gen khác nhau có hiệu quả đánh giá mối quan hệ di truyền và xác định giống khác nhau. Nghiên cứu này cho thấy gen trong lục lạp có sự bảo tồn cao hơn trong nhân. Trong đó, khi sử dụng hai vùng gen *rbcL* và *matK* cho sự khác biệt của các trình tự nghiên cứu là 7 vị trí trong khi đó vùng ITS trong nhân cho sự khác biệt giữa các trình tự với 68 vị trí khác biệt. Vùng ITS trong nhân cho nhiều vị trí sai khác như vậy do trong quá trình sinh trưởng và phát triển đã xảy ra quá trình lại tạo dẫn đến trình tự DNA trong nhân có sự biến đổi đồng thời đặc điểm di truyền của cây Kiwi dễ ảnh hưởng bởi điều kiện môi trường bên ngoài. Đồng thời, khi kết hợp nhiều trình tự DNA của các vùng gen cho thấy có hiệu quả hơn trong việc sử dụng từng vùng gen riêng lẻ.

## 4. Kết luận

Nghiên cứu cho thấy, dựa trên gen *rbcL*, gen *matK* và vùng ITS có thể xác định mối quan hệ di truyền một cách tương đối giữa 20 mẫu Kiwi thu thập. Bước đầu có thể xác định được nguồn gốc của các mẫu giống Kiwi này từ các loài *A. deliciosa* và *A. chinensis* chiếm đa số; nguồn thứ 2 từ loài *A. callosa* và nguồn thứ ba từ loài *A. latifolia*. Kết quả này cũng cho thấy khả năng xác định mối quan hệ di truyền của các vùng DNA barcode *rbcL*, *matK* và ITS là khác nhau, hơn nữa, việc kết hợp giữa các vùng trình tự với nhau cho hiệu quả cao hơn khi sử dụng riêng lẻ trong việc đánh giá mối quan hệ di truyền cũng như xác

định loài. Từ kết quả trên cho thấy, việc ứng dụng các chỉ thị phân tử DNA barcode trong việc nghiên cứu và đánh giá di truyền trên các cây thuộc chi *Actinidia* là khả thi. Tuy nhiên, việc xác định chính xác từng mẫu ở mức độ dưới loài cần những nghiên cứu, phân tích thêm bằng các kỹ thuật và chỉ thị phân tử khác nhằm đảm bảo tính chính xác và độ tin cậy của phương pháp.

## LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được hỗ trợ kinh phí bởi Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam với mã số đề tài NCXS01.03/22-24. Các tác giả xin chân thành cảm ơn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Z.X. Cui (1993), *Zhongguo Mihoutao Actinidia in China*, Jinnan: Shandong Science and Technology Publisher, 700pp.
- [2] H.W. Huang, A.R. Ferguson (2006), "Actinidia in China: Natural diversity, phylogeographical evolution, interspecific gene flow and kiwifruit cultivar improvement", *VI International Symposium on Kiwifruit*, **753**, pp.31-40, DOI: 10.17660/ActaHortic.2007.753.1.
- [3] A.R. Ferguson, E.A. MacRae (1991), "Vitamin C in Actinidia", *II International Symposium on Kiwifruit*, **297**, pp.481-488, DOI: 10.17660/ActaHortic.1992.297.63.
- [4] A.R. Ferguson (2003), "Actinidia cultivars, 2003 - A perspective from New Zealand. Actinidia, the fruit novelty of the 20th century", *National Conference of the Italian Horticultural Society*, **21**, pp.51-67.
- [5] M.C.M. Vissers, A.C. Carr, J.M. Pullar, et al. (2013) "The bioavailability of vitamin C from kiwifruit", *Advances in Food and Nutrition Research*, **68**, pp.125-147, DOI: 10.1016/B978-0-12-394294-4.00007-9.
- [6] J.Q. Li, X.W. Li, D.D. Soejarto (2007), *Actinidiaceae*, Science Press and Missouri Botanical Garden, pp.334-360.
- [7] A.M. Hirsch, R. Testolin, S. Brown, et al. (2001), "Embryo rescue from interspecific crosses in the genus Actinidia (kiwifruit)", *Plant Cell Reports*, **20**(6), pp.508-516, DOI: 10.1007/s002990100340.
- [8] R. He, P. Liu, B. Jia, et al. (2019), "Genetic diversity of *Pseudomonas syringae* pv. actinidiae strains from different geographic regions in China", *Phytopathology*, **109**(3), pp.347-357, DOI: 10.1094/PHYTO-06-18-0188-R.
- [9] A.R. Ferguson, H. Huang (2007), "Genetic resources of kiwifruit: Domestication and breeding", *Horticultural Reviews*, **33**, DOI: 10.1002/9780470168011.ch1.
- [10] J. Chat, B. Jäuregui, R.J. Petit, et al. (2004), "Reticulate evolution in kiwifruit (*Actinidia*, Actinidiaceae) identified by comparing their maternal and paternal phylogenies", *American Journal of Botany*, **91**(5), pp.736-747, DOI: 10.3732/ajb.91.5.736.
- [11] J.Q. Li, X.W. Li, D.D. Soejarto (2007), "Revision of the genus Actinidia from China", *Acta Horticulturae*, **753**(1), pp.41-44, DOI: 10.17660/ActaHortic.2007.753.2.
- [12] D.T. Nhut, T.T.T. Ha, T.T. Huong, et al. (2012), "Study the formation of callus and single cell of Kiwi (*Actinidia deliciosa*)", *Academia Journal of Biology*, **34**(4), pp.505-514.
- [13] J.J. Doyle, J.L. Doyle (1987), "A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue", *Phytochemical Bulletin*, **19**, pp.11-15.
- [14] T. Takamiya, P. Wongsawad, A. Sathapattayanon, et al. (2014), "Molecular phylogenetics and character evolution of morphologically diverse groups, Dendrobium section Dendrobium and allies", *AoB Plants*, **6**, DOI: 10.1093/aobpla/plu045.
- [15] H. Topik, T. Yukawa, I. Motomi (2005), "Molecular phylogenetics of subtribe Aeridinae (Orchidaceae): Insights from plastid *matK* and nuclear ribosomal ITS sequences", *Journal of Plant Research*, **118**(4), pp.271-284, DOI: 10.1007/s10265-005-0217-3.
- [16] T. Takamiya, P. Wongsawad, A. Tajima, et al. (2011), "Identification of Dendrobium species used for herbal medicines based on ribosomal DNA internal transcribed spacer sequence", *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, **34**(5), pp.779-782, DOI: 10.1248/bpb.34.779.
- [17] B. Weihong, D. Li, X. Li (2018), "DNA barcoding of Actinidia (Actinidiaceae) using internal transcribed spacer, *matK*, *rbcL* and *trnH-psbA*, and its taxonomic implication", *New Zealand Journal of Botany*, **56**(4), pp.360-371, DOI: 10.1080/0028825X.2018.1491009.
- [18] H. Huang (2016), *Kiwifruit: The Genus Actinidia*, Academic Press, 350pp.
- [19] J. Chat, L. Chalal, R.J. Petit (1999), "Strict paternal inheritance of chloroplast DNA and maternal inheritance of mitochondrial DNA in intraspecific crosses of kiwifruit", *Theoretical and Applied Genetics*, **99**(1), pp.314-322, DOI: 10.1007/s001220051238.
- [20] L. Li, C.H. Zhong, D.W. Li (2013), "Diversity of *Pseudomonas syringae* pv. Actinidiae causing bacterial canker of kiwifruit in China", *Proceedings of 1st International Symposium on Bacterial Canker of Kiwifruit (Psa)*, Mt Maunganui, New Zealand.

# Tổng hợp và đặc trưng của vật liệu hydroxyapatite từ xương lợn bằng phương pháp thủy nhiệt

Trần Nguyễn Phương Lan<sup>1\*</sup>, Nguyễn Thanh Tỷ<sup>2</sup>, Mai Thị Thu Sương<sup>2</sup>, Ngô Trương Ngọc Mai<sup>2</sup>, Nguyễn Minh Nhựt<sup>2</sup>, Cao Lưu Ngọc Hạnh<sup>2</sup>, Lê Phan Hưng<sup>3</sup>, Phạm Thị Năm<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Khoa Kỹ thuật Cơ khí, Trường Đại học Cần Thơ, khu II, đường 3/2, phường Xuân Khánh, quận Ninh Kiều, TP Cần Thơ, Việt Nam

<sup>2</sup>Khoa Kỹ thuật Hóa học, Trường Đại học Cần Thơ, khu II, đường 3/2, phường Xuân Khánh, quận Ninh Kiều, TP Cần Thơ, Việt Nam

<sup>3</sup>Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP Hồ Chí Minh, 1 Võ Văn Ngân, phường Linh Chiểu, TP Thủ Đức, TP Hồ Chí Minh, Việt Nam

<sup>4</sup>Viện Kỹ thuật Nhiệt đới, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, phường Nghĩa Đô, quận Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 10/1/2023; ngày chuyển phản biện 13/1/2023; ngày nhận phản biện 8/2/2023; ngày chấp nhận đăng 10/2/2023

## **Tóm tắt:**

Trong nghiên cứu này, hydroxyapatite (HA) được tổng hợp bằng phương pháp thủy nhiệt ở tỷ lệ Ca/P=1,67, pH 10, nhiệt độ phản ứng 150°C, thời gian phản ứng 12 giờ với nguồn tiền chất từ xương lợn. Tính chất của nguồn nguyên liệu xương lợn và sản phẩm HA tạo thành được đánh giá bằng các phương pháp phân tích hiện đại như phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD), phương pháp quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR), phương pháp Brunauer-Emmett-Teller (BET) và phương pháp quang phổ huỳnh quang tia X (XRF). Bên cạnh đó, nguồn tiền chất giàu Ca và P được thu hồi từ xương lợn được hòa tan bằng dung dịch HNO<sub>3</sub> 0,3125 M trong 30 phút, với phần trăm xương lợn được hòa tan là 87,90%. Điểm thú vị của nghiên cứu này là HA tạo thành có độ kết tinh 89,23%, kích thước tinh thể trung bình 13,98 nm, không có sự xuất hiện của các pha tạp và không cần giả hóa sau phản ứng. Ngoài ra, độ kết tinh và kích thước tinh thể trung bình của HA được tổng hợp từ xương không nung lần lượt là 76,88% và 8,49 nm.

**Từ khóa:** độ kết tinh cao, hydroxyapatite, phương pháp thủy nhiệt, xương lợn.

**Chỉ số phân loại:** 2.4, 2.5, 2.9

## Synthesis and characterisation of hydroxyapatite from pig bone using hydrothermal method

Nguyen Phuong Lan Tran<sup>1\*</sup>, Thanh Ty Nguyen<sup>2</sup>, Thi Thu Suong Mai<sup>2</sup>, Truong Ngoc Mai Ngo<sup>2</sup>, Minh Nhut Nguyen<sup>2</sup>, Luu Ngoc Hanh Cao<sup>2</sup>, Phan Hung Le<sup>3</sup>, Thi Nam Pham<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Mechanical Engineering, Can Tho University, Campus II, 3/2 Street, Xuan Khanh Ward, Ninh Kieu District, Can Tho City, Vietnam

<sup>2</sup>Faculty of Chemical Engineering, Can Tho University, Campus II, 3/2 Street, Xuan Khanh Ward, Ninh Kieu District, Can Tho City, Vietnam

<sup>3</sup>Ho Chi Minh University of Technology and Education, 1 Vo Van Ngan Street, Linh Chieu Ward, Thu Duc City, Ho Chi Minh City, Vietnam

<sup>4</sup>Institute for Tropical Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet Street, Nghia Do Ward, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam

Received 10 January 2023; revised 8 February 2023; accepted 10 February 2023

## **Abstract:**

In this study, hydroxyapatite (HA) was synthesised using the hydrothermal method at a molar ratio of Ca/P=1.67, pH 10, at 150°C for 12 hours with the feedstock from the pig bone. The characteristic properties of pig bone and HA products were evaluated via many advanced analysis methods, such as X-ray diffraction (XRD), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), Brunauer-Emmett-Teller (BET) and X-ray fluorescence (XRF) methods. Besides, the precursor-rich calcium and phosphorus could be recovered from pig bone and dissolved using a 0.3125 M HNO<sub>3</sub> solution within 30 minutes and 87.9% of pig bone was fully dissolved. The interesting point in this study was to generate HA with a crystallinity of 89.23%, an average crystal size of 13.98 nm, no appearance of other phases in products, and without ageing. Moreover, the crystallinity and average crystal size of HA synthesising from bones without calcination were 76.88% and 8.49 nm, respectively.

**Keywords:** high crystalline, hydrothermal method, hydroxyapatite, pig bone.

**Classification numbers:** 2.4, 2.5, 2.9

\*Tác giả liên hệ: Email: tnplan@ctu.edu.vn

## 1. Đặt vấn đề

Ngày nay, vật liệu nano được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực đặc biệt như y sinh, xử lý các chất ô nhiễm và điện tử, trong đó, HA được biết như vật liệu có các ứng dụng đa dạng trong hấp phụ các chất ô nhiễm trong môi trường nước và y sinh. HA được tổng hợp từ các nguồn nguyên liệu và phương pháp tổng hợp khác nhau sẽ ảnh hưởng đến độ tinh khiết, diện tích bề mặt riêng và hình dạng của chúng. HA được tổng hợp từ vỏ sò biển có dạng hình que và kích thước tinh thể ~101 nm [1]. Để kiểm soát hình thái và kích thước hạt HA, dịch chiết trái cây có thể được bổ sung trong quá trình tổng hợp [2]. Với nguồn tiền chất từ hỗn hợp bột xương cá da trơn và xương động vật đã tạo ra HA có độ kết tinh và kích thước tinh thể trung bình là 80,42% và 27,3 nm [3]. Vỏ trứng cũng được sử dụng để tổng hợp HA bằng phương pháp thủy nhiệt kết hợp vi sóng ở công suất 800 W, vật liệu thu được có dạng hình que [4]. Các ion  $\text{Ca}^{2+}$  và  $\text{OH}^-$  của HA có khả năng trao đổi ion và tạo phức nên HA được sử dụng như chất hấp phụ các ion  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$  và thuốc nhuộm [5, 6]. HA cũng đã được chứng minh là có khả năng xử lý kim loại nặng như Cu, Fe, Ni và Cr trong đất [7]. Ngoài ra, HA được pha tạp nhôm và ứng dụng xử lý ion  $\text{F}^-$  trong nước, với hiệu suất trên 90% [8]. Cu-HA được tổng hợp thành công theo phương pháp trao đổi ion và điện hóa với hiệu quả diệt khuẩn đối với vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* là 89 và 98% [9]. Vật liệu composite của HA cũng đã được nghiên cứu và ứng dụng xử lý kim loại nặng như  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  và  $\text{Cd}^{2+}$ . Khả năng xử lý các chất ô nhiễm phụ thuộc vào diện tích bề mặt riêng của vật liệu, với diện tích bề mặt riêng càng cao thì khả năng hấp phụ càng tốt. Ngoài ra, diện tích bề mặt có mối quan hệ tỷ lệ thuận với độ kết tinh của vật liệu. Vì vậy, khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến độ kết tinh của HA được thực hiện để cải thiện diện tích bề mặt riêng của chúng [10-12].

Các kết quả nghiên cứu gần đây cho thấy nguồn nguyên liệu, nhiệt độ phản ứng và tính chất của các thành phần pha tạp ảnh hưởng đến hình dạng và kích thước của HA. Qua quá trình lược khảo tài liệu, có rất ít công trình nghiên cứu tổng hợp HA từ xương lợn được thực hiện ở Việt Nam. Vì vậy, nghiên cứu này nhằm tổng hợp HA với độ kết tinh cao bằng phương pháp thủy nhiệt từ tiền chất xương lợn với các yếu tố ảnh hưởng đến sự hình thành HA như nồng độ nitric acid để tạo tiền chất calcium nitrate, pH của dung dịch, thời gian phản ứng, nhiệt độ phản ứng và thời gian giã hóa.

## 2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Vật liệu

Xương lợn được thu gom ở các quán ăn tại TP Cần Thơ. Các hóa chất được sử dụng trong nghiên cứu này gồm sodium hydroxide (96%, Xilong), nitric acid (65-68%, Xilong), diammonium hydrogen phosphate (99,5%, Guanghua), ammonium hydroxide (25-28%, Xilong).

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Xương lợn được rửa để loại bỏ tạp chất và đun với dung dịch NaOH 1 M trong 2 giờ [13]. Xương được rửa sạch, sấy 60°C và nung 900°C, 1 giờ, được nghiền mịn và rây ở kích thước nhỏ hơn 0,42 mm bằng rây 35 Mesh. Bột xương được hòa tan trong  $\text{HNO}_3$  ở các nồng độ khác nhau và được lọc để loại bỏ chất rắn, thu được dung dịch tiền chất giàu Ca và P. Nitric acid hòa tan bột xương được khảo sát ở các nồng độ 0,03-1,25 M. Bột xương lợn không nung cũng được sử dụng để tạo dung dịch tiền chất giàu Ca và P như mẫu đối chứng. Phần trăm hòa tan của bột xương sau nung được tính theo công thức sau:

$$\% \text{ hòa tan} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (1)$$

Với  $m_1$  và  $m_2$  lần lượt là khối lượng bột xương nung ban đầu (g) và khối lượng chất rắn sau khi hòa tan với  $\text{HNO}_3$  (g).

Quy trình tổng hợp HA bằng phương pháp thủy nhiệt và có cải tiến [14]. Dung dịch tiền chất giàu Ca và P được thêm từ từ vào dung dịch  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  ở tỷ lệ mol Ca/P=1,67, tạo dung dịch huyền phù. Giá trị pH của dung dịch được điều chỉnh bằng  $\text{NH}_4\text{OH}$  (25%) và tiến hành phản ứng ở các giá trị thời gian và nhiệt độ khác nhau. Sau khi kết thúc phản ứng thủy nhiệt, bình phản ứng được giải nhiệt đến nhiệt độ phòng và giã hóa hỗn hợp ở các thời gian khác nhau. Sau khi giã hóa, hỗn hợp được lọc và rửa nhiều lần đến pH trung tính. Chất rắn được sấy ở 60°C đến khối lượng không đổi, sản phẩm là bột HA. Các yếu tố khảo sát trong thí nghiệm này gồm: pH 9-12, nhiệt độ ( $t=150, 175$  và  $200^\circ\text{C}$ ), thời gian phản ứng (2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20 và 24 giờ) và thời gian giã hóa ( $T_2=0; 12$  và 24 giờ).

Phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD) dùng để xác định cấu trúc của vật liệu, kích thước tinh thể, kiểm tra sự đơn pha, hằng số mạng tinh thể, độ kết tinh của vật liệu. Hằng số mạng tinh thể HA được tính theo định luật Bragg:

$$n\lambda = 2d_{hkl}\sin\theta \quad (2)$$

với  $n=1$ : số bậc nhiễu xạ;  $\lambda=1,5043$  Å: bước sóng tia X;  $\theta$ : góc nhiễu xạ (rad);  $d$ : khoảng cách giữa các mặt.

Phần trăm kết tinh (%) được xác định:

$$\% \text{ kết tinh} = \frac{\sum I_{HA}}{\sum I_T} \times 100 \quad (3)$$

trong đó:  $\sum I_{HA}$ : tổng diện tích peak HA;  $\sum I_T$ : tổng diện tích peak mẫu.

Kích thước tinh thể trung bình (nm) được xác định:

$$D = \frac{0,9\lambda}{\beta \cos\theta} \quad (4)$$

với  $\beta$  là một nửa bề rộng của peak.

Các nhóm chức và các liên kết hóa học của sản phẩm được xác định bằng phương pháp FTIR, sử dụng thiết bị FTIR Thermo Nicolet 6700, với số sóng 400-4000  $\text{cm}^{-1}$ . Thành phần oxide của bột xương được xác định bằng XRF với thiết bị ARL ADVANT'X (Thermo). Diện tích bề mặt riêng và kích thước lỗ rỗng của HA được phân tích bằng thiết bị BET 201A (Porous Materials Inc, Mỹ).

## 3. Kết quả và bàn luận

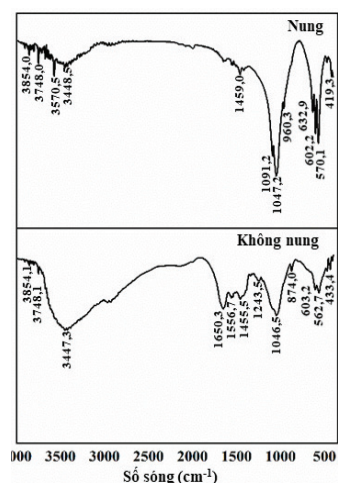
### 3.1. Đặc trưng của dung dịch tiền chất từ bột xương lợn

Kết quả FTIR của xương không nung và xương nung được thể hiện ở hình 1. Đối với bột xương không nung, dãy hấp thụ tại 1650,3; 1556,7 và 1243,5  $\text{cm}^{-1}$  lần lượt là các liên kết C=O, C-N và N-H của nhóm amide [15-17]. Số sóng ở 1455,5  $\text{cm}^{-1}$  là của liên kết C-O của  $\text{CaCO}_3$  và dao động ở 874,0  $\text{cm}^{-1}$  là dao động của liên kết Ca-O [18]. Liên kết O-P-O của nhóm  $\text{PO}_4^{3-}$  cũng được thể hiện ở số sóng 1046,5  $\text{cm}^{-1}$  [19]. Các kết quả cho thấy, quy trình tiền xử lý ban đầu với NaOH 1 M không thể loại bỏ hoàn toàn các tạp chất hữu cơ trong xương. Đối với bột xương nung, không tìm thấy sự tồn tại của các dãy hấp thụ đặc trưng cho liên kết trong nhóm amide, chứng tỏ các tạp chất hữu cơ đã bị phân hủy ở nhiệt độ cao. Dao động ở 3447,3  $\text{cm}^{-1}$  là liên kết O-H của nước được tìm thấy ở xương nung và không nung. Dãy xuất hiện ở 1092,1; 602,2; 570,1 và 472,1  $\text{cm}^{-1}$  là các dao động của liên kết P-O, O-P-O trong bột xương nung. Số sóng

1047,2 và 960,3  $\text{cm}^{-1}$  lần lượt là dao động kéo giãn không đối xứng của nhóm  $\text{PO}_4^{3-}$  và dao động kéo giãn của nhóm  $\text{PO}_4^{3-}$  [16, 20]. Liên kết Ca-O được xác định ở các số sóng 3648 và 419,3  $\text{cm}^{-1}$  [19]. Dao động ở số sóng 3570 và 632,9  $\text{cm}^{-1}$  là liên kết O-H trong nhóm hydroxyl [20]. Sự xuất hiện của các dao động đặc trưng cho nhóm phosphate và hydroxyl cho thấy sự tồn tại của HA tự nhiên [18, 20].

Kết quả phân tích XRF (bảng 1) cho thấy, hàm lượng CaO và  $\text{P}_2\text{O}_5$  lần lượt là 71 và 26,7%. Ngoài ra, bột xương còn chứa một số thành phần khác có hàm lượng nhỏ như MgO,  $\text{Na}_2\text{O}$  và  $\text{SiO}_2$ . Sau khi hòa tan với dung dịch  $\text{HNO}_3$ , có sự thay đổi của thành phần bột xương so với bột xương trước khi hòa tan. Nồng độ  $\text{HNO}_3$  được sử dụng để hòa tan bột xương là 0,0625-1,25 M, ở nhiệt độ phòng (bảng 2).

Phần trăm hòa tan bột xương trong dung dịch  $\text{HNO}_3$  giảm dần khi giảm nồng độ acid. Ở nồng độ 1,25 M, bột xương gần như được hòa tan hoàn toàn (96,90%). Khi nồng độ dung dịch  $\text{HNO}_3$  giảm từ 0,625-0,0312 M, phần trăm hòa tan giảm 91,06% (96,20-8,60%). Ở 0,3125 M, khoảng 87,90% bột xương lợn được hòa tan và giảm 9,29% so với



Hình 1. Giản đồ FTIR của bột xương nung và không nung; điều kiện nung: 900°C và 1 giờ.

Bảng 1. Thành phần các oxide trong bột xương.

| Thành phần oxide          | CaO   | $\text{P}_2\text{O}_5$ | $\text{Na}_2\text{O}$ | MgO  | SrO  | ZnO  | $\text{SiO}_2$ | Khác |
|---------------------------|-------|------------------------|-----------------------|------|------|------|----------------|------|
| Bột xương ban đầu* (%)    | 71,00 | 26,70                  | 1,24                  | 0,71 | 0,14 | 0,11 | 0,10           | -    |
| Bột xương không tan** (%) | 66,90 | 30,40                  | 1,46                  | 0,58 | 0,12 | -    | 0,13           | 0,43 |

\*bột xương trước khi hòa tan với  $\text{HNO}_3$ ; \*\*bột xương sau khi hòa tan với  $\text{HNO}_3$  0,3125 M.

Bảng 2. Ảnh hưởng của nồng độ  $\text{HNO}_3$  đến phần trăm hòa tan bột xương.

| Nồng độ $\text{HNO}_3$ (M) | Thời gian khuấy (phút) | Thể tích $\text{HNO}_3$ (ml) | Khối lượng bột xương (g) | Khối lượng chất rắn <sup>1</sup> (g) | Phần trăm hòa tan (%) |
|----------------------------|------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| 1,2500                     |                        |                              |                          | 0,031±0,001                          | 96,90±0,071           |
| 0,6250                     |                        |                              |                          | 0,038±0,002                          | 96,20±0,212           |
| 0,3125                     | 30                     | 50                           | 1                        | 0,121±0,010                          | 87,90±1,002           |
| 0,0625                     |                        |                              |                          | 0,804±0,002                          | 19,60±0,141           |
| 0,0312                     |                        |                              |                          | 0,914±0,002                          | 8,60±0,212            |

<sup>1</sup>khối lượng chất rắn sau khi hòa tan với  $\text{HNO}_3$  ở những nồng độ khác nhau.

phần trăm bột xương lợn được hòa tan ở nồng độ 1,25 M. Mặc dù lượng acid sử dụng giảm 4 lần (1,25-0,3125 M) nhưng phần trăm hòa tan giảm không đáng kể, do đó nồng độ 0,3125 M được lựa chọn.

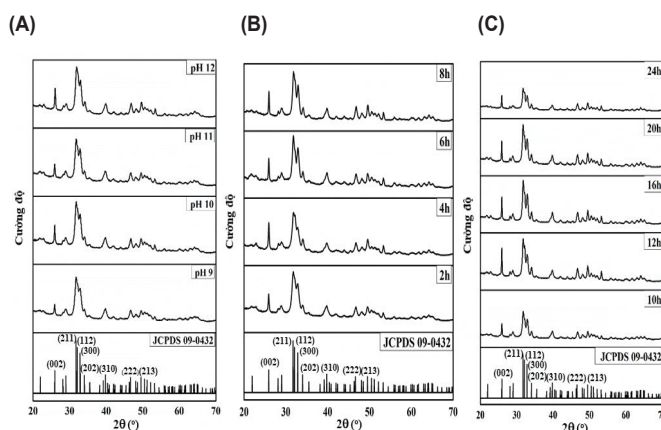
### 3.2. Tổng hợp hydroxyapatite

Giá trị pH không ảnh hưởng đến sự kết tinh HA nhưng ảnh hưởng đến hình dạng và kích thước hạt [21]. Các mầm HA bị che phủ bởi nhóm  $\text{OH}^-$  trong hỗn hợp, phát triển theo hướng không có sự hiện diện của nhóm  $\text{OH}^-$  và những mặt phẳng đã bị nhóm  $\text{OH}^-$  bám vào sẽ ngừng phát triển. Trong nghiên cứu này, các peak của HA được so sánh với thẻ chuẩn JCPDS 09-0432 [22]. HA đơn pha được tạo thành ở pH 9 nhưng cường độ các peak thấp và không tồn tại của các peak tạp (hình 2). Các peak xuất hiện ở góc  $2\theta=25,92; 31,72; 32,16; 32,85; 33,97; 39,78; 46,80$  và  $50,47^\circ$ , tương ứng với các mặt phẳng (002), (211), (112), (300), (202), (310), (222) và (213) [11]. HA đơn pha được tạo thành ở pH 9, mặt phẳng (300) phân tách rõ ràng và mặt phẳng (112) có xu hướng tách ra khỏi mặt phẳng (211) tại pH 10 (hình 2A).

Tuy nhiên, ở pH 11 và 12, cường độ peak tăng không đáng kể, do đó pH của dung dịch sẽ không ảnh hưởng đến độ kết tinh của HA. Khi giá trị pH tăng thì cường độ peak tăng dần và không có pha tạp [23]. Sự hình thành pha HA và pha  $\beta$ -TCP ở pH 9 và HA đơn pha tạo thành ở pH 11 [4]. Hằng số mạng tinh thể theo cấu trúc hexagonal và độ kết tinh của HA được trình bày ở bảng 3.

Tinh thể HA phát triển theo nhóm không gian  $\text{P6}_3/\text{m}$ , có cấu trúc lục phương với  $a=b=9,42 \text{ \AA}$  và  $c=6,88 \text{ \AA}$ ,  $\alpha=\beta=90^\circ$  và  $\gamma=120^\circ$  [24]. Tại pH 10, hằng số mạng tinh thể đạt giá trị gần nhất ( $a=b=9,422\pm0,021$ ,  $c=6,88$ ). Phần trăm kết tinh tăng 11,56% (từ 63,99 đến 71,39%) tại pH 9-10 và tăng không đáng kể ở pH 10-12. Kích thước tinh thể trung bình tăng 15,53% (pH 9-10) và 11,08% (pH 10-12). Sản phẩm kết tinh tốt và không xuất hiện các pha tạp nên pH 10 được chọn cho quá trình tổng hợp HA.

Thời gian phản ứng ảnh hưởng đến sự tạo thành và phát triển của HA. Các thành phần thứ cấp sẽ tạo thành khi kéo dài thời gian phản ứng và giảm độ tinh khiết của sản phẩm [25]. Hình 2B và 2C cho thấy sự hình thành đơn pha HA và không có sự xuất hiện các pha tạp. Thời gian phản ứng 2-10 giờ, cường độ peak thấp [26, 27]. Cường độ peak ở 12 và 20 giờ cao hơn 2-10 giờ và không có sự xuất hiện của các peak tạp, nhưng nhiễu xạ ở góc  $2\theta=32,20^\circ$  bị che bởi nhiễu xạ ở góc  $2\theta=31,82^\circ$ .



Hình 2. Giản đồ XRD của HA, pH 9-12 (A) và thời gian 2-8 giờ (B); 10-24 giờ (C); điều kiện phản ứng 150°C, không già hóa.

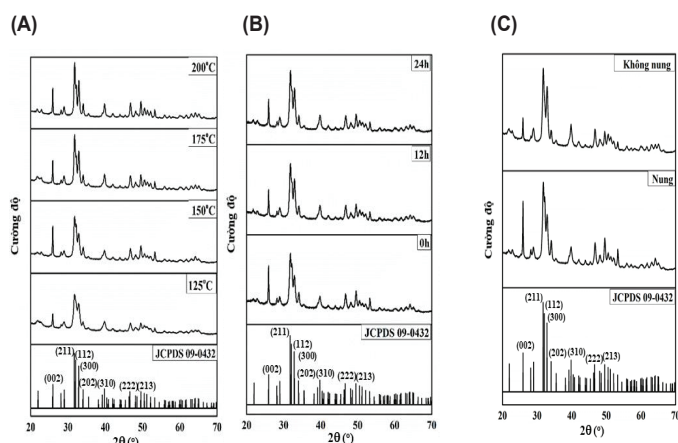
**Bảng 3. Hằng số mạng, phần trăm kết tinh và kích thước tinh thể trung bình của HA.**

| Giá trị                         | Hằng số mạng  |         | Phần trăm kết tinh (%) | Kích thước tinh thể trung bình (nm) |
|---------------------------------|---------------|---------|------------------------|-------------------------------------|
|                                 | $a = b$ (Å)   | $c$ (Å) |                        |                                     |
| <b>pH</b>                       |               |         |                        |                                     |
| 9                               | 9,428±0,034   | 6,880   | 63,99                  | 8,27                                |
| 10                              | 9,422±0,021   | 6,880   | 71,39                  | 9,79                                |
| 11                              | 9,443±0,032   | 6,880   | 70,97                  | 8,52                                |
| 12                              | 9,424±0,026   | 6,880   | 72,19                  | 11,01                               |
| <b>Thời gian phản ứng (giờ)</b> |               |         |                        |                                     |
| 2                               | 9,422±0,021   | 6,880   | 71,39                  | 9,79                                |
| 4                               | 9,416 ± 0,026 | 6,869   | 89,20                  | 11,27                               |
| 6                               | 9,417 ± 0,009 | 6,872   | 89,29                  | 11,79                               |
| 8                               | 9,400 ± 0,018 | 6,863   | 90,51                  | 13,33                               |
| 10                              | 9,420±0,007   | 6,873   | 89,35                  | 13,61                               |
| 12                              | 9,420±0,017   | 6,880   | 90,73                  | 13,98                               |
| 16                              | 9,422±0,025   | 6,870   | 90,06                  | 13,46                               |
| 20                              | 9,418±0,013   | 6,877   | 90,63                  | 14,07                               |
| 24                              | 9,418±0,012   | 6,877   | 89,86                  | 15,07                               |
| <b>Nhiệt độ phản ứng (°C)</b>   |               |         |                        |                                     |
| 125                             | 9,420±0,015   | 6,870   | 88,61                  | 8,39                                |
| 150                             | 9,420±0,017   | 6,880   | 89,23                  | 13,88                               |
| 175                             | 9,416±0,010   | 6,880   | 88,83                  | 14,81                               |
| 200                             | 9,414±0,011   | 6,880   | 88,61                  | 18,28                               |
| <b>Thời gian già hóa (giờ)</b>  |               |         |                        |                                     |
| 0                               | 9,420±0,017   | 6,880   | 89,23                  | 13,98                               |
| 12                              | 9,404±0,015   | 6,870   | 88,60                  | 13,50                               |
| 24                              | 9,408±0,014   | 6,880   | 88,76                  | 14,11                               |

Ở 24 giờ, cường độ peak thấp hơn so với 12-20 giờ, các peak chồng lên nhau và độ kết tinh thấp. Sự xuất hiện pha tạp monetite đã được nghiên cứu ở thời gian phản ứng 48 và 72 giờ [25]. Độ kết tinh của HA tăng tuyến tính theo thời gian là do sự tạo mầm tinh thể trong môi trường quá bão hòa. Giai đoạn đầu tiên, mầm tinh thể của HA chưa tạo thành. Khi độ quá bão hòa của môi trường tăng lên và đạt một giá trị nhất định, sự tạo mầm xảy ra một cách tự phát, làm độ quá bão hòa giảm xuống. Tiếp theo, sự tạo mầm tinh thể xảy ra đồng thời với sự phát triển tinh thể nên độ quá bão hòa giảm mạnh. Khi gần kết thúc phản ứng, tinh thể HA tiếp tục phát triển và hoàn thiện. Do phản ứng diễn ra trong môi trường ổn định, nên sự hòa tan của các tiền chất vào nhau dễ dàng hơn, và phản ứng vẫn tiếp diễn cho đến khi độ quá bão hòa ổn định [28]. Thời gian phản ứng ngắn (2-8 giờ) chưa đủ để phản ứng diễn ra hoàn toàn, mầm tinh thể HA chưa phát triển toàn diện nên độ kết tinh thấp. Hằng số mạng tinh thể ở các thời gian phản ứng khác nhau đều gần với hằng số mạng của HA (bảng 3).

Phần trăm kết tinh và kích thước tinh thể trung bình của HA tăng ở thời gian phản ứng 2-8 giờ. Từ 8-24 giờ, phần trăm kết tinh gần như không thay đổi nhưng kích thước tinh thể tăng từ 13,33 đến 15,07 nm. Khi kéo dài thời gian phản ứng, độ kết tinh HA thay đổi không đáng kể, cường độ các peak có xu hướng tăng và không sai lệch với các peak ở thể chuẩn [27]. Tùy thuộc vào hướng ứng dụng của HA, thời gian phản ứng được lựa chọn phù hợp.

Khi nhiệt độ phản ứng thấp, tinh thể HA tạo thành không hoàn toàn và lẫn các tạp chất như  $\beta$ -TCP,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,... nên độ tinh khiết thấp [29]. Pha HA kết tinh với hằng số mạng  $a=b=9,418$ ,  $c=6,88$  và không có sự xuất hiện của tạp chất. Các peak rộng và cường độ thấp cho thấy độ kết tinh kém ở 125°C (hình 3A). Khi nhiệt độ tăng từ 150 đến 200°C, sự phát triển của tinh thể, phần trăm kết tinh tăng và kích thước tinh thể tăng (bảng 3). Khi tăng nhiệt độ thủy nhiệt, cường độ peak tăng, các peak nhọn và phân tách rõ ràng hơn [30]. Hằng số mạng tinh thể không chênh lệch lớn cho thấy sự tạo thành đơn pha HA. Giá trị hằng số mạng của HA tổng hợp ở 150°C xấp xỉ giá trị hằng số mạng của HA ( $a=b=9,42$  Å và  $c=6,88$  Å). Phần trăm kết tinh của HA ở các nhiệt độ từ 125°C đến 200°C không có sự thay đổi lớn nhưng cường độ peak có cải thiện. Kích thước tinh thể trung bình tăng khi nhiệt độ từ 125-175°C và đạt kích thước lớn nhất là 18,23 nm ở 200°C. Khi nhiệt độ phản ứng tăng, phản ứng giữa calcium và phosphate diễn ra nhanh, các mầm tinh thể được tạo ra và phát triển do năng lượng bề mặt của mầm lớn, dẫn đến kích thước tinh thể tăng [31, 32]. Ở 150-200°C, diện tích bề mặt riêng giảm khoảng 32% từ 95 đến 64 m<sup>2</sup>/g là do kích thước tinh thể tăng tuyến tính theo nhiệt độ phản ứng. Ở 125°C, các peak HA không phân tách rõ ràng và cường độ các đỉnh nhiễu xạ thấp, chứng tỏ sự phát triển chưa hoàn chỉnh của tinh thể HA. Tuy nhiên, HA có cường độ peak cao và sự phân tách rõ ràng ở 150°C.



**Hình 3. Giản đồ XRD của HA ở nhiệt độ 125-200°C (A) và thời gian già hóa 0-24 giờ (B) ở pH 10 và 12 giờ; giản đồ XRD của HA được tổng hợp từ bột xương không nung và xương nung (C) ở pH 10, 12 giờ, 150°C, không già hóa.**

Già hóa nhằm thúc đẩy sự phát triển và hoàn thiện tinh thể, không hình thành các pha tạp khác, và các hạt sẽ có kích thước lớn hơn do sự hòa tan và kết tinh diễn ra liên tục [33]. Cường độ peak tăng ở góc  $2\theta=32,90^\circ$ , tương ứng với mặt phẳng (300) ở 12 giờ và không thay đổi ở 24 giờ (hình 3B). Tổng hợp HA bằng phương pháp kết tủa và sol-gel, già hóa là cần thiết để cải thiện tốc độ phản ứng và HA có độ kết tinh cao [24, 34]. Phản ứng thủy nhiệt không cần già hóa vì nó được thực hiện trong thời gian dài. Hằng số mạng tinh thể ở thời gian già hóa 0-24 giờ dao động trong khoảng  $a=9,404$ - $9,420$  (Å) và  $c=6,87$ - $6,88$  (Å) (bảng 4). Khi kéo dài thời gian già hóa, kích thước tinh thể trung bình và phần trăm kết tinh HA không thay đổi nhiều. Hình 3C trình bày kết quả XRD của HA tổng hợp từ bột xương không nung và bột xương nung. Đối với bột xương không nung, không có sự tồn tại của pha tạp trong sản phẩm. Trong quá trình hòa tan với  $\text{HNO}_3$ , các thành phần hữu cơ trong bột xương có thể bị hòa tan và hiện diện trong phản ứng tạo HA, gây cản trở hiện tượng giao thoa tia X với tinh thể HA, do đó cường độ peak giảm

[1]. Giá trị hằng số mạng không có sự thay đổi lớn và gần với hằng số mạng của HA. Phần trăm kết tinh tăng 13,90% và kích thước tinh thể trung bình của HA (bột xương không nung) tăng 39,27% so với bột xương nung (bảng 4). Trong nghiên cứu này, bột xương nung được chọn để tổng hợp HA nhằm hạn chế sự xuất hiện của các pha tạp và cải thiện độ tinh khiết của sản phẩm.

**Bảng 4. Hằng số mạng, phần trăm kết tinh và kích thước tinh thể trung bình HA của bột xương nung và không nung.**

| Bột xương  | Hằng số mạng |         | Phần trăm kết tinh (%) | Kích thước tinh thể trung bình (nm) |
|------------|--------------|---------|------------------------|-------------------------------------|
|            | $a=b$ (Å)    | $c$ (Å) |                        |                                     |
| Không nung | 9,421±0,007  | 6,870   | 76,88                  | 8,49                                |
| Nung       | 9,420±0,017  | 6,880   | 89,23                  | 13,98                               |

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu này đã tổng hợp thành công HA từ xương lợn bằng phương pháp thủy nhiệt ở pH 10, trong 12 giờ, nhiệt độ 150°C và không giải hóa. Sản phẩm tạo thành có độ kết tinh và kích thước tinh thể trung bình lần lượt là 89,23% và 13,98 nm, không có sự xuất hiện của các pha tạp khác. HA tổng hợp có hằng số mạng tinh thể phù hợp với hằng số mạng của HA ( $a=b=9,42$  Å và  $c=6,88$  Å). Bên cạnh đó, dung dịch  $\text{HNO}_3$  0,3125 M được sử dụng để tạo thành nguồn tiền chất giàu Ca và P từ xương lợn trong 30 phút và phần trăm xương được hòa tan là 87,90%.

#### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam trong đề tài mã số TĐVLTT.01/21-23. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] S. Santhosh, S.B. Prabu (2013), "Thermal stability of nano hydroxyapatite synthesised from sea shells through wet chemical synthesis", *Materials Letters*, **97**, pp.121-124, DOI: 10.1016/j.matlet.2013.01.081.

[2] M.B. Vázquez, C.P.O. Orozco (2018), "Hydrothermal synthesis of hydroxyapatite nanorods using a fruit extract template", *Dyna*, **85(204)**, pp.283-288, DOI: 10.15446/dyna.v85n204.65773.

[3] O.A. Osuchukwu, A. Salihi, I. Abdullahi, et al. (2022), "Synthesis and characterisation of sol-gel derived hydroxyapatite from a novel mix of two natural biowastes and their potentials for biomedical applications", *Materials Today: Proceedings*, **62(6)**, pp.4182-4187, DOI: 10.1016/j.matpr.2022.04.696.

[4] M.A.M. Castro, T.O. Portela, G.S. Correa, et al. (2020), "Synthesis of hydroxyapatite by hydrothermal and microwave irradiation methods from biogenic calcium source varying pH and synthesis time", *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, **61(1)**, pp.35-41, DOI: 10.1016/j.bsecv.2020.06.003.

[5] Y. Guesmi, H. Agougui, R. Lafi, et al. (2018), "Synthesis of hydroxyapatite-sodium alginate via a co-precipitation technique for efficient adsorption of methylene blue dye", *Molecular Liquids*, **249**, pp.912-920, DOI: 10.1016/j.molliq.2017.11.113.

[6] A. Ghedjemis, R. Ayeche, A. Benouadach, et al. (2021), "A new application of hydroxyapatite extracted from dromedary bone: Adsorptive removal of Congo red from aqueous solution", *Applied Ceramic and Technology*, **18(3)**, pp.590-597, DOI: 10.1111/ijac.13677.

[7] N.T.L. Huang, D.V. Dat, M.B. Dung, et al. (2018), "Reduction of heavy metals residue in soil for planted ipomoea aquatica using nano-sized calcium-deficient hydroxyapatite", *Journal of Science Technology*, **36A**, pp.19-21 (in Vietnamese).

[8] L.T. Hoan, N.T. Phuong, K.Q. Son, et al. (2014), "Synthesis and characterisation of nano hydroxyapatite doped with aluminum by precipitation method", *Journal of Chemistry*, **52(6)**, pp.677-678, DOI: 10.15625/0866-7144.2014-0053 (in Vietnamese).

[9] P.T. Nam, N.T. Thom, N.T. Phuong, et al. (2018), "Synthesis, characterisation and antimicrobial activity of copper doped hydroxyapatite", *Vietnam Journal of Chemistry*, **56(6)**, pp.672-678, DOI: 10.1002/vjch.201800068.

[10] G. Ryu, H.R. Khalid, N. Lee, et al. (2020), "The effects of NaOH concentration on the hydrothermal synthesis of a hydroxyapatite-zeolite composite using blast furnace slag", *Minerals*, **11(1)**, DOI: 10.3390/min1101001.

[11] K.C. Hui, N.A. Kamal, N.S. Sambudi, et al. (2021), "Magnetic hydroxyapatite for batch adsorption of heavy metals", *E3S Web of Conferences*, **287**, DOI: 10.1051/e3sconf/202128704005.

[12] A. Vahdat, B. Ghasemi, M. Yousefpour (2022), "Production of hydroxyapatite-based adsorbent for the removal of cobalt ions from the aqueous solution", *International Journal of Applied Ceramic Technology*, **19(3)**, pp.1397-1404, DOI: 10.1111/ijac.13958.

[13] H.Q. Phong, P.D. Khoi, H.L. Huong, et al. (2020), "Study on extraction of hydroxyapatite from striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) bone", *CTU Journal of Innovation and Sustainable Development*, **56(2)**, pp.199-211, DOI: 10.22144/ctu.jsi.2020.056 (in Vietnamese).

[14] Z. Yan, X. Lingling, L. Chenhui, et al. (2018), "Nucleation and growth of hydroxyapatite nanocrystals by hydrothermal method", *AIP Advances*, **8(8)**, DOI: 10.1063/1.5034441.

[15] A.G. Betancur, D.G.E. Arbelaz, A.R. López, et al. (2013), "Comparison of physicochemical properties of bio and commercial hydroxyapatite", *Current Applied Physics*, **13(7)**, pp.1383-1390, DOI: 10.1016/j.cap.2013.04.019.

[16] J.P. Kumar, N. Bhardwaj, B.B. Mandal (2016), "Cross-linked silk sericin-gelatin 2D and 3D matrices for prospective tissue engineering applications", *RSC Advances*, **6(107)**, pp.105125-105136, DOI: 10.1039/C6RA18654H.

[17] H. Krzysztof, B.M. Mirosław, J.B. Miecznik, et al. (2006), "Natural hydroxyapatite-its behaviour during heat treatment", *Journal of the European Ceramic Society*, **26(4-5)**, pp.537-542, DOI: 10.1016/j.jeurceramsoc.2005.07.033.

[18] S. Ramesh, Z.Z. Loo, C.Y. Tan, et al. (2018), "Characterization of biogenic hydroxyapatite derived from animal bones for biomedical applications", *Ceramics International*, **44(9)**, pp.10525-10530, DOI: 10.1016/j.ceramint.2018.03.072.

[19] P.D. Chavan, S. Data, S. Saha, et al. (2017), "Methanolysis of Jatropha curcas oil using  $\text{K}_2\text{CO}_3/\text{CaO}$  as a solid base catalyst", *Turkish Journal of Chemistry*, **41(6)**, pp.845-861, DOI: 10.3906/kim-1701-13.

[20] I.H. Lee, J. Lee, J.H. Lee, et al. (2020), "Effects of pH and reaction temperature on hydroxyapatite powders synthesised by precipitation", *Journal of the Korean Ceramic Society*, **57(1)**, pp.56-64, DOI: 10.1007/s43207-019-00004-0.

[21] V.R. Lugo, T. Karthik, D.M. Anaya, et al. (2018), "Wet chemical synthesis of nanocrystalline hydroxyapatite flakes: Effect of pH and sintering temperature on structural and morphological properties", *Royal Society Open Science*, **5(8)**, DOI: 10.1098/rsos.180962.

[22] W. Wei, L. Yang, W. Zhong, et al. (2015), "Fast removal of methylene blue from aqueous solution by adsorption onto poorly crystalline hydroxyapatite nanoparticles", *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, **10(4)**, pp.1343-1363.

[23] Y. Qi, J. Shen, Q. Jiang, et al. (2015), "The morphology control of hydroxyapatite microsphere at high pH values by hydrothermal method", *Advanced Powder Technology*, **26(4)**, pp.1041-1046, DOI: 10.1016/j.apt.2015.04.008.

[24] N.M. Pu'ad, P. Koshy, H.Z. Abdullah, et al. (2019), "Syntheses of hydroxyapatite from natural sources", *Heliyon*, **5(5)**, DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e01588.

[25] J. Earl, D. Wood, S. Milne (2006), "Hydrothermal synthesis of hydroxyapatite", *Journal of Physics: Conference Series*, **26**, pp.268-271, DOI: 10.1088/1742-6596/26/1/064.

[26] A. Lemos, J.H.G. Rocha, S.S.F. Quaresma, et al. (2006), "Hydroxyapatite nano-powders produced hydrothermally from nacreous material", *Journal of the European Ceramic Society*, **26(16)**, pp.3639-3646, DOI: 10.1016/j.jeurceramsoc.2005.12.011.

[27] S.C.J. Loo, Y.E. Siew, S. Ho, et al. (2008), "Synthesis and hydrothermal treatment of nanostructured hydroxyapatite of controllable sizes", *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, **19(3)**, pp.1389-1397, DOI: 10.1007/s10856-007-3261-9.

[28] M.S. Shojai, M. Atai, A. Nodehi (2011), "Design of experiments (DOE) for the optimisation of hydrothermal synthesis of hydroxyapatite nanoparticles", *Journal of The Brazilian Chemical Society*, **22(3)**, pp.571-582, DOI: 10.1590/S0103-50532011000300023.

[29] A. Yusuf, N.M. Muhammad, A.R. Noviyanti, et al. (2020), "The effect of temperature synthesis on the purity and crystallinity of hydroxyapatite", *Key Engineering Materials*, **860**, pp.228-233, DOI: 10.4028/www.scientific.net/kem.860.228.

[30] Z. Stojanović, L. Veselinović, S. Marković, et al. (2009), "Hydrothermal synthesis of nanosized pure and cobalt-exchanged hydroxyapatite", *Materials Manufacturing Processes*, **24(10-11)**, pp.1096-1103, DOI: 10.1080/10426910903032113.

[31] N.M. Lozano, M.A. Castro, K.M. Soto, et al. (2022), "Effect of temperature on crystallite size of hydroxyapatite powders obtained by wet precipitation process", *Journal of Saudi Chemical Society*, **26(4)**, DOI: 10.1016/j.jscs.2022.101513.

[32] N.T.K. Thanh, N. Maclean, S. Mahiddine (2014), "Mechanisms of nucleation and growth of nanoparticles in solution", *Chemical Reviews*, **114(15)**, pp.7610-7630, DOI: 10.1021/cr400544s.

[33] L.R. Lorenzo, M.V. Regí (2000), "Controlled crystallisation of calcium phosphate apatites", *Chemistry of Materials*, **12(8)**, pp.2460-2465, DOI: 10.1021/cm001033g.

[34] G. Ma (2019), "Three common preparation methods of hydroxyapatite", *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, **688**, DOI: 10.1088/1757-899X/688/3/033057.

# Ảnh hưởng của dung môi đến hiệu quả thu nhận hợp chất polyphenol và hoạt tính chống oxy hóa của cao chiết lá ổi (*Psidium guajava* L.)

Lê Thanh Ninh, Nguyễn Thị Tình, Bùi Thị Thu Huyền, Đỗ Như Quỳnh, Vi Đại Lâm, Nguyễn Tiên Dũng\*

Khoa Công nghệ Sinh học - Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Thái Nguyên, phường Quyết Thắng, TP Thái Nguyên, tỉnh Thái Nguyên, Việt Nam

Ngày nhận bài 28/2/2023; ngày chuyển phản biện 2/3/2023; ngày nhận phản biện 27/3/2023; ngày chấp nhận đăng 30/3/2023

## Tóm tắt:

Lá ổi (*Psidium guajava* L.) được ghi nhận là nguồn hợp chất tự nhiên đa dạng với những hoạt tính có lợi cho sức khỏe. Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của dung môi đến hàm lượng các hợp chất polyphenol và hoạt tính chống oxy hóa của dịch chiết lá ổi. Ethanol 70%, methanol 70% và nước nóng là các dung môi được lựa chọn. Hàm lượng phenolic tổng (TPC) và hàm lượng flavonoid tổng (TFC) được phân tích để đánh giá hiệu quả thu nhận nhóm chất polyphenol. Thử nghiệm khả năng bắt gốc tự do (DPPH) và khả năng khử sắt được tiến hành để khảo sát khả năng chống oxy hóa. TPC của các mẫu thí nghiệm dao động từ 20-30 mg axit gallic đương lượng/g chất khô (DW) và TFC đạt khoảng 10-14 mg quercetin đương lượng/g DW. Cao chiết từ dung môi ethanol 70% và methanol 70% có khả năng chống oxy hóa mạnh với nồng độ khử được 50% gốc DPPH ( $IC_{50}$ ) lần lượt là 91,87 và 78,06  $\mu$ g/ml. Ở nồng độ 250-500  $\mu$ g/ml, mẫu chiết bằng hai dung môi này cũng đạt được kết quả cao hơn mẫu chiết bằng nước nóng trong thử nghiệm năng lực khử. Kết quả cho thấy, chiết xuất lá ổi chứa nhiều chất chống oxy hóa có thể ứng dụng trong công nghiệp thực phẩm/dược phẩm.

Từ khóa: dịch chiết, dung môi, flavonoid, hoạt tính chống oxy hóa, lá ổi, polyphenol.

Chỉ số phân loại: 2.4, 3.5

## Effect of selected solvents on the efficient recovery of polyphenols and the antioxidant activity of guava leaf (*Psidium guajava* L.) extracts

Thanh Ninh Le, Thi Tinh Nguyen, Thi Thu Huyen Bui, Nhu Quynh Do, Dai Lam Vi, Tien Dung Nguyen\*

Faculty of Biotechnology and Food Technology, Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry, Thai Nguyen University, Quyet Thang Ward, Thai Nguyen City, Thai Nguyen Province, Vietnam

Received 28 February 2023; revised 27 March 2023; accepted 30 March 2023

## Abstract:

Guava leaves (*Psidium guajava* L.) have been documented as a rich source of phytochemicals with potential health benefits. This study aimed to investigate the effects of selected solvents on the polyphenols content and the antioxidant activity of guava leaf (*Psidium guajava* L.) extracts. Ethanol 70%, methanol 70%, and hot water are selected solvents. Total phenolic content (TPC) and total flavonoid content (TFC) were determined to evaluate the efficient recovery of polyphenols. The DPPH radical scavenging ability and reducing power assays were performed to assess antioxidant activity. The TPC of tested samples was analysed to be 20-30 mg gallic acid equivalent/g dry weight (DW), and the TFC reached around 10-14 mg quercetin equivalent/g DW. Samples extracted by ethanol 70% and methanol 70% exhibited strong DPPH radical scavenging capacity with the half-maximal inhibitory concentration ( $IC_{50}$ ) values of 91.87 and 78.06  $\mu$ g/ml. At a concentration of 250-500  $\mu$ g/ml, samples extracted by these two solvents showed higher values than those extracted with hot water in the reducing power test. The results showed that the guava leaf extract is suggested as a potential source of natural antioxidants for applications in the functional food/pharmaceutical industry.

Keywords: antioxidant activity, extract, flavonoid, guava leaves, polyphenol, solvent.

Classification numbers: 2.4, 3.5

\*Tác giả liên hệ: Email: dungnt@tuaf.edu.vn

## 1. Đặt vấn đề

Thực vật là nguồn cung cấp chính các hợp chất tự nhiên có hoạt tính sinh học. Việc phát hiện và ứng dụng các hợp chất này trong hỗ trợ điều trị bệnh và tăng cường sức khỏe, đã trở thành một hướng nghiên cứu tiềm năng được quan tâm và đầu tư trong vài thập kỷ qua [1]. Ngoài ra, một số phương pháp tiếp cận hiện đại đang được thực hiện để khám phá các hợp chất hoạt tính sinh học mới. Nhiều công bố quốc tế đã chỉ ra rằng những chất chuyển hóa thứ cấp này có tác dụng ngăn ngừa sự phát triển của các bệnh như tim mạch, tiểu đường, huyết áp, béo phì, viêm nhiễm, lão hóa sớm và một số loại ung thư [2]. Hiện nay, các ngành công nghiệp mỹ phẩm, dược phẩm và dinh dưỡng đang tập trung phát triển các sản phẩm từ thực vật. Dự kiến tăng trưởng của thị trường chế phẩm thực vật toàn cầu đạt khoảng 86,74 tỷ USD vào năm 2022, với thị phần lớn nhất thuộc về lĩnh vực dược phẩm, tiếp theo là ngành công nghiệp thực phẩm chức năng [3].

Cây ổi (*Psidium guajava* L.), thuộc họ Myrtaceae, là loại cây ăn quả thuộc khí hậu nhiệt đới, được trồng rộng rãi tại Việt Nam vì hương vị và thành phần hoạt chất phong phú. Ở khía cạnh dược liệu, tất cả các bộ phận của cây ổi, bao gồm quả và các phụ phẩm như búp non, lá, vỏ thân và vỏ rễ, đều đã được y học dân gian sử dụng từ rất lâu như một vị thuốc để điều trị một số loại bệnh khác nhau như viêm ruột, tiêu chảy, tiểu đường... [4].

Trong số tất cả các bộ phận của thực vật này, lá cây đã được chứng minh là nơi tích tụ đa dạng nhất các hợp chất có hoạt tính sinh học. Vì vậy, mặc dù phần lá thường được coi là một trong những nguồn chất thải nông nghiệp chính, chúng cũng được đánh giá là một nguồn phong phú các hợp chất tự nhiên có giá trị ứng dụng trong những năm gần đây [1]. Một số báo cáo học thuật đã chỉ ra rằng thành phần hợp chất của lá ổi rất đa dạng, bao gồm flavonoid, carotenoid, axit phenolic, triterpenoid, saponin và lectin. Những nghiên cứu này cũng sử dụng các mô hình *in vitro* và *in vivo* để đánh giá các hoạt tính sinh học của chiết xuất lá ổi liên quan đến tác dụng hỗ trợ và tăng cường sức khỏe, đặc biệt là khả năng kháng khuẩn và kháng bệnh đại tháo đường. Một số nghiên cứu đã xác định vai trò chất chiết lá ổi như tác nhân ức chế khối u và gây độc mạnh đối với một số dòng tế bào ung thư [1, 4, 5].

Mặt khác, những nghiên cứu tách chiết các hợp chất tự nhiên có hoạt tính sinh học từ các phụ phẩm nông nghiệp để ứng dụng trong việc phát triển và sản xuất sản phẩm thực phẩm chức năng/dược phẩm mới là rất cần thiết [6]. Trong chương trình nghiên cứu và đổi mới Horizon 2020 được tài trợ bởi Liên minh châu Âu, các dự án về ứng dụng phụ phẩm nông nghiệp đã được khuyến khích với mục đích thu nhận các hợp chất tự nhiên, sau đó kết hợp vào các công thức phối trộn để phát triển sản phẩm thực tiễn từ nguồn phụ phẩm nông nghiệp [7]. Điều này sẽ góp phần hạn chế tác hại của rác thải nông nghiệp đến môi trường, giảm thiểu chi phí cho việc xử lý và đồng thời mở ra hướng ứng dụng có tính bền vững và thực tiễn [8].

Dựa vào những luận điểm đã nêu ở trên, nghiên cứu này được thực hiện nhằm lựa chọn và đánh giá sự ảnh hưởng của một số dung môi đến hiệu quả thu nhận hoạt chất polyphenol và hoạt tính chống oxy hóa của dịch chiết lá ổi. Với cơ sở lý luận là hiệu quả tách chiết các hợp chất tự nhiên liên quan đến nhiều yếu tố, đặc biệt là sự tương tác giữa cấu trúc hóa học của hợp chất với độ phân cực của dung môi được sử dụng, báo cáo này muốn đưa ra thêm kết quả nghiên cứu khoa học để đề xuất khả năng ứng dụng và phát triển sản phẩm thực phẩm chức năng và dược phẩm từ lá ổi.

## 2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Vật liệu

Mẫu lá ổi được lựa chọn từ cây ổi 4 năm tuổi, thuộc giống ổi Đồng Dư, trồng tại mô hình nhà lưới tại Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Thái Nguyên. Mẫu lá tươi, xanh và tăng trưởng tốt được thu hái từ các cây ổi khác nhau cho mỗi lần lặp lại.

Các mẫu lá ổi được ngâm trong dung dịch  $\text{NaHCO}_3$  10% trong 15 phút, rửa sạch và sấy khô ở  $40^\circ\text{C}$ , sau đó được xay thành bột và bảo quản ở  $4^\circ\text{C}$  cho đến khi tiến hành các thí nghiệm tiếp theo.

### 2.2. Thu nhận dịch chiết thô và đánh giá hiệu quả tách chiết

Đầu tiên, mẫu được chiết xuất trong các dung môi khác nhau bao gồm nước nóng, ethanol 70% và methanol 70%. Một số nghiên cứu trước đây đã so sánh ảnh hưởng của các loại dung môi hữu cơ khác nhau (ethanol, metanol và axeton) ở nồng độ (0-90%) đến hàm lượng polyphenol và khả năng chống oxy hóa của một số mẫu thực vật khác [9-11]. Dựa trên kết quả của họ, ba loại dung môi đã được lựa chọn cho nghiên cứu của chúng tôi bởi hiệu quả trích ly tốt, an toàn và phù hợp với thí nghiệm về thực phẩm và dược liệu. 10 g mẫu chất khô lá ổi (DW) được ngâm và lắc trong 100 ml dung môi ethanol 70% và methanol 70% trong 48 tiếng ở  $30^\circ\text{C}$ , và 100 ml nước cất ở  $80^\circ\text{C}$  trong 30 phút sử dụng bể ổn nhiệt WNB22 (Mettmert GmbH, Schwabach, Đức). Sau đó, dịch chiết được lọc bằng giấy lọc hai đến ba lần cho đến khi loại bỏ hết cặn và bảo quản ở  $4^\circ\text{C}$ .

Để tiến hành đánh giá hiệu suất tách chiết và khả năng chống oxy hóa, dịch chiết được thu nhận bằng phương pháp tương tự như trên, sau đó được cô quay ở  $40^\circ\text{C}$  và áp suất chân không 100 mBar, và sấy thành cao thô ở  $40^\circ\text{C}$  bằng thiết bị cô quay RV8 (IKA Works, Quảng Châu, Trung Quốc) và tủ sấy TR 120 (Nabertherm GmbH, Lilienthal, Đức). Hiệu suất tách chiết được tính bằng công thức: Hiệu suất tách chiết (%) =  $\left[ \frac{\text{Trọng lượng cao chiết thô thu được (g)}}{\text{trọng lượng mẫu khô sử dụng (g)}} \right] \times 100\%$ .

### 2.3. Phương pháp định tính hợp chất phenolic, flavonoid và triterpenoid

Các hợp chất thuộc nhóm polyphenol được định tính bằng phương pháp pha loãng 1 ml dịch chiết với 8 ml nước khử ion, thêm vào 5-10 giọt dung dịch  $\text{FeCl}_3$  2% và quan sát hiện tượng. Các hợp chất thuộc phân nhóm flavonoid được định tính bằng phương pháp pha loãng 1 ml dịch chiết với 8 ml nước cất, thêm vào 1 ml NaOH 10% và quan sát hiện tượng. Các hợp chất thuộc phân nhóm triterpenoid được định tính bằng phương pháp pha loãng 1 ml dịch chiết với 5 ml ethanol 95%, thêm vào 2 ml acetic anhydride 99% và 2 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  95%, sau đó quan sát hiện tượng [12, 13].

### 2.4. Phương pháp xác định hàm lượng phenolic toàn phần

Lấy 0,1 ml dịch chiết lá ổi nồng độ 0,1 g DW/ml trộn với 1 ml nước cất trong ống nghiệm, sau đó thêm vào 0,2 ml thuốc thử Folin-Ciocalteu 10%. Hỗn hợp được trộn đều và ủ tránh ánh sáng ở nhiệt độ phòng. Sau 5 phút, thêm vào 1,5 ml dung dịch  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  7,5%. Hỗn hợp được trộn và tiếp tục ủ tránh ánh sáng ở nhiệt độ phòng trong 90 phút trước khi đo ở bước sóng 765 nm trên máy quang phổ kế (721G, Measuretech, Thượng Hải, Trung Quốc). Hàm lượng TPC được tính toán dựa trên phương trình đường chuẩn axit gallic và được biểu thị bằng giá trị axit gallic đương lượng (GAE) mg/g DW [14].

## 2.5. Phương pháp xác định hàm lượng flavonoid toàn phần

Lấy 0,25 ml dịch chiết lá ôi nồng độ 0,1 g DW/ml trộn với 0,075 ml dung dịch  $\text{NaNO}_2$  5%, 0,15 ml dung dịch  $\text{AlCl}_3$  10% và 0,5 ml dung dịch  $\text{NaOH}$  1 M trong ống nghiệm. Sau đó, hỗn hợp được thêm nước cất để điều chỉnh đến thể tích 2,5 ml, trộn đều và ủ trong 5 phút ở nhiệt độ phòng trước khi đo ở bước sóng 490 nm. Hàm lượng flavonoid toàn phần (TFC) được tính toán dựa trên phương trình đường chuẩn catechin và được biểu thị bằng giá trị catechin đương lượng (CE) mg/g DW [14].

## 2.6. Phương pháp xác định hàm lượng triterpenoid toàn phần

Lấy 0,08 ml dịch chiết lá ôi nồng độ 0,1 g DW/ml trộn với 0,12 ml dung dịch axit axetic-vanilin 5% trong ống nghiệm và được ủ trong 10 phút ở 90°C. Sau đó, 0,4 ml axit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  95% được thêm vào, trộn đều và ủ trong 45 phút ở 60°C. Hỗn hợp này được đặt trong đá để làm lạnh và tiếp tục thêm vào 1,8 ml axit axetic lạnh trước khi đo ở bước sóng 550 nm. Hàm lượng triterpenoid toàn phần (TTC) được tính toán dựa trên phương trình đường chuẩn axit ursolic và được biểu thị bằng giá trị axit ursolic đương lượng (UAE) mg/g DW [15].

## 2.7. Phương pháp đánh giá khả năng bắt gốc tự do DPPH

Lấy cao chiết lá ôi hòa tan vào dung môi tương ứng ở các nồng độ từ 31,25-500  $\mu\text{g/ml}$  để được mẫu thí nghiệm. Lấy vitamin C hòa tan vào nước cất ở cùng dải nồng độ để được đối chứng dương. Sau đó, lấy 5 ml mẫu trộn và 5 ml đối chứng dương trộn riêng biệt với 1 ml dung dịch DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 1 mM trong ống nghiệm. Hỗn hợp được trộn đều và ủ trong bóng tối 60 phút ở nhiệt độ phòng trước khi đo ở bước sóng 517 nm. Khả năng trung hòa gốc tự do DPPH (%) được xác định theo công thức sau:  $[1 - (A_{\text{mẫu}} - A_{\text{mẫu trắng}}) / A_{\text{đối chứng}}] \times 100\%$ . Trong đó,  $A_{\text{mẫu}}$  là độ hấp thụ quang học (giá trị OD) của mẫu cao chiết phản ứng với dung dịch DPPH,  $A_{\text{mẫu trắng}}$  là giá trị OD của mẫu cao chiết hòa với methanol và  $A_{\text{đối chứng}}$  là giá trị OD của dung dịch DPPH hòa với methanol. Giá trị  $\text{IC}_{50}$  là nồng độ tối thiểu của cao chiết trung hòa được 50 % gốc tự do DPPH và được tính toán dựa vào mối tương quan tuyến tính giữa nồng độ mẫu và phần trăm DPPH bị trung hòa [14].

## 2.8. Phương pháp đánh giá năng lực khử

Lấy cao chiết lá ôi hòa tan vào dung môi tương ứng ở các nồng độ từ 31,25-500  $\mu\text{g/ml}$  để được mẫu thí nghiệm. Lấy vitamin C hòa tan vào nước cất ở cùng dải nồng độ để được đối chứng dương. Sau đó, lấy 2,5 ml mẫu và 2,5 ml đối chứng dương trộn riêng biệt với 5 ml dung dịch PBS 0,2 M (pH 6,6) và 2,5 ml dung dịch  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  1% trong ống nghiệm. Hỗn hợp được trộn đều và ủ trong 20 phút ở 50°C, sau đó 2,5 ml dung dịch axit trichloroacetic 10% được thêm vào. Hỗn hợp được trộn đều và ly tâm trong 10 phút (3000 vòng/phút). Cuối cùng, 2,5 ml phần dịch trên tủa được tách ra và trộn với 2,5 ml nước cất và 0,5 ml dung dịch  $\text{FeCl}_3$  0,1%. Hỗn hợp được trộn đều và ủ trong 10 phút nhiệt độ phòng trước khi đo ở bước sóng 700 nm. Giá trị  $\text{EC}_{50}$  là nồng độ cao chiết có năng lực khử sắt với giá trị  $\text{OD}_{700}$  đạt 0,5 được tính toán dựa vào mối tương quan tuyến tính giữa nồng độ mẫu và giá trị OD [14].

## 2.9. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu thu được trong các thí nghiệm sau ba lần lặp lại được biểu diễn dưới dạng giá trị trung bình  $\pm$  độ lệch chuẩn. Sự khác biệt có ý nghĩa giữa các mẫu ( $p \leq 0,05$ ) và hệ số tương quan được phân tích bằng phương pháp thống kê ANOVA, sử dụng phần mềm SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, Mỹ).

## 3. Kết quả và bàn luận

### 3.1. Kết quả định tính các hợp chất phenolic, flavonoid và triterpenoid

Polyphenol là một nhóm các hợp chất phenolic được tổng hợp từ thực vật, hoạt động như chất chống oxy hóa mạnh và đóng vai trò quan trọng trong việc ngăn ngừa các bệnh liên quan đến não, ung thư, viêm, tiểu đường và tim mạch. Tùy thuộc vào độ bền của vòng phenol, polyphenol được phân loại thành nhiều phân nhóm, nhưng có hai phân nhóm phổ biến nhất là axit phenolic và flavonoid. Triterpenoid (hay còn được gọi là triterpenoid saponin) là một trong hai phân nhóm chính của nhóm các hợp chất saponin. Các hợp chất này được báo cáo có tác dụng chống oxy hóa, chống ung thư, chống viêm, kháng virus, kháng khuẩn, chống Alzheimer và ức chế enzyme  $\alpha$ -glucosidase. Kết quả cho thấy rằng trong dịch chiết từ các dung môi đã sử dụng đều có sự hiện diện của các hợp chất thuộc nhóm polyphenol, phân nhóm flavonoid và phân nhóm triterpenoid saponin (bảng 1). Kết quả này hoàn toàn tương thích với một số nghiên cứu trước đây, và những nghiên cứu này cũng thực hiện định tính một số nhóm hợp chất tự nhiên khác trong mẫu lá ôi như alkaloids, steroids và tannin [12-14, 16].

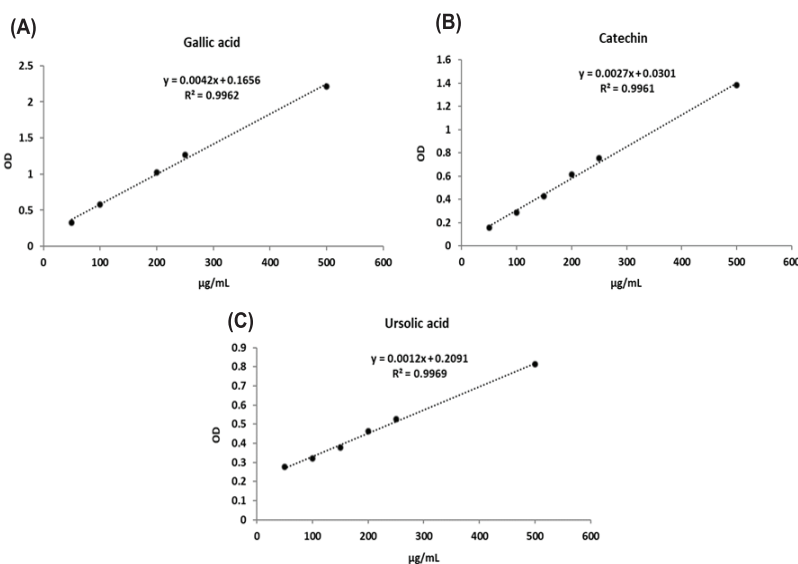
**Bảng 1. Kết quả định tính hợp chất phenolic, flavonoid và triterpenoid.**

| Hợp chất     | Hiện tượng          | Kết quả phản ứng |              |           |
|--------------|---------------------|------------------|--------------|-----------|
|              |                     | Ethanol 70%      | Methanol 70% | Nước nóng |
| Phenolic     | Chuyển màu xanh đen | +                | +            | +         |
| Flavonoid    | Chuyển màu vàng đậm | +                | +            | +         |
| Triterpenoid | Chuyển màu nâu đậm  | +                | +            | +         |

+: có sự hiện diện của hợp chất ở trong mẫu thí nghiệm.

### 3.2. Hàm lượng phenolic, flavonoid và triterpenoid toàn phần

Để đánh giá sự ảnh hưởng của hệ dung môi đến hiệu quả thu hồi các hợp chất phenolic, flavonoid và triterpenoid của mẫu lá ôi, TPC, TFC và TTC đã được phân tích và tính toán sử dụng đường chuẩn axit gallic (hình 1A), catechin (hình 1B) và axit ursolic (hình 1C) trong dải nồng độ từ 50-500  $\mu\text{g/ml}$ . Kết quả của nghiên cứu được trình bày ở bảng 2.



**Hình 1. Đường chuẩn (A) axit gallic, (B) catechin và (C) axit ursolic.**

TPC trong dịch chiết lá ôi dao động từ khoảng  $5,95 \pm 0,36$  đến khoảng  $8,80 \pm 0,45$  mg GAE/g DW, khi chiết bằng nước nóng hoặc dung môi ethanol 70%. Kết quả phân tích thống kê cho thấy dịch chiết bằng nước nóng cho hàm lượng TPC thấp hơn so với chiết bằng ethanol 70% hay methanol 70%. Trong khi đó hàm lượng TPC tổng không có sự khác biệt có ý nghĩa khi chiết bằng ethanol 70% và methanol 70%. Ở những nghiên cứu trước đây, TPC đạt được trong khoảng dao động rất lớn từ khoảng 1,5-180 mg GAE/g trọng lượng mẫu khô lá ôi [12-14, 16-18]. Trong đó, nghiên cứu của J. Seo và cs (2014) cũng so sánh ảnh hưởng của một số loại dung môi (nước, ethanol và methanol ở các nồng độ 30-90%) đến hàm lượng các chất chống oxy hóa trong lá ôi được trồng ở phía Nam Gyeongsang, Hàn Quốc. Kết quả của nghiên cứu này chỉ ra rằng, mẫu được chiết từ ethanol 50% đã đạt được những giá trị rất cao (khoảng 180 mg GAE/g), cao hơn mẫu được chiết từ các dung môi khác trong cùng nghiên cứu và cả những báo cáo trước đây về lá ôi [14].

**Bảng 2. Hàm lượng phenolic, flavonoid và triterpenoid toàn phần.**

| Cao chiết    | TPC (mg GAE/g DW) | TFC (mg CE/g DW)  | TTC (mg UAE/g DW)  |
|--------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Ethanol 70%  | $8,48 \pm 0,47^a$ | $4,36 \pm 0,09^a$ | $11,02 \pm 0,42^a$ |
| Methanol 70% | $8,80 \pm 0,45^a$ | $4,58 \pm 0,12^a$ | $10,72 \pm 0,18^a$ |
| Nước nóng    | $5,95 \pm 0,36^b$ | $3,31 \pm 0,33^b$ | $7,05 \pm 0,63^b$  |

Chữ cái <sup>a, b</sup> thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các mẫu trong cùng cột ở  $p \leq 0,05$ .

Ở bảng 2, TFC khi chiết bằng dung môi nước nóng, 70% ethanol và 70% methanol đạt lần lượt  $3,31 \pm 0,33$ ,  $4,36 \pm 0,09$  và  $4,36 \pm 0,09$  mg CE/g DW. Tương tự như kết quả đánh giá hàm lượng phenolic tổng, hàm lượng flavonoid khi chiết xuất bằng methanol 70% cao hơn không đáng kể so với ethanol 70%, và giá trị này thấp nhất khi chiết xuất bằng nước nóng. So sánh với kết quả TFC của lá ôi trong một số báo cáo trước đây (khoảng 1,0-60 mg QE (quercetin đương lượng)/g DW), mẫu lá ôi của nghiên cứu này đã đạt những giá trị TFC thấp hơn [12, 14, 16-18]. Tương tự với TPC, các giá trị TFC được báo cáo trong nghiên cứu của J. Seo và cs (2014) [14] cũng rất cao. Mẫu chiết từ nước nóng đạt giá trị TFC cao nhất (khoảng 50 mg QE/g) khi so sánh với các loại dung môi khác.

Tương tự như các thí nghiệm xác định hàm lượng phenolic và flavonoid toàn phần, kết quả xác định hàm lượng triterpenoid toàn phần trong nghiên cứu này cũng cho thấy mẫu dịch chiết ethanol 70% đạt giá trị TTC ( $11,02 \pm 0,42$  mg UAE/mg DW) tương đương với mẫu dịch chiết methanol 70% ( $10,72 \pm 0,18$  mg UAE/mg DW) và cao hơn đáng kể so với mẫu được tách chiết bằng nước nóng ( $7,05 \pm 0,63$  mg UAE/mg DW) (bảng 2). Nghiên cứu của I.C. Chao và cs (2020) đã so sánh TTC của các mẫu quả và lá ôi được thu thập từ 15 vùng địa lý khác nhau của Trung Quốc và báo cáo rằng giá trị TTC của các mẫu này có sự khác biệt lớn ( $12,49$ - $38,66$  mg/g DW), và đồng thời đã xác định 9 hợp chất triterpenoid có trong các mẫu này [15]. Trong khi đó, J. Qin và cs (2023) [19] đã thu thập 18 mẫu lá của các giống (genotype) khác nhau ở Trung Quốc và cũng chỉ ra rằng giá trị TTC của các mẫu này đạt những sự khác biệt lớn ( $57,32$ - $167,56$  mg/g DW).

Nhìn chung, giá trị TPC, TFC và TTC của mẫu chất khô lá ôi thu được của nghiên cứu này thấp hơn so với một số báo cáo trước đây có thể do sự khác biệt về phương pháp chiết tách, về độ hòa tan hợp chất phenolic trong các dung môi, và về thành phần hợp chất của các mẫu khác nhau do được trồng và chăm sóc ở những điều kiện khác nhau [14,

18, 20]. Ngoài ra, sự chênh lệch này cũng có thể do tỷ lệ nguyên liệu/dung môi sử dụng trong nghiên cứu này (1/10) chưa đủ để hòa tan, trích ly hoàn toàn các hợp chất polyphenol ra khỏi nguyên liệu, mặc dù tỷ lệ 1/5 đến 1/10 đã được chứng minh là thích hợp để tách chiết các hợp chất tự nhiên từ thực vật trong một số nghiên cứu trước đây [21, 22]. Mặt khác, một số nghiên cứu đã khảo sát các tỷ lệ nguyên liệu/dung môi cao hơn (khoảng 1/10 đến 1/40) và chỉ ra rằng hàm lượng các hợp chất tự nhiên thu được tăng dần khi tăng lượng dung môi. Tuy nhiên, khi tăng đến một lượng dung môi nhất định sẽ dẫn đến sự cân bằng giữa các pha do hàm lượng các hợp chất này trong mẫu là cố định, làm hiệu quả trích ly không tăng thêm nữa [23, 24].

Kết quả thu nhận TPC, TFC và TTC trong nghiên cứu này đều chỉ ra rằng dung môi methanol 70% và ethanol 70% có hiệu quả tách chiết tốt hơn và có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nước nóng, mặc dù nước có độ phân cực cao. Điều này có thể giải thích bởi các hợp chất polyphenol trong lá ôi có chứa nhiều nhóm hydroxyl linh động, nhưng vì có cấu trúc phân tử lớn nên có thể độ phân cực của chúng tương đương với độ phân cực của methanol và ethanol ở nồng độ 70%, nên đã hòa tan tốt hơn. Hiệu quả tách chiết hợp chất từ thực vật phụ thuộc vào đặc tính của nguyên liệu, phương pháp và loại dung môi sử dụng, đặc biệt liên quan đến độ phân cực của dung môi. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng những dung môi có độ phân cực cao như nước (1,000), methanol (0,762) và ethanol (0,654) là dung môi lý tưởng để chiết xuất các hợp chất tự nhiên từ thực vật, đặc biệt là nhóm polyphenol [11, 20, 25]. Tuy nhiên, các mẫu thực vật khác nhau có chứa các hợp chất phenolic với các cấu trúc, giá trị liên kết hydro và độ phân cực rất đa dạng. Do đó, sự tương tác giữa các hợp chất phenolic với những dung môi kể trên, và cả hệ dung môi được kết hợp từ những dung môi này ở những tỷ lệ khác nhau, sẽ dẫn đến khả năng chiết không giống nhau. Một số nghiên cứu đã chứng minh rằng khi kết hợp ethanol, methanol hoặc acetone với nước theo các tỷ lệ khác nhau (30-70%) sẽ tạo ra các hỗn hợp dung môi có hiệu quả tách chiết cao hơn [9-11, 26, 27].

### 3.3. Hiệu suất thu hồi cao chiết

Thí nghiệm đánh giá sự ảnh hưởng của ba loại dung môi ethanol 70%, methanol 70% và nước nóng đến hiệu quả thu nhận cao chiết thô từ mẫu chất khô lá ôi đã được thực hiện. Kết quả cho thấy khối lượng cao chiết thu được thấp nhất là 1,15 g tương ứng với hiệu suất là 11,5% đối với dịch chiết nước nóng. Hiệu suất đạt cao hơn khi được chiết bằng dung môi ethanol 70% và methanol 70% với hiệu suất chiết tương ứng là 18,3% và 20,2%, không có sự khác biệt có ý nghĩa giữa hiệu suất thu hồi cao chiết của hai dung môi này (bảng 3). Như vậy, có thể thấy rằng, ảnh hưởng của ba loại dung môi được sử dụng tới hiệu suất thu hồi cao chiết thô cũng tương đồng với hàm lượng tổng polyphenol phân tích được. Kết quả này cao hơn chỉ số tối thiểu là 8,5% tính theo dược liệu khô (theo quy định của Dược điển Việt Nam IV). Tương đồng với kết quả của nghiên cứu này, một số nghiên cứu trước đây về so sánh ảnh hưởng của các loại dung môi tới hiệu quả thu nhận cao chiết từ thực vật cũng chỉ ra rằng một số dung môi hữu cơ như ethanol và methanol đều cho kết quả tốt hơn so với phương pháp chiết bằng nước, mặc dù độ phân cực của nước cao hơn những dung môi này [11, 26, 28]. Nghiên cứu của Q.D. Do và cs (2014) [26] chỉ ra rằng hiệu suất thu hồi cao chiết từ lá Ngõ (*Limnophila aromatica*) đã đạt được những giá trị rất cao (trên 30%) khi được chiết bằng dung môi ethanol, methanol và acetone, và

đạt giá trị thấp hơn (xấp xỉ 25%) khi được chiết bằng nước cất. Mặt khác, nghiên cứu của N.H.M. Jusoh và cs (2019) [29] đã báo cáo rằng sử dụng nước cất ở điều kiện nhiệt độ phòng và ở 121°C đều cho hiệu suất tách chiết hoạt chất sinh học từ Diệp hạ châu (*Phyllanthus tenellus* Roxb) cao hơn khi được chiết bởi methanol [29].

**Bảng 3. Hiệu suất thu hồi cao chiết thô từ mẫu chất khô lá ôi.**

| Dịch chiết   | Mẫu khô (g) | Dung môi (ml) | Cao chiết (g) | Hiệu suất (%) | Trạng thái | Màu sắc  |
|--------------|-------------|---------------|---------------|---------------|------------|----------|
| Ethanol 70%  | 10          | 100           | 1,83          | 18,3          | Sánh đặc   | Xanh đen |
| Methanol 70% | 10          | 100           | 2,02          | 20,2          | Sánh đặc   | Xanh đen |
| Nước nóng    | 10          | 100           | 1,15          | 11,5          | Sánh đặc   | Xanh đen |

### 3.4. Hoạt tính chống oxy hóa

Hoạt tính chống oxy hóa của các dịch chiết từ lá ôi được thể hiện thông qua khả năng bắt gốc tự do DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Khi có mặt của chất chống oxy hóa, điện tử tự do của phân tử nitơ trong DPPH sẽ bắt cặp với gốc hydro từ chất chống oxy hóa, DPPH sẽ bị khử thành DPPH-H (2,2-Diphenyl-1- picrylhydrazine) và mất đi màu tím đặc trưng [30]. Kết quả thử nghiệm DPPH của dịch chiết lá ôi từ các dung môi khác nhau được trình bày ở bảng 4. Cao chiết từ dung môi ethanol 70% và methanol 70% thể hiện hoạt tính bắt gốc tự do DPPH mạnh với các giá trị  $IC_{50}$  thu được lần lượt là  $91,87 \pm 2,56$  và  $78,06 \pm 7,37$   $\mu\text{g/ml}$ . Cao chiết từ nước khả năng bắt gốc tự do yếu hơn với giá trị  $IC_{50}$  là  $121,14 \pm 4,05$   $\mu\text{g/ml}$ . Đối chứng dương vitamin C thể hiện khả năng bắt gốc tự do DPPH rất mạnh với giá trị  $IC_{50}$  thấp hơn 31,25  $\mu\text{g/ml}$ . Theo một số nghiên cứu trước đây, giá trị  $IC_{50}$  thể hiện khả năng khử được 50% gốc tự do DPPH của cao chiết từ thực vật được chia thành năm nhóm: rất mạnh ( $<50$   $\mu\text{g/ml}$ ); mạnh (51-100  $\mu\text{g/ml}$ ); trung bình (101-250  $\mu\text{g/ml}$ ); yếu (251-500  $\mu\text{g/ml}$ ); không có hoạt tính ( $>500$   $\mu\text{g/ml}$ ) [31, 32].

**Bảng 4. Khả năng bắt gốc tự do của cao chiết lá ôi.**

| Cao chiết    | Khả năng bắt gốc tự do DPPH (%) của mẫu ( $\mu\text{g/ml}$ ) |                               |                               |                                |                               | $IC_{50}$ ( $\mu\text{g/ml}$ ) |
|--------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|              | 31,25                                                        | 62,5                          | 125                           | 250                            | 500                           |                                |
| Ethanol 70%  | 37,83 $\pm$ 4,17 <sup>b</sup>                                | 49,30 $\pm$ 3,72 <sup>b</sup> | 73,22 $\pm$ 2,67 <sup>b</sup> | 86,67 $\pm$ 2,64 <sup>a</sup>  | 89,03 $\pm$ 3,37 <sup>a</sup> | 91,87 $\pm$ 2,56 <sup>a</sup>  |
| Methanol 70% | 35,19 $\pm$ 4,34 <sup>c</sup>                                | 51,71 $\pm$ 5,35 <sup>b</sup> | 69,53 $\pm$ 4,19 <sup>b</sup> | 84,42 $\pm$ 1,55 <sup>ab</sup> | 91,28 $\pm$ 3,60 <sup>a</sup> | 78,06 $\pm$ 7,37 <sup>b</sup>  |
| Nước nóng    | 23,49 $\pm$ 2,25 <sup>c</sup>                                | 33,84 $\pm$ 1,82 <sup>c</sup> | 52,33 $\pm$ 4,40 <sup>c</sup> | 71,63 $\pm$ 4,73 <sup>b</sup>  | 80,16 $\pm$ 3,80 <sup>a</sup> | 121,14 $\pm$ 4,05 <sup>a</sup> |
| Vitamin C*   | 54,77 $\pm$ 2,60 <sup>a</sup>                                | 76,16 $\pm$ 3,91 <sup>a</sup> | 87,95 $\pm$ 3,06 <sup>a</sup> | 89,22 $\pm$ 3,41 <sup>a</sup>  | 87,44 $\pm$ 2,02 <sup>a</sup> | <31,25                         |

Chữ cái <sup>a</sup>, <sup>b</sup>, <sup>c</sup> thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các mẫu trong cùng cột ở  $p \leq 0,05$ .

Phép thử năng lực khử cũng được sử dụng để đánh giá khả năng chống oxy hóa của dịch chiết lá ôi trong nghiên cứu này. Chất chống oxy hóa có khả năng khử  $\text{Fe}^{3+}$  thành  $\text{Fe}^{2+}$ , phức này tác dụng với  $\text{FeCl}_3$  thành phức hợp  $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  màu xanh lam đậm. Cường độ màu xanh sau phản ứng tỉ lệ với hàm lượng chất chống oxy hóa. Giá trị OD thu được càng cao chứng tỏ năng lực khử của mẫu càng mạnh [30]. Kết quả thể hiện ở bảng 5 cho thấy rằng năng lực khử của cao chiết từ ethanol 70% và methanol 70% mạnh hơn so với cao chiết từ nước nóng với các giá trị OD tại bước sóng 700 nm lần lượt là  $1,32 \pm 0,04$ ,  $1,33 \pm 0,06$  và  $1,18 \pm 0,07$  ở nồng độ 250  $\mu\text{g/ml}$ , và  $1,89 \pm 0,07$ ,  $1,94 \pm 0,12$  và  $1,42 \pm 0,04$  ở nồng độ 500  $\mu\text{g/ml}$ , tương ứng với các giá trị  $EC_{50}$  lần lượt là 53,74 $\pm$ 5,44, 55,56 $\pm$ 3,98 và 72,59 $\pm$ 6,46  $\mu\text{g/ml}$ . Giá trị OD các mẫu cao chiết đều thấp hơn nhiều so với giá trị OD của đối chứng dương các nồng độ từ 62,5-

500  $\mu\text{g/ml}$ . Như vậy, tương đồng kết quả phân tích TPC, TFC và hiệu suất thu nhận cao chiết thô trong nghiên cứu này, và cũng tương đồng với kết quả được báo cáo ở một số nghiên cứu trước đây, mẫu chiết từ dung môi ethanol 70% và methanol 70% cũng thể hiện khả năng chống oxy hóa cao hơn so với mẫu chiết từ nước [9-11].

**Bảng 5. Năng lực khử của cao chiết lá ôi.**

| Cao chiết    | Năng lực khử ( $OD_{700}$ ) của mẫu ( $\mu\text{g/ml}$ ) |                              |                              |                              |                              | $EC_{50}$ ( $\mu\text{g/ml}$ ) |
|--------------|----------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
|              | 31,25                                                    | 62,5                         | 125                          | 250                          | 500                          |                                |
| Ethanol 70%  | 0,38 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>                             | 0,54 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup> | 0,74 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup> | 1,32 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup> | 1,89 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup> | 53,74 $\pm$ 5,44 <sup>b</sup>  |
| Methanol 70% | 0,35 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>                             | 0,49 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup> | 0,79 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup> | 1,33 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup> | 1,94 $\pm$ 0,12 <sup>b</sup> | 55,56 $\pm$ 3,98 <sup>b</sup>  |
| Nước nóng    | 0,22 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>                             | 0,40 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup> | 0,53 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup> | 1,18 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup> | 1,42 $\pm$ 0,04 <sup>c</sup> | 72,59 $\pm$ 6,46 <sup>c</sup>  |
| Vitamin C    | 0,48 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>                             | 0,72 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup> | 1,34 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup> | 2,24 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup> | 2,35 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup> | 36,87 $\pm$ 6,63 <sup>c</sup>  |

Chữ cái <sup>a</sup>, <sup>b</sup>, <sup>c</sup> thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các mẫu trong cùng cột ở  $p \leq 0,05$ .

Một số báo cáo trước đây đã thực hiện nhiều phương pháp khác nhau để chỉ ra rằng dịch chiết và cao chiết lá ôi có khả năng chống oxy hóa cao, bao gồm phép thử khả năng bắt gốc tự do DPPH, ABTS; khả năng trung hòa gốc  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{HO}$ ; khả năng trung hòa  $\text{H}_2\text{O}_2$ ; khảo sát năng lực khử; phương pháp chuẩn độ pemanganat; và phương pháp xanh metylen [13, 14, 33]. A.E. Bedawey và cs (2010) [34] đã so sánh khả năng chống oxy hóa của một số phụ phẩm nông nghiệp, bao gồm rễ gừng, lá ôi, hạt ôi, vỏ hạt vừng, vỏ cam, cám gạo và mầm lúa mì, và chỉ ra rằng lá ôi có khả năng chống oxy hóa chỉ thấp hơn rễ gừng và cao hơn tất cả các mẫu thí nghiệm còn lại. Thêm vào đó, nghiên cứu gần đây của R.S. Farag và cs (2020) [12] báo cáo rằng kết quả thử nghiệm khả năng bắt gốc tự do DPPH của dịch chiết lá ôi tương đương với dịch chiết lá lựu, và cao hơn dịch chiết từ lá sung và lá ô liu.

Liên quan đến mục tiêu của nghiên cứu này, một số yếu tố khác ảnh hưởng hiệu quả thu nhận hợp chất polyphenol và hoạt tính chống oxy hóa của chiết xuất lá ôi như nhiệt độ sấy/trích ly, phương pháp tách chiết, tỉ lệ dung môi/nguyên liệu... cũng cần khảo sát. Ngoài ra, một số phân tích các hợp chất khác của mẫu lá ôi như tanin và alkaloids, cũng như đánh giá một số hoạt tính sinh học khác như ức chế enzyme  $\alpha$ -amylase và  $\alpha$ -glucosidase gây bệnh tiểu đường hay ức chế enzyme chuyển đổi angiotensin gây bệnh cao huyết áp, kháng viêm, ức chế tế bào ung thư... cần được tiếp tục thực hiện.

### 3.5. Mối tương quan giữa phenolic tổng, flavonoid tổng, triterpenoid toàn phần và hoạt tính chống oxy hóa

Từ số liệu thí nghiệm, mối tương quan giữa TPC, TFC, TTC và hoạt tính chống oxy hóa của các mẫu chiết xuất lá ôi được xác định bằng phép so sánh Pearson. Kết quả phân tích ở bảng 6 chỉ ra rằng TPC, TFC

**Bảng 6. Hệ số tương quan giữa phenolic tổng, flavonoid tổng, triterpenoid toàn phần với khả năng chống oxy hóa.**

| Hệ số tương quan       | TPC | TFC     | TTC     | DPPH $IC_{50}$ | Năng lực khử $EC_{50}$ |
|------------------------|-----|---------|---------|----------------|------------------------|
| TPC                    | 1   | 0,844** | 0,997** | -0,966**       | -0,880**               |
| TFC                    |     | 1       | 0,842** | -0,891**       | -0,867**               |
| TTC                    |     |         | 1       | -0,885**       | -0,790*                |
| DPPH $IC_{50}$         |     |         |         | 1              | 0,877**                |
| Năng lực khử $EC_{50}$ |     |         |         |                | 1                      |

\*, \*\*: giá trị tương quan có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 0,01 và 0,5 trong phép so sánh tương quan Pearson.

và TTC tương quan thuận ( $r > 0$ ) có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 0,01. Điều này có nghĩa là hàm lượng có TPC, TFC và TTC của dịch chiết lá ôi có tỷ lệ thuận với nhau khi được tách chiết bằng các dung môi khác nhau. Ngược lại, các giá trị TPC, TFC và TTC thể hiện mối tương quan nghịch với các giá trị  $IC_{50}$  của thử nghiệm khả năng bắt gốc tự do DPPH và thử nghiệm năng lực khử ( $r < 0$ ) ở mức ý nghĩa 0,01. Điều này chứng tỏ rằng, hàm lượng các hợp chất này trong lá ôi tác động trực tiếp đến hoạt tính chống oxy hóa. Hàm lượng các hợp chất này có trong chiết xuất thu được càng cao, mẫu sẽ sẽ có khả năng chống oxy hóa càng mạnh.

#### 4. Kết luận

Kết quả của nghiên cứu cho thấy, ethanol 70%, methanol 70% và nước nóng đều có thể sử dụng làm dung môi để tách chiết các hợp chất polyphenol từ mẫu chất khô lá ôi, và dịch chiết từ các dung môi này đều thể hiện hoạt tính chống oxy hóa. Dung môi ethanol 70% và methanol 70% cho hiệu quả tách chiết tương đương nhau và cao hơn nước nóng. Dịch chiết bằng hai dung môi này cũng thể hiện khả năng chống oxy hóa cao hơn so với dịch chiết bằng nước nóng. Hoạt tính chống oxy hóa tỷ lệ thuận với hàm lượng TPC, TFC và TTC trong dịch chiết. Từ kết quả của nghiên cứu, có thể thấy rằng, dịch chiết từ lá ôi là một nguồn chất chống oxy hóa tự nhiên tiềm năng cho những nghiên cứu sản xuất sản phẩm thực phẩm chức năng và dược phẩm.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M. Kumar, M. Tomar, R. Amarowicz, et al. (2021), "Guava (*Psidium guajava* L.) leaves: Nutritional composition, phytochemical profile, and health-promoting bioactivities", *Foods*, **10**, pp.1-20, DOI: 10.3390/foods10040752.
- [2] A. Ranjan, S. Ramachandran, N. Gupta, et al. (2019), "Role of phytochemicals in cancer prevention", *International Journal of Molecular Sciences*, **20**, pp.1-17, DOI: 10.3390/ijms2020498.
- [3] S. Rodino, M. Butu (2019), "Herbal extracts-new trends in functional and medicinal beverages", *Functional and Medicinal Beverages*, **2019**, pp.73-108, DOI: 10.1016/B978-0-12-816397-9.00003-0.
- [4] S. Naseer, S. Hussain, N. Naeem, et al. (2018), "The phytochemistry and medicinal value of *Psidium guajava* (guava)", *Clinical Phytoscience*, **4**, pp.1-8, DOI: 10.1186/s40816-018-0093-8.
- [5] E.D.D. Cerio, V. Verardo, A.M.G. Caravaca, et al. (2017), "Health effects of *Psidium guajava* L. leaves: An overview of the last decade", *International Journal of Molecular Sciences*, **18**, pp.1-31, DOI: 10.3390/ijms18040897.
- [6] S.P. Moral, M.D.L.L.C. Gurra, C.R. Pérez, et al. (2020), "Recent advances in extraction technologies of phytochemicals applied for the revaluation of agri-food by-products", *Functional and Preservative Properties of Phytochemicals*, **2020**, pp.209-239, DOI: 10.1016/Sahidh-0-12-818593-3.00007-5.
- [7] S.B. Othman, I. Joudi, R.J. Bhat (2020), "Bioactives from agri-food wastes: Present insights and future challenges", *Molecules*, **3**, pp.1-34, DOI: 10.3390/molecules25030510.
- [8] T.N. Le, N. Sakulsataporn, C.H. Chiu, et al. (2020), "Polyphenolic profile and varied bioactivities of processed Taiwanese grown broccoli: A comparative study of edible and non-edible parts", *Pharmaceuticals*, **13**, pp.1-14, DOI: 10.3390/ph13050082.
- [9] Y.L. Ma, P. Sun, J. Feng, et al. (2021), "Solvent effect on phenolics and antioxidant activity of Huangshan Gongju (*Dendranthema morifolium* (Ramat) Tzvel. cv. Gongju) extract", *Food Chemical Toxicology*, **147**, DOI: 10.1016/j.fct.2020.111875.
- [10] R. Nandasiri, N.M. Eskin, U.J.T. Höllander (2019), "Antioxidative polyphenols of canola meal extracted by high pressure: Impact of temperature and solvents", *Journal of Food Science*, **84**(11), pp.3117-3128, DOI: 10.1111/1750-3841.14799.
- [11] S.A. Radzali, M. Markom, N.M.J. Saleh (2020), "Co-solvent selection for supercritical fluid extraction (SFE) of phenolic compounds from *Labisia pumila*", *Molecules*, **25**(24), DOI: 10.3390/molecules25245859.
- [12] R.S. Farag, M.S.A. Latif, H.H.A.E. Baky, et al. (2020), "Phytochemical screening and antioxidant activity of some medicinal plants' crude juices", *Biotechnology Reports*, **28**, DOI: 10.1016/j.btre.2020.e00536.
- [13] N.B. Gaber, S.I.E. Dahy, E.A.J. Shalaby (2021), "Comparison of ABTS, DPPH, permanganate, and methylene blue assays for determining antioxidant potential of successive extracts from pomegranate and guava residues", *Biomass Conversion and Biorefinery*, **13**, pp.4011-4020, DOI: 10.1007/S13399-021-01386-0.

- [14] J. Seo, S. Lee, M.L. Elam, et al. (2014), "Study to find the best extraction solvent for use with guava leaves (*Psidium guajava* L.) for high antioxidant efficacy", *Food Science and Nutrition*, **2**, pp.174-180, DOI: 10.1002/fsn3.91.
- [15] I.C. Chao, Y. Chen, M.H. Gao, et al. (2020), "Simultaneous determination of  $\alpha$ -glucosidase inhibitory triterpenoids in *Psidium guajava* using HPLC-DAD-ELSD and pressurized liquid extraction", *Molecules*, **25**, DOI: 10.3390/molecules25061278.
- [16] E.D.D. Cerio, V. Verardo, A.M.G. Caravaca, et al. (2016), "Exploratory characterization of phenolic compounds with demonstrated anti-diabetic activity in guava leaves at different oxidation states", *International Journal of Molecular Sciences*, **17**, DOI: 10.3390/ijms17050699.
- [17] M. Jayachandran, R. Vinayagam, R.R. Ambati, et al. (2018), "Guava leaf extract diminishes hyperglycemia and oxidative stress, prevents  $\beta$ -cell death, inhibits inflammation, and regulates NF- $\kappa$ B signaling pathway in STZ induced diabetic rats", *BioMed Research International*, pp.1-14, DOI: 10.1155/2018/4601649.
- [18] Q.V. Nguyen, M.D. Doan, B.H.B. Thi, et al. (2022), "The effect of drying methods on chlorophyll, polyphenol, flavonoids, phenolic compounds contents, color and sensory properties, and in vitro antioxidant and anti-diabetic activities of dried wild guava leaves", *Drying Technology*, **41**(8), pp.1291-1302, DOI: 10.1080/07373937.2022.2145305.
- [19] J. Qin, J. Wang, X. Shao, et al. (2023), "Evaluation of bioactive compounds, antioxidant capacity and mineral elements in the leaves of guava (*Psidium guajava* L.) genotypes from China", *Scientia Horticulturae*, **322**, DOI: 10.1016/j.scienta.2023.112436.
- [20] E.H. Pool, A.L.R. Diaz, M.A.L. Jiménez, et al. (2021), "Effect of solvent polarity on the ultrasound assisted extraction and antioxidant activity of phenolic compounds from habanero pepper leaves (*Capsicum chinense*) and its identification by UPLC-PDA-ESI-MS/MS", *Ultrasonics Sonochemistry*, **76**, pp.1-12, DOI: 10.1016/j.ultsonch.2021.105658.
- [21] J. Baranaukaite, M. Marksa, L. Ivanauskas, et al. (2020), "Development of extraction technique and GC/FID method for the analysis of cannabinoids in *Cannabis sativa* L. spp. *santicha* (Hemp)", *Phytochemical Analysis*, **31**, pp.516-521, DOI: 10.1002/pca.2915.
- [22] X.T. Le, V.L.L. Vi, T.Q. Toan, et al. (2019), "Extraction process of polyphenols from soybean (*Glycine max* L.) sprouts: Optimization and evaluation of antioxidant activity", *Processes*, **7**, DOI: 10.3390/pr7080489.
- [23] P.A. Palsikowski, L.M. Besen, E.J. Klein, et al. (2020), "Optimization of ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from *B. forficata* subsp. *pruinosa*", *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, **98**, pp.2214-2226, DOI: 10.1002/cjce.23757.
- [24] P. Suttitarn, V.J. Choommongkol (2020), "Microwave-assisted improved extraction and purification of anticancer nimbidol from *Azadirachta indica* (Neem) leaves", *Molecules*, **25**, pp.1-15, DOI: 10.3390/molecules25122913.
- [25] A. Borges, H. José, V. Homem, et al. (2020), "Comparison of techniques and solvents on the antimicrobial and antioxidant potential of extracts from *Acacia dealbata* and *Olea europaea*", *Antibiotics*, **9**, pp.1-18, DOI: 10.3390/antibiotics9020048.
- [26] Q.D. Do, A.E. Angkawijaya, P.L.T. Nguyen, et al. (2014), "Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*", *Journal of Food and Drug Analysis*, **22**, pp.296-302, DOI: 10.1016/j.jfda.2013.11.001.
- [27] H.Y. Chen, Y.C. Lin, C.L.J. Hsieh (2007), "Evaluation of antioxidant activity of aqueous extract of some selected nutraceutical herbs", *Food Chemistry*, **104**(4), pp.1418-1424, DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.02.004.
- [28] S.T. Ra, J. Sharath, M.J. Bhagya (2021), "Effect of extraction solvents on total phenol, flavonoid content and free radical scavenging potential of *Saraca asoca*, an Indian medicinal plant", *Journal of Applied Pharmacy*, **13**, pp.1-7.
- [29] N.H.M. Jusoh, A. Subki, S.K. Yeap, et al. (2019), "Pressurized hot water extraction of hydrosable tannins from *Phyllanthus tenellus* Roxb.", **13**, pp.1-10, DOI: 10.1186/s13065-019-0653-0.
- [30] I.G. Munteanu, C.J. Apetrei (2021), "Analytical methods used in determining antioxidant activity: A review", *International Journal of Molecular Sciences*, **22**, pp.1-20, DOI: 10.3390/ijms22073380.
- [31] Z.N. Ilmi, P.A.C. Wulandari, S.A. Husen, et al. (2020), "Characterization of alginate from *Sargassum duplicatum* and the antioxidant effect of alginate-okra fruit extracts combination for wound healing on diabetic mice", *Applied Sciences*, **10**(17), DOI: 10.3390/app10176082.
- [32] M. Jun, H.Y. Fu, J. Hong, et al. (2003), "Comparison of antioxidant activities of isoflavones from Kudzu root (*Pueraria lobata* Ohwi)", *Journal of Food Science*, **68**(6), pp.2117-2122, DOI: 10.1111/j.1365-2621.2003.tb07029.x.
- [33] Y. Luo, B. Peng, W. Wei, et al. (2019), "Antioxidant and anti-diabetic activities of polysaccharides from guava leaves", *Molecules*, **24**, pp.1-14, DOI: 10.3390/molecules24071343.
- [34] A.E. Bedawey, E. Mansour, M. Zaky, et al. (2010), "Characteristics of antioxidant isolated from some plant sources", *Food and Nutrition Sciences*, **1**, pp.1-12.

# Ảnh hưởng của một số yếu tố đến trạng thái và tính chất lưu biến của gelatin tách chiết từ da cá tra (*Pangasius*) ở Việt Nam

Nguyễn Trọng Bách\*, Nguyễn Thị Ngọc Ánh

Khoa Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Nha Trang, 2 Nguyễn Đình Chiểu, phường Vĩnh Thọ, TP Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa, Việt Nam

Ngày nhận bài 22/8/2022; ngày chuyển phản biện 25/8/2022; ngày nhận phản biện 26/9/2022; ngày chấp nhận đăng 29/9/2022

## **Tóm tắt:**

Nghiên cứu này khảo sát ảnh hưởng của một số yếu tố như nhiệt độ, nồng độ gelatin, muối (NaCl, CaCl<sub>2</sub>) hay sucrose đến trạng thái và một số tính chất lưu biến (độ nhớt, mô đun đàn hồi) của dung dịch gelatin được tách chiết từ da cá tra (*Pangasius*) ở Việt Nam. Đây là những yếu tố công nghệ tác động có ảnh hưởng đến khả năng ứng dụng của gelatin trong công nghiệp thực phẩm. Kết quả nghiên cứu cho thấy, dung dịch gelatin có thể chuyển sang trạng thái gel ở nồng độ 0,7% tại 5°C và nhiệt độ tạo gel tăng lên khi tăng nồng độ gelatin. Ở nhiệt độ trên 20°C, độ nhớt của gelatin tăng mạnh ở nồng độ trên 4%. Sucrose hỗ trợ tăng độ nhớt và nhiệt độ hình thành gel của gelatin tăng khi nồng độ sucrose trên 10%, độ nhớt tăng lên khoảng 4 lần khi tăng nồng độ sucrose từ 10 lên 30%. Trong khi đó NaCl hay CaCl<sub>2</sub> lại có tác dụng ngược lại, nhiệt độ tạo gel và độ nhớt của dung dịch gelatin giảm khi tăng hàm lượng muối trên 20 mM (NaCl), 10 mM (CaCl<sub>2</sub>).

**Từ khóa:** cá tra, độ nhớt, gel, gelatin, mô đun đàn hồi.

**Chỉ số phân loại:** 2.8, 2.10, 4.6

## Effect of factors on the status and rheological properties of gelatin extracted from catfish skin (*Pangasius*) in Vietnam

Trong Bach Nguyen\*, Thi Ngoc Anh Nguyen

Faculty of Food Technology, Nha Trang University, 2 Nguyen Dinh Chieu Street, Vinh Tho Ward, Nha Trang City, Khanh Hoa Province, Vietnam

Received 22 August 2022; revised 26 September 2022; accepted 29 September 2022

## **Abstract:**

This study investigates the influence of some factors, such as temperature, concentration of gelatin, salt (NaCl, CaCl<sub>2</sub>) or sucrose, on the status and some rheological properties (viscosity, storage modulus) of gelatin solution extracted from catfish skin (*Pangasius*) in Vietnam. These are the technological factors that affect the applicability of gelatin in the food industry. The research results show that the gelatin solution can form a gel at a concentration of 0.7% at 5°C, and the gelling temperature increases with increasing gelatin concentration. At temperatures above 20°C, the viscosity of gelatin increases strongly at concentrations of gelatin above 4%. Sucrose helps to increase the viscosity and increase the gel-forming temperature of gelatin when the concentration of sucrose is above 10%; the viscosity increases about 4 times when the concentration of sucrose increases from 10 to 30%. Meanwhile, sodium chloride or calcium chloride has the opposite effect; the gelling temperature and the viscosity of gelatin solution decreases when the salt content increases above 20 mM (NaCl), 10 mM (CaCl<sub>2</sub>).

**Keywords:** catfish, gel, gelatin, storage modulus, viscosity.

**Classification numbers:** 2.8, 2.10, 4.6

\* Tác giả liên hệ: Email: ntbachnt@ntu.edu.vn

## 1. Đặt vấn đề

Gelatin được tách chiết từ nhiều nguồn khác nhau như từ động vật trên cạn, thủy sản và chứa nhiều trong da, gân của động vật [1-6]. Hiện tại, nguồn gelatin được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực công nghiệp trong đó có ngành công nghiệp thực phẩm, mà nguồn gelatin chủ yếu từ động vật [5, 7, 8]. Tuy nhiên, gelatin từ động vật trên cạn có những hạn chế nên nhiều lĩnh vực đang định hướng sử dụng gelatin có nguồn gốc từ động vật thủy sản [6, 7].

Gelatin là một protein chức năng có tính thuận nghịch nhiệt [4, 9], có ứng dụng khá đa dạng và đóng vai trò như một chất làm dày, chất làm đặc..., mỗi ứng dụng đòi hỏi gelatin phải có những đặc tính hóa lý khác nhau. Các yếu tố ảnh hưởng đến đặc tính hóa lý của gelatin như nồng độ [4, 10], pH [6, 8, 11, 12] các chất đồng tạo gel, đường [13-16], hay có sự xuất hiện của các muối [3, 17-20]. M.V. Chandra và cs (2013) [4] đã chỉ ra nhiệt độ tạo gel và nhiệt độ tan chảy của dung dịch/gel gelatin 6,67% tách chiết từ xương cá nước ngọt thuộc họ cá trôi (*Cirrhinus mrigala*) lần lượt là 8°C và 17°C, trong khi đó M.V. Chandra và cs (2015) [21] lại xác định nhiệt độ này cao hơn (15°C và 25°C) đối với gelatin từ vây cá chép Nam Á. Mô đun đàn hồi của gelatin tăng khi nồng độ của gelatin tăng trên 100 g/kg. Mô đun đàn hồi và nhiệt độ tạo gel/nhiệt độ tan chảy của gelatin từ cá và từ động vật có vú được I.J. Haug và cs (2004) [12] so sánh, kết quả nghiên cứu chỉ ra mô đun đàn hồi cũng như nhiệt độ tạo gel, nhiệt độ tan chảy của cá thấp hơn của gelatin từ động vật có vú. Đây là ưu việt của gelatin từ thủy sản trong những ứng dụng cần sử dụng hàm lượng gelatin cao và tan chảy ở nhiệt độ thấp.

Ảnh hưởng của đường đến trạng thái và tính chất cơ lý của gelatin khá rõ ràng, khi thêm đường vào làm cho dung dịch gelatin ổn định hơn [16], tăng nhiệt độ chuyển trạng thái [9, 13] cũng như tăng mô đun đàn hồi [9, 11, 17]. D. Oakenfull và cs (1986) [16] đã chỉ ra khi hàm lượng đường sucrose tăng từ 100 lên 400 g/kg (4 lần) thì mô đun đàn hồi tăng lên 2,3 lần. Xu hướng ảnh hưởng này cũng được tìm ra tương tự bởi L.C. Sow và cs (2015) [15]. Ngược lại với sự ảnh hưởng của đường, khi có mặt của muối, nhiệt độ chuyển trạng thái cũng như mô đun đàn hồi của gelatin giảm [3, 6, 17]. N.M. Sarbon và cs (2014) [22] đã chỉ ra nhiệt độ tạo gel/tan chảy/mô đun đàn hồi của gelatin từ da cá nục vây ngắn giảm từ 9,9°C/23,8°C/118 Pa xuống còn 6,3°C/17,6°C/5,9 Pa nếu dung dịch gelatin chứa 0,4 M CaCl<sub>2</sub>. Chiều hướng giảm nhiệt độ chuyển trạng thái cũng như mô đun đàn hồi giảm khi có mặt của muối NaCl cũng được trình bày trong nghiên cứu của J.M. Koli và cs (2013) [11].

Các nghiên cứu trong nước chủ yếu đánh giá đặc tính của gelatin để tối ưu hóa quá trình tách chiết gelatin từ da cá tra. Ở nghiên cứu này tập trung khảo sát đặc tính chức năng

như sự hình thành trạng thái, nhiệt độ tạo gel của dung dịch gelatin tách chiết từ da cá tra ở các nồng độ, nhiệt độ khác nhau. Sự ảnh hưởng của nồng độ, đường và muối đến độ nhớt, mô đun đàn hồi của dung dịch hay gel gelatin. Từ đó làm cơ sở cho việc định hướng sử dụng của nguồn gelatin này ở mỗi ứng dụng cụ thể trong một số ngành công nghiệp nói chung cũng như trong lĩnh vực thực phẩm nói riêng.

## 2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Đối tượng

Bột gelatin từ da cá tra (Progel 250, lô số 0657) là sản phẩm thương mại của Công ty Vĩnh Hoàn Collagen (Đồng Tháp). Một số chỉ tiêu hóa lý và vi sinh vật của gelatin được trình bày tại bảng 1.

**Bảng 1. Một số chỉ tiêu hóa lý và vi sinh vật của gelatin nguyên liệu.**

| Chỉ tiêu                     | Giá trị              |
|------------------------------|----------------------|
| Độ Bloom                     | 250                  |
| pH (dung dịch 1%)            | 6,23                 |
| Âm                           | 10,18%               |
| Tro                          | 0,44%                |
| Protein                      | 90,2%                |
| Tổng vi sinh vật hiếu khí    | 20 cfu/g             |
| Tổng nấm men và nấm mốc      | <10 cfu/g            |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | Không phát hiện      |
| <i>Escherichia coli</i>      | Không phát hiện      |
| <i>Coliforms</i>             | Không phát hiện      |
| <i>Salmonella</i>            | Không phát hiện/25 g |

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

**Quan sát trạng thái dung dịch gelatin:** Gelatin được hòa tan trong điều kiện khuấy đều trong 20 phút tại 60°C. Sáu gram dung dịch gelatin tại các nồng độ khác nhau được đựng trong các lọ thí nghiệm trong suốt có đường kính 1,5 cm. Các lọ mẫu được đặt trong bể ổn nhiệt khoảng 45 phút tại các nhiệt độ cố định trước khi quan sát trạng thái bằng cách đặt dốc lọ xuống một góc 45°, mẫu ở trạng thái gel nếu không thấy chảy khi nghiêng dốc lọ mẫu. Việc quan sát trạng thái của dung dịch gelatin từ nhiệt độ cao (50°C) xuống thấp (5°C) với bước nhảy 5°C và 0,5°C ở nhiệt độ gần điểm tạo gel.

**Đo mô đun đàn hồi:** Mô đun đàn hồi được xác định theo sự biến thiên tần số của dao động lắc, thời gian và nhiệt độ bằng thiết bị đo lưu biến (ARG2, TA Instruments, Mỹ) sử dụng đầu đo côn trên để phẳng có kích thước đường kính 40 mm và góc côn là 1°. Nhiệt độ quá trình đo mẫu được kiểm soát bởi hệ thống kiểm soát nhiệt độ Peltier. Để chống mất nước do bay hơi ở nhiệt độ cao khi đo mô đun đàn hồi tại tần số 0,1 Hz, mẫu được phủ bởi một lớp parafil.

**Đo độ nhớt:** Mẫu dung dịch gelatin được chuẩn bị ở 60°C. Độ nhớt của dung dịch được xác định bằng thiết bị đo độ nhớt Brookfield LVDV-I prime (Brookfield AMETEK, USA) sử dụng đầu đo số 61 tại tốc độ quay 100 vòng/phút. 50 ml dung dịch gelatin được đựng trong ống đựng mẫu có đường kính 30 mm và được duy trì nhiệt độ bằng cách đặt trong bể ổn nhiệt điều khiển kỹ thuật số (Circulator Bath TC-502). Để chống bay hơi mẫu, các ống đựng mẫu được đậy nắp inox trong quá trình ổn định nhiệt độ và đo độ nhớt.

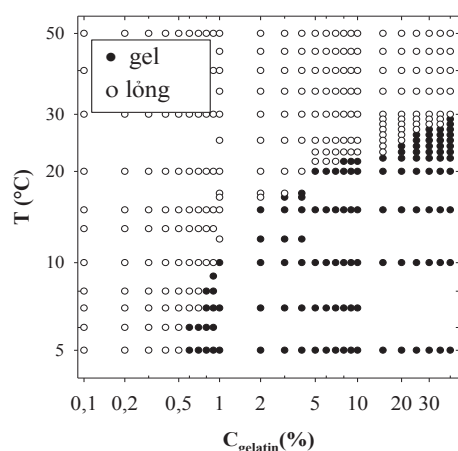
### 2.3. Hóa chất

NaCl, CaCl<sub>2</sub> được mua từ Công ty Merck (Đức) và sucrose từ Công ty Xilong (Trung Quốc). Theo thứ tự, độ tinh khiết (≥99,5%, 99,5% và 99,0%) và độ hòa tan (358 g/l, 1280 g/l và 2115 g/l).

## 3. Kết quả và bàn luận

### 3.1. Trạng thái lỏng - gel của dung dịch gelatin

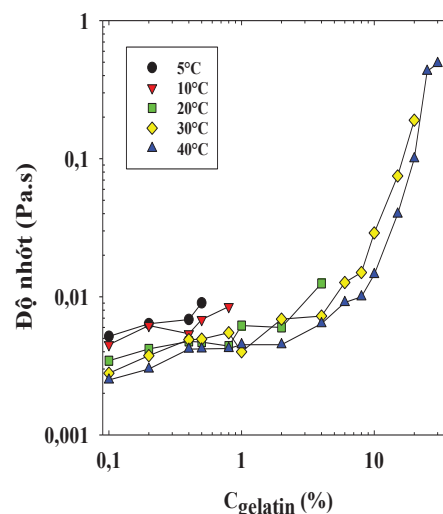
Trạng thái của dung dịch gelatin phụ thuộc vào nồng độ và nhiệt độ (hình 1). Dung dịch gelatin có nồng độ dưới 0,7% không tạo gel trong khoảng nhiệt độ khảo sát. Nhiệt độ tạo gel tăng khi tăng nồng độ gelatin. Nhiệt độ tạo gel có thể lên đến 30°C nếu nồng độ đạt 40%. Ở nhiệt độ cao, mạch poly peptit duỗi ra ở dạng mạch đơn, tuy nhiên khi nồng độ đủ lớn và nhiệt độ đủ nhỏ các mạch thẳng hình thành xoắn đôi [5, 7] hay xoắn ba tạo nên mạng lưới gel do lúc này liên kết hydro giữa các mạch poly peptit mạnh lên làm dung dịch gelatin chuyển sang thái sang gel.



Hình 1. Trạng thái lỏng (o) - gel (•) của dung dịch gelatin ở các nồng độ.

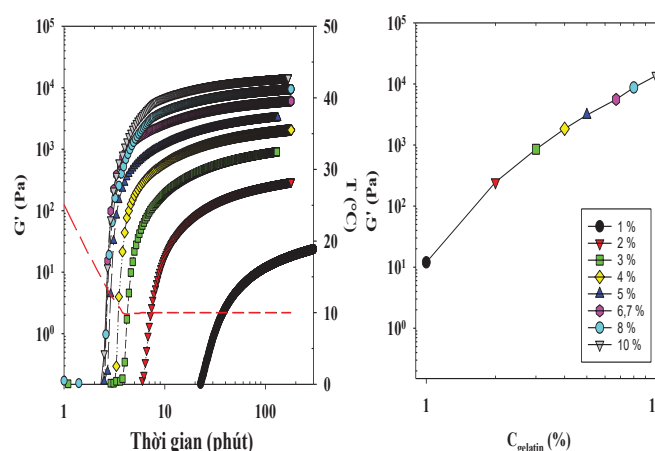
### 3.2. Ảnh hưởng của nồng độ gelatin và nhiệt độ đến độ nhớt, mô đun đàn hồi của dung dịch gelatin

Hình 2 biểu diễn độ nhớt của các dung dịch gelatin ở nhiệt độ khác nhau. Độ nhớt tăng không đáng kể khi nồng độ dưới 6% ở tất cả các nhiệt độ đo. Nhiệt độ giảm hay nồng độ dung dịch gelatin tăng dẫn đến độ nhớt tăng do sự sắp xếp lại cấu trúc mạch poly peptit chặt chẽ hơn bởi liên kết hydro mạnh dần [5, 14].



Hình 2. Độ nhớt của dung dịch gelatin ở các nồng độ, nhiệt độ khác nhau.

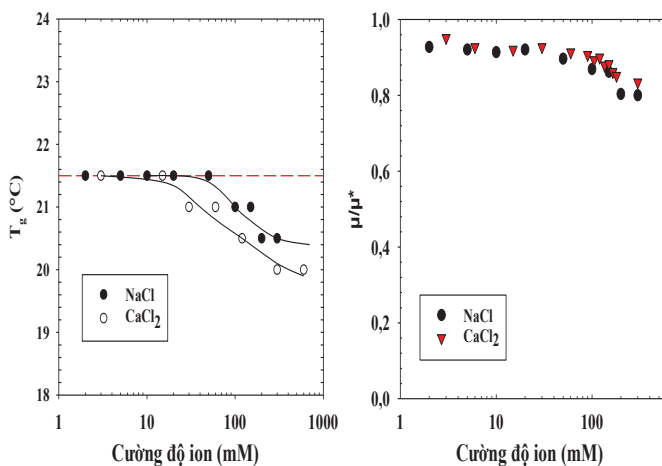
Nồng độ gelatin cũng ảnh hưởng đến mô đun đàn hồi, ở 10°C, mô đun đàn hồi của gel gelatin tăng khi tăng nồng độ gelatin (hình 3). Động học quá trình hình thành gel thể hiện rõ ràng tại các nồng độ khác nhau. Tại nồng độ gelatin thấp gel hình thành trễ và yếu hơn, chẳng hạn dung dịch gelatin 1% hình thành gel sau 22 phút và mô đun đàn hồi tăng và đạt giá trị ổn định khoảng 25 Pa. Trong khi đó dung dịch gelatin 3% sẽ hình thành gel khi làm lạnh sau 4 phút và gel có mô đun đàn hồi gần 900 Pa. Như vậy, theo thời gian làm lạnh động học quá trình hình thành xoắn đôi, xoắn ba diễn ra với mức độ và mật độ tăng; đặc biệt là các dung dịch gelatin có nồng độ cao, quá trình này càng diễn ra nhanh và gel mạnh hơn bởi sự tăng cường hình thành xoắn 3 do các liên kết hydro cũng như ảnh hưởng bởi các tương tác tĩnh điện [7, 17].



Hình 3. Mô đun đàn hồi ở 10°C của dung dịch gelatin tại các nồng độ khác nhau theo thời gian (bên trái) và mô đun đàn hồi của gel gelatin sau 100 phút (bên phải).

### 3.3. Ảnh hưởng của muối ( $\text{NaCl}$ , $\text{CaCl}_2$ ) đến nhiệt độ tạo gel và độ nhớt của dung dịch gelatin

Dưới sự có mặt của muối, độ nhớt cũng phụ thuộc vào nhiệt độ và nồng độ như trường hợp dung dịch gelatin không bổ sung muối (kết quả không được trình bày). Ở cường độ ion thấp dưới 20 mM, nhiệt độ tạo gel và độ nhớt của dung dịch không phụ thuộc vào sự có mặt của muối, tuy nhiên nhiệt độ tạo gel và độ nhớt của dung dịch gelatin có sự thay đổi đáng kể khi nồng độ muối được bổ sung vào tăng lên. Nhiệt độ tạo gel giảm xuống khi tăng nồng độ muối, ảnh hưởng của muối  $\text{CaCl}_2$  đến nhiệt độ tạo gel của gelatin mạnh hơn đối với muối  $\text{NaCl}$  (hình 4, bên trái). Sự có mặt của muối làm giảm độ nhớt của dung dịch gelatin ( $\mu/\mu^* < 1$ ), đặc biệt khi cường độ ion lớn hơn 100 mM (hình 4, bên phải). Xu hướng ảnh hưởng của muối đến độ nhớt của dung dịch gelatin cũng tương tự như những nghiên cứu trước đây đối với các loại gelatin có nguồn gốc khác [3, 6, 12, 17-19]  $\text{CaSO}_4$  and  $\text{MgSO}_4$ . S.S. Choi và cs (2000) [19] quan sát thấy rằng,  $\text{NaCl}$  làm giảm độ bền gel của một số gelatin thương mại từ các nguồn khác nhau và tác giả cho rằng hiệu ứng này là do  $\text{NaCl}$  có khả năng phá vỡ các liên kết kỵ nước và hydro, chúng ngăn cản sự ổn định của liên kết các vùng lân cận gel, hoặc trực tiếp ngăn chặn sự hình thành liên kết hydro trong vùng lân cận.

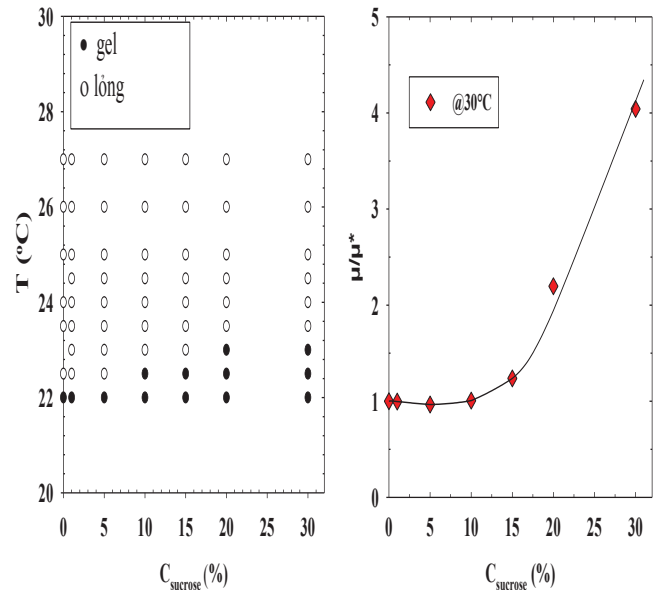


Hình 4. Sự phụ thuộc cường độ ion đến nhiệt độ giới hạn tạo gel ( $T_g$ ) sau khi làm lạnh 45 phút (trái) và tỷ số độ nhớt của dung dịch gelatin 10% có ( $\mu$ ) và không bổ sung muối ( $\mu^*$ ) tại 30°C (phải).

### 3.4. Ảnh hưởng của sucrose đến trạng thái và độ nhớt của dung dịch gelatin

Hình 5 trình bày sự phụ thuộc nồng độ sucrose đến trạng thái lỏng - gel và độ nhớt của dung dịch gelatin. Nhiệt độ hình thành trạng thái gel của gelatin 10% tăng lên khi bổ sung trên 10% sucrose. Sucrose cũng làm độ nhớt của dung dịch gelatin 10% tăng cao hơn trường hợp không có sucrose

( $\mu/\mu^* > 1$ ), đặc biệt tăng mạnh ở nồng độ sucrose trên 15%. Việc bổ sung sucrose sẽ làm giảm entanpi và entropi của dung dịch gelatin dẫn đến tăng khả năng hình thành các xoắn đôi được liên kết chéo bởi các liên kết hydro, do đó nhiệt độ tạo gel/nhiệt độ tan chảy của dung dịch/gel gelatin tăng lên [14].



Hình 5. Sự phụ thuộc nồng độ sucrose đến trạng thái lỏng - gel (trái) và độ nhớt của dung dịch gelatin 10% có ( $\mu$ ) và không bổ sung sucrose ( $\mu^*$ ) tại 30°C (phải).

Đối với ảnh hưởng của nhiệt độ tại các nồng độ gelatin khác nhau dưới sự có mặt của sucrose, quy luật thay đổi giá trị độ nhớt tương tự như đối với dung dịch gelatin tinh khiết (hình 2). Tuy nhiên, ở nồng độ gelatin dưới 7% thì độ nhớt có tăng nhưng ít phụ thuộc vào sucrose có nồng độ dưới 25% (kết quả không được trình bày).

## 4. Kết luận

Trong phạm vi của nghiên cứu, trạng thái và một số tính chất lưu biến của dung dịch gelatin bị ảnh hưởng lớn bởi nhiệt độ, nồng độ gelatin và sự có mặt của muối hay sucrose. Dung dịch gelatin có độ nhớt tăng khi tăng nồng độ hay giảm nhiệt độ, nó có thể chuyển sang trạng thái gel ở nồng độ 0,7% tại 5°C, và nhiệt độ tạo gel tăng lên khi tăng nồng độ gelatin. Sucrose hỗ trợ tăng độ nhớt và tăng nhiệt độ hình thành gel của dung dịch gelatin khi nồng độ sucrose trên 10, độ nhớt tăng lên khoảng 4 lần khi tăng nồng độ sucrose từ 10% lên 30%. Trong khi đó  $\text{NaCl}$  hay  $\text{CaCl}_2$  lại có tác dụng ngược lại, nhiệt độ hình thành gel và độ nhớt của dung dịch gelatin giảm khi tăng hàm lượng muối  $\text{NaCl}$  hay  $\text{CaCl}_2$ .

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] N. Ktari, M. Jridi, R. Nasri, et al. (2014), “Characteristics and functional properties of gelatin from zebra blenny (*Salaria basilisca*) skin”, *LWT - Food Sci. Technol.*, **58**(2), pp.602-608, DOI: 10.1016/j.lwt.2014.03.036.
- [2] H.S. Tabarestani, Y. Maghsoudlou, A. Motamedzadegan, et al. (2010), “Optimization of physico-chemical properties of gelatin extracted from fish skin of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)”, *Bioresour. Technol.*, **101**(15), pp.6207-6214, DOI: 10.1016/j.biortech.2010.02.071.
- [3] A.I. Sarabia, M.C.G. Guillén, P. Montero (2000), “The effect of added salts on the viscoelastic properties of fish skin gelatin”, *Food Chem.*, **70**(1), pp.71-76, DOI: 10.1016/S0308-8146(00)00073-X.
- [4] M.V. Chandra, B.A. Shamasundar, P.R. Kumar (2013), “Viscoelastic and flow properties of gelatin from the bone of freshwater fish (*Cirrhinus mrigala*)”, *J. Food Sci.*, **78**(7), DOI: 10.1111/1750-3841.12158.
- [5] Q. Luo, M.A. Hossen, Y. Zeng, et al. (2022), “Gelatin-based composite films and their application in food packaging: A review”, *J. Food Eng.*, **313**, DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2021.110762.
- [6] M. Nurilmala, N. Darmawan, E.A.W. Putri, et al. (2021) “Pangasius fish skin and swim bladder as gelatin sources for hard capsule material”, *Int. J. Biomater.*, **2021**, DOI: 10.1155/2021/6658002.
- [7] M. Nurilmala, H. Suryamarevita, H.H. Hizbullah, et al. (2022), “Fish skin as a biomaterial for halal collagen and gelatin”, *Saudi J. Biol. Sci.*, **29**(2), pp.1100-1110, DOI: 10.1016/j.sjbs.2021.09.056.
- [8] M.C.G. Guillen, B. Gimenez, M.E.L. Caballero, et al. (2011), “Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review” *Food Hydrocoll.*, **25**(8), pp.1813-1827, DOI: 10.1016/j.foodhyd.2011.02.007.
- [9] D. Hidayati, M.U. Alfarisy, M.A. Khairunnisa, et al. (2021), “Gelatin characteristics from the skin of *Pangasius hypophthalmus* (striped catfish) with different of body size and extraction treatments: Viscosity, microstructure and its potential for pharmaceutical purposes”, *AIP Conf. Proc.*, **2384**, DOI: 10.1063/5.0071966.
- [10] L.C. Barman, M.B.H. Sikder, I. Ahmad, et al. (2021), “Gelatin extraction from the Bangladeshi pangas catfish (*Pangasius pangasius*) waste and comparative study of their physicochemical properties with a commercial gelatin”, *Int. J. Eng. Technol. Sci.*, **7**(2), pp.13-23, DOI: 10.15282/10.15282/ijets.7.2.2020.1002.
- [11] J.M. Koli, S. Basu, N. Kannuchamy, et al. (2013), “Effect of pH and ionic strength on functional properties of fish gelatin in comparison to mammalian gelatin”, *Fish. Technol.*, **50**, pp.126-132.
- [12] I.J. Haug, K.I. Draget, O. Smidsrød (2004), “Physical and rheological properties of fish gelatin compared to mammalian gelatin”, *Food Hydrocoll.*, **18**(2), pp.203-213, DOI: 10.1016/S0268-005X(03)00065-1.
- [13] T. Tau, S. Gunasekaran (2016), “Thermorheological evaluation of gelation of gelatin with sugar substitutes”, *LWT - Food Sci. Technol.*, **69**, pp.570-578, DOI: 10.1016/j.lwt.2016.02.015.
- [14] X. Li, S. Makino, K. Gekko (1992), “Effects of polyols and sugars on the sol-gel transition of gelatin” *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **56**(8), pp.1279-1284, DOI: 10.1271/bbb.56.1279.
- [15] L.C. Sow, H. Yang (2015), “Effects of salt and sugar addition on the physicochemical properties and nanostructure of fish gelatin”, *Food Hydrocoll.*, **45**, pp.72-82, DOI: 10.1016/j.foodhyd.2014.10.021.
- [16] D. Oakenfull, A. Scott (1986), “Stabilization of gelatin gels by sugars and polyols”, *Top. Catal.*, **1**(2), pp.163-175, DOI: 10.1016/S0268-005X(86)80018-2.
- [17] M. Gudmundsson (2002), “Rheological properties of fish gelatins”, *J. Food Sci.*, **67**(6), pp.2172-2176, DOI: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb09522.x.
- [18] H.J. Bae, H.J. Park, S.I. Hong, et al. (2009), “Effect of clay content, homogenization RPM, pH, and ultrasonication on mechanical and barrier properties of fish gelatin/montmorillonite nanocomposite films”, *LWT - Food Sci. Technol.*, **42**(6), pp.1179-1186, DOI: 10.1016/j.lwt.2008.12.016.
- [19] S.S. Choi, J.M. Regenstein (2000), “Physicochemical and sensory characteristics of fish gelatin”, *J. Food Sci.*, **65**(2), pp.194-199, DOI: 10.1111/j.1365-2621.2000.tb15978.x.
- [20] S. Chatterjee, H.B. Bohidar (2005), “Effect of cationic size on gelation temperature and properties of gelatin hydrogels”, *Int. J. Biol. Macromol.*, **35**(1-2), pp.81-88, DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2005.01.002.
- [21] M.V. Chandra, B.A. Shamasundar (2015), “Rheological properties of gelatin prepared from the swim bladders of freshwater fish Catla”, *Food Hydrocoll.*, **48**, pp.47-54, DOI: 10.1016/j.foodhyd.2015.01.022.
- [22] N.M. Sarbon, C.S. Cheow, Z.W. Kyaw, et al. (2014), “Effects of different types and concentration of salts on the rheological and thermal properties of sin croaker and shortfin scad skin gelatin”, *Int. Food Res. J.*, **21**(1), pp.317-324.

# Tình hình nhiễm khuẩn các sản phẩm mô ghép đồng loài tại Ngân hàng Mô, Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức

Dương Đức Hùng<sup>1,2,3\*</sup>, Nguyễn Văn Chính<sup>1</sup>, Trần Thị Hằng<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức, 40 Tràng Thi, phường Hàng Bông, quận Hoàn Kiếm, Hà Nội, Việt Nam

<sup>2</sup>Trường Đại học Y Hà Nội, 1 Tôn Thất Tùng, phường Trung Tự, quận Đống Đa, Hà Nội, Việt Nam

<sup>3</sup>Trường Đại học Y Dược, Đại học Quốc gia Hà Nội, 144 Xuân Thủy, phường Dịch Vọng, quận Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 28/10/2024; ngày chuyển phản biện 31/10/2024; ngày nhận phản biện 22/11/2024; ngày chấp nhận đăng 25/11/2024

## Tóm tắt:

Thực trạng nhiễm khuẩn mô ghép, tỷ lệ và loại vi sinh vật phổ biến trong các ngân hàng mô là những dữ liệu còn thiếu trong y văn hiện nay tại Việt Nam. Mục tiêu của nghiên cứu này: Mô tả tình hình nhiễm khuẩn và đặc điểm vi khuẩn phân lập được trên mô ghép đồng loài. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu: Nghiên cứu mô tả, hồi cứu trên 774 mẫu từ 155 lô mô ghép đồng loài được bảo quản tại Ngân hàng Mô, Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức. Kết quả: Tỷ lệ nhiễm khuẩn chung đối với mô ghép là 12/155 (7,74%) trước khử nhiễm, 3/155 (1,94%) sau khử nhiễm. Tỷ lệ cấy khuẩn dương tính với từng loại mô khí quản 3/3 (100%) và gân 6/36 (16,7%), mạch máu 3/63 (4,76%). Giai đoạn sau khử nhiễm, mô khí quản và mạch máu có tỷ lệ nhiễm lần lượt là 2/3 (66,67%) và 1/63 (1,59%). Vi khuẩn phân lập được chủ yếu là vi khuẩn ái khí, nhiều nhất là *Staphylococcus*. Xuất hiện các chủng vi khuẩn đa kháng, khả năng gây bệnh và độc lực cao như: *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* - MRSA (+).

**Từ khóa:** mô đồng loài, ngân hàng mô, nhiễm trùng, vi sinh vật.

**Chỉ số phân loại:** 3.1, 3.2, 3.3

## Situation contamination of tissue allograft products at the Tissue Bank, Viet Duc University Hospital

Duc Hung Duong<sup>1,2,3\*</sup>, Van Chinh Nguyen<sup>1</sup>, Thi Hang Tran<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Viet Duc University Hospital, 40 Trang Thi Street, Hang Bong Ward, Hoan Kiem District, Hanoi, Vietnam

<sup>2</sup>Hanoi Medical University, 1 Ton That Tung Street, Trung Tu Ward, Dong Da District, Hanoi, Vietnam

<sup>3</sup>University of Medical and Pharmacy, Vietnam National University - Hanoi, 144 Xuan Thuy Street, Dich Vong Ward, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam

Received 28 October 2024; revised 22 November 2024; accepted 25 November 2024

## Abstract:

The current status of tissue allograft infection, rate and common microorganisms in tissue banks are missing data in the current medical literature in Vietnam. Objective: Describe the infection situation and characteristics of microorganisms on allografts. Subjects and methods: Descriptive, retrospective study on 774 samples from 155 allograft batches preserved at the Tissue Bank of Viet Duc University Hospital. Results: The overall infection rate for tissue allograft was 12/155 (7.74%) before decontamination, 3/155 (1.94%) after decontamination. The rate of positive bacterial cultures for each type of tissue was 3/3 (100%) for tracheal, 6/36 (16.7%) for tendons, and 3/63 (4.76%) for blood vessels. In the post-decontamination phase, the infection rates for tracheal and blood vessels were 2/3 (66.67%) and 1/63 (1.59%), respectively. The isolated bacteria were mainly aerobic bacteria, mostly *Staphylococcus*. Multi-resistant bacteria strains with high pathogenicity appeared: *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* - MRSA (+).

**Keywords:** allografts, contamination, microorganisms, tissue banking.

**Classification numbers:** 3.1, 3.2, 3.3

\*Tác giả liên hệ: Email: duongdh38@gmail.com

## 1. Đặt vấn đề

Mô ghép đồng loài ngày càng trở nên phổ biến trong phẫu thuật tái tạo, đem lại những lợi ích ấn tượng trong nâng cao tuổi thọ. Các mô đồng loài có thể được thu hồi từ những người hiến sống và đã chết (hiến chết não hoặc hiến xác). Việc sàng lọc nghiêm ngặt tất cả các người hiến được thực hiện để mô hiến tặng không có mầm bệnh có thể lây truyền cho người nhận mô. Mô ghép đồng loài là công cụ lâm sàng đơn giản và hiệu quả để phẫu thuật tái tạo, đồng thời tránh đau đớn, chấn thương, bệnh tật từ một cuộc thuật phẫu khi lấy mô tự thân.

An toàn là mối quan tâm hàng đầu trong cấy ghép mô. Lây truyền các tác nhân lây nhiễm từ người hiến sang người nhận là rủi ro và bất lợi chính của mô ghép đồng loài. Sự hiện diện của vi sinh vật trên các mô đã xử lý là không thể tránh khỏi. Nhiễm vi sinh vật có thể xảy ra từ người hiến bị nhiễm bệnh, quá trình thu nhận và xử lý mô. Thực hành vô trùng trong thu nhận và xử lý không thể loại bỏ hoàn toàn nhiễm vi sinh vật trong các sản phẩm mô ghép. Do đó, ngân hàng mô nên thực hiện một số bước để giảm thiểu nguy cơ nhiễm trùng với mô ghép, như lựa chọn người hiến cẩn thận, xử lý mô thích hợp và khử trùng đầy đủ các sản phẩm mô ghép [1-3].

Ngân hàng Mô, Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức được thành lập năm 2018, sau khoảng thời gian hoạt động 6 năm từ 2018 đến 2024 đã bảo quản được trên 7.000 mẫu mô khác nhau, Ngân hàng Mô đã ghi nhận các trường hợp nhiễm khuẩn sản phẩm mô ghép ở các giai đoạn khác nhau của quá trình xử lý. Chúng tôi nhận thấy rằng cần có tổng kết, mô tả tình hình nhiễm khuẩn các sản phẩm mô để có chiến lược trong việc cải tiến quy trình xử lý, kiểm soát chất lượng mô. Thực trạng nhiễm khuẩn mô ghép, tỷ lệ và loại vi sinh vật phổ biến trong Ngân hàng Mô là những dữ liệu còn thiếu trong y văn hiện nay tại Việt Nam. Vì vậy, chúng tôi tiến hành nghiên cứu đề tài này với mục tiêu: “Mô tả tình hình nhiễm khuẩn và đặc điểm vi khuẩn phân lập được trên mô ghép đồng loài”.

## 2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Đối tượng

774 mẫu mô ghép đồng loài được bảo quản tại Ngân hàng Mô, Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức.

- *Tiêu chuẩn lựa chọn*: Tất cả mẫu mô đồng loài được xử lý và bảo quản tại Ngân hàng Mô, có kết quả cấy khuẩn và đầy đủ hồ sơ theo dõi quá trình bảo quản mô.

- *Tiêu chuẩn loại trừ*: Các mẫu mô thiếu hồ sơ, không đủ thông tin nghiên cứu.

- *Cách chọn mẫu*: Thuận tiện.

### 2.2. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

- *Thời gian*: Từ tháng 5/2023 đến tháng 5/2024.

- *Địa điểm*: Ngân hàng Mô, Khoa Vi sinh, Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức.

### 2.3. Phương pháp nghiên cứu

- *Thiết kế nghiên cứu*: Nghiên cứu mô tả, hồi cứu.

- *Chỉ tiêu nghiên cứu*:

Đặc điểm chung của đối tượng nghiên cứu: tuổi, giới tính, loại mô.

Đặc điểm nhiễm khuẩn mô ghép đồng loài: Kết quả cấy vi khuẩn ái khí, kỵ khí, nấm theo từng loại mô giai đoạn trước và sau khử nhiễm; Kết quả cấy khuẩn theo đặc điểm người hiến, quy trình thu nhận mô.

Đặc điểm vi khuẩn phân lập được trên các sản phẩm mô ghép đồng loài: Phân loại vi khuẩn, tỷ lệ vi khuẩn kháng kháng sinh, nhạy cảm với kháng sinh.

### 2.4. Xét nghiệm và tiêu chuẩn sử dụng trong nghiên cứu

- *Lấy mẫu xét nghiệm cấy vi sinh*:

+ *Cách thức lấy mẫu*: Phương pháp lấy mẫu mô đồng hành, lấy xi lanh vô trùng hút 5 ml dịch ngâm rửa mô và một vài mảnh mô (mô đồng hành). Cấy khuẩn được thực hiện ở hai thời điểm trước và sau khử nhiễm mô ghép.

+ *Số mẫu cấy khuẩn*: Các mô cùng loại của cùng một bệnh nhân hiến đều chung dụng cụ và phẫu thuật thu hồi nên chúng tôi thực hiện cấy khuẩn đại diện theo lô xử lý, bảo quản. Kết quả lô quyết định kết của tất cả các mẫu cùng lô.

- *Phương tiện nghiên cứu*:

+ Thiết bị bảo quản mô: Tủ lạnh sâu -86°C, tủ an toàn sinh học cấp 2-A2.

+ Thiết bị nuôi cấy vi sinh: Máy định danh vi khuẩn Phoenix M50/BD, Mỹ.

- *Quy trình bảo quản*: Quy trình chuẩn đã ban hành nội bộ của Ngân hàng Mô, Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức trên cơ sở quy trình của Hiệp hội Ngân hàng Mô châu Á - Thái Bình Dương và Hiệp hội Ngân hàng Mô Mỹ.

- *Quy trình nuôi cấy vi sinh, định danh vi khuẩn ái khí, nấm và kỵ khí*: Được thực hiện tại Phòng Xét nghiệm tiêu chuẩn ISO 15189 của Khoa Vi sinh, Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức.

- *Đánh giá kết quả*: Mẫu mô được xác định nhiễm khuẩn khi có kết quả cấy vi sinh dương tính với vi khuẩn ái khí, kỵ khí, hoặc vi nấm.

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Bằng các thuật toán thống kê y học, đánh giá sự khác biệt: Đối với biến định tính sử dụng test  $\chi^2$ . Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với  $p < 0,05$  ở một bậc tự do khi  $\chi^2 > 3,84$ .

2.6. Đạo đức trong nghiên cứu

Được đảm bảo theo quy định, các số liệu thu thập được từ kết quả nghiên cứu chỉ nhằm mục đích phục vụ nghiên cứu khoa học.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Đặc điểm chung

Bảng 1. Đặc điểm chung của nhóm người hiến mô.

| Đặc điểm người hiến |                   | Số lượng | Tỷ lệ (%) |
|---------------------|-------------------|----------|-----------|
| Loại người hiến     | Chết não          | 44       | 43,1      |
|                     | Mạch (hiện sống)  | 19       | 18,6      |
|                     | Hiển sau ghép tim | 28       | 27,5      |
|                     | Hiển chỉ cắt      | 11       | 10,8      |
| Giới tính           | Nam               | 66       | 64,7      |
|                     | Nữ                | 36       | 35,3      |
| Tuổi                | 34,9±14,1         | Mean±SD  | Min-max   |
|                     | 7-69              |          |           |

Kết quả bảng 1 cho thấy, số lượng người hiến chết não nhiều nhất chiếm tỷ lệ 43,1. Nam giới chiếm chủ yếu với tỷ lệ 64,7%. Tuổi trung bình của người hiến là 34,9±14,1, người hiến nhỏ tuổi nhất 7 tuổi, người hiến cao tuổi nhất là 69.

Bảng 2. Loại mô bảo quản và số mẫu cấy khuẩn theo lô.

| Loại mô      | Số lượng |      | Số lô người hiến (tương ứng số mẫu cấy khuẩn) |
|--------------|----------|------|-----------------------------------------------|
|              | n        | %    | n                                             |
| Mô gân       | 393      | 50,7 | 36                                            |
| Mô van tim   | 74       | 9,7  | 39                                            |
| Mô mạch máu  | 265      | 34,1 | 63                                            |
| Mô màng tim  | 2        | 0,3  | 2                                             |
| Mô sụn       | 21       | 2,7  | 8                                             |
| Mô thần kinh | 16       | 2,1  | 4                                             |
| Mô khí quản  | 3        | 0,4  | 3                                             |
| Tổng         | 774      | 100  | 155                                           |

Kết quả bảng 2 cho thấy, trong số các mô bảo quản tại Ngân hàng Mô, hai loại mô chiếm tỷ lệ nhiều nhất là mô gân và mạch máu, chiếm lần lượt 50,8% (393 mô) và 34,1% (265 mô). Tổng số 155 mẫu cấy khuẩn được thực hiện (cấy theo lô) ở hai thời điểm trước và sau khử nhiễm.

3.2. Đặc điểm nhiễm khuẩn của các mô ghép đồng loài

Bảng 3. Tỷ lệ nhiễm khuẩn của các mô ghép đồng loài.

| Loại mô            | Mẫu cấy khuẩn dương tính |           |               |           |
|--------------------|--------------------------|-----------|---------------|-----------|
|                    | Trước khử nhiễm          |           | Sau khử nhiễm |           |
|                    | Số lượng                 | Tỷ lệ (%) | Số lượng      | Tỷ lệ (%) |
| Mô gân (n=36)      | 6                        | 16,67     | 0             | 0         |
| Mô van tim (n=39)  | 0                        | 0         | 0             | 0         |
| Mô mạch máu (n=63) | 3                        | 4,76      | 1             | 1,59      |
| Mô màng tim (n=2)  | 0                        | 0         | 0             | 0         |
| Mô sụn (n=8)       | 0                        | 0         | 0             | 0         |
| Mô thần kinh (n=4) | 0                        | 0         | 0             | 0         |
| Mô khí quản (n=3)  | 3                        | 100       | 2             | 66,67     |
| Chung (n=155)      | 12                       | 7,74      | 3             | 1,94      |

Kết quả bảng 3 cho thấy, tỷ lệ nhiễm khuẩn chung đối với mô ghép là 7,74% trước khử nhiễm, 1,94% sau khử nhiễm. Trước khử nhiễm, khí quản và gân có tỷ lệ cấy khuẩn dương tính cao nhất, lần lượt là 100 và 16,67%. Sau khử nhiễm, khí quản và mạch máu có tỷ lệ nhiễm khuẩn lần lượt là 66,67 và 1,59%.

Bảng 4. Tỷ lệ nhiễm khuẩn theo đặc điểm thu hồi mô gân.

| Đặc điểm thu hồi mô           |             | Kết quả cấy khuẩn |                     | P     |
|-------------------------------|-------------|-------------------|---------------------|-------|
|                               |             | Âm tính<br>(n=30) | Dương tính<br>(n=6) |       |
| Loại người hiến               | Chết não    | 22 (88%)          | 3 (12%)             | 0,025 |
|                               | Chi cụt     | 8 (72,7%)         | 3 (27,3%)           |       |
| Khoảng thời gian thu hồi mô   | 0-30 phút   | 6 (85,7%)         | 1 (14,3%)           | 0,12  |
|                               | 30-60 phút  | 15 (75%)          | 5 (25 %)            |       |
|                               | 60-120 phút | 9 (100%)          | 0 (0%)              |       |
| Khoảng thời gian chờ xử lý mô | 0-7 ngày    | 13 (100%)         | 0 (0%)              | 0,24  |
|                               | 8-14 ngày   | 10 (71,4%)        | 4 (28,6%)           |       |
|                               | ≥15 ngày    | 7 (77,8%)         | 2 (22,2%)           |       |

Kết quả bảng 4 cho thấy, mô gân được thu hồi từ người hiến chết não có tỷ lệ cấy khuẩn dương tính là 12% thấp hơn so với tỷ lệ 27,3% của mô thu hồi từ chỉ cắt đứt ( $p < 0,05$ ). Khoảng thời gian xử lý mô ngắn (0-7 ngày) không ghi nhận mẫu nào cấy khuẩn dương tính. Các khoảng thời gian chờ dài hơn 8-14 ngày và ≥15 ngày có tỷ lệ dương tính tương ứng 28,6 và 22,2%.

Các loại mô khác có số lượng mô dương tính ít (≤3) gồm khí quản, mạch máu không có sự khác biệt người hiến về thời gian thu hồi và xử lý mô. Vì vậy, nhóm nghiên cứu chưa thể phân tích các yếu tố ảnh hưởng đối với các mô này.

3.3. Đặc điểm vi khuẩn phân lập được trên các loại mô ghép đồng loài

Bảng 5. Phân loại vi sinh vật trên mô ghép gân đồng loài.

| Phân loại       | Tên vi khuẩn                      | Số lượng | Tỷ lệ (%) | Tỷ lệ kháng kháng sinh |
|-----------------|-----------------------------------|----------|-----------|------------------------|
| Vi khuẩn ái khí | <i>Staphylococcus aureus</i>      | 2        | 16,7      | 0/14, 1/15             |
|                 | <i>Staphylococcus aureus MRSA</i> | 1        | 8,3       | 11/13                  |
|                 | <i>Pseudomonas aeruginosa</i>     | 1        | 8,3       | 0/7                    |
|                 | <i>Klebsiella pneumoniae</i>      | 1        | 8,3       | 12/13*                 |
|                 | <i>Bacillus cereus</i>            | 2        | 16,7      | 0/5 và 3/5             |
|                 | <i>Enterobacter cloacae</i>       | 1        | 8,3       | 0/10                   |
|                 | <i>Enterococcus faecalis</i>      | 1        | 8,3       | 2/8                    |
|                 | <i>Escherichia coli</i>           | 1        | 8,3       | 2/11                   |
| Vi khuẩn kỵ khí | <i>Clostridium beijerinckii</i>   | 1        | 8,3       | 0/6                    |
|                 | <i>Clostridium perfringens</i>    | 1        | 8,3       | 4/6                    |
| Nấm             |                                   | 0        | 0,00      | -                      |
| Tổng            |                                   | 12       | 100,00    |                        |

\*: Tỷ lệ kháng kháng sinh 12/13 nghĩa là vi khuẩn kháng 12/13 kháng sinh thử nghiệm.

Kết quả bảng 5 cho thấy, trong tổng số 12 chủng vi khuẩn phân lập được từ mô gân, trong đó vi khuẩn *Staphylococcus aureus* xuất hiện 3 lần (bao gồm cả chủng *MRSA*), *Bacillus cereus* xuất hiện 2 lần, các loại khác đều xuất hiện 1 lần. Trong số các chủng vi khuẩn xuất hiện 2 chủng vi khuẩn kỵ khí *Clostridium beijerinckii* và *Clostridium perfringens*. *Staphylococcus aureus MRSA* và *Klebsiella pneumoniae* phân lập được trên mẫu mô gân là chủng vi khuẩn đa kháng, với tỷ lệ kháng kháng sinh lần lượt 11/13 và 12/13 các kháng sinh thử nghiệm.

Bảng 6. Phân loại vi sinh vật trên mô ghép mạch máu đồng loài.

| Phân loại              | Tên vi khuẩn                      | Thời điểm phát hiện | Số lượng | Tỷ lệ (%) | Tỷ lệ kháng kháng sinh |
|------------------------|-----------------------------------|---------------------|----------|-----------|------------------------|
| Vi khuẩn ái khí (100%) | <i>Staphylococcus caprae</i>      |                     | 1        | 25,0      | 8/15                   |
|                        | <i>Staphylococcus epidermidis</i> | Trước khử nhiễm     | 1        | 25,0      | 5/13                   |
|                        | <i>Klebsiella pneumoniae</i>      |                     | 1        | 25,0      | 4/6                    |
|                        | <i>Bacillus cereus</i>            | Sau khử nhiễm       | 1        | 25,0      | 3/5                    |
| Tổng                   |                                   |                     | 4        | 100       |                        |

Kết quả bảng 6 cho thấy, mô mạch máu có 3 mẫu cấy khuẩn dương tính trước khử nhiễm và 1 mẫu dương tính sau khử nhiễm, phân lập được 4 chủng vi khuẩn, cả 4 chủng vi khuẩn kháng nhiều loại kháng sinh được thử nghiệm kháng sinh đồ. Cả 3 mẫu cấy khuẩn dương tính trước khử nhiễm, sau khử nhiễm đều âm tính.

Bảng 7. Phân loại vi sinh vật phân lập được trên mô ghép khí quản.

| Phân loại              | Tên vi khuẩn                            | Thời điểm phát hiện | Số lượng | Tỷ lệ kháng kháng sinh |
|------------------------|-----------------------------------------|---------------------|----------|------------------------|
| Vi khuẩn ái khí (100%) | <i>Acinetobacter species (1)</i>        |                     | 1        | 0/6                    |
|                        | <i>Enterobacter cloacae (1)</i>         |                     | 1        | 13/14                  |
|                        | <i>Pseudomonas aeruginosa (2)</i>       | Trước khử nhiễm     | 1        | 4/5                    |
|                        | <i>Klebsiella pneumoniae (1) và (3)</i> |                     | 2        | 3/6 và 7/7             |
|                        | <i>Staphylococcus aureus MRSA (3)</i>   |                     | 1        | 8/13                   |
|                        | <i>Pseudomonas aeruginosa (2)</i>       | Sau khử nhiễm       | 1        | 4/5                    |
|                        | <i>Klebsiella pneumoniae (3)</i>        |                     | 1        | 7/7                    |
| Tổng                   |                                         | -                   | 8        | -                      |

(1), (2), (3): ba mẫu mô khí quản số 1, 2, 3.

Kết quả bảng 7 cho thấy, 3/3 (100%) mẫu khí quản cấy khuẩn tại thời điểm trước khử nhiễm cho kết quả dương tính. Sau khử nhiễm có 2/3 (66,67%) mẫu cấy khuẩn dương tính. 2/3 mẫu (mẫu 1 và 3) dương tính từ 2 loại vi khuẩn trở lên. Trong các vi khuẩn phân lập được hầu hết là vi khuẩn đa kháng: *Klebsiella pneumoniae* (7/7), *Pseudomonas aeruginosa* (4/5), *Staphylococcus aureus MRSA* (8/13), *Enterobacter cloacae* (13/14). Hai chủng vi khuẩn *Klebsiella pneumoniae* và *Pseudomonas aeruginosa* xuất hiện ở cả hai thời điểm trước và sau khử nhiễm trên mẫu mô (2) và (3).

4. Bàn luận

4.1. Đặc điểm chung đối tượng nghiên cứu

Trong thời gian từ tháng 2/2018 đến tháng 3/2024, chúng tôi đã tiến hành thu nhận và xử lý được tổng số 774 mô đồng loài từ 102 người hiến. Người hiến chết não nhiều nhất chiếm tỷ lệ 43,1%. Ngoài người hiến chết não, trong một số trường hợp đặc biệt, mô ghép có thể được hiến từ người bệnh còn sống như người bệnh hiến van tim từ trái tim bệnh sau khi tiến hành ghép tim (27,5%) từ người hiến chết não, hay người hiến mạch máu dư thừa từ những người bệnh hiến thận (18,6%) và các trường hợp hiến gân từ chi thể sau cắt cụt 10,8%) (bảng 1). Khi phân chia theo loại người hiến, tỷ lệ nhiễm khuẩn có thể khác nhau ở nhóm người hiến khác nhau. Nghiên cứu của M. Tabaku và cs (2004) [4] ghi nhận 36,4% mẫu mô van tim cấy khuẩn dương tính, tương ứng là 36% đối với người hiến chết não, 21,6% đối với người hiến sau ghép tim và 78,1% đối với tử thi. Tác giả J.P. Kats và cs (2010) [5] báo cáo tỷ lệ nhiễm khuẩn với mô van tim thu hồi từ người hiến tử thi cao nhất 22% sau đó người hiến chết não (10%) và người hiến sau ghép tim 13%.

Trong số 102 người hiến mô, nam giới chiếm chủ yếu với tỷ lệ 64,7%. Tuổi trung bình của người hiến là 34,9±14,1; người hiến nhỏ nhất là 7 tuổi, người hiến cao tuổi nhất là 69 tuổi. Nghiên cứu của A. Paolin và cs (2017) [2] khi phân tích các yếu tố tiềm ẩn ảnh hưởng đến tình trạng nhiễm khuẩn mô ghép đồng loài, cho thấy nguy cơ nhiễm khuẩn cao hơn 1,58 lần ở người hiến giới tính nam so với nữ.

#### 4.2. Đặc điểm nhiễm khuẩn và vi khuẩn phân lập được trên mô ghép đồng loài

Tỷ lệ nhiễm khuẩn chung đối với mô ghép là 12 mẫu trong tổng số 155 mẫu đánh giá chiếm tỷ lệ 7,74% giai đoạn trước khử nhiễm, 1,94% giai đoạn sau khử nhiễm. Riêng đối với các mô đồng loài có kết quả cấy khuẩn dương tính, giai đoạn trước khử nhiễm, khí quản và gân có tỷ lệ cấy khuẩn dương tính cao nhất lần lượt là 100 và 16,67%, tỷ lệ cấy khuẩn dương tính đối với mạch máu là 4,76%. Giai đoạn sau khử nhiễm, khí quản và mạch máu có tỷ lệ nhiễm khuẩn cao nhất lần lượt là 66,67 và 1,59%. Ngoài ra, sau khử nhiễm 100% mẫu gân có kết quả âm tính (bảng 3). Tại Ngân hàng Mô Victoria, Úc, 15,7% mẫu da, 15,1% mẫu van tim và 5,8% mẫu cơ xương khớp có kết quả nuôi cấy dương tính. Số lượng và chủng vi sinh vật phân lập được thay đổi tùy theo loại mô. Các sinh vật được phân lập phổ biến nhất là loài *Staphylococcus* (bao gồm cả *S. aureus*) [3]. Tại Việt Nam, một nghiên cứu năm 2015 cho thấy: mô mạch máu: có 2/20 (10%), mô van tim: có 5/50 (10%), mô gân có 15% mẫu cấy khuẩn dương tính giai đoạn trước khử nhiễm [6]. Đối với nấm, chúng tôi không ghi nhận trường hợp nhiễm nấm nào của mô ghép, kết quả này có được do sự phối hợp nhịp nhàng giữa các bộ phận trong quá trình thu nhận và xử lý mô ghép. Các quy trình chuẩn được xây dựng và tuân thủ, mô được xử lý trong tủ an toàn sinh học và phòng sạch tiêu chuẩn tại Ngân hàng Mô.

Nghiên cứu của chúng tôi cho thấy rằng đối với các loại mô như: Van tim, màng ngoài tim, thần kinh và sụn đều ghi nhận 100% các mẫu cấy khuẩn cho kết quả âm tính ở cả giai đoạn trước và sau khử nhiễm (bảng 3). Trong số các mô trên thì mô van tim là mô được chúng tôi thực hiện với số lượng nhiều nhất 74 mẫu (39 lô hiến). Nghiên cứu của chúng tôi, người hiến van tim chủ yếu là người được ghép tim tự nguyện hiến lại trái tim hỏng sau khi đã được ghép thay thế (73,6%) và người hiến chết não (26,4%), không có trường hợp hiến từ thi nào. Kết quả cấy vi sinh trong của 39 mô van tim đều cho kết quả âm tính, kết quả này khác nhiều so với các tác giả khác trước đó [4, 5]. Nhìn chung, tỷ lệ nhiễm khuẩn của các ngân hàng mô van tim tương đối khác nhau trên thế giới. Phân chia theo loại người hiến tặng, người ta quan sát thấy rằng nhiễm khuẩn mẫu mô ghép ít xảy ra nhất trong các mẫu từ người hiến van tim sau ghép tim. Tỷ lệ cao nhất với người hiến từ thi, do việc thu hồi tim từ người hiến từ thi chậm trễ, cho phép nhiễm vi sinh vật từ các khoang cơ thể [4, 5].

Về kết quả cấy khuẩn của mô mạch máu, 3/63 (4,76%) mẫu cho kết quả cấy khuẩn dương tính trước khử nhiễm và 1/63 (1,59%) mẫu dương tính sau khử nhiễm (bảng 3). Theo báo cáo của Ngân hàng Mô Valencia - Tây Ban Nha (2021), tỷ lệ nhiễm khuẩn chung là 23,69%. Hầu hết (76,09%) vi sinh vật được xác

định là gram dương [7]. Tại Ngân hàng Mô châu Âu, Brussels năm 2019, 27,2% mẫu bị loại bỏ do nhiễm khuẩn [8]. Tại Việt Nam, N. Le (2015) [6] báo cáo có 2/20 (10%) mẫu mạch máu cấy khuẩn dương tính. Như vậy, kết quả trong nghiên cứu của chúng tôi thấp hơn đáng kể so với các nghiên cứu trên thế giới, khu vực và Việt Nam. Sự khác biệt này có thể đến từ một số lý do như: việc lựa chọn người hiến, sự phối hợp quy trình giữa các bộ phận thu hồi và xử lý mô khác nhau giữa các Ngân hàng Mô. Trong số 3 trường hợp cấy khuẩn dương tính trước khử nhiễm, 100% trường hợp cho kết quả âm tính sau khử nhiễm (bảng 6), điều này cho thấy tác dụng của quy trình khử nhiễm sử dụng hỗn hợp kháng sinh hiện tại đối với mạch máu rất hiệu quả. Kết quả ban đầu này gợi ý chúng tôi sẽ tiếp tục duy trì quy trình mà chưa cần thay đổi.

Về kết quả cấy khuẩn mô gân, giai đoạn trước khử nhiễm có 6/36 (16,67%) có kết quả cấy khuẩn dương tính (bảng 3) với 12 chủng vi khuẩn trong đó có 10/12 (83,3%) là vi khuẩn ái khí và 2/12 (16,7%) là vi khuẩn kỵ khí (bảng 5). Tỷ lệ cấy khuẩn của một số tác giả nghiên cứu trong nước cho thấy tỷ lệ dao động từ 2,6-19,7%. Tỷ lệ cấy khuẩn thấp nhất được ghi nhận trong nghiên cứu của T.D. Tran (2011) [9], chỉ có 1/36 (2,6%) mẫu có kết quả cấy khuẩn dương tính trước khử nhiễm. Tỷ lệ cao hơn được báo cáo bởi các tác giả N. Le (2015) [6] với tỷ lệ 15% và T.T. Nguyen và cs (2021) [10] là 19,7%. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi là 16,67% cũng tương tự như kết quả nghiên cứu của các tác giả trong nước ở trên. Tuy nhiên, khi phân tích sâu hơn về nguồn gốc của mô hiến, chúng tôi nhận thấy tỷ lệ cấy khuẩn dương tính của mô gân thu hồi từ chi thể cắt cụt là 27,2% cao hơn so với những mẫu thu hồi từ người hiến chết não 12%. Các gân từ chi cụt trong giai đoạn thu hồi có nguy cơ nhiễm khuẩn cao hơn hẳn so với gân từ người hiến chết não do nguy cơ nhiễm bẩn từ môi trường bên ngoài. Tìm hiểu về tỷ lệ nhiễm khuẩn mô gân từ người hiến chết não giai đoạn thu hồi của một số tác giả trên thế giới cho thấy tỷ lệ này dao động từ 10,1-20,9% trong các báo cáo của T. Schubert và cs (2012) [11] với tỷ lệ 10,1% và J.M.V. Prieto và cs (2019) [12] với tỷ lệ 20,9%. Sự khác nhau về tỷ lệ nhiễm khuẩn mô ghép giai đoạn thu hồi giữa các nghiên cứu và các ngân hàng mô khác nhau, có thể đến từ một số nguyên nhân như: lựa chọn người hiến, thời gian thu hồi, thời gian xử lý mô.

Phân loại vi sinh vật định danh được trên các mẫu mô gân dương tính, trong nghiên cứu của chúng tôi có tổng số 12 chủng vi khuẩn phân lập được từ mô gân, trong đó vi khuẩn *Staphylococcus aureus* xuất hiện 3 lần (bao gồm cả 1 chủng *Staphylococcus aureus* - MRSA), *Bacillus cereus* xuất hiện 2 lần, các loại khác đều xuất hiện 1 lần, có 2 chủng kỵ khí là *Clostridium beijerinckii* và *Clostridium perfringens* (bảng 5). Nghiên cứu của A. Paolin và cs (2017) [2] các chủng chính được phân lập trên mô ghép đồng loài là *Staphylococci* âm tính với coagulase (65,7%),

*Streptococcus spp.* (10,7%). Trong các chủng vi khuẩn phân lập được có chủng *Staphylococcus aureus* MRSA đa kháng với 11/13 loại kháng sinh thử nghiệm; chủng *Klebsiella pneumoniae* kháng 12/13 loại kháng sinh thử nghiệm; chủng *Clostridium perfringens* kháng 4/6 loại kháng sinh thử nghiệm (bảng 5). Bốn chủng *Staphylococcus aureus* MRSA, *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium beijerinckii* và *Clostridium perfringens* được xếp vào nhóm vi khuẩn có khả năng gây bệnh và có độc lực cao theo danh sách khuyến nghị của hiệp hội Ngân hàng Mô Hoa Kỳ (AATB) là cần được hủy bỏ [13].

Đối với mô khí quản, tính đến thời điểm nghiên cứu chúng tôi có ba trường hợp bảo quản khí quản từ người hiến chết não. Kết quả đánh giá vi sinh cho thấy 3/3 (100%) mẫu khí quản cấy khuẩn tại thời điểm ngay sau thu hồi tại phòng mổ cho kết quả dương tính. Sau khử nhiễm có 2/3 (66,67%) mẫu cấy khuẩn dương tính. Trong các vi khuẩn phân lập được hầu hết là vi khuẩn đa kháng: *Klebsiella pneumoniae* (kháng 7/7 loại kháng sinh thử nghiệm); *Pseudomonas aeruginosa* (4/5); *Enterobacter cloacae* và *Staphylococcus aureus* MRSA (8/13) (bảng 7). Hai mẫu khí quản (2) và (3) còn phát hiện vi khuẩn tại thời điểm sau kháng sinh cho thấy, quy trình khử nhiễm hỗn hợp kháng sinh chưa thực sự hiệu quả khi chỉ thành công trên 1 trong 3 mẫu khí quản bảo quản. Với dữ liệu ban đầu này cho thấy, Ngân hàng Mô cần xem xét lựa chọn lại loại kháng sinh và liều lượng để phù hợp với phổ vi khuẩn đã phân lập trên ba mẫu hiện có. Hai chủng vi khuẩn khác là trực khuẩn mũ xanh - *Pseudomonas aeruginosa*, và tụ cầu vàng kháng methicillin - *Staphylococcus aureus* MRSA phân lập được trong mẫu mô khí quản (2) và (3) (bảng 7). Đối với người hiến chết não, thường có thời gian nằm viện lâu và thường xuyên thở máy, chính vì vậy nguy cơ nhiễm các chủng vi khuẩn rất cao, thể hiện bằng việc cả 03 mẫu khí quản thu hồi từ người hiến chết não đều xuất hiện các vi khuẩn gây bệnh phổ biến gây ra viêm phổi liên quan thở máy trong đó ba chủng là *Klebsiella pneumoniae*, trực khuẩn mũ xanh - *Pseudomonas aeruginosa*, và tụ cầu vàng kháng methicillin - MRSA (+) đáng được lưu tâm.

## 5. Kết luận

Tỷ lệ nhiễm khuẩn chung của mô ghép đồng loài là 7,74% trước khử nhiễm và 1,94% sau khử nhiễm, mô khí quản và gân có tỷ lệ nhiễm khuẩn cao lần lượt là 100% và 16,7%. Xuất hiện các chủng vi khuẩn đa kháng, có độc lực và khả năng gây bệnh cao bao gồm: *Klebsiella pneumoniae*; *Pseudomonas aeruginosa*; *Staphylococcus aureus* MRSA. Nguồn gốc người hiến, khoảng thời gian bảo quản tạm thời chờ xử lý mô là những yếu tố góp phần tăng nguy cơ nhiễm khuẩn với mô ghép gân đồng loài. Cần có những nghiên cứu tiếp theo để phân tích các yếu tố liên quan đến tình trạng nhiễm khuẩn mô ghép.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] R. Singh, D. Singh, A. Singh (2016), "Radiation sterilization of tissue allografts: A review", *World J. Radiol.*, **8(4)**, pp.355-369, DOI: 10.4329/wjr.v8.i4.355.
- [2] A. Paolin, C. Romualdi, L. Romagnoli, et al. (2017), "Analysis of potential factors affecting allografts contamination at retrieval", *Cell and Tissue Banking*, **18(4)**, pp.539-545, DOI: 10.1007/s10561-017-9667-9.
- [3] L. Ireland, D. Spelman (2005), "Bacterial contamination of tissue allografts-experiences of the donor tissue bank of Victoria", *Cell and Tissue Banking*, **6(3)**, pp.181-189, DOI: 10.1007/s10561-005-7365-5.
- [4] M. Tabaku, R. Jashari, H.F. Carton, et al. (2004), "Processing of cardiovascular allografts: Effectiveness of European homograft bank (EHB) antimicrobial treatment (cool decontamination protocol with low concentration of antibiotics)", *Cell and Tissue Banking*, **5(4)**, pp.261-266, DOI: 10.1007/s10561-004-1440-1.
- [5] J.P. Kats, C. Tricht, A. Dijk, et al. (2010), "Microbiological examination of donated human cardiac tissue in heart valve banking", *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, **37(1)**, pp.163-169, DOI: 10.1016/j.ejcts.2009.07.011.
- [6] N. Le (2015), *Research on The Process of Processing and Preserving Some Types of Grafted Tissue*, Independent State-Level Project-Ode DTĐL.2011G/69, Ministry of Science and Technology (in Vietnamese).
- [7] V. Mirabet, M. Arrebola, J. Briones, et al. (2021), "Microbiological assessment of arterial allografts processed in a tissue bank", *Cell and Tissue Banking*, **22(4)**, pp.539-549, DOI: 10.1007/s10561-021-09951-7.
- [8] C.A. Mestres, E. Quintana, T. Kopjar, et al. (2019), "Twenty-year experience with cryopreserved arterial allografts for vascular infections", *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, **55(2)**, pp.358-365, DOI: 10.1093/ejcts/ezy263.
- [9] T.D. Tran (2011), *Study on The Use of Cryopreserved Allografts for Arthroscopic Reconstruction of Anterior Cruciate Ligament of The Knee*, PhD Thesis, Hanoi Medical University (in Vietnamese).
- [10] T.T. Nguyen, T.H.N. Le (2021), "Investigate the reality of tendon tissue preservation in tissue engineering laboratory-Hanoi Medical University from 2010 to 2020", *Vietnam Medical Journal*, **507(2)**, pp.144-148, DOI: 10.51298/vmj.v507i2.1422 (in Vietnamese).
- [11] T. Schubert, E. Bigare, T.V. Isacker, et al. (2012), "Analysis of predisposing factors for contamination of bone and tendon allografts", *Cell and Tissue Banking*, **13(3)**, pp.421-429, DOI: 10.1007/s10561-011-9291-z.
- [12] J.M.V. Prieto, A.M.S. Garcia, M.G. Romero, et al. (2019), "Bacterial contamination rate and associated factors during bone and tendon allograft procurement from Spanish donors: Exploring the contamination patterns", *Journal of Hospital Infection*, **102(3)**, pp.287-294, DOI: 10.1016/j.jhin.2019.02.005.
- [13] American Association of Tissue Banks (2017), *AATB Standards For Tissue Banking - 14<sup>th</sup> Edition*, 178pp.

# Giải pháp phát triển sản phẩm OCOP của huyện Sơn Dương, tỉnh Tuyên Quang

Trần Thị Hồng<sup>1\*</sup>, Dương Thị Phương Nhung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Khoa học, Đại học Thái Nguyên, phường Tân Thịnh, TP Thái Nguyên, tỉnh Thái Nguyên, Việt Nam

<sup>2</sup>Đảng ủy xã Tam Đa, huyện Sơn Dương, tỉnh Tuyên Quang, Việt Nam

Ngày nhận bài 17/5/2024; ngày chuyển phản biện 20/5/2024; ngày nhận phản biện 11/6/2024; ngày chấp nhận đăng 14/6/2024

## Tóm tắt:

Với mục tiêu đề xuất các giải pháp phát triển sản phẩm “Một xã một sản phẩm” - OCOP của huyện Sơn Dương, tỉnh Tuyên Quang, bài viết đã sử dụng phương pháp phân tích và tổng hợp tài liệu thứ cấp từ các công trình đã công bố về Chương trình OCOP; các tài liệu, số liệu liên quan đến thực hiện Chương trình OCOP của huyện Sơn Dương, tỉnh Tuyên Quang trong thời gian qua để làm rõ thực trạng phát triển sản phẩm OCOP. Kết quả nghiên cứu cho thấy, bên cạnh các kết quả đạt được, việc phát triển sản phẩm OCOP của huyện Sơn Dương, tỉnh Tuyên Quang hiện nay vẫn còn tồn tại một số hạn chế nhất định. Trên cơ sở đó, bài viết đề xuất một số giải pháp cụ thể góp phần phát triển sản phẩm OCOP trên địa bàn huyện Sơn Dương, tỉnh Tuyên Quang trong thời gian tới.

**Từ khóa:** chương trình “Một xã một sản phẩm”, huyện Sơn Dương, phát triển sản phẩm OCOP, sản phẩm OCOP.

**Chỉ số phân loại:** 4.7

## “One commune, one product” product development solutions of Son Duong district, Tuyen Quang province

Thi Hong Tran<sup>1\*</sup>, Thi Phuong Nhung Duong<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Thai Nguyen University of Sciences, Tan Thinh Ward, Thai Nguyen City, Thai Nguyen Province, Vietnam

<sup>2</sup>Party Committee of Tam Da Commune, Son Duong District, Tuyen Quang Province, Vietnam

Received 17 May 2024; revised 11 June 2024; accepted 14 June 2024

## Abstract:

With the goal of proposing solutions to develop “One commune, one product” - OCOP products in Son Duong district, Tuyen Quang province, the article used the method of analysing and synthesising secondary documents from published works on the OCOP Program; documents and data related to the implementation of the OCOP Program of Son Duong district, Tuyen Quang province in recent times to clarify the current status of OCOP product development. Research results show that, besides the results achieved, the development of OCOP products in Son Duong district, Tuyen Quang province currently still has certain limitations. Based on that, the article proposes some solutions, contributing to the development of OCOP products in Son Duong district, Tuyen Quang province in the coming time.

**Keywords:** OCOP product development, OCOP products, OCOP program, Son Duong district.

**Classification number:** 4.7

\* Tác giả liên hệ: Email: hongtt@tnus.edu.vn

## 1. Đặt vấn đề

OCOP (One commune, one product), xuất phát ban đầu tại tỉnh Oita (Nhật Bản) năm 1961 với tên gọi là chương trình mỗi làng một sản phẩm (One village, one product - OVOP), sau đó được mở rộng sang các quốc gia khác [1, 2]. Theo đó, “một sản phẩm” ở đây được dùng để chỉ sản phẩm, dịch vụ đặc trưng của một cộng đồng dân cư tạo ra. Đến nay, đã có 143 quốc gia trên thế giới triển khai chương trình này, trong đó có Việt Nam. Giai đoạn đầu của quá trình phát triển OVOP ở Việt Nam có xu hướng tập trung vào phát triển các làng nghề sản xuất thủ công mỹ nghệ [3], đến năm 2018, chương trình chính thức được triển khai với tên gọi “Một xã một sản phẩm” OCOP theo Quyết định 490/QĐ-TT ngày 7/5/2018 của Thủ tướng Chính phủ về phê duyệt Chương trình mỗi xã một sản phẩm giai đoạn 2018-2020. Nghiên cứu về Chương trình OCOP đã được nhiều nhà khoa học quan tâm thực hiện trong thời gian vừa qua [4-9].

Sơn Dương là huyện phía Nam của tỉnh Tuyên Quang với tổng diện tích tự nhiên là 78.795,15 ha, trong đó nhóm đất nông nghiệp là 70.23932 m<sup>2</sup>, chiếm 89,14% tổng diện tích tự nhiên của toàn huyện, thuận lợi cho phát triển nông - lâm nghiệp theo hướng hàng hóa tập trung, phát triển các sản phẩm nông nghiệp có giá trị gia tăng cao. Trong những năm qua, huyện Sơn Dương, tỉnh Tuyên Quang là một trong những địa phương có nhiều nỗ lực trong thực hiện Chương trình OCOP và đã mang lại những hiệu quả rõ nét trong chuyển dịch cơ cấu kinh tế nông nghiệp, nông thôn từ sản xuất nông nghiệp thô sơ, nhỏ lẻ dần chuyển sang chế biến sâu, sản xuất có quy mô lớn hơn và liên kết theo chuỗi giá trị, theo tiêu chuẩn, quy chuẩn, có truy xuất nguồn gốc và theo nhu cầu thị trường, phát huy lợi thế về tiềm năng đất đai, sản vật, giá trị văn hóa vùng miền để hình thành các sản phẩm OCOP. Tuy nhiên, bên cạnh những kết quả đạt được thì việc thực hiện Chương trình OCOP tại huyện vẫn còn tồn tại một số hạn chế, do đó nghiên cứu này tập trung làm rõ hiện trạng thực hiện Chương trình OCOP của huyện Sơn Dương, tỉnh Tuyên Quang trong thời gian qua, từ đó đề xuất các giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả thực hiện Chương trình OCOP trong thời gian tới.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

Cơ sở dữ liệu: Bài viết sử dụng các tài liệu, số liệu liên quan đến thực hiện Chương trình OCOP của huyện Sơn Dương, tỉnh Tuyên Quang được lấy từ các báo cáo của Phòng Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Ban xây dựng nông thôn mới huyện Sơn Dương từ năm 2020 (thời điểm huyện Sơn Dương bắt đầu thực hiện Chương trình OCOP) đến năm 2023.

Phương pháp nghiên cứu: Phân tích và tổng hợp tài liệu thứ cấp từ các công trình đã công bố về Chương trình OCOP.

## 3. Kết quả

### 3.1. Thực trạng triển khai Chương trình OCOP tại huyện Sơn Dương

#### 3.1.1. Công tác ban hành văn bản chỉ đạo, hướng dẫn thực hiện Chương trình OCOP

Để cụ thể hoá Kế hoạch số 24/KH-UBND ngày 11/3/2019 của UBND tỉnh Tuyên Quang về thực hiện Chương trình OCOP đến năm 2020 trên địa bàn tỉnh Tuyên Quang, làm cơ sở cho các đơn vị, UBND xã, thị trấn trên địa bàn huyện xây dựng kế hoạch triển khai Chương trình OCOP đến năm 2020 sát với tình hình thực tế, đảm bảo thắng lợi mục tiêu, nhiệm vụ của Chương trình OCOP, giai đoạn 2020-2023, UBND huyện Sơn Dương đã nhiều ban hành văn bản chỉ đạo, hướng dẫn thực hiện Chương trình OCOP trên địa bàn, việc ban hành hệ thống các văn bản chỉ đạo, hướng dẫn trên là căn cứ quan trọng để UBND huyện Sơn Dương, tỉnh Tuyên Quang quản lý và triển khai thực hiện Chương trình OCOP một cách thống nhất từ huyện đến xã trong thời gian qua. Tuy nhiên, việc vận dụng các cơ chế, chính sách hỗ trợ của nhà nước trên địa bàn một số xã còn hạn chế, còn thiếu các văn bản quy định về các cơ chế, chính sách riêng đặc thù của huyện nhằm hỗ trợ, khuyến khích, động viên các cá nhân, tổ chức, doanh nghiệp, hộ gia đình tham gia Chương trình nên một số sản phẩm đặc trưng của địa phương chưa xây dựng được logo, nhãn hiệu riêng, chưa có tính pháp lý về mặt chất lượng, dẫn tới việc tiếp cận đến các đối tượng khách hàng còn nhiều khó khăn.

#### 3.1.2. Tổ chức bộ máy thực hiện Chương trình OCOP từ cấp huyện đến cấp xã của huyện Sơn Dương

UBND huyện Sơn Dương đã tổ chức bộ máy điều hành, quản lý thực hiện Chương trình OCOP thống nhất từ cấp huyện đến cấp xã. Trong đó, Ban chỉ đạo có nhiệm vụ giúp UBND huyện chỉ đạo, triển khai và tổ chức hoạt động thương mại hoá sản phẩm OCOP trên địa bàn huyện. Hội đồng đánh giá, phân hạng, nâng hạng sản phẩm tham gia Chương trình OCOP cấp huyện gồm: Phó chủ tịch UBND huyện - Chủ tịch Hội đồng; Trưởng Phòng Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn - Phó chủ tịch Hội đồng; Các thành viên là trưởng phòng các phòng: y tế, văn hoá và thông tin, kinh tế và hạ tầng, tài nguyên và môi trường có trách nhiệm thẩm định, đánh giá và phân loại các sản phẩm tham gia Chương trình OCOP trên địa bàn huyện Sơn Dương theo bộ tiêu chí đánh giá, phân loại sản phẩm Chương trình OCOP tại Quyết định 1048/QĐ-TTg ngày 21/8/2019 của Thủ tướng Chính phủ và các văn bản liên quan tại các Quyết định số 5812/QĐ-UBND ngày 17/11/2021, Quyết định số 4174/QĐ-UBND ngày 9/5/2023; Tổ tư vấn giúp Hội đồng đánh giá, phân hạng sản phẩm Chương trình OCOP.

UBND các xã, thị trấn có vai trò tổ chức triển khai và quản lý hoạt động thương mại hoá sản phẩm OCOP trên địa bàn cấp xã; Phân công, phân cấp trách nhiệm của từng bộ phận trong việc tổ chức thực hiện hoạt động thương mại hoá sản phẩm OCOP theo nguyên tắc tăng cường phân cấp và đề cao tính

thần trách nhiệm cho cấp dưới. Nhìn chung, bộ máy điều hành, quản lý Chương trình OCOP trên địa bàn huyện Sơn Dương gồm đầy đủ các bộ phận theo quy định, tuy nhiên hoạt động chưa thật sự hiệu quả.

### 3.1.3. Công tác chỉ đạo, triển khai, tổ chức thực hiện Chương trình OCOP

Chỉ đạo việc ban hành các kế hoạch, văn bản chỉ đạo, triển khai thực hiện: Trong giai đoạn 2020-2023, UBND huyện đã chỉ đạo ban hành các kế hoạch, quyết định và văn bản chỉ đạo, hướng dẫn triển khai thực hiện Chương trình OCOP. Hằng năm, huyện thường xuyên tổ chức các cuộc họp chuyên đề, lồng ghép nội dung cuộc họp để triển khai thực hiện Chương trình OCOP; đồng thời chỉ đạo các cơ quan, đơn vị, UBND các xã, thị trấn, các chủ thể rà soát, lựa chọn các sản phẩm có tiềm năng, thế mạnh của địa phương để đăng ký xây dựng thương hiệu, nhãn hiệu, tham gia Chương trình OCOP; tăng cường kiểm tra, đôn đốc, hướng dẫn các chủ thể có sản phẩm OCOP duy trì, nâng cao chất lượng sản phẩm, mở rộng quy mô sản xuất, khuyến khích áp dụng khoa học và công nghệ, bảo vệ môi trường trong quá trình sản xuất; tăng cường quảng bá, xúc tiến thương mại, kết nối tiêu thụ sản phẩm... để tổ chức triển khai, thực hiện có hiệu quả các nội dung Chương trình OCOP.

Chỉ đạo công tác tuyên truyền, triển khai thực hiện Kế hoạch: Căn cứ Kế hoạch thực hiện Chương trình OCOP hàng năm, UBND huyện đã giao Trung tâm Văn hóa, Thông tin và Thể thao huyện phối hợp với các cơ quan chuyên môn, UBND các xã, thị trấn thực hiện sản xuất, biên tập và phát sóng trên 1.500 tin, bài, phóng sự. Thực hiện mục “Văn bản - Chính sách” 4 số/tháng; mục “Xây dựng nông thôn mới”: 4 số/tháng để tuyên truyền về xây dựng nông thôn mới; duy trì mục “Nông thôn mới”; mục “Sản phẩm OCOP và sản phẩm tiềm năng huyện Sơn Dương”. Sản xuất trên 70 tin, phóng sự truyền hình có thời lượng từ 1 đến 15 phút phút trở lên, có nội dung liên quan đến chính sách hỗ trợ phát triển sản xuất nông, lâm nghiệp, thủy sản; sản phẩm OCOP và xây dựng huyện nông thôn mới đăng tải trên trang Thông tin điện tử, phục vụ trình chiếu tại các hội nghị của huyện...

Tóm lại, việc triển khai thực hiện Chương trình OCOP trên địa bàn huyện Sơn Dương, tỉnh Tuyên Quang thời gian qua đã nhận được sự quan tâm lãnh đạo, chỉ đạo của các cấp ủy, chính quyền từ huyện đến xã, thị trấn. Tuy nhiên, vẫn còn một số cấp ủy, chính quyền cơ sở chưa nhận thức được tầm quan trọng của Chương trình OCOP nên công tác lãnh đạo, chỉ đạo triển khai, thực hiện chưa sát sao; việc vận dụng các cơ chế, chính sách hỗ trợ của nhà nước trên địa bàn một số xã còn hạn chế nên một số sản phẩm đặc trưng của địa phương chưa xây dựng được logo, nhãn hiệu riêng, chưa có tính pháp lý về mặt chất lượng dẫn đến việc tiếp cận các đối tượng khách hàng còn nhiều khó khăn; cán bộ phụ trách trong quá trình triển khai, hướng dẫn hoàn thiện hồ sơ tham gia đánh giá, phân hạng sản phẩm còn lúng túng, người dân cũng như một số chủ thể sản xuất chưa nắm bắt rõ, sâu về nội dung, cách thức thực hiện Chương trình.

### 3.1.4. Công tác kiểm tra, đánh giá Chương trình OCOP

UBND huyện Sơn Dương đã quan tâm và thực hiện tốt công tác kiểm tra, đánh giá việc thực hiện Chương trình OCOP trên địa bàn huyện. Cụ thể, đối với hoạt động kiểm tra, huyện tập trung kiểm tra tiến độ và kế hoạch tổ chức thực hiện Chương trình OCOP, còn đối với hoạt động giám sát thì tiến hành giám sát toàn bộ các hoạt động tổ chức quản lý, điều hành Chương trình OCOP của các xã trên địa bàn huyện. Các thành viên trong ban chỉ đạo và các phòng, ban, ngành chuyên môn của huyện thực hiện công tác kiểm tra, đánh giá thực hiện Chương trình OCOP thông qua kế hoạch và địa bàn được phân công phụ trách, nhất là kiểm tra định kỳ chất lượng sản phẩm, sử dụng “Tem chứng nhận sản phẩm OCOP” trên bao bì sản phẩm (đối với sản phẩm đạt sao) được tiến hành thường xuyên, ban chỉ đạo là chủ thể chịu trách nhiệm trực tiếp về hiệu quả việc thực hiện Chương trình OCOP trên địa bàn trước UBND huyện.

Tuy nhiên, vẫn tồn tại một số hạn chế: công tác kiểm tra, kiểm soát, hướng dẫn các cơ sở sản xuất sản phẩm nông sản thực hiện hoạt động kiểm soát chất lượng, việc tuân thủ các quy định về sử dụng bao bì, nhãn mác sản phẩm, truy xuất nguồn gốc, sử dụng nhãn hiệu chứng nhận sản phẩm OCOP đôi khi chưa được thường xuyên. Việc phối hợp xử lý nghiêm các hành vi vi phạm về nguồn gốc, hàng nhập lậu, hàng giả, giữa các cơ quan còn hạn chế và chưa hiệu quả.

### 3.1.5. Kết quả thực hiện Chương trình OCOP giai đoạn 2020-2023

Theo thống kê của Phòng Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn huyện Sơn Dương, tỉnh Tuyên Quang, tính đến tháng 12/2023 trên địa bàn huyện có 49 sản phẩm được công nhận sản phẩm OCOP. Trong đó, nhóm dược liệu và sản phẩm từ dược liệu chỉ có 1 sản phẩm. Sở dĩ nhóm này còn ít sản phẩm được công nhận là sản phẩm OCOP là vì chưa đáp ứng được tiêu chuẩn, một sản phẩm được công nhận là sản phẩm OCOP phải đáp ứng được các tiêu chí cụ thể. Kết quả này cho thấy, địa phương đã tập trung chú trọng phát triển các sản phẩm được coi là thế mạnh của địa phương đó là nhóm sản phẩm về thực phẩm. Các sản phẩm OCOP trên địa bàn huyện Sơn Dương đạt từ 3 đến 5 sao giai đoạn 2020-2023 (bảng 1).

**Bảng 1. Các sản phẩm OCOP đạt từ 3 đến 5 sao giai đoạn 2020-2023 [10].**

| Loại hình sản phẩm | Năm  |      |      |      | So sánh (%) |           |           |
|--------------------|------|------|------|------|-------------|-----------|-----------|
|                    | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2020/2021   | 2021/2022 | 2022/2023 |
| Sản phẩm 3 sao     | 7    | 6    | 8    | 16   | 85,4        | 133,3     | 200,0     |
| Sản phẩm 4 sao     | 3    | 6    | 3    | 0    | 200,0       | 50,0      | 0         |
| Sản phẩm 5 sao     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0           | 0         | 0         |

Kết quả thống kê cho thấy, sản phẩm OCOP đạt 3 sao chiếm đa số và có sự tăng, giảm qua các năm, điều này thể hiện sự nỗ lực của chính quyền và người dân trong việc nâng cao giá trị sản phẩm chủ lực, sản phẩm có thế mạnh của địa phương trong thời gian qua, tuy nhiên sản phẩm OCOP đạt 4 sao có xu hướng giảm trong giai đoạn 2020-2023. Chủ thể sản xuất, kinh doanh sản phẩm OCOP chủ yếu là hợp tác xã (73,68%); tiếp theo là

hộ kinh doanh cá thể (21,05%); doanh nghiệp (5,26%), có sự tăng lên qua các năm điều này cho thấy vai trò to lớn của kinh tế tập thể trong việc phát triển sản phẩm OCOP tại địa phương.

Trong thời gian qua, UBND huyện Sơn Dương đã tổ chức được 8 lớp tập huấn cho 129 cán bộ, công chức và 105 chủ thể OCOP. Nội dung các lớp tập huấn tập trung vào việc tuyên truyền nâng cao nhận thức, hướng dẫn các thủ tục tham gia Chương trình OCOP cũng như nâng cao năng lực sản xuất, kinh doanh sản phẩm OCOP được thể hiện ở bảng 2.

**Bảng 2. Thực trạng đào tạo, tập huấn nâng cao năng lực thực hiện Chương trình OCOP [10].**

| Năm  | Số lượng lớp | Số người tham gia |                                              |
|------|--------------|-------------------|----------------------------------------------|
|      |              | Cán bộ, công chức | Cá nhân, tổ chức, doanh nghiệp tham gia OCOP |
| 2020 | 2            | 62                | 39                                           |
| 2021 | 1            | 33                | 22                                           |
| 2022 | 2            | 1                 | 8                                            |
| 2023 | 3            | 33                | 36                                           |
| Tổng | 8            | 129               | 105                                          |

UBND huyện Sơn Dương đã chỉ đạo Trung tâm Văn hóa, Truyền thông và Thể thao huyện duy trì, cập nhật giới thiệu sản phẩm OCOP trên trang thông tin điện tử huyện Sơn Dương tại địa chỉ <http://www.sonduong.gov.vn>. Thực hiện hướng dẫn các chủ thể tham gia Chương trình OCOP giới thiệu, quảng bá, tiêu thụ sản phẩm trên các trang mạng xã hội, các sàn thương mại điện tử (Postmart-VNPost, Viettelpost; mạng internet, các ứng dụng bán hàng trực tuyến, bán hàng tương tác trực tiếp (livestream), Website công nghệ...). Đồng thời, khuyến khích các chủ thể OCOP tham gia các gian hàng tại các sự kiện, hội nghị, hội chợ trong và ngoài tỉnh nhằm giúp các chủ thể có điều kiện tiếp cận với người tiêu dùng, đối tác, nhà phân phối để tìm kiếm đầu ra cho sản phẩm.

Kinh phí thực hiện Chương trình OCOP trên địa bàn huyện Sơn Dương chủ yếu đến từ nguồn ngân sách theo Nghị quyết số 03/2021/NQ-HDND (37,88%); tiếp đến là nguồn ngân sách đến từ nguồn vốn Nông thôn mới (28,87%); nguồn vốn từ nông thôn mới (25,45%) và thấp nhất là ngân sách đến từ cấp huyện (8,42%), tuy nhiên chưa thấy có nguồn tài chính được huy động từ các tổ chức, cá nhân để thực hiện Chương trình OCOP. Biết khai thác và có các giải pháp huy động tài chính từ các tổ chức, cá nhân sẽ góp phần không nhỏ trong việc thực hiện hiệu quả Chương trình OCOP của huyện Sơn Dương trong thời gian tới.

### 3.2. Đánh giá chung

#### 3.2.1. Ưu điểm

Công tác quản lý thực hiện Chương trình OCOP đã được các cấp ủy, chính quyền từ huyện đến xã, thị trấn trên địa bàn huyện quan tâm thực hiện tốt. Bộ máy quản lý thực hiện Chương trình OCOP trên địa bàn huyện đã từng bước được rà soát, kiện toàn và hoàn thiện, cũng như hoạt động ngày càng hiệu quả hơn; Đội ngũ cán bộ, công chức làm phụ trách Chương trình OCOP ở địa phương cũng như chủ thể tham gia Chương

trình OCOP ngày càng được đủ năng lực, kiến thức, kỹ năng để phát triển sản phẩm OCOP. Công tác kiểm tra, đánh giá việc Chương trình OCOP trên địa bàn huyện được thực hiện tốt.

Qua 4 năm (2020-2023) thực hiện Chương trình OCOP trên địa bàn huyện Sơn Dương, có thể nhận thấy đã mang lại những hiệu quả rõ nét trong chuyển dịch cơ cấu kinh tế nông nghiệp, nông thôn từ sản xuất nông nghiệp thô sơ, nhỏ lẻ dần chuyển sang chế biến sâu, sản xuất có quy mô lớn hơn và có liên kết theo chuỗi giá trị, theo tiêu chuẩn, quy chuẩn, có truy xuất nguồn gốc và theo nhu cầu thị trường, phát huy lợi thế về tiềm năng đất đai, sản vật, giá trị văn hóa vùng miền để hình thành các sản phẩm OCOP. Nhiều sản phẩm đã được người tiêu dùng trong và ngoài tỉnh đón nhận, bước đầu khẳng định được thương hiệu sản phẩm OCOP của địa phương như: sản phẩm thịt lợn và các sản phẩm chế biến từ thịt lợn của hợp tác xã sản xuất chế biến thực phẩm an toàn Sáng Nhung; dưa lưới Đức Dương Farm, dưa chuột bao tử Đức Dương Farm, trà cà gai leo Hợp Hòa, cao cà gai leo Hợp Hoà, bột sắn dây Thực Sơn, chè xanh Trung Long...

#### 3.2.2. Hạn chế và nguyên nhân

Bộ máy điều hành quản lý Chương trình OCOP trên địa bàn huyện Sơn Dương hoạt động chưa thật sự hiệu quả do một số cấp ủy, chính quyền cơ sở chưa nhận thức được tầm quan trọng của Chương trình OCOP nên công tác lãnh đạo, chỉ đạo triển khai, thực hiện chưa sát sao. Cán bộ phụ trách trong quá trình triển khai, hướng dẫn hoàn thiện hồ sơ tham gia đánh giá, phân hạng sản phẩm còn lúng túng, người dân cũng như một số chủ thể sản xuất chưa nắm bắt rõ, sâu về nội dung, cách thức thực hiện Chương trình.

Việc vận dụng các cơ chế, chính sách hỗ trợ của nhà nước trên địa bàn một số xã còn hạn chế, còn thiếu các văn bản quy định về các cơ chế, chính sách riêng đặc thù của huyện nhằm hỗ trợ, khuyến khích, động viên các cá nhân, tổ chức, doanh nghiệp, hộ gia đình tham gia Chương trình nên một số sản phẩm đặc trưng của địa phương chưa xây dựng được logo, nhãn hiệu riêng, chưa có tính pháp lý về mặt chất lượng nên việc tiếp cận đến các đối tượng khách hàng còn nhiều khó khăn.

Công tác lập kế hoạch hoạt động thương mại hoá sản phẩm OCOP hiện nay còn mang tính hình thức, chưa khoa học và chưa có sự đầu tư về thời gian, nhân lực và kinh phí cho hoạt động này. Công tác tổ chức hoạt động thương mại hoá sản phẩm OCOP chưa có chiều sâu và hiệu quả chưa cao. Công tác chỉ đạo hoạt động thương mại hoá sản phẩm OCOP đôi khi chưa quyết liệt, công tác kiểm tra, đánh giá hoạt động thương mại hoá chưa được quan tâm và thực hiện thường xuyên. Công tác kiểm tra, kiểm soát, hướng dẫn các cơ sở sản xuất sản phẩm nông, lâm, thủy sản thực hiện hoạt động kiểm soát chất lượng, việc tuân thủ các quy định về sử dụng bao bì, nhãn mác sản phẩm, truy xuất nguồn gốc, sử dụng nhãn hiệu chứng nhận sản phẩm OCOP đôi khi chưa được thường xuyên.

Khả năng nội lực, quản trị sản xuất và khả năng tiếp cận thị trường của các chủ thể OCOP trên địa bàn huyện Sơn Dương thời gian vừa qua còn hạn chế, cùng với đó là công tác xúc tiến thương mại chưa được quan tâm đúng mực, kế hoạch chưa khoa học, bài bản, thiếu định hướng phát triển bền vững, hiệu quả nên sản phẩm OCOP của huyện chưa được nhiều người biết đến, chưa được tiêu thụ rộng rãi và thu hút được sự quan tâm của khách hàng, chưa khẳng định được thương hiệu và tạo lập thị trường đầu ra ổn định cho sản phẩm OCOP.

### 3.2.3. Một số giải pháp

*Thứ nhất*, tiếp tục rà soát và hoàn thiện bộ máy quản lý, điều hành, chỉ đạo Chương trình OCOP từ huyện đến xã, thị trấn theo hướng hoạt động hiệu quả và đáp ứng với yêu cầu trong giai đoạn mới bằng cách ban hành quy chế hoạt động của bộ máy, trong đó phân định rõ trách nhiệm và thẩm quyền của tập thể và cá nhân nhất là vai trò, trách nhiệm của người đứng đầu, có như vậy mới tránh được tình trạng đùn đẩy trách nhiệm. Có chính sách, quy hoạch, đào tạo, bồi dưỡng, bổ nhiệm đối với những cán bộ, công chức hoàn thành xuất sắc nhiệm vụ trong việc thực hiện Chương trình OCOP để tạo phong trào thi đua; Xác định rõ vai trò, trách nhiệm và sự phối hợp của các cơ quan, chủ thể tham gia Chương trình OCOP.

*Thứ hai*, cùng cố rà soát và hoàn thiện hệ thống văn bản nhằm hỗ trợ và tạo điều kiện thuận lợi cho chủ thể OCOP được tiếp cận các nguồn lực để phát triển sản xuất, kinh doanh như vay vốn và nguồn lực đất đai; đồng thời cần giảm tối đa các thủ tục hành chính, tạo môi trường pháp lý và môi trường kinh doanh thuận lợi cho các chủ thể OCOP trên địa bàn. Có các cơ chế, chính sách khuyến khích các chủ thể OCOP thực hiện xây dựng, hình thành, phát triển các ý tưởng sáng tạo, tạo ra nhiều sản phẩm khác nhau từ một sản phẩm ban đầu của địa phương, các sản phẩm phù hợp với tiềm năng, lợi thế của mỗi địa phương làm cơ sở để phát triển và tiêu chuẩn hóa sản phẩm, đảm bảo sản phẩm OCOP có tính cộng đồng cao và chất lượng tốt để mở rộng quy mô sản xuất, kinh doanh, nâng cao chất lượng sản phẩm đảm bảo theo yêu cầu các tiêu chí sản phẩm OCOP.

*Thứ ba*, tăng cường công tác tuyên truyền, nâng cao vai trò, trách nhiệm của cấp ủy, chính quyền cơ sở trong lãnh đạo, chỉ đạo triển khai thực hiện Chương trình OCOP và tiếp tục rà soát, khuyến khích, hướng dẫn người dân, các chủ thể kinh tế tham gia Chương trình, ưu tiên lựa chọn các sản phẩm có tiềm năng, thế mạnh và tính đặc trưng của địa phương; đảm bảo sản phẩm OCOP có tính cộng đồng cao và chất lượng tốt. Đồng thời, tăng cường tổ chức các lớp đào tạo, tập huấn liên quan đến thực hiện Chương trình OCOP nhằm nâng cao năng lực cho các chủ thể về quản lý kinh tế, hợp tác liên kết sản xuất, các kỹ năng về phát triển thị trường, thúc đẩy, phát huy tính sáng tạo của các chủ thể trong phát triển, xây dựng ý tưởng, định hướng phát triển sản phẩm. Để làm tốt giải pháp này, trong thời gian tới, huyện Sơn Dương cần tập trung vào các nội dung sau:

- Đối với đội ngũ lãnh đạo, quản lý và cán bộ phụ trách Chương trình OCOP: Thông qua các cuộc họp giao ban hàng tuần, tháng, quý hoặc có thể thông qua hoạt động đào tạo, bồi dưỡng về các kiến thức, kỹ năng và nghiệp vụ thực hiện Chương trình OCOP để nâng cao nhận thức về tầm quan trọng của hoạt động thương mại hóa sản phẩm OCOP. Khi đội ngũ lãnh đạo, quản lý các cấp nhận thức được vai trò và tầm quan trọng của hoạt động thương mại hóa sản phẩm OCOP, sẽ có trách nhiệm hơn trong triển khai công tác lập kế hoạch, tổ chức, chỉ đạo, kiểm tra và đánh giá hoạt động thương mại hóa sản phẩm OCOP trong thời gian tới.

- Đối với các chủ thể OCOP: Hỗ trợ nâng cao nhận thức thông qua các tấm gương sản xuất và kinh doanh giỏi, lồng ghép trong các buổi tập huấn, bồi dưỡng kiến thức về Chương trình OCOP, các hoạt động thương mại hóa sản phẩm OCOP để từ đó họ tích cực và chủ động phối hợp với các cơ quan quản lý nhà nước thực hiện các hoạt động thương mại hóa sản phẩm OCOP một cách hiệu quả.

- Đối với người dân: Nâng cao nhận thức thông qua các phương tiện truyền thông, các trang mạng giới thiệu và bán sản phẩm nông sản, sản phẩm đặc sản hiện có, gồm: các trang facebook (Đặc sản vùng miền, Chợ Đặc sản...), các trang bán hàng online (Lazada.vn, Shopee.vn, Sendo.vn, tiki. Voso.vn...), người dân biết đến các sản phẩm OCOP của địa phương, thay đổi tư duy và hành vi tiêu dùng.

*Thứ tư*, xây dựng kế hoạch hoạt động thương mại hóa sản phẩm OCOP phù hợp với điều kiện thực tế địa phương: Để xây dựng kế hoạch tổ chức các hoạt động thương mại hóa sản phẩm OCOP phù hợp với điều kiện thực tế địa phương. Hằng năm, UBND huyện Sơn Dương giao cho Phòng Nông nghiệp và Phát triển nông thôn huyện xây dựng kế hoạch, để kế hoạch có tính khả thi và thực tiễn cao, cán bộ được giao phụ trách cần thực hiện các nội dung sau trước khi xây dựng kế hoạch cụ thể:

- Xác định số lượng các hoạt động thương mại hóa sản phẩm OCOP sẽ được thực hiện trong năm; Thông qua hình thức cụ thể nào? Các đơn vị phối hợp thực hiện? Nguồn kinh phí tổ chức các hoạt động? Các thức triển khai từng hoạt động? Thời gian tiến hành các hoạt động? Đánh giá được thuận lợi, khó khăn khi tiến hành? Dự kiến được kết quả sẽ đạt được của từng hoạt động?...

- Xác định các loại sản phẩm OCOP sẽ tham gia chương trình hội chợ, triển lãm (Các sản phẩm OCOP được lựa chọn tham gia chương trình cần đạt đủ yêu cầu, tiêu chuẩn chất lượng sản phẩm OCOP đề ra); Xác định các chủ thể OCOP và mức độ tham gia của họ đối với chương trình để có hình thức hướng dẫn và hỗ trợ.

- Khảo sát thị trường, nhu cầu của người tiêu dùng về các mặt hàng OCOP dự kiến đưa tham gia hội chợ cũng như triển lãm sản phẩm. Đồng thời, xác định các hình thức tuyên truyền trước, trong và sau các chương trình hội chợ, triển lãm sản phẩm OCOP.

- Tiến hành xây dựng kế hoạch các chương trình hội chợ, triển lãm sản phẩm OCOP chi tiết và cụ thể theo từng bước sau đây:

Bước 1: Cán bộ phụ trách Chương trình OCOP cấp huyện tiến hành xây dựng bản thảo kế hoạch tổ chức các hoạt động thương mại hoá sản phẩm OCOP của huyện trong năm dựa trên cơ sở đã phân tích, đánh giá thực trạng thực hiện Chương trình OCOP của huyện. Kế hoạch tổ chức các chương trình hội chợ, triển lãm sản phẩm OCOP cần đầy đủ các mục: mục tiêu của kế hoạch, yêu cầu, thời gian tiến hành kế hoạch, địa điểm tổ chức, nội dung chi tiết, giải pháp thực hiện kế hoạch, bộ phận thực hiện các nhiệm vụ cụ thể, kinh phí thực hiện kế hoạch.

Bước 2: Bản thảo kế hoạch tổ chức các hoạt động thương mại hoá sản phẩm OCOP sau khi được dự thảo sẽ gửi đến các cơ quan quản lý cấp xã trên địa bàn huyện, các cơ quan liên quan, các chủ thể OCOP có sản phẩm OCOP tham gia hội chợ, triển lãm để xin ý kiến góp ý, bổ sung, đồng thời đề các tổ chức, đơn vị, đoàn thể và các chủ thể OCOP được biết về kế hoạch sẽ tổ chức các chương trình hội chợ, triển lãm sản phẩm OCOP huyện trong năm.

Bước 3: Sau khi các tổ chức, đơn vị, đoàn thể và chủ thể OCOP góp ý, bổ sung ý kiến cho bản thảo kế hoạch, cán bộ được giao phụ trách thực hiện điều chỉnh và hoàn thiện bản kế hoạch tổ chức các hoạt động thương mại hoá sản phẩm, sau đó báo cáo Trưởng phòng Nông nghiệp và Phát triển nông thôn huyện.

Bước 4: Trưởng phòng có trách nhiệm rà soát kế hoạch thực hiện, nếu thấy chưa hợp lý có thể điều chỉnh, sau đó báo cáo UBND huyện ban hành kế hoạch tổ chức các chương trình hội chợ, triển lãm sản phẩm OCOP.

Bước 5: Kế hoạch tổ chức các hoạt động thương mại hoá sản phẩm OCOP được huyện ban hành cần chuyển đến cán bộ phụ trách chương trình OCOP cấp xã, các chủ thể OCOP, các tổ chức, đơn vị và đoàn thể có liên quan thực hiện.

Thứ năm, đa dạng hóa các hoạt động thương mại hoá sản phẩm OCOP. Để làm tốt giải pháp này, UBND huyện Sơn Dương cần tập trung vào các nội dung cụ thể sau:

- Chỉ đạo việc tổ chức tốt kênh phân phối sản phẩm OCOP chính là động lực lớn thúc đẩy quá trình sản xuất ra sản phẩm OCOP, theo đó, để phục vụ khách hàng một cách tiện lợi nhất, thỏa mãn nhu cầu chọn lựa, mua sắm của khách hàng thì các trung tâm OCOP cần phải đa dạng về chủng loại hàng hóa.

- Thường xuyên tham gia giới thiệu, quảng bá sản phẩm OCOP tại các hội chợ, triển lãm, chuỗi sự kiện phát triển du lịch, các buổi tọa đàm, hội thảo khoa học, ví dụ, tham gia trưng bày và giới thiệu sản phẩm OCOP tại Hội chợ Du lịch quốc tế Việt Nam, đây là cơ hội lý tưởng để các doanh nghiệp, hợp tác xã, hộ sản xuất sản phẩm OCOP huyện kết nối thị trường tiêu thụ sản phẩm.

- Chỉ đạo liên kết tổ chức các hội chợ vùng, khu vực và hỗ trợ doanh nghiệp, cơ sở sản xuất tham gia trao đổi hàng hóa, chia sẻ thông tin kinh doanh và xúc tiến thương mại, hội thảo trao đổi chia sẻ kinh nghiệm trong sản xuất.

- Chỉ đạo thực hiện các chương trình xúc tiến thương mại, việc kích cầu tiêu dùng sản phẩm OCOP xuất hiện ở nhiều hoạt động khác nhau như lồng ghép vào cuộc vận động “Người Việt Nam ưu tiên dùng hàng Việt Nam”; hỗ trợ tham gia các hội chợ triển lãm thương mại trên toàn quốc; các hội nghị kết nối cung - cầu quy mô vùng và quốc gia; chương trình đưa hàng Việt về nông thôn; chương trình đưa hàng Việt vào hệ thống phân phối trong và ngoài nước.

- Chỉ đạo công tác truyền thông, các hoạt động tuyên truyền, quảng bá, xây dựng hình ảnh, thương hiệu nhằm đẩy mạnh tiêu thụ, thúc đẩy sản xuất nông nghiệp, sản phẩm công nghiệp nông thôn, phát triển làng nghề, cải thiện và nâng cao đời sống cho bà con nông dân.

- Tạo ra các không gian, môi trường thuận lợi kết nối người sản xuất và người phân phối, đáp ứng được những mong muốn của các chủ thể, nhà sản xuất OCOP, qua đó các nhà phân phối sẽ chia sẻ những tín hiệu thị trường, giới thiệu những tiêu chuẩn kinh tế và kỹ thuật để sản phẩm OCOP có thể đứng vững trên thị trường tiêu thụ.

- Ứng dụng công nghệ thông tin và chuyển đổi số trong truyền thông; xây dựng hồ sơ và quản lý dữ liệu sản phẩm OCOP, số hóa quá trình tiếp nhận hồ sơ, chấm điểm, phân hạng sản phẩm; số hóa sản phẩm và xây dựng hệ thống truy xuất nguồn gốc theo chuỗi giá trị sản phẩm OCOP; hướng tới hình thành hệ thống cơ sở dữ liệu quốc gia về Chương trình OCOP.

- Phát triển thương mại điện tử cho sản phẩm OCOP thông qua các sàn thương mại điện tử, các kênh bán hàng trực tuyến (online), bán hàng tương tác trực tiếp (livestream), đặc biệt cho các sản phẩm có quy mô nhỏ, sản phẩm đặc sản vùng miền, địa phương.

- Triển khai sáng kiến “Mỗi nông dân là một thương nhân” nhằm tối ưu hóa ứng dụng công nghệ số trong sản xuất, thương mại sản phẩm OCOP.

- Ứng dụng khoa học và công nghệ trong công tác quản lý. Xây dựng hệ thống truy xuất nguồn gốc sản phẩm OCOP; Đưa sản phẩm OCOP lên sàn giao kết nối cung cầu; phát sóng trên truyền hình, đăng trên các trang báo, tạp chí, cổng thông tin điện tử của huyện và tỉnh; thường xuyên cập nhật thông tin sản phẩm OCOP trên hệ thống truy xuất nguồn gốc nông lâm, thủy sản, thực phẩm huyện để quảng bá, kết nối cung cầu. Lựa chọn, tham gia phân phối sản phẩm OCOP trên các trang mạng giới thiệu và bán sản phẩm nông sản, sản phẩm, các trang bán hàng online hoặc các tổ chức, cá nhân tự xây dựng trang website để giới thiệu và bán sản phẩm của mình.

- Tổ chức Hội nghị Đối tác OCOP, xây dựng “Mạng lưới Đối tác OCOP Mai Sơn” với sự tham gia của các tổ chức

OCOP (chia sẻ thông tin, gặp gỡ, đàm phán, ký kết thỏa thuận, hợp đồng...) nhằm liên kết các chủ thể thực hiện chương trình với các doanh nghiệp trong và ngoài nước; hình thành các mô hình liên kết theo chuỗi giá trị gắn với chuẩn hóa vùng trồng đối với các sản phẩm nông nghiệp chủ lực của huyện, qua đó, hỗ trợ một phần kinh phí để các doanh nghiệp, hợp tác xã đầu tư máy móc, trang thiết bị nhằm tạo ra chuỗi sản phẩm chế biến có giá trị gia tăng cao.

Thứ sáu, tăng cường công tác kiểm tra, đánh giá hoạt động thương mại hoá sản phẩm OCOP. Để thực hiện tốt giải pháp này, UBND huyện Sơn Dương cần tập trung vào các nội dung:

- Xây dựng kế hoạch kiểm tra ngay từ đầu. Trong kế hoạch kiểm tra cần phải thể hiện rõ: chủ thể thực hiện hoạt động kiểm tra, thời gian kiểm tra, nội dung kiểm tra, cách thức kiểm tra.

- Xây dựng các tiêu chí kiểm tra: Tiêu chí kiểm tra cho từng hoạt động thương mại hoá sản phẩm (Các tiêu chí kiểm tra cần lượng hoá được để chủ thể thực hiện kiểm tra thuận lợi khi tiến hành kiểm tra).

- Có quy trình kiểm tra gồm: chuẩn bị, thực hiện, xử lý kết quả sau kiểm tra, tổng kết, rút kinh nghiệm).

- Phòng Nông nghiệp và Phát triển nông thôn với vai trò là đơn vị chủ trì thực hiện chương trình OCOP có trách nhiệm hằng năm phối hợp với các phòng, ngành tổ chức làm việc, kiểm tra việc thực hiện hoạt động thương mại hoá sản phẩm của chủ thể OCOP. Kiểm tra công tác chỉ đạo, hướng dẫn của UBND cấp huyện đối với cơ sở về thực hiện quy trình tổ chức, phát hiện những khó khăn, vướng mắc, kịp thời tham mưu, đề xuất giải pháp tháo gỡ. Chủ trì, phối hợp với các cơ quan có thẩm quyền tổ chức kiểm tra, giám sát việc triển khai thực hiện hoạt động thương mại hoá sản phẩm OCOP trên địa bàn huyện.

- Tổ chức kiểm tra, giám sát chặt chẽ việc sử dụng kinh phí cho các hoạt động thương mại hoá sản phẩm OCOP, trong đó đặc biệt chú ý đối với các hoạt động chưa hiệu quả hoặc có sự thay đổi về hình thức tổ chức hoạt động thương mại hoá sản phẩm OCOP.

- Tuyên truyền, vận động và hướng dẫn các chủ thể kinh doanh điểm giới thiệu và bán sản phẩm OCOP đăng ký điểm, vận hành theo quy chế; thực hiện quản lý nhà nước về hoạt động thương mại đối với hệ thống trung tâm, điểm giới thiệu và bán sản phẩm OCOP theo quy chế đã được UBND tỉnh ban hành.

#### 4. Kết luận

Chương trình OCOP của huyện Sơn Dương, tỉnh Tuyên Quang có vai trò rất quan trọng trong tái cơ cấu ngành nông nghiệp gắn với việc thực hiện xây dựng nông thôn mới từ huyện đến các xã, thị trấn trên địa bàn huyện, đã được khẳng định là hướng đi đúng và trở thành chương trình phát triển kinh tế quan trọng của huyện. Tuy nhiên, sau 4 năm triển khai thực hiện Chương trình, vẫn còn một số hạn chế. Để phát triển sản phẩm OCOP của huyện Sơn Dương, tỉnh Tuyên Quang

trong thời gian tới, bài viết đã đề xuất một số giải pháp gồm: Tiếp tục rà soát và hoàn thiện bộ máy quản lý, điều hành, chỉ đạo Chương trình OCOP từ huyện đến xã, thị trấn; Cùng cố rà soát và hoàn thiện hệ thống văn bản nhằm hỗ trợ và tạo điều kiện thuận lợi cho chủ thể OCOP; Tăng cường công tác tuyên truyền, nâng cao vai trò, trách nhiệm của cấp ủy, chính quyền cơ sở trong lãnh đạo, chỉ đạo triển khai phát triển sản phẩm OCOP; Xây dựng kế hoạch hoạt động thương mại hoá sản phẩm OCOP phù hợp với điều kiện thực tế địa phương; Đa dạng hóa các hoạt động thương mại hoá sản phẩm OCOP; Tăng cường công tác kiểm tra, đánh giá hoạt động thương mại hoá sản phẩm OCOP.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] V. Nam (2009), "Applicability of the OVOP Movement in rural tourism development: The case of craft tourism in Vietnam", *International Journal of Social and Cultural Studies*, **2**, pp.93-112.
- [2] V. Noble (2017), "Mobilities of the one-product policy from Japan to Thailand: A critical policy study of OVOP and OTOP", *Territory, Politics, Governance*, **7**(4), pp.445-473, DOI: 10.1080/21622671.2018.1511463.
- [3] Ministry of Agriculture and Rural Development of the Socialist Republic of Vietnam (2020), *Training Documents on Basic Knowledge of The OCOP Program in 2020 (Issued under Decision No. 4464/QĐ-BNN-VPDP dated November 16, 2020 (in Vietnamese))*.
- [4] H.T. Hue, N.V. Hieu (2022), "One commune - One product (OCOP) program in Vietnam: Theory, policy and practice", *Journal of Science on Natural Resources and Environment*, **41**, pp.76-92 (in Vietnamese).
- [5] P.T. Hong, N.N. Quynh (2022), "Solutions for developing OCOP products in Son La district, Lai Chau province", *Journal of Economics and Business Administration*, **21**, pp.27-34 (in Vietnamese).
- [6] T. Tran (2023), "Solution for developing OCOP products (group 06) attached to rural tourism in new rural development program", *Dong Thap University Journal of Science*, **12**(9), pp.88-96, DOI: 10.52714/dthu.12.9.2023.1204 (in Vietnamese).
- [7] D.H. Trang (2021), "The current situation and solutions to improve the effective program "One Commune One Product (OCOP)" in Son La province", *Proceedings of The National Scientific Conference on Natural Resources Management, Environment and Sustainable Development in The Northwest Region, Vietnam*, pp.598-604 (in Vietnamese).
- [8] D.T. Thu (2022), "Solutions to develop OCOP program in Quang Ninh province", *Journal of Human Geography Research*, **2**(37), pp.58-66 (in Vietnamese).
- [9] V.Q. Nam, N.H. Phuong, N.A. Tu (2024), "Analyzing and assessing the current development of OCOP products in Tuyen Quang province", *Vietnam Trade and Industry Review*, **2** (in Vietnamese).
- [10] Department of Agriculture and Rural Development of Son Duong District (2023), *Report on The Implementation Results of The OCOP Program in Son Duong District for The Period 2020-2023, People's Committee of Son Duong District, Tuyen Quang Province (in Vietnamese)*.

# Tổng mục lục

| Thứ tự            | Tác giả                                                                                                                                    | Tên bài                                                                                                                                                                                                         | Số   | Số Trang |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|
| Khoa học Tự nhiên |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                 |      |          |
| 1                 | Nguyễn Thị Phương Thủy, Nguyễn Thị Vân Anh, Ngô Văn Thanh                                                                                  | Nghiên cứu chuyển pha smectic - đẳng hướng của tinh thể lỏng.                                                                                                                                                   | 1    | 1        |
| 2                 | Nguyễn Thị Lan Anh, Trần Thị Thu Lan, Phạm Thị Phương, Trần Thị Thu Hiền, Đào Hải Yến                                                      | Phân hủy các hợp chất chống cháy cơ photpho bởi tổ hợp các chủng vi khuẩn phân lập từ sông Tô Lịch, Hà Nội.                                                                                                     | 1    | 8        |
| 3                 | Lưu Đàm Ngọc Anh, Bùi Văn Hương, Đỗ Văn Trường, Nguyễn Thị Kiều Oanh                                                                       | Nghiên cứu thành phần hóa học và hoạt tính kháng vi sinh vật của tinh dầu lá loài Mộc hương balansae ( <i>Aristolochia balansae</i> Franch.).                                                                   | 1    | 14       |
| 4                 | Lê Thị Mai Linh, Nguyễn Thị Duyên, Nguyễn Hữu Tiên, Bùi Văn Thanh, Nguyễn Văn Sinh, Trần Văn Tiến, Trịnh Quang Pháp                        | Tuyển trùng ký sinh thực vật ghi nhận trên cây Lan hải đới cuốn <i>Paphiopedilum appletonianum</i> (Gower) Rolfe 1896.                                                                                          | 1    | 19       |
| 5                 | Nguyễn Tiên Dung, Trần Thị Thu Hà, Nguyễn Đức Huy, Trịnh Ngọc Ái, Nguyễn Phi Hùng                                                          | Ứng dụng chỉ thị mã vạch DNA-ITS2 để định danh một số mẫu dược liệu.                                                                                                                                            | 1    | 24       |
| 6                 | Vũ Tuấn Nam, Đào Quang Hà, Nguyễn Nhật Linh, Lưu Hàn Ly, Hà Hồng Hạnh, Huỳnh Thị Thu Huệ, Lê Thị Thu Hiền                                  | Phân tích vai trò của gen <i>HSC70</i> đến sinh trưởng và phát triển của cây cà chua.                                                                                                                           | 1    | 29       |
| 7                 | Võ Văn Thiệp, Lê Thị Thu Phương, Nguyễn Thị Hương Bình                                                                                     | Sự tích lũy thủy ngân trong cơ cá Địa nẫu ( <i>Siganus guttatus</i> Bloch, 1787) theo tuổi và mùa ở vùng ven biển tỉnh Quảng Bình.                                                                              | 1    | 36       |
| 8                 | Đỗ Công Cuong, Bùi Duy Linh, Nguyễn Đức Tôn                                                                                                | Sự tiến hóa của lớp vỏ hạt nhân trong các đồng vị giàu neutron N=32 và N=34.                                                                                                                                    | 3    | 1        |
| 9                 | Nguyễn Đoàn Thanh Thủy, Nguyễn Đức, Lý Huỳnh Trung Lễ, Nguyễn Tuyết Phương                                                                 | Khảo sát quá trình thủy nhiệt TiO <sub>2</sub> , sử dụng dung môi sản eutectic để ứng dụng trong pin mặt trời chất màu nhạy quang.                                                                              | 3    | 6        |
| 10                | Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Ngọc Huệ, Nguyễn Quang Minh, Nguyễn Văn Mạnh, Trần Tuấn Minh                                                    | Dự báo biến đổi địa cơ học trong khối đá có đứt gãy xung quanh công trình ngầm chịu động đất.                                                                                                                   | 3    | 13       |
| 11                | Phạm Thanh Loan                                                                                                                            | Định lượng catalpol trong củ giống Địa hoàng 19 thu hái ở Phú Thọ bằng sắc ký lỏng hiệu năng cao.                                                                                                               | 3    | 20       |
| 12                | Tô Minh Tú, Đỗ Thị Xuyên, Hoàng Thị Tuyết, Phan Văn Trường, Đặng Minh Tú, Phạm Thanh Huyền                                                 | Đặc điểm hình thái, giải phẫu và định lượng axit corosolic trong lá Bàng lăng ổi ( <i>Lagerstroemia calyculata</i> Kurz) tại vùng Đông Nam Bộ, Việt Nam.                                                        | 3    | 25       |
| 13                | Trần Đức Trung, Nguyễn Thị Thu Hồng, Đào Thu Hương, Tạ Hồng Linh, Nguyễn Thị Lan Hoa, Phạm Thanh Huyền, Trần Thị Huệ Hương, Nguyễn Hoàng   | Nghiên cứu phát triển chỉ thị phân tử SSR đặc hiệu họ gen NBS-LRR cho chanh leo <i>Passiflora edulis</i> Sims.                                                                                                  | 3    | 31       |
| 14                | Nguyễn Hoàng Vũ, Đào Ngọc Bích, Trần Thanh Hương, Phạm Minh Triền                                                                          | Sử dụng mô hình học sâu dự đoán hàm lượng vi chất của thực phẩm sau chế biến.                                                                                                                                   | 6    | 1        |
| 15                | Nguyễn Thị Duyên, Mai Văn Dương, Nguyễn Thu Hà                                                                                             | Ảnh hưởng của sodium humate và sodium lignosulfonate tới tính dẻo của phối liệu in 3D sản xuất sử dân dụng.                                                                                                     | 6    | 9        |
| 16                | Trịnh Thị Tuyết, Đỗ Thị Nhật Quỳnh, Tạ Thị Thảo, Vũ Thị Thu Hà, Lê Thị Vinh Hạnh, Lê Minh Thành, Phạm Thị Hải Yến                          | Phân tích đồng thời chloramphenicol, amoxicillin và enrofloxacin sử dụng cảm biến điện hóa với điện cực graphene đa lớp chế tạo bằng phương pháp điện hóa trong dung môi hữu cơ.                                | 6    | 13       |
| 17                | Hoàng Duy Minh, Trần Lê Hải, Nguyễn Quốc Việt, Trần Đức Châu, Lưu Hoàng Tâm, Trương Thu Thủy, Nguyễn Trần Hà                               | Tổng hợp copolyme cấu trúc liên hợp poly(3-hexylthiophene- <i>random</i> -benzoyl dithieno[3,2- <i>b</i> :2',3'- <i>d'</i> ]pyrrole) bằng phương pháp điện hóa.                                                 | 6    | 20       |
| 18                | Nguyễn Thị Thanh Mai, Nguyễn Thị Thu, Bùi Xuân Tú, Trần Văn Tuấn, Phạm Hồng Hiến, Nguyễn Xuân Cảnh                                         | Xác định điều kiện lên men thích hợp cho chủng xạ khuẩn <i>Streptomyces</i> sp. VNUA116 nhằm tăng khả năng kháng nấm <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cube</i> gây bệnh héo rũ trên cây chuối.               | 6    | 26       |
| 19                | Hoàng Thị Lan Anh, Nguyễn Thị Giang, Nguyễn Mạnh Tuấn, Phạm Thị Tuyết Mai, Trần Văn Chi                                                    | Nghiên cứu đánh giá khả năng cố định nitơ và sinh tổng hợp Indole-3-acetic acid (IAA) của chủng vi khuẩn <i>Flavobacterium anhuiense</i> MN47 phân lập từ đất trồng chè tại Thái Nguyên.                        | 6    | 34       |
| 20                | Nguyễn Thành Hưng                                                                                                                          | Ảnh hưởng của vi khuẩn <i>Lysinibacillus sphaericus</i> đến sinh trưởng và hấp thụ crom của cây Lu lu đục ( <i>Solanum nigrum</i> L.).                                                                          | 6    | 40       |
| 21                | Hoàng Nhật Hiếu, Nguyễn Ngọc Khoa Trường, Nguyễn Văn Nghĩa, Nguyễn Lê Hiền, Đỗ Tiến Quang, Đặng Xuân Kỳ                                    | Cấu trúc nano xếp trật tự 3 chiều CdS/ZnO cho hiệu suất cao trong ứng dụng quang điện hóa tách nước.                                                                                                            | 6    | 45       |
| 22                | Cổ Như Văn                                                                                                                                 | Nghiên cứu thiết kế an toàn cho hệ thống cảnh báo đường ngang tự động ứng dụng công nghệ tiên tiến                                                                                                              | 6    | 51       |
| 23                | Phạm Tiến Thành, Nguyễn Hoàng Oanh                                                                                                         | Chế tạo vật liệu quang nhiệt từ thân cây ngô và lớp phức giữa ion Fe <sup>2+</sup> và axit tannic cho hệ bay hơi nước.                                                                                          | 7    | 1        |
| 24                | Võ Thị Cẩm Vân, Nguyễn Thanh Trang, Lê Thị Mỹ Chi, Đặng Ngọc Thiện                                                                         | Tổng hợp và đánh giá tác động ức chế lipase tụy của các dẫn chất aureone thể trên vòng benzylidene.                                                                                                             | 7    | 7        |
| 25                | Đặng Thị Minh Anh, Đỗ Minh Hiếu, Nguyễn Thị Hồng Nhung, Nguyễn Xuân Hưng                                                                   | Tạo tế bào thân kinh tiết Orexin-A từ tế bào gốc vạn năng cảm ứng của người Việt Nam.                                                                                                                           | 7    | 14       |
| 26                | Nguyễn Thị Tú Linh, Vũ Thị Trinh, Lê Lan Phương, Lê Trung Thọ, Trịnh Hồng Thái                                                             | Biểu hiện giảm của lncRNAUCA1 trong exosome huyết tương của bệnh nhân ung thư phổi không tế bào nhỏ.                                                                                                            | 7    | 21       |
| 27                | Chương Thị Ngọc Hiếu, Hà Quang Thanh, Nguyễn Hoàng Minh, Trịnh Minh Thiên, Mai Thành Chung, Chung Thị Mỹ Duyên                             | Tác dụng hạ đường huyết của các cao chiết từ Rau trai ( <i>Commelina diffusa</i> ) trên mô hình chuột đái tháo đường.                                                                                           | 7    | 28       |
| 28                | Phạm Luân Hòa An, Phan Lê Như Quỳnh, Hứa Hoàng Oanh                                                                                        | Đánh giá tác dụng hạ sốt của bài thuốc nam chứa sốt xuất huyết Dengue trên chuột nhắt trắng bị gây sốt bằng men bia.                                                                                            | 7    | 33       |
| 29                | Nguyễn Mạnh Hùng                                                                                                                           | Ảnh hưởng của hệ số dẫn nhiệt tăng mỏng và nền đường tới nhiệt độ lớp bê tông nhựa trên đường ô tô khu vực Đông bằng Bắc Bộ.                                                                                    | 8    | 1        |
| 30                | Nguyễn Đức Dương, Thái Vũ Yến Nhi, Tào Đăng Khoa, Nguyễn Thị Phương Anh, Nguyễn Thị Kim Cúc, Cao Xuân Bình                                 | Xác định điểm hội tụ của chùm laser với độ chính xác cao bằng xử lý ảnh bởi ma trận vi thấu kính.                                                                                                               | 8    | 6        |
| 31                | Nguyễn Thị Nhiệm, Đoàn Thị Hải, Hắc Thị Nhung, Hoàng Mai Hà, Nguyễn Văn Tuyền, Ngô Quốc Anh, Trần Quang Vinh                               | Nghiên cứu hình thái, cấu trúc và tính chất của vật liệu ammonium polyphosphate được bao bọc bởi nhựa urea-melamine-formaldehyde và khả năng ứng dụng chế tạo composite chống cháy trên nền nhựa polypropylene. | 8    | 13       |
| 32                | Trần Thị Tuyết Nhung, Ngô Đại Nghiệp                                                                                                       | Nghiên cứu tăng cường khả năng sinh astaxanthin ở nấm men <i>Rhodospiridium toruloides</i> sử dụng tác nhân gây đột biến benomyl và đánh giá hoạt tính bắt gốc tự do ABTS của astaxanthin.                      | 8    | 19       |
| 33                | Trần Vũ Phương, Cao Ngọc Diệp                                                                                                              | Phân lập, tuyển chọn và định danh xạ khuẩn (Actinobacteria) cộng sinh với hải miên ở vùng biển Kiên Giang có khả năng kháng <i>Staphylococcus aureus</i> .                                                      | 8    | 25       |
| 34                | Nguyễn Ngọc Tú, Trần Xuân Thịnh                                                                                                            | Ứng dụng SLAM và tính toán song song GPU trên Jetson Orin cho ước lượng vị trí máy ảnh 3D thời gian thực.                                                                                                       | 10DB | 2        |
| 35                | Nguyễn Quốc Hưng, Nguyễn Văn Dũng, Trần Hùng Mạnh, Nguyễn Hoàng Long, Trần Hà, Nguyễn Văn Đan                                              | Nghiên cứu, thiết kế hệ thống giám sát thời gian thực xe năng hàng trong nhà máy sử dụng công nghệ băng thông siêu rộng.                                                                                        | 10DB | 10       |
| 36                | Hoàng Ngọc Nhân, Đặng Quang Thạch, Lê Mạnh Hùng                                                                                            | Hệ thống tự động giám sát dòng rò trên thiết bị chống sét van.                                                                                                                                                  | 10DB | 17       |
| 37                | Vũ Xuân Mạnh, Lê Hồng Minh, Lê Văn Bê, Nguyễn Huy Tiếp, Lê Việt Cường                                                                      | Nghiên cứu ảnh hưởng của lớp Ti tới độ ổn định của cảm biến cộng hưởng plasmon bề mặt lỏng do dòng cấu trúc ITO/a:Si:H/Ti/Au.                                                                                   | 10DB | 22       |
| 38                | Nguyễn Văn Tuấn, Bùi Thị Thủy Ngân, Đoàn Văn Hương, Nguyễn Thị Mai Linh, Chu Xuân Quang                                                    | Nghiên cứu kết hợp quá trình nitrat hóa bán phần - khử nitrat hóa bằng vật liệu sinh khối dạng hạt ứng dụng trong xử lý nước thải giàu amoni.                                                                   | 10DB | 28       |
| 39                | Mã Thị Bích Thảo, Nguyễn Phương, Trần Hà, Nguyễn Thị Hồng, Bùi Bích Thủy, Hoàng Văn Tuấn, Trịnh Tài Cường, Phùng Phương Anh                | Xác định thành phần hóa học và bước đầu đánh giá hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu sả Java ( <i>Cymbopogon winterianus</i> Jowitt.) ở huyện Tây Giang, tỉnh Quảng Nam.                                         | 10DB | 33       |
| 40                | Đông Thị Hoàng Anh, Đặng Thị Hoài Thương, Nguyễn Hồng Minh, Phan Diệp Tú, Nguyễn Minh Nam, Lê Thị Hoàng Yến                                | Nghiên cứu phân lập và tuyển chọn các chủng vi sinh vật trong tương truyền thống Việt Nam có khả năng sinh amylase và protease cao.                                                                             | 10DB | 38       |
| 41                | Nguyễn Mai Anh, Đàm Quang Học, Phạm Thị Lan Hương, Nguyễn Văn Quang                                                                        | Khảo sát tính chất quang của vật liệu β-Ca <sub>2</sub> O <sub>3</sub> pha tạp ion Cr <sup>3+</sup> chế tạo bằng phương pháp khuếch tán nhiệt.                                                                  | 11   | 1        |
| 42                | Ngô Khoa Quang, Lê Vũ Trường Sơn                                                                                                           | Tổng hợp chấm lượng tử carbon từ nút bắc nhằm thử nghiệm khả năng chỉ thị ion Fe <sup>2+</sup> và nhuộm huỳnh quang tế bào biểu bì hành tây.                                                                    | 11   | 6        |
| 43                | Đoàn Anh Vũ, Nguyễn Thị Trang, Bạch Trọng Phúc, Trần Hữu Quang, Trần Hữu Huy, Đỗ Quốc Việt, Nguyễn Thanh Liêm                              | Ảnh hưởng của tác nhân tăng dính tới tính chất của keo dán nền cao su thiên nhiên dùng để liên kết vải canvas và cao su viền giày.                                                                              | 11   | 12       |
| 44                | Huỳnh Gia Báo, Nguyễn Thị Như Mai, Hoàng Đức Khải, Đỗ Mạnh Cường, Hoàng Thanh Tung, Dương Tấn Nhựt                                         | Nano bạc gia tăng hiệu quả tái sinh chồi và hạn chế một số hiện tượng bất thường của cây African violet ( <i>Saintpaulia ionantha</i> Wendl.) nuôi cấy <i>in vitro</i> .                                        | 11   | 18       |
| 45                | Võ Nguyễn Thanh Thảo, Nguyễn Thành Vũ, Nguyễn Thị Dung, Bùi Lê Khả Tú, Nguyễn Đặng Phước Ngọc, Trần Quốc Tuấn                              | Sàng lọc môi trường nuôi cấy và điều kiện lên men tối ưu cho sinh tổng hợp transglutaminase của chủng <i>Streptomyces</i> sp. TG1G1.                                                                            | 11   | 24       |
| 46                | Lê Minh Quân, Trần Thanh Hải, Đỗ Hoàng Hán, Trần Lê Tuyết Châu                                                                             | Nghiên cứu điều chế vi cầu chứa bovine serum albumin ti alginat và chitosan.                                                                                                                                    | 11   | 29       |
| 47                | Hoàng Văn Thành, Hoàng Văn Thắng, Trần Hồng Văn, Cao Văn Lạng                                                                              | Chọn lọc cây trội Vũ hương ( <i>Cinnamomum balansae</i> H.Lec) phục vụ trồng rừng thâm canh cung cấp gỗ lớn tại tỉnh Lào Cai.                                                                                   | 11   | 37       |
| 48                | Nguyễn Thành Luân, Nguyễn Thị Mai Anh, Nguyễn Thảo Suương, Nguyễn Thị Nga, Nguyễn Như Trí, Nguyễn Văn Sáng                                 | Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ dinh dưỡng lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng hàu sữa ( <i>Crassostrea angulata</i> ) phục vụ chọn giống.                                                               | 11   | 42       |
| 49                | Trương Thị Chiên, Mai Vũ Hoàng Giang, Nguyễn Thị Hiền, Phạm Thành Đức, Phan Xuân Bình Minh, Vũ Xuân Tào                                    | Tuyển chọn các chủng vi nấm có khả năng sinh enzyme ngoại bào cao ứng dụng trong lên men quả bồ kết ( <i>Gleditsia australis</i> Hemsl.).                                                                       | 11   | 49       |
| 50                | Chu Thanh Bình, Nguyễn Việt Hà, Nguyễn Hữu Thắng, Đào Ngọc Ánh, Trần Bảo Trâm                                                              | Đánh giá khả năng kháng một số nấm bệnh thực vật của chủng xạ khuẩn <i>Streptomyces murinus</i> XKH6 phân lập từ đất trồng nghệ tại Hưng Yên.                                                                   | 11   | 55       |
| 51                | Nguyễn Hữu Văn, Phạm Trung Cảnh, Lại Văn Quyền, Phạm Thị Ngà, Phạm Văn Khôi                                                                | Mô hình phi tuyến ngược nóng mô phỏng dòng chảy sau vỏ đập trên nền đáy hạ lưu phức tạp dùng hệ tọa độ (b, s).                                                                                                  | 11   | 61       |
| 52                | Trương Xuân Hưng, Bùi Nam Dương, Nguyễn Đình Châu Minh, Trịnh Hoàng Quân, Nguyễn Đức Minh, Nguyễn Văn Thúc, Lê Thế Soát, Nguyễn Thị Phương | Phát triển bộ công cụ thực hành phân hệ xác định và điều khiển tư thế vệ liệu ADCS kit phục vụ đào tạo.                                                                                                         | 12   | 1        |
| 53                | Trần Hà, Nguyễn Thị Hồng, Vũ Văn Liệu, Vũ Thị Xen                                                                                          | Nghiên cứu chế tạo vật liệu Zinc phthalocyanines: Đặc trưng cấu trúc và tính chất quang.                                                                                                                        | 12   | 7        |
| 54                | Đinh Thị Hình, Trần Vũ Diễm Ngọc, Nguyễn Thị Thảo                                                                                          | Ảnh hưởng của BaSiO <sub>3</sub> lên hệ số biến dạng của gốm áp điện không chì nền Bi <sub>0.5</sub> Na <sub>0.5</sub> TiO <sub>3</sub> .                                                                       | 12   | 12       |

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                  |      |    |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
| 55                             | Nguyễn Trọng Hoàng Phong, Nguyễn Hồng Hoàng, Võ Hà Tuyết Hạnh, Lê Văn Toàn, Lê Xuân Cường, Phạm Thành Minh, Nguyễn Lê Anh, Lê Văn Diệp, Đinh Ngọc Bảo Nam, Mai Phước Minh Thành, Nguyễn Đăng Khoa, Hồ Hoàng Thắng, Đỗ Tâm Nhân, Trần Anh Thông, Bùi Duy Du | Nghiên cứu điều chế sản phẩm phản ứng Maillard của chitosan-glucose sử dụng chitosan chiếu xạ và thử nghiệm bảo quản dầu tây.                                                                                                    | 12   | 17 |
| 56                             | Đường Thị Su Sanl, Nguyễn Văn Thành                                                                                                                                                                                                                        | Phân lập và tuyển chọn nấm men lên men rượu vang khóm Tắc Cậu ( <i>Ananas comosus</i> ).                                                                                                                                         | 12   | 22 |
| 57                             | Lê Hồng Quang, Nguyễn Thị Minh Khanh, Nguyễn Thị Trang, Trần Thị Hải, Lê Văn Trọng                                                                                                                                                                         | Nghiên cứu xác định các thành phần dinh dưỡng và tác dụng chống oxy hóa của một số loại rau baby họ Cải.                                                                                                                         | 12   | 28 |
| 58                             | Nguyễn Văn Tâm, Nguyễn Quỳnh Nga, Nguyễn Thị Phương, Trịnh Văn Vương, Nguyễn Thị Hương, Trần Thị Lan                                                                                                                                                       | Kết quả xác định tên khoa học và phân tích hàm lượng allantoin của các mẫu Hoài sơn thu thập tại Đắk Lắk.                                                                                                                        | 12   | 32 |
| 59                             | Ngô Hồng Dương, Hoàng Đăng Hiếu, La Việt Hồng, Phạm Bích Ngọc                                                                                                                                                                                              | Ứng dụng hệ thống CRISPR/Cas9 trong chỉnh sửa gen ở <i>Bacillus</i> spp.                                                                                                                                                         | 12   | 36 |
| 60                             | Nguyễn Thị Mỹ Hạnh, Hoàng Thanh Tung, Hoàng Đức Khải, Nguyễn Thị Như Mai, Vũ Quốc Tuấn, Đỗ Mạnh Cường, Huỳnh Hữu Đức, Nguyễn Trường Giang, Hoàng Thị Như Phương, Bùi Văn Lê, Dương Tấn Nhựt                                                                | Sử dụng DNA barcode trong phân tích đa dạng di truyền và nhận diện một số loài Kiwi ( <i>Actinidia</i> spp.).                                                                                                                    | 12   | 42 |
| Khoa học Kỹ thuật và Công nghệ |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                  |      |    |
| 61                             | Cao Đức Danh, Lê Thế Tâm, Thái Văn Bình, Trần Thị Ngân, Lê Đăng Quang, Hồ Đình Quang, Nguyễn Cao Cường, Nguyễn Thị Hà, Lê Thị Thu Hiệp, Trần Phương Chi, Dương Thị Ngân                                                                                    | Nghiên cứu sản xuất và thử hoạt tính kháng nấm <i>Phytophthora</i> spp. gây thối quả và <i>Colletotrichum</i> spp. gây bệnh thán thư của chế phẩm sinh học nhựa dầu nghệ kết hợp với nano bạc và chitosan.                       | 1    | 42 |
| 62                             | Nguyễn Vũ Việt Linh, Phạm Thị Hằng, Huỳnh Đại Phú                                                                                                                                                                                                          | Ảnh hưởng của polysiloxane tới tính chất chống thấm và cơ tính của vải cotton.                                                                                                                                                   | 1    | 50 |
| 63                             | Nguyễn Thị Hạnh, Hắc Thị Nhung, Hoàng Văn Toàn, Lê Nhật Thủy Giang, Hoàng Mai Hà, Nguyễn Văn Tuyền                                                                                                                                                         | Nghiên cứu tổng hợp nano kẽm borate và đánh giá khả năng chống cháy của tổ hợp nano kẽm borate/phosphor đỏ/graphite giảm nở trên nền nhựa HDPE.                                                                                  | 1    | 56 |
| 64                             | Chu Việt Hà, Chu Thị Anh Xuân, Lô Thị Huế, Bùi Minh Quý, Khiếu Thị Tâm, Nguyễn Phương Thảo, Hồ Kim Dân, Lê Tiến Hà                                                                                                                                         | Tính chất quang của vật liệu Sr <sub>2</sub> TiO <sub>4</sub> pha tạp ion Eu <sup>3+</sup> chế tạo bằng phương pháp phản ứng pha rắn.                                                                                            | 1    | 62 |
| 65                             | Nguyễn Thị Ngọc Lan, Lê Hoàng Bích Nga, Trần Thanh Huyền, Trần Thị Thủy Quỳnh                                                                                                                                                                              | Xác nhận phương pháp xét nghiệm glucose máu trên máy đường huyết tại chỗ (POCT) Accu-check Inform II.                                                                                                                            | 1    | 68 |
| 66                             | Chu Thị Bích Phượng, Nguyễn Đức Hoàng, Phan Thị Phương Trang                                                                                                                                                                                               | Phát triển vector biểu hiện mang promoter P <sub>gac100</sub> được cảm ứng bởi IPTG và sáp nhập gen <i>gfp+</i> vào bộ gen vi khuẩn <i>Bacillus subtilis</i> tại locus <i>lacA</i> .                                             | 1    | 75 |
| 67                             | Hoàng Thị Diệp, Nguyễn Thị Ánh Dương, Nguyễn Kiến Thái Dương, Nguyễn Duy Vũ, Lưu Thị Quỳnh Trang, Trần Thị Thu Phương, Phạm Minh Triền                                                                                                                     | Nghiên cứu phát triển hệ thống tính toán dự báo và thu thập dữ liệu nghiên cứu sâu keo mùa thu trên cây ngô.                                                                                                                     | 3    | 38 |
| 68                             | Lê Văn Duy, Nguyễn Thái Thế, Trần Hoàng Phương, Nguyễn Anh Mai                                                                                                                                                                                             | Ứng dụng vật liệu chiết pha rắn tổng hợp từ chất lỏng ion trong phân tích một số thuốc trừ sâu họ carbamate.                                                                                                                     | 3    | 45 |
| 69                             | Trần Anh Sơn, Đoàn Đình Quân, Phạm Anh Vũ, Vũ Hồng Sơn, Hoàng Văn Hán, Phạm Thế Tân, Chu Văn Tuấn                                                                                                                                                          | Nghiên cứu ảnh hưởng của tốc độ biến dạng đến các tính chất chịu kéo của hợp kim Cu <sub>3</sub> Ni <sub>2</sub> đa tinh thể sử dụng phương pháp mô phỏng động lực phân tử.                                                      | 3    | 55 |
| 70                             | Trần Thế Quang, Nguyễn Hoàng Linh, Nguyễn Minh Sơn, Nguyễn Văn Hội, Đỗ Văn Trường                                                                                                                                                                          | Ảnh hưởng biến dạng đến đường cong điện trở của vật liệu PbTiO <sub>3</sub> cấu trúc lớp.                                                                                                                                        | 3    | 60 |
| 71                             | Ngô Thu Hương, Ngô Tiến Thọ, Nguyễn Đăng Hiền, Trương Quốc Phong, Trần Văn Sơn                                                                                                                                                                             | Đánh giá giá trị chẩn đoán của khay thử phát hiện nhanh kháng nguyên virus rubella.                                                                                                                                              | 3    | 65 |
| 72                             | Nguyễn Huy Vương, Trần Văn Quang, Nguyễn Thị Nhỏ, Phạm Tuấn, Vũ Bá Thao                                                                                                                                                                                    | Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của quá trình bốc hơi nước ngầm đến lượng bổ cấp tự nhiên của tầng chứa nước Holocene trong các giếng cát tỉnh Bến Tre, Việt Nam.                                                                  | 3    | 70 |
| 73                             | Nguyễn Trọng Bách, Đinh Văn Hiên                                                                                                                                                                                                                           | Ảnh hưởng của NaCl, CaCl <sub>2</sub> và sucrose đến tính chất lưu biến của agar từ rong cầu chỉ vàng ( <i>Gracilaria</i> ) tại Việt Nam.                                                                                        | 3    | 76 |
| 74                             | Nguyễn Thị Trang, Nguyễn Doan Trang, Lê Hoàng Đan, Lê Thị Ngọc Anh, Phạm Quang Anh, Ngô Toàn Anh, Nguyễn Thanh Sáng, Hoàng Thái Thanh, Hà Hữu Hào, Nguyễn Đức Như, Đỗ Thị Huyền Trang, Nguyễn Thanh Tuấn                                                   | Sàng lọc người mang đột biến gen <i>SRD5A2</i> gây thiếu hụt 5-alpha reductase 2 trên thai phụ Việt Nam.                                                                                                                         | 7    | 38 |
| 75                             | Trần Thành Thái, Võ Bích Xuân, Nguyễn Thị Mỹ Yến, Trần Thị Hoàng Yến, Nguyễn Xuân Đồng, Phạm Thanh Lưu, Ngô Xuân Quảng                                                                                                                                     | Ảnh hưởng của độ mặn và vị trí địa lý các cửa sông Mê Kông lên mật độ và sinh khối của tôm trướng <i>Macrobrachium equidens</i> Dana, 1852 (Crustacea, Palaemonidae).                                                            | 7    | 43 |
| 76                             | Vũ Văn Tuấn, Vũ Thị Huyền Trang, Triệu Thị Hương                                                                                                                                                                                                           | Nghiên cứu bảo chế gel rửa tay Chè xanh.                                                                                                                                                                                         | 7    | 51 |
| 77                             | Nguyễn Ngọc Hiếu, Cao Kim Xoa, Dương Hoàng Kim Kiều, Huỳnh Quang Khánh, Hồ Khánh Đức                                                                                                                                                                       | Đánh giá kết quả sớm chẩn đoán và điều trị tổn thương động mạch khoeo trong chấn thương vùng gối tại Bệnh viện Bình Dân.                                                                                                         | 7    | 55 |
| 78                             | Trần Nam Chung, Đặng Hồng Hoa, Bùi Sơn Nhật, Đặng Chi Hiếu, Nguyễn Văn Hùng, Trần Văn Khánh                                                                                                                                                                | Tổng quan được điều trị và đặc điểm lâm sàng, cận lâm sàng ở người bệnh lỵ đường cơ vùng đại chỉ.                                                                                                                                | 7    | 62 |
| 79                             | Trịnh Ngọc Ái, Ngô Khắc Nhu, Nguyễn Tấn Thanh, Lê Cao Thắng, Nguyễn Tiến Dũng                                                                                                                                                                              | Đánh giá đặc điểm các dòng GI (trong phức trạng giống lúa mà Tàì Nguyên ( <i>Oryza sativa</i> ) tại tỉnh Trà Vinh.                                                                                                               | 7    | 67 |
| 80                             | Lê Thị Hồng Thắm, Trần Thị Hải Yến, Vũ Thị Minh Thư, Nguyễn Việt Tuấn, Nguyễn Minh Thành                                                                                                                                                                   | Phân tích gen biểu hiện của buồng trứng tôm sú ( <i>Penaeus monodon</i> ) liên quan đến tình trạng sinh sản dựa vào hệ gen tham chiếu.                                                                                           | 7    | 74 |
| 81                             | Lê Văn Thuận, Đào Việt Hải, Nguyễn Thái Hợp                                                                                                                                                                                                                | Nghiên cứu, thiết kế máy tự động cắt thuốc phóng NDSI-2K và ΦCT-2.B41M.                                                                                                                                                          | 8    | 31 |
| 82                             | Nguyễn Thị Thơm, Phạm Thị Năm, Trương Thị Nam, Đinh Thị Mai Thanh, Trần Đại Lâm                                                                                                                                                                            | Phát triển cảm biến điện hóa PANI-CNT mang xúc tác NiO ứng dụng trong phát hiện methanol.                                                                                                                                        | 8    | 38 |
| 83                             | Phạm Thị Lan Hương, Nguyễn Văn Giang, Hoàng Quang Bắc, Nguyễn Văn Quang                                                                                                                                                                                    | Phát xạ hồng ngoại gần của vật liệu Li <sub>2</sub> ZnSn <sub>3</sub> O <sub>8</sub> pha tạp Cr <sup>3+</sup> được chế tạo bằng phản ứng pha rắn.                                                                                | 8    | 46 |
| 84                             | Bùi Thị Thu Trang, Hoàng Thị Huế, Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Nguyễn Thị Hoài Thương                                                                                                                                                                             | Nghiên cứu thực trạng phát sinh và thu gom chất thải từ vỏ lon nhôm ở các hộ gia đình thị trấn Bắc Từ Liêm, thành phố Hà Nội.                                                                                                    | 8    | 51 |
| 85                             | Phạm Cao Thắng, Phạm Anh Tuấn, Nguyễn Duy Lâm                                                                                                                                                                                                              | Tối ưu hóa một số yếu tố công nghệ tiền xử lý bằng thủy phân enzyme pullulanase kết hợp quá trình thủy nhiệt để sản xuất tinh bột kháng tiêu hóa RS3 từ nguyên liệu bột gạo.                                                     | 8    | 57 |
| 86                             | Trần Phương Chi, Hoàng Thị Lê Hằng, Trần Đình Thắng                                                                                                                                                                                                        | Nghiên cứu ảnh hưởng của tiền xử lý lạnh đông và lên men nội sinh đến chất lượng và thời gian chế biến hành đen bằng phương pháp nhiệt ẩm.                                                                                       | 8    | 64 |
| 87                             | Cao Kim Xoa, Lê Bảo Trà Giang, Nguyễn Ngọc Hiếu, Nguyễn Hoàng Bảo Hán, Trương Thị Ngọc Diễm, Tăng Hà Nam Anh                                                                                                                                               | Đánh giá hiệu quả của collagen đường uống trong điều trị thoái hoá khớp gối: Một phân tích gộp.                                                                                                                                  | 8    | 70 |
| 88                             | Ngô Thị Huyền, Nguyễn Xuân Vinh, Trần Bình Giang, Lê Thị Kim Nhung, Đinh Hồng Thái, Trần Đăng Thanh                                                                                                                                                        | Bước đầu đánh giá hiệu quả của quản trị tình gọn tối quy trình khám bệnh ngoại trú tại Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức.                                                                                                              | 8    | 76 |
| 89                             | Lê Thanh Bình, Trương Minh Ngọc, Võ Đình Quang, Phan Thị Phương Trang                                                                                                                                                                                      | Phân lập và tuyển chọn các chủng xạ khuẩn <i>Streptomyces</i> có khả năng đối kháng vi khuẩn <i>Ralstonia pseudosolanacearum</i> T2C-Rasto gây bệnh héo xanh trên cây dưa leo.                                                   | 10ĐB | 42 |
| 90                             | Nguyễn Bá Thọ, Đỗ Thị Mai Trinh, Nguyễn Thị Liên, Trương Minh Ngọc, Nguyễn Văn Vinh                                                                                                                                                                        | Phân lập và tuyển chọn một số chủng vi sinh có khả năng khử khí hydrogen sulfide từ phân chim Yến.                                                                                                                               | 10ĐB | 49 |
| 91                             | Ngô Hải Long, Lưu Hoàng Đạt, Đỗ Việt Hoàng, Lê Văn Bình, Cao Khắc Thiện, Hoàng Ngọc Nhân, Bành Quốc Tuấn                                                                                                                                                   | Chế tạo laser quang sợi công suất cao - Báo cáo số 1: Nghiên cứu phát triển mạch điều khiển bom laser diode công suất cao.                                                                                                       | 10ĐB | 53 |
| 92                             | Nguyễn Quang Hải, Nguyễn Bá Thi, Giang Mạnh Khôi, Phạm Chi Hiếu                                                                                                                                                                                            | Đề xuất phương pháp sử dụng thị giác máy trong đánh giá độ chính xác của cánh tay robot IRB 4600 tại Viện Ứng dụng Công nghệ.                                                                                                    | 10ĐB | 59 |
| 93                             | Nguyễn Văn Thành, Nguyễn Thanh Hợp, Đặng Thị Thu Hồng, Nguyễn Văn Tích, Lê Thị Giang                                                                                                                                                                       | Khảo sát tính chất bề mặt lớp phủ TiN và CrN trên nền thép SKD61 thấm nitơ theo công nghệ xử lý bề mặt duplex.                                                                                                                   | 10ĐB | 64 |
| 94                             | Đặng Thảo Yên Linh, Nguyễn Tiến Đạt, Đoàn Hoàng Linh, Nguyễn Ngọc Diệp, Trương Thị Nguyệt Ánh, Chu Xuân Quang                                                                                                                                              | Nghiên cứu sự ảnh hưởng của hàm lượng và phương pháp xử lý sợi thủy tinh đến tính chất của hạt nhựa compound chế tạo từ nhựa polyethylen tỷ trọng cao tái chế gia cường sợi thủy tinh ngắn bằng phương pháp ép đùn hai trục vít. | 10ĐB | 69 |
| 95                             | Đặng Hồng Ánh, Phạm Thị Thu, Nguyễn Thu Vân, Giang Thế Việt, Nguyễn Thị Thanh Mai, Trần Bảo Trâm                                                                                                                                                           | Nghiên cứu công nghệ sản xuất rượu trắng từ hạt tam giác mạch thu hoạch tại Hà Giang.                                                                                                                                            | 10ĐB | 75 |
| 96                             | Nguyễn Sáng, Phạm Anh Tuấn, Lê Hà Hải, Trần Thị Thu Hoài                                                                                                                                                                                                   | Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ sáp ong, sáp cọ và carboxymethyl cellulose đến đặc tính hóa lý của chế phẩm tạo màng và khả năng bảo quản quả chanh leo tím.                                                                      | 11   | 66 |
| 97                             | Dương Đức Hùng, Dương Công Nguyễn, Trần Thị Hằng                                                                                                                                                                                                           | Bảo quản lạnh sâu mô van tim người để ghép tại Ngân hàng Mô, Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức từ năm 2018 đến năm 2023.                                                                                                               | 11   | 76 |
| 98                             | Trần Nguyễn Phương Lan, Nguyễn Thanh Ty, Mai Thị Thu Suong, Ngô Trương Ngọc Mai, Nguyễn Minh Nhựt, Cao Lưu Ngọc Hạnh, Lê Phan Hưng, Phạm Thị Năm                                                                                                           | Tổng hợp và đặc trưng của vật liệu hydroxyapatite từ xương lợn bằng phương pháp thủy nhiệt.                                                                                                                                      | 12   | 49 |
| 99                             | Lê Thanh Ninh, Nguyễn Thị Tinh, Bùi Thị Thu Huyền, Đỗ Nữ Quỳnh, Vi Đại Lâm, Nguyễn Tiến Dũng                                                                                                                                                               | Ảnh hưởng của dung môi đến hiệu quả thu nhận hợp chất polyphenol và hoạt tính chống oxy hóa của cao chiết lá ôi ( <i>Psidium guajava</i> L.).                                                                                    | 12   | 54 |
| 100                            | Nguyễn Trọng Bách, Nguyễn Thị Ngọc Ánh                                                                                                                                                                                                                     | Ảnh hưởng của một số yếu tố đến trạng thái và tính chất lưu biến của gelatin tách chiết từ da cá tra ( <i>Pangasius</i> ) ở Việt Nam.                                                                                            | 12   | 60 |
| 101                            | Dương Đức Hùng, Nguyễn Văn Chính, Trần Thị Hằng                                                                                                                                                                                                            | Tình hình nhiễm khuẩn các sản phẩm mô ghép đồng loài tại Ngân hàng Mô, Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức.                                                                                                                              | 12   | 65 |
| 102                            | Trần Thị Hồng, Dương Thị Phương Nhung                                                                                                                                                                                                                      | Giải pháp phát triển sản phẩm OCOP của huyện Sơn Dương, tỉnh Tuyên Quang.                                                                                                                                                        | 12   | 71 |
| Khoa học Y - Dược              |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                  |      |    |
| 103                            | Nguyễn Hòa, Vũ Văn Du, Nguyễn Thị Như Quỳnh, Nguyễn Lê Văn, Đỗ Ngọc Ánh                                                                                                                                                                                    | Xác định các kiểu gen và phân tích đa hình gen <i>ompA</i> của <i>Chlamydia trachomatis</i> phân lập từ đường sinh dục của phụ nữ Việt Nam bị vô sinh.                                                                           | 2    | 1  |
| 104                            | Nguyễn Thị Lê Thủy, Nguyễn Minh Tuấn, Phạm Thị Kim Trâm, Nguyễn Đăng Quân                                                                                                                                                                                  | Biểu hiện và tính chế đoạn rút gọn peptide ngoại bào của enzyme chuyển đổi angiotensin 2 (trhACE2) có khả năng gắn với protein gai của SARS-CoV-2.                                                                               | 2    | 8  |
| 105                            | Pisey Chantha, Nguyễn Thành Khiêm, Nguyễn Hàm Hội, Nguyễn Ngọc Hưng, Trần Hữu Học, Lương Tuấn Hiệp, Đỗ Văn Minh, Đỗ Hải Đăng, Nguyễn Thế Duy, Phạm Hồng Quảng                                                                                              | Đánh giá kết quả kỹ thuật nội tử - ruột kiểu Blumgart theo Satoei cải biến trong phẫu thuật cắt khối tá tụy tại Bệnh viện Bạch Mai.                                                                                              | 2    | 14 |
| 106                            | Nguyễn Xuân Phúc, Đoàn Văn Viên, Trần Mạnh Hùng                                                                                                                                                                                                            | Xây dựng mô hình đánh giá con tăng huyết áp trên chuột nhắt.                                                                                                                                                                     | 2    | 20 |
| 107                            | Nguyễn Thanh Bình, Nguyễn Thị Thu Hiền, Ngô Thái Minh Quân, Dương Phương Thanh, Trần Thị Thanh Thủy, Nhan Ngọc Hiền, Nguyễn Khánh Hoà, Hoàng KC Hương, Nguyễn Tuấn Kiệt, Nguyễn Minh Cấn, Huỳnh Duy Thảo                                                   | Ứng dụng màng collagen từ màng ôi người làm giá thể nuôi cấy tế bào bầm dính trong kỹ nghệ mô.                                                                                                                                   | 2    | 26 |
| 108                            | Lê Quang Trí, Phan Hữu Hùng, Vũ Thị Thanh Tâm, Trương Gia Hoa, Trần Nguyễn Như Hiếu, Hoàng Thị Diệu Thuận, Trần Lê Bảo Hà, Tô Minh Quân, Nguyễn Thị Ngọc Mỹ, Đoàn Nguyên Vũ                                                                                | Đánh giá bước đầu ứng dụng gel protein tự thân hỗ trợ ghép da trong điều trị vết thương mất da diện rộng.                                                                                                                        | 2    | 32 |
| 109                            | Phan Đặng Thái Phương, Nguyễn Thủy Dương, Vũ Văn Ba                                                                                                                                                                                                        | Độ hữu thụ hạt phấn ở một số thời điểm nở hoa trong ngày khác nhau và ảnh hưởng đến khả năng kết hạt của một số giống khổ qua ( <i>Momordica charantia</i> L.) trồng tại TP Hồ Chí Minh.                                         | 2    | 39 |
| 110                            | Thân Thị Trang Uyên, Trịnh Phương Đông, Nguyễn Thu Huyền, Hoàng Hương Diễm, Nguyễn Thanh Liêm                                                                                                                                                              | Phân tích biểu hiện một số cytokine và yếu tố tăng trưởng tế bào trong dịch não tủy của bệnh nhân rối loạn co tròn, viêm tủy cắt ngang và liệt.                                                                                  | 5    | 1  |

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                     |    |    |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| 111                                | Nguyễn Đức Phúc, Nguyễn Quỳnh Anh                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Hiệu quả nuôi ăn qua sonde bằng súp nhỏ giọt cho người bệnh tại Bệnh viện Hữu nghị Đa khoa Nghệ An.                                                                                                 | 5  | 7  |
| 112                                | Đỗ Thị Thu Hiền, Nguyễn Thị Hoa, Nguyễn Thị Kim Tiên                                                                                                                                                                                                                                                                          | Mối liên quan giữa kháng thể kháng Topoisomerase I với tổn thương một số cơ quan trong bệnh xơ cứng bì hệ thống tại Bệnh viện Da liễu Trung ương.                                                   | 5  | 12 |
| 113                                | Phạm Thị Hà Trang, Trương Văn Hạnh, Trần Thanh Dương, Hoàng Đình Cảnh                                                                                                                                                                                                                                                         | Nghiên cứu chế tạo kit LAMP chẩn đoán sản lá gan nhỏ <i>Clonorchis sinensis</i> nhiễm trên người.                                                                                                   | 5  | 18 |
| 114                                | Nguyễn Thị Phương Thủy, Hứa Hoàng Oanh                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Đánh giá tác dụng giảm đau của cao đặc chiết xuất từ Bìm bịp, Ngũ trảo, Thanh táo và Lá lốt trên thực nghiệm.                                                                                       | 5  | 24 |
| 115                                | Đào Gia Bách, Đoàn Thị Thùy Linh, Lưu Thị Thùy Ngân, Lê Thị Hợi                                                                                                                                                                                                                                                               | Phân lập, tuyển chọn và đánh giá đặc tính các chủng <i>Bacillus</i> tiềm năng ứng dụng cho chế phẩm probiotic.                                                                                      | 5  | 29 |
| 116                                | Hoàng Giang, Trịnh Hồng Sơn, Phạm Việt Cường                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Các tiếp cận quản lý danh sách người bệnh chờ ghép thận.                                                                                                                                            | 5  | 34 |
| 117                                | Nguyễn Tuấn Linh, Đoàn Quang Huy                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Mô hình bệnh tật tại Khoa Y học Cổ truyền một số bệnh viện huyện tỉnh Quảng Bình.                                                                                                                   | 5  | 40 |
| 118                                | Nguyễn Ngọc Diệp, Đoàn Hoàng Linh, Nguyễn Tiến Đạt, Đặng Thảo Yến Linh, Trương Thị Nguyệt Ánh                                                                                                                                                                                                                                 | Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến tính chất của vật liệu phân hủy sinh học chế tạo từ nhựa polyhydroxyalkanoates gia cường cellulose và khuẩn.                                                    | 9  | 1  |
| 119                                | Nguyễn Xuân Bách, Nguyễn Hữu Tư, Phạm Thanh Sơn, Ngô Quang Minh                                                                                                                                                                                                                                                               | Thiết kế cấu trúc nano học tuần hoàn 2D tạo hiệu ứng cộng hưởng plasmon bề mặt vùng hồng ngoại gần ứng dụng cho cảm biến.                                                                           | 9  | 7  |
| 120                                | Thái Hạnh Dung, Trịnh Thị Minh, Ngô Ánh Ngọc, Nguyễn Thị Ngân Giang, Trần Văn Tuấn                                                                                                                                                                                                                                            | Bước đầu nghiên cứu chuyển gen vào chủng nấm sợi thực phẩm <i>Aspergillus luchuensis</i> AL1 sử dụng vi khuẩn <i>Agrobacterium tumefaciens</i> .                                                    | 9  | 12 |
| 121                                | Lê Thị Hoàng Yến, Đồng Thị Hoàng Anh, Lê Thị Thanh Huyền, Nguyễn Duy Trinh, Trịnh Tam Kiệt                                                                                                                                                                                                                                    | Tổng quan về phân loại nấm Thượng hoàng <i>Tropicoporus linteus</i> ( <i>Phellinus linteus</i> ) và một số góc nhìn mới về nấm Thượng hoàng ở Việt Nam.                                             | 9  | 18 |
| 122                                | Đỗ Thị Mai Trinh, Lê Thanh Bình, Hồ Thị Nguyệt, Nguyễn Đào Thanh Hương, Nguyễn Thị Liên, Đặng Ngọc Tân, Trương Minh Ngọc                                                                                                                                                                                                      | Phân lập, tuyển chọn chủng <i>Bacillus</i> có khả năng phòng trừ sâu đầu đen ( <i>Opisina arenosella</i> Walker) gây hại trên cây dưa tại tỉnh Bến Tre.                                             | 9  | 26 |
| 123                                | Vũ Xuân Tào, Trần Bảo Trám, Đào Ngọc Ánh, Trương Thị Chiên, Bùi Lan Phương, Đỗ Thị Kim Trang                                                                                                                                                                                                                                  | Nghiên cứu chọn giống nấm <i>Cordyceps militaris</i> mang gen giới tính đơn cho năng suất, chất lượng quả thể cao và ổn định.                                                                       | 9  | 33 |
| 124                                | Hoàng Ngọc Nhân, Khổng Minh Đăng, Phạm Chí Công                                                                                                                                                                                                                                                                               | Nghiên cứu thiết kế hệ thống giám sát không dây, từ xa hàm lượng nước trong đầu máy biến áp truyền tải.                                                                                             | 9  | 39 |
| 125                                | Trần Thị Hải, Nguyễn Khánh Linh, Phạm Quang Anh, Nguyễn Thị Hòa, Nguyễn Hải Hà                                                                                                                                                                                                                                                | Báo cáo ca bệnh rối loạn dự trữ glycogen do đột biến di hợp tử phức trên gen <i>G6PC</i> .                                                                                                          | 9  | 44 |
| 126                                | Dương Đức Hùng, Dương Công Nguyên, Trần Thị Hằng                                                                                                                                                                                                                                                                              | Đặc điểm các mảnh xương sọ bảo quản để ghép tự thân tại Ngân hàng Mổ, Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức.                                                                                                  | 9  | 49 |
| 127                                | Nguyễn Võ Tuyết Như, Nguyễn Thị Ái Nhi, Đỗ Quang Dương, Nguyễn Đức Hạnh                                                                                                                                                                                                                                                       | Tối ưu hoá công thức viên nén dập thẳng chứa cao khô sassy phun Mặt nhân ( <i>Eurycoma longifolia</i> Jack).                                                                                        | 9  | 53 |
| 128                                | Triệu Quốc Vương, Nguyễn Trần Ngọc Vi, Nguyễn Hữu Lạc Thủy, Trương Ngọc Tuyền                                                                                                                                                                                                                                                 | Tổng hợp và tiêu chuẩn hóa tập chất liên quan aceclofenac ethyl ester và aceclofenac benzyI ester của dược chất aceclofenac.                                                                        | 9  | 60 |
| <b>Khoa học Nông nghiệp</b>        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                     |    |    |
| 129                                | Giang Thị Thanh Nhân, Phạm Thị Phương Mai, Nguyễn Văn Ba, Trần Thị Thu Thủy, Nguyễn Thị Quỳnh Châu, Trần Thị Hậu, Hoàng Thị Áu, Nguyễn Khánh Vân, Lưu Quang Minh, Phạm Đoàn Lân                                                                                                                                               | Phân tích hệ gen ty thể và mối quan hệ phát sinh chủng loại của gà Móng.                                                                                                                            | 2  | 44 |
| 130                                | Lê Thế Biên, Hoàng Thanh Tùng, Nguyễn Thị Như Mai, Hoàng Đức Khải, Đỗ Mạnh Cường, Trương Hoài Phong, Vũ Quốc Luận, Bùi Văn Thế Vinh, Dương Tấn Nhựt                                                                                                                                                                           | Phát sinh hình thái <i>in vitro</i> , hoạt tính enzyme kháng oxy hóa và tích lũy hợp chất thứ cấp của mẫu lông thân cây Diệp hạ châu đắng ( <i>Phyllanthus amarus</i> ) dưới điều kiện Clnostat 2D. | 2  | 49 |
| 131                                | Dương Văn Đoàn, Trần Thị Thu Thảo, Bùi Trí Thúc, Nguyễn Mạnh Tuấn, Nguyễn Tiến Dũng                                                                                                                                                                                                                                           | Xác định mối quan hệ di truyền của một số dòng Keo lá tràm ( <i>Acacia auriculiformis</i> ) bằng chỉ thị ISSR.                                                                                      | 2  | 55 |
| 132                                | Trương Phước Thiên Hoàng, Lê Thị Thảo Như, Lê Hoàng Phúc, Trần Trọng Nghĩa, Đào Uyên Trân Đa                                                                                                                                                                                                                                  | Thành phần và tần suất xuất hiện của nấm rễ nội cộng sinh (Arbuscular mycorrhizal fungi) trong đất vùng rẫy và rẫy cây rau trồng tại TP Hồ Chí Minh.                                                | 2  | 60 |
| 133                                | Phan Thị Thu Hiền, Nguyễn Thị Kim Anh, Lê Thị Tuyết Châm, Vũ Thị Thủy Hằng                                                                                                                                                                                                                                                    | Nghiên cứu nhân nhanh hai giống cúc đồng tiền cổ ( <i>Gerbera jamesonii</i> Bolus) bằng kỹ thuật nuôi cấy <i>in vitro</i> .                                                                         | 2  | 66 |
| 134                                | Lê Minh Tường, Lê Hồng Nhiều, Lê Quốc Việt, Nguyễn Quang Dũng, Nguyễn Văn Tập                                                                                                                                                                                                                                                 | Khả năng đối kháng của các chủng xạ khuẩn đối với nấm <i>Colletotrichum</i> sp. gây bệnh thán thư hại sầu riêng.                                                                                    | 2  | 75 |
| 135                                | Phan Thị Thu Hiền, Nguyễn Thị Ngọc Đình, Lê Thị Tuyết Châm                                                                                                                                                                                                                                                                    | Ảnh hưởng của một số loại phân hữu cơ đến sinh trưởng, năng suất và chất lượng dưa chuột ( <i>Cucumis sativus</i> L.) trồng tại Vĩnh Phúc trong điều kiện nhà lưới.                                 | 5  | 43 |
| 136                                | Lê Tài Khang, Phạm Văn Ngân, Nguyễn Văn Lam, Nguyễn Phương Tùng, Đinh Thị Ngọc, Lê Thành Phụng, Nông Quang Thiện                                                                                                                                                                                                              | Ảnh hưởng của thời vụ đón nuôi hom, bón phân và tia cạnh đến năng suất hom giống Sứ cam ( <i>Camellia oleifera</i> Abel).                                                                           | 5  | 48 |
| 137                                | Nguyễn Thị Lai, Nguyễn Thị Bình, Nguyễn Thị Ngọc Bích, Phạm Minh Khoa                                                                                                                                                                                                                                                         | Nhân giống <i>in vitro</i> cây lan Hoàng thảo U lồi ( <i>Dendrobium wardianum</i> ).                                                                                                                | 5  | 52 |
| 138                                | Nguyễn Bá Nam, Lương Vũ Mai Quỳnh, Lê Trịnh Huy Trà, Lê Ngọc Triệu, Nguyễn Văn Bình, Phan Hoàng Đại, Lê Thế Biên, Trần Hiếu, Hoàng Thanh Tùng, Dương Tấn Nhựt                                                                                                                                                                 | Xác định đa dạng di truyền bằng chỉ thị phân tử và khả năng tái sinh chồi <i>in vitro</i> của các giống dâu tằm tỵ Lâm Đồng.                                                                        | 5  | 57 |
| 139                                | Nguyễn Vũ Hùng, Trần Khánh Linh, Nguyễn Thị Thanh Lợi, Lê Trọng Tài, Ngô Cao Cường                                                                                                                                                                                                                                            | Hiệu quả hiệp đồng kháng nấm gây hại vật liệu gỗ của hoạt chất preventol, α-bromo-cinnamaldehyde và đồng sunfat.                                                                                    | 5  | 64 |
| 140                                | Đoàn Thị Kiều Tiên, Nguyễn Hồ Anh Trung, Huỳnh Nguyễn Thúy Quỳnh, Huỳnh Thị Ngọc Mi, Nguyễn Ngọc Thanh, Huỳnh Xuân Phong                                                                                                                                                                                                      | Đánh giá khả năng lên men của <i>Saccharomyces cerevisiae</i> HG1.3 và điều kiện bảo quản rượu vang trái giac.                                                                                      | 5  | 70 |
| 141                                | Lê Thanh Tùng, Phạm Thị Mát                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Nghiên cứu ảnh hưởng kích thước mẫu cây tói khả năng tái sinh chồi trực tiếp rong sụn <i>Kappaphycus alvarezii</i> (Rhodophyta, Solieriaceae) ở Việt Nam.                                           | 5  | 75 |
| 142                                | Đỗ Thị Thu Hiền, Nguyễn Thị Thảo Nhi                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Ứng dụng kỹ thuật Immunoblot (ANA 23 Profile) trong xét nghiệm phát hiện tự kháng thể trên bệnh nhân xơ cứng bì hệ thống.                                                                           | 6  | 58 |
| 143                                | Trần Thị Lan, Nguyễn Thị Trang, Phạm Văn Tuyền, Phạm Cẩm Phương, Nguyễn Thuận Lợi, Đào Thị Huyền Trang, Dương Danh Bộ, Hoàng Xuân Cường, Biện Văn Hoàn                                                                                                                                                                        | Mối liên quan giữa đột biến gen <i>BRAF</i> V600E với một số đặc điểm tiến triển trong ung thư biểu mô tuyến giáp thể nhũ ≤1,5 cm.                                                                  | 6  | 63 |
| 144                                | Tiền Hải Lý, Nguyễn Thị Kiều, Nguyễn Thị Thùy Nhi, Phạm Văn Tùng, Ngô Như Ý, Huỳnh Long Toàn, Nguyễn Võ Châu Ngân                                                                                                                                                                                                             | Đánh giá ô nhiễm môi trường từ hoạt động nuôi tôm tại tỉnh Sóc Trăng.                                                                                                                               | 6  | 67 |
| 145                                | Đặng Thuỳ Hà, Trần Minh Điền, Phùng Thị Bích Thủy, Nguyễn Thị Việt Hà, Bùi Thị Phương Anh, Vũ Hải Yến, Lương Thị Minh, Nguyễn Thị Thu Trang, Phạm Thị Thanh Nga, Nguyễn Thị Ngọc Hồng, Lê Thị Hương, Nguyễn Văn Ngaoan, Nguyễn Minh Hằng, Trịnh Thị Hương, Bùi Thị Huyền, Võ Thị Ngọc Hào, Nguyễn Thị Văn Anh, Nguyễn Hoà Anh | Thử nghiệm đánh giá an toàn và tác dụng của sản phẩm bảo từ lợi khuẩn <i>Bacillus</i> trên trẻ em tiêu chảy kéo dài.                                                                                | 6  | 73 |
| 146                                | Trần Quốc Nhân                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Thực trạng và giải pháp thúc đẩy nông dân sản xuất cây ăn trái theo tiêu chuẩn VietGAP ở tỉnh Hậu Giang.                                                                                            | 9  | 68 |
| 147                                | Lê Đức Thắng                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Chọn lọc cây trậi Thanh mai ( <i>Myrica esculenta</i> Buch.-Ham.ex D.Don) với mục tiêu lấy quả tại huyện Văn Đồn, tỉnh Quảng Ninh.                                                                  | 9  | 74 |
| <b>Khoa học Xã hội và Nhân văn</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                     |    |    |
| 148                                | Nguyễn Thị Thu Liên, Trần Thị Phương Anh, Trần An Khánh, Vũ Hoàng Minh, Trần Hà Mỹ                                                                                                                                                                                                                                            | Xây dựng mô hình nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến tỷ lệ sơ hữu của khối ngoại tại các doanh nghiệp tái chính mình yết trên sàn giao dịch chứng khoán Việt Nam.                                  | 4  | 1  |
| 149                                | Vũ Thị Ánh Tuyết                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Tác động của hoạt động logistics xanh và chất lượng dịch vụ trong lĩnh vực thương mại điện tử đến sự hài lòng của khách hàng.                                                                       | 4  | 10 |
| 150                                | Đình Phạm Hiền, Đoàn Anh Tuấn, Phạm Thị Mỹ Dung, Đinh Đức Hiếu                                                                                                                                                                                                                                                                | Thức đẩy chăn nuôi bò thịt tại các vùng chăn nuôi tập trung của TP Hà Nội.                                                                                                                          | 4  | 17 |
| 151                                | Huỳnh Thị Ánh Phương, Bùi Quang Dũng                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Quyền tiếp cận giáo dục của trẻ em khuyết tật ở Việt Nam: Khung pháp luật và thực tiễn.                                                                                                             | 4  | 23 |
| 152                                | Nguyễn Tiến Dũng, Lê Thị Hoa Sen, Hoàng Gia Hùng, Nguyễn Văn Chung, Hoàng Dũng Hà                                                                                                                                                                                                                                             | Nghêo đa chiều của hộ dân tộc thiểu số: Nghiên cứu trường hợp tại huyện A Lưới, tỉnh Thừa Thiên Huế.                                                                                                | 4  | 26 |
| 153                                | Bùi Thị Thu Trang, Hoàng Thị Huế                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Hiện trạng phát sinh, phân loại, thu gom và vận chuyển chất thải rắn sinh hoạt tại huyện Hải Hậu, tỉnh Nam Định.                                                                                    | 4  | 34 |
| 154                                | Nguyễn Hoàng Nam, Dương Kim Thế Nguyễn                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Đề xuất hoàn thiện pháp luật về hoạt động môi giới chứng khoán tại Việt Nam.                                                                                                                        | 4  | 41 |
| 155                                | Nguyễn Ngọc Duy Uyên                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Kinh nghiệm nước ngoài đối với trách nhiệm bồi thường thiệt hại về tinh thần do vi phạm hợp đồng và bài học kinh nghiệm cho Việt Nam.                                                               | 4  | 45 |
| 156                                | Nguyễn Thanh Bình, Hồ Chí Thịnh, Đặng Kiều Nhân                                                                                                                                                                                                                                                                               | Xây dựng chỉ số tổng hợp đo lường năng lực thích ứng với biến đổi khí hậu cấp huyện ở 3 tỉnh ven biển Đồng bằng sông Cửu Long.                                                                      | 4  | 54 |
| 157                                | Nguyễn Thị Hồng Diệp, Huỳnh Thị Thu Hương, Đinh Dương Khang, Nguyễn Trọng Nguyễn                                                                                                                                                                                                                                              | Đánh giá sự thay đổi cơ cấu mùa vụ dưới tác động của đề bao ngăn lũ vùng Tứ giác Long Xuyên giai đoạn 2005-2020.                                                                                    | 4  | 60 |
| 158                                | Đào Xuân Chúc, Đỗ Văn Học                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Vấn đề vận dụng lý luận xác định giá trị tài liệu lưu trữ nghe - nhìn vào thực tiễn.                                                                                                                | 4  | 65 |
| 159                                | Nguyễn Văn Hiệp                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Quyền ngôn ngữ và những nhân tố ảnh hưởng đến sự lựa chọn chữ viết của người dân tộc thiểu số: Trường hợp chữ Mông ở Việt Nam.                                                                      | 4  | 71 |
| 160                                | Tạ Hồng Linh                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Ký hiệu thân thể người da đen trong <i>Get Out</i> (2017) và <i>Us</i> (2019) của đạo diễn Jordan Peele.                                                                                            | 4  | 76 |
| 161                                | Trần Thị Thắm, Huỳnh Tấn Phong, Lê Minh Luật                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Mô hình tích hợp SCOR và DEMATEL đánh giá rủi ro trong chuỗi cung ứng lạnh nông sản.                                                                                                                | 10 | 1  |
| 162                                | Bùi Thị Kim Thanh, Võ Thị Ánh Nguyệt, Nguyễn Thị Ngọc Lan                                                                                                                                                                                                                                                                     | Nghiên cứu sự khác biệt trong thu nhập hộ gia đình: Trường hợp tỉnh An Giang.                                                                                                                       | 10 | 8  |
| 163                                | Nguyễn Thành Công, Đặng Nhật Sơn, Nguyễn Tiến Đạt                                                                                                                                                                                                                                                                             | Chia sẻ thông tin tín dụng và rủi ro phá sản ngân hàng thương mại.                                                                                                                                  | 10 | 12 |
| 164                                | Nguyễn Văn Căn, Nguyễn Thị Lệ Thủy, Nguyễn Khánh Duy                                                                                                                                                                                                                                                                          | Ứng dụng IoT với thương mại điện tử trong kế hoạch sản xuất và phân phối nông sản hướng đến số hóa chuỗi cung ứng.                                                                                  | 10 | 21 |
| 165                                | Nguyễn Mai Hoa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Nghiên cứu xây dựng hệ số thái thái thái rắn y tế nguy hại cho tỉnh Quảng Ninh và Hà Nam.                                                                                                           | 10 | 28 |
| 166                                | Đặng Thị Thái Hà                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Vấn chương nữ Việt Nam đầu thế kỷ XX từ góc nhìn ngôn ngữ và nữ giới trong bối cảnh thuộc địa.                                                                                                      | 10 | 33 |
| 167                                | Cao Dương Cảnh                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Người đồng tính dưới góc nhìn của các tôn giáo hiện nay.                                                                                                                                            | 10 | 40 |
| 168                                | Nguyễn Khánh Hoàng                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Triết lý nhân sinh tổng quát của nghệ thuật “đơn ca tài tử”.                                                                                                                                        | 10 | 51 |
| 169                                | Nguyễn Xuân Hoàng, Vũ Minh Hải, Lê Hoàng Việt, Nguyễn Hiếu Trung                                                                                                                                                                                                                                                              | Thực trạng và xu hướng quản lý chất thải rắn sinh hoạt khu vực Đồng bằng sông Cửu Long.                                                                                                             | 10 | 56 |
| 170                                | Phạm Thị Mai Thảo, Vũ Trí Trọng, Vũ Thị Mai, Mai Hương Lam                                                                                                                                                                                                                                                                    | Hiện trạng phân bố rác thải nhựa tại hệ sinh thái bãi triều và cảng cá thuộc Khu bảo tồn biển Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa.                                                                            | 10 | 63 |
| 171                                | Hoàng Thị Huế, Nguyễn Văn Hiền, Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Bùi Thị Thu Trang, Nguyễn Thị Hoài Thương                                                                                                                                                                                                                               | Hiện trạng phát thải khí nhà kính từ hoạt động sản xuất lúa trên địa bàn thành phố Hà Nội.                                                                                                          | 10 | 69 |
| 172                                | Nguyễn Ngọc Tú, Hồ Thị Thủy Hằng, Đinh Trọng Khang, Nguyễn Văn Chiến                                                                                                                                                                                                                                                          | Nghiên cứu đánh giá hiện trạng ô nhiễm khí thải từ xe máy trên địa bàn thành phố Hà Nội và đề xuất giải pháp kiểm soát.                                                                             | 10 | 76 |
| 173                                | Phạm Bá Việt An, Trịnh Thị Thủy, Trịnh Thị Thắm, Vũ Thị Mai                                                                                                                                                                                                                                                                   | Xác định đặc trưng hóa lý của chất thải rắn sinh hoạt tại thành phố Hưng Yên.                                                                                                                       | 10 | 83 |

# QUY ĐỊNH VỀ BÀI BÁO ĐĂNG TẢI TRÊN TẠP CHÍ

## Yêu cầu chung

Bài báo gửi đăng trên Tạp chí phải là bài báo nguyên thủy (chưa được công bố trước đó). Tác giả không được gửi đăng bài báo trên các tạp chí khác cho đến khi có quyết định xét duyệt của Ban Biên tập.

Bài báo dài không quá 10 trang (bao gồm cả bảng biểu, ghi chú, tài liệu tham khảo và phụ lục); font chữ: Times New Roman; cỡ chữ 13; khổ giấy A4, lề trên 2 cm, lề dưới 2 cm, lề trái 3 cm, lề phải 2 cm.

Bài báo gửi qua Hệ thống gửi bài trực tuyến tại địa chỉ [https://b.vjst.vn/index.php/ban\\_b/about/submissions](https://b.vjst.vn/index.php/ban_b/about/submissions) hoặc có thể gửi trực tiếp đến Tạp chí (Phòng 507, số 113 Trần Duy Hưng, phường Trung Hòa, quận Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam) hoặc qua hòm thư điện tử: [khoahocvacongnghevietnam@most.gov.vn](mailto:khoahocvacongnghevietnam@most.gov.vn).

Cấu trúc của các loại bài báo khác nhau có thể thay đổi tùy theo loại hình nghiên cứu và nội dung của bài báo. Sau đây là chi tiết các thành phần chính của bài báo.

## Tên bài báo

- Tên bài báo được viết bằng tiếng Việt và tiếng Anh, trên trang đầu của bài báo, in đậm, không gạch chân hay viết nghiêng.
- Tên bài báo phải ngắn gọn, rõ ràng và phù hợp với nội dung bài báo.
- Phía dưới tên bài báo là tên tác giả không viết chức danh và học hàm, học vị. Nếu có nhiều tác giả làm việc ở các cơ quan khác nhau thì tên tác giả được đánh số <sup>(1,2,...)</sup> ở phía trên. Dấu hoa thị (\*) chỉ tác giả liên hệ, được viết ở cuối trang đầu tiên của bài báo.
- Khí liệt kê cơ quan công tác của tác giả, cần nêu rõ tên cơ quan và địa chỉ cơ quan (số nhà, tên đường, phường, quận, thành phố, quốc gia) bằng tiếng Việt và tiếng Anh.

## Tóm tắt

Tóm tắt bằng tiếng Việt và tiếng Anh (khoảng 160-250 từ). Nêu được mục đích, phương pháp nghiên cứu chính, kết quả nghiên cứu và kết luận chủ yếu. Từ khóa bằng cả tiếng Việt và tiếng Anh theo thứ tự alphabet (ít nhất 3 từ khóa). Chỉ số phân loại (theo hướng dẫn).

## 1. Đặt vấn đề/Dẫn nhập/Mở đầu

Định nghĩa vấn đề; tóm lược vấn đề nghiên cứu đã được công bố trong và ngoài nước, nêu mục tiêu nghiên cứu và giải thích sự lựa chọn đề tài và mục tiêu nghiên cứu để thấy được tính thời sự, tính khoa học và sự cần thiết của vấn đề nghiên cứu.

## 2. Đối tượng/Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu cần trình bày tiêu chuẩn lựa chọn, đặc điểm đối tượng nghiên cứu. Phương pháp nghiên cứu cần nêu rõ cách tiếp cận nghiên cứu, loại hình nghiên cứu, phương pháp đo lường, công thức tính cỡ mẫu, phương pháp xử lý số liệu, mô tả kỹ các kỹ thuật tiến hành trong nghiên cứu; các quan điểm, lập luận, ý kiến tranh luận, các dẫn chứng...

## 3. Kết quả

Trình bày đầy đủ, khách quan các kết quả thu được sau nghiên cứu, các kết quả này phải phục vụ cho mục tiêu nghiên cứu. Các số liệu phải chính xác và khớp với nhau.

Phần kết quả nghiên cứu chỉ trình bày các kết quả nghiên cứu của đề tài, không giải thích, so sánh và bàn luận.

## 4. Bàn luận (phần này có thể gộp với phần kết quả)

Chủ yếu bàn luận các vấn đề liên quan đến mục tiêu đề tài. Nhận xét, đánh giá một cách khách quan các kết quả nghiên cứu, có so sánh với các tác giả khác để khẳng định hoặc phủ định những hiểu biết đã có, qua đó nêu được những điểm mới và đóng góp của đề tài. Dự báo hướng nghiên cứu tiếp và khả năng ứng dụng các kết quả nghiên cứu vào thực tiễn.

## 5. Kết luận

Nêu kết quả nghiên cứu chủ yếu của đề tài có tính khái quát liên quan đến mục tiêu nghiên cứu, đề xuất các vấn đề tiếp tục nghiên cứu.

## LỜI CẢM ƠN (nếu có)

Tác giả cảm ơn các tổ chức/cá nhân đã tài trợ kinh phí hoặc hỗ trợ cho nghiên cứu.

## Phụ lục (nếu có)

Đăng tải bảng số liệu, thông tin để hỗ trợ thêm cho nội dung bài báo.

## Chú thích và tài liệu tham khảo

Chú thích được đánh số theo thứ tự xuất hiện <sup>(1,2,3,...)</sup> và được trình bày ngay ở cuối trang viết (footnote). Các tài liệu tham khảo được đánh số theo thứ tự xuất hiện để chỉ dẫn chúng được trích dẫn ở đâu trong bài báo. Số thứ tự được đánh trong ngoặc vuông, ví dụ: [3] với một hoặc [2, 5, 7-9] với nhiều số chỉ dẫn.

Lưu ý:

- Đối với trích dẫn trong bài báo: tài liệu tham khảo có nhiều hơn một tác giả chỉ để tên tác giả đầu tiên và cộng sự, viết tắt là cs, ví dụ: T.V. Nguyen và cs (năm xuất bản) [thứ tự trong danh mục tài liệu tham khảo].
- Đối với danh mục tài liệu tham khảo cuối bài: tài liệu tham khảo bằng tiếng Anh, các tài liệu không phải tiếng Anh cần được dịch sang tiếng Anh và chú thích ở cuối câu, ví dụ: (in Vietnamese), (in French)...
- Tài liệu tham khảo là các đường link cần bổ sung ngày truy cập.

Tác giả (Năm xuất bản), "Tên tài liệu được trích dẫn", *Tên nguồn*, **tập(số)**, trang/số trang/trang đầu-trang cuối (nếu có), số DOI (nếu có), URL (nếu có), ngày truy cập (ghi rõ ngôn ngữ nào nếu không phải tài liệu bằng tiếng Anh).

Tác giả: là tác giả/các tác giả của tài liệu được tham khảo, trích dẫn: liệt kê đầy đủ tên tác giả (chữ viết tắt đưa lên trước) với những tài liệu tham khảo có ≤3 tác giả; liệt kê 3 tác giả đầu tiên và theo sau là "et al." khi có từ 4 tác giả trở lên.

Năm xuất bản: năm xuất bản của tài liệu được tham khảo, trích dẫn.

Tên tài liệu được trích dẫn: là tên bài báo, chương/phần sách... (chỉ viết hoa chữ cái đầu, trừ tên riêng và sau dấu hai chấm), viết trong ngoặc kép.

*Tên nguồn* có thể là tên tạp chí, tên sách, hay tên tài liệu gốc của tài liệu được trích dẫn (phần này được *in nghiêng*), viết hoa chữ cái đầu tiên của mỗi từ chính.

**Tập(số)**: dành cho nguồn trích là tạp chí, sách hoặc các xuất bản phẩm khác (phần này **in đậm**).

Trang/số trang/trang đầu cuối phần ảnh nơi cư trú của tài liệu được trích dẫn trong tài liệu nguồn.

Nếu có ≥2 tài liệu tham khảo do cùng tác giả đầu tiên và cùng năm công bố, thì các tài liệu tham khảo này cần được đánh dấu a, b... sau năm xuất bản (ví dụ: 1986a, 1986b...).

Nếu có một số tài liệu tham khảo có cùng 1 bài báo được trích dẫn có số trang khác nhau thì cần trích dẫn thêm số trang, ví dụ: A. Amber (1982, p.39).

Chi tiết vui lòng xem thêm tại: [https://b.vjst.vn/index.php/ban\\_b/quy-dinh-bai-viet](https://b.vjst.vn/index.php/ban_b/quy-dinh-bai-viet).

## Các yêu cầu khác

- Bài viết không đạt yêu cầu, Toà soạn không trả lại bản thảo.
- Bài viết chỉ được đăng khi phản biện nhận xét về chất lượng bài báo đồng ý cho đăng.
- Bản quyền: tác giả đồng ý trao bản quyền bài viết (bao gồm cả phần tóm tắt) cho Ban Biên tập Tạp chí.

Quy định này áp dụng từ năm 2022 trở đi.

## PHÂN LOẠI LĨNH VỰC KHOA HỌC

### 1. Khoa học tự nhiên

- 1.1. Toán học và thống kê
- 1.2. Khoa học máy tính và thông tin
- 1.3. Vật lý
- 1.4. Hóa học
- 1.5. Khoa học trái đất và môi trường
- 1.6. Khoa học sự sống
- 1.7. Khoa học nano
- 1.8. Khoa học tính toán
- 1.9. Các lĩnh vực khác của khoa học tự nhiên

### 2. Khoa học kỹ thuật và công nghệ

- 2.1. Kỹ thuật dân dụng; kỹ thuật kiến trúc; kỹ thuật xây dựng; kỹ thuật kết cấu và đô thị; kỹ thuật giao thông vận tải; kỹ thuật thủy lợi; kỹ thuật địa chất công trình
- 2.2. Kỹ thuật điện, kỹ thuật điện tử, kỹ thuật thông tin
- 2.3. Kỹ thuật cơ khí, chế tạo máy
- 2.4. Kỹ thuật hóa học
- 2.5. Kỹ thuật vật liệu và luyện kim
- 2.6. Kỹ thuật y học
- 2.7. Kỹ thuật môi trường
- 2.8. Công nghệ sinh học công nghiệp
- 2.9. Công nghệ nano
- 2.10. Kỹ thuật thực phẩm và đồ uống
- 2.11. Các lĩnh vực khác của khoa học kỹ thuật và công nghệ

### 3. Khoa học y - dược

- 3.1. Y học cơ sở
- 3.2. Y học lâm sàng
- 3.3. Y học dự phòng
- 3.4. Dược học
- 3.5. Các lĩnh vực khác của khoa học y - dược

### 4. Khoa học nông nghiệp

- 4.1. Trồng trọt
- 4.2. Chăn nuôi
- 4.3. Thú y
- 4.4. Lâm nghiệp
- 4.5. Thủy sản
- 4.6. Công nghệ sinh học trong nông nghiệp, thủy sản
- 4.7. Các lĩnh vực khác của khoa học nông nghiệp

### 5. Khoa học xã hội và nhân văn

- 5.1. Tâm lý học
- 5.2. Kinh tế và kinh doanh
- 5.3. Khoa học giáo dục
- 5.4. Xã hội học
- 5.5. Pháp luật
- 5.6. Khoa học chính trị
- 5.7. Địa lý kinh tế và xã hội
- 5.8. Thông tin đại chúng và truyền thông
- 5.9. Lịch sử và khảo cổ học
- 5.10. Ngôn ngữ học và văn học
- 5.11. Triết học, đạo đức và tôn giáo
- 5.12. Nghiên cứu về khu vực và quốc tế
- 5.13. Các lĩnh vực khác của khoa học xã hội và nhân văn

# TẠP CHÍ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

## Vietnam Journal of Science and Technology - MOST

Volume 66 - Number 12 - December 2024

**Phát triển bộ công cụ thực hành phân hệ xác định và điều khiển tư thế vệ tinh ADCS kit phục vụ đào tạo.**

Trương Xuân Hùng, Bùi Nam Dương, Nguyễn Đình Châu Minh, Trịnh Hoàng Quân, Nguyễn Đức Minh, Nguyễn Văn Thúc, Lê Thế Soát, Nguyễn Thị Phương

**Nghiên cứu chế tạo vật liệu Zinc phthalocyanines: Đặc trưng cấu trúc và tính chất quang.**

Trần Hà, Nguyễn Thị Hồng, Vũ Văn Liệu, Vũ Thị Xen

**Ảnh hưởng của BaSiO<sub>3</sub> lên hệ số biến dạng của gốm áp điện không chì nền Bi<sub>0.5</sub>Na<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub>.**

Đinh Thị Hinh, Trần Vũ Diễm Ngọc, Nguyễn Thị Thảo

**Nghiên cứu điều chế sản phẩm phản ứng Maillard của chitosan-glucose sử dụng chitosan chiếu xạ và thử nghiệm bảo quản dâu tây.**

Nguyễn Trọng Hoàng Phong, Nguyễn Hồng Hoàng, Võ Hà Tuyết Hạnh, Lê Văn Toàn, Lê Xuân Cường, Phạm Thành Minh, Nguyễn Lê Anh, Lê Văn Diệp, Đinh Ngọc Bảo Nam, Mai Phước Minh Thành, Nguyễn Đăng Khoa, Hồ Hoàng Thắng, Đỗ Tâm Nhân, Trần Anh Thông, Bùi Duy Du

**Phân lập và tuyển chọn nấm men lên men rượu vang khóm Tắc Cậy (*Ananas comosus*).**

Đường Thị Su Sanl, Nguyễn Văn Thành

**Nghiên cứu xác định các thành phần dinh dưỡng và tác dụng chống oxy hóa của một số loại rau baby họ Cải.**

Lê Hồng Quang, Nguyễn Thị Minh Khanh, Nguyễn Thị Trang, Trần Thị Hải, Lê Văn Trọng

**Kết quả xác định tên khoa học và phân tích hàm lượng allantoin của các mẫu Hoài sơn thu thập tại Đắk Lắk.**

Nguyễn Văn Tâm, Nguyễn Quỳnh Nga, Nguyễn Thị Phương, Trịnh Văn Vượng, Nguyễn Thị Hương, Trần Thị Lan

**Ứng dụng hệ thống CRISPR/Cas9 trong chỉnh sửa gen ở *Bacillus* spp.**

Ngô Hồng Dương, Hoàng Đăng Hiếu, La Việt Hồng, Phạm Bích Ngọc

**Sử dụng DNA barcode trong phân tích đa dạng di truyền và nhận diện một số loài Kiwi (*Actinidia* spp.).**

Nguyễn Thị Mỹ Hạnh, Hoàng Thanh Tùng, Hoàng Đắc Khải, Nguyễn Thị Như Mai, Vũ Quốc Luận, Đỗ Mạnh Cường, Huỳnh Hữu Đức, Nguyễn Trường Giang, Hoàng Thị Như Phương, Bùi Văn Lệ, Dương Tấn Nhựt

**Tổng hợp và đặc trưng của vật liệu hydroxyapatite từ xương lợn bằng phương pháp thủy nhiệt.**

Trần Nguyễn Phương Lan, Nguyễn Thanh Ty, Mai Thị Thu Suong, Ngô Trương Ngọc Mai, Nguyễn Minh Nhựt, Cao Lưu Ngọc Hạnh, Lê Phan Hưng, Phạm Thị Nấm

**Ảnh hưởng của dung môi đến hiệu quả thu nhận hợp chất polyphenol và hoạt tính chống oxy hóa của cao chiết lá ổi (*Psidium guajava* L.).**

Lê Thanh Ninh, Nguyễn Thị Tình, Bùi Thị Thu Huyền, Đỗ Như Quỳnh, Vi Đại Lâm, Nguyễn Tiến Dũng

**Ảnh hưởng của một số yếu tố đến trạng thái và tính chất lưu biến của gelatin tách chiết từ da cá tra (*Pangasius*) ở Việt Nam.**

Nguyễn Trọng Bách, Nguyễn Thị Ngọc Ánh

**Tình hình nhiễm khuẩn các sản phẩm mô ghép đồng loài tại Ngân hàng Mô, Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức.**

Dương Đức Hùng, Nguyễn Văn Chính, Trần Thị Hằng

**Giải pháp phát triển sản phẩm OCOP của huyện Sơn Dương, tỉnh Tuyên Quang.**

Trần Thị Hồng, Dương Thị Phương Nhung

**1 Developing a practical kit for satellite attitude determination and control ADCS kit for training purposes.**

Xuan Hung Truong, Nam Duong Bui, Dinh Chau Minh Nguyen, Hoang Quan Trinh, Duc Minh Nguyen, Van Thuc Nguyen, The Soat Le, Thi Phuong Nguyen

**7 Fabrication of Zinc phthalocyanines: Characterisation and optical properties.**

Ha Tran, Thi Hong Nguyen, Van Lieu Vu, Thi Xen Vu

**12 Effects of BaSiO<sub>3</sub> on the strain properties of Bi<sub>0.5</sub>Na<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub>-based lead-free piezoelectric ceramics.**

Thi Hinh Dinh, Vu Diem Ngọc Tran, Thi Thao Nguyen

**17 Study on preparation of Maillard reaction product of chitosan-glucose using irradiated chitosan and evaluation of strawberry preservation.**

Trong Hoanh Phong Nguyen, Hong Hoang Nguyen, Ha Tuyen Hanh Vo, Van Toan Le, Xuan Cuong Le, Thanh Minh Pham, Le Anh Nguyen, Van Diep Le, Ngoc Bao Nam Dinh, Phuoc Minh Thanh Mai, Dang Khoa Nguyen, Hoang Thang Ho, Tam Nhan Do, Anh Thong Tran, Duy Du Bui

**22 Isolation and selection of yeast strain for Tac Cau pineapple (*Ananas comosus*) wine fermentation.**

Thi Su Sanl Duong, Van Thanh Nguyen

**28 Study to determine the nutritional components and antioxidant capacity of some cruciferous baby vegetables.**

Hong Quang Le, Thi Minh Khanh Nguyen, Thi Trang Nguyen, Thi Hai Tran, Van Trong Le

**32 The results of scientific name identification and allantoin content assessment of the *Dioscorea persimilis* samples collected from Dak Lak province.**

Van Tam Nguyen, Quỳnh Nga Nguyen, Thi Phuong Nguyen, Van Vuong Trinh, Thi Huong Nguyen, Thi Lan Tran

**36 Applications of CRISPR/Cas9 systems for gene editing in *Bacillus* spp.**

Hong Duong Ngo, Dang Hieu Hoang, Viet Hong La, Bich Ngoc Pham

**42 Using DNA barcodes for genetic relationship and identification of some *Actinidia* spp. species.**

Thi My Hanh Nguyen, Thanh Tung Hoang, Dac Khai Hoang, Thi Nhu Mai Nguyen, Quoc Luan Vu, Manh Cuong Do, Huu Duc Huynh, Truong Giang Nguyen, Thi Nhu Phuong Hoang, Van Le Bui, Tan Nhut Duong

**49 Synthesis and characterisation of hydroxyapatite from pig pone using hydrothermal method.**

Nguyen Phuong Lan Tran, Thanh Ty Nguyen, Thi Thu Suong Mai, Truong Ngoc Mai Ngo, Minh Nhut Nguyen, Luu Ngoc Hanh Cao, Phan Hung Le, Thi Nam Pham

**54 Effect of selected solvents on the efficient recovery of polyphenols and the antioxidant activity of guava leaf (*Psidium guajava* L.) extracts.**

Thanh Ninh Le, Thi Tinh Nguyen, Thi Thu Huyen Bui, Nhu Quỳnh Do, Dai Lam Vi, Tien Dung Nguyen

**60 Effect of factors on the status and rheological properties of gelatin extracted from catfish skin (*Pangasius*) in Vietnam.**

Trong Bach Nguyen, Thi Ngoc Anh Nguyen

**65 Situation contamination of tissue allograft products at the Tissue Bank, Viet Duc University Hospital.**

Duc Hung Duong, Van Chinh Nguyen, Thi Hang Tran

**71 “One commune, one product” product development solutions of Son Duong district, Tuyen Quang province.**

Thi Hong Tran, Thi Phuong Nhung Duong