



DOI:10.22144/ctujos.2026.053

## NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG KHÁNG KHUẨN *Vibrio parahaemolyticus* CỦA DỊCH CHIẾT CÂY ĐƯỚC (*Rhizophora apiculata*) TRONG ĐIỀU KIỆN IN VITRO

Đặng Diễm Tường<sup>1\*</sup>, Nguyễn Thanh Thứ<sup>2</sup>, Phan Thị Yến Nhi<sup>2</sup>, Lâm Chí Khanh<sup>2</sup>, Hồ Ngọc Trường Vũ<sup>2</sup>, Nguyễn Quang Trung<sup>1</sup>, Hồ Mỹ Hạnh<sup>1</sup> và Trần Thị Tuyết Hoa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Khoa Công nghệ - Thủy sản, Trường Cao đẳng Kinh tế - Kỹ thuật Cần Thơ, Việt Nam

<sup>2</sup>Sinh viên ngành Nuôi trồng thủy sản, Khoa Công nghệ - Thủy sản, Trường Cao đẳng Kinh tế - Kỹ thuật Cần Thơ, Việt Nam

<sup>3</sup>Trường Thủy sản, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

\*Tác giả liên hệ (Corresponding author): ddtuong@ctec.edu.vn

### Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 20/06/2025

Sửa bài (Revised): 14/10/2025

Duyệt đăng (Accepted): 25/12/2025

**Title:** Antibacterial effect of *Ca Mau mangrove (Rhizophora apiculata)* leaf, root and pod extracts on *Vibrio parahaemolyticus* in vitro

**Author(s):** Dang Diem Tuong<sup>1\*</sup>, Nguyen Thanh Thu<sup>2</sup>, Phan Thi Yen Nhi<sup>2</sup>, Lam Chi Khanh<sup>2</sup>, Ho Ngoc Truong Vu<sup>2</sup>, Nguyen Quang Trung<sup>1</sup>, Ho My Hanh<sup>1</sup> and Tran Thi Tuyet Hoa<sup>3</sup>

**Affiliation(s):** <sup>1</sup>Department of Technology -Aquaculture, Can Tho Technical Economic College, Viet Nam; <sup>2</sup>Aquaculture student, Department of Technology -Aquaculture, Can Tho Technical Economic College, Viet Nam; <sup>3</sup>College of Aquaculture and Fisheries, Can Tho University, Viet Nam

### TÓM TẮT

Việc nghiên cứu tác dụng kháng khuẩn của dịch chiết từ rễ, lá và trái đước (*Rhizophora apiculata*) đối với vi khuẩn *Vibrio parahaemolyticus* được thực hiện bằng phương pháp khuếch tán trên đĩa thạch. Kết quả nghiên cứu cho thấy dịch chiết bằng nước cất (98°C, 3 giờ) cho kết quả tính kháng khuẩn mạnh hơn so với cồn. Tính kháng khuẩn của dịch chiết bằng nước cất được phân loại như sau: yếu (3,7 - 4,3 mm): trái, trung bình (2,8 - 7,8 mm): lá và mạnh (6,0 - 10,5 mm): trái. Dịch chiết bằng cồn 50°, 70° và 90° từ rễ cho thấy tính kháng khuẩn yếu 4,3, 4,0, 3,7 mm, tương ứng không khác biệt giữa các nồng độ cồn; dịch chiết từ lá và trái không thể hiện tính kháng khuẩn. Tỷ lệ bột rễ đước với nước cất ở mức 1/7, 1/5 và 1/3 cho kết quả kháng khuẩn mạnh có ý nghĩa thống kê so với 1/9. Nồng độ ức chế tối thiểu của dịch chiết bằng nước cất 6,25 - 12,5 µL/mL, tương ứng tỉ lệ 1/3 - 1/7. Tỉ lệ MBC/MIC > 4 cho thấy dịch chiết rễ đước thuộc loại kìm khuẩn.

**Từ khóa:** Dịch chiết, đước, tính kháng khuẩn, *Vibrio parahaemolyticus*

### ABSTRACT

This study investigated the antibacterial effect of extracts from leaves, roots and pods of mangrove (*Rhizophora apiculata*) against *Vibrio parahaemolyticus* using the agar diffusion method. The extract prepared with distilled water (98°C; 3 hours) exhibited the highest antibacterial activity compared to the alcohol extracts. The antibacterial activity of the distilled water extracts was categorized as follows: weak (3.7 - 4.3 mm) for the pod, moderate (2.8 - 7.8 mm) for the leaf, and strong (6.0 - 10.5 mm) for the roots. The extracts from the roots prepared with 50, 70, and 90% alcohol showed weak antibacterial activity (4.3, 4.0, and 3.7 mm, respectively), with no significant difference observed across alcohol concentrations. The ratios of mangrove root powder to distilled water at 1/7, 1/5, and 1/3 demonstrated statistically significant antibacterial activity compared to the 1/9 ratio. The Minimum Inhibitory Concentration (MIC) of the distilled water extracts ranged from 6.25 - 12.5 µL/mL for the 1/3 to 1/7 ratio, respectively. A MBC/MIC ratio > 4 indicated the bacteriostatic effect of the root extract.

**Keywords:** Antibacterial activity, extract, mangrove, *Vibrio parahaemolyticus*

## 1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, việc lạm dụng kháng sinh trong nuôi trồng thủy sản làm ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm thủy sản và sức khỏe người tiêu dùng là vấn đề đang được quan tâm. Các nghiên cứu khi được thực hiện nhằm tìm hiểu về hoạt tính kim khuẩn và diệt khuẩn của một số cây cỏ thảo dược đã cho kết quả tiềm năng trong việc thay thế dần các loại kháng sinh điều trị bệnh trên động vật thủy sản (Tráng và ctv., 2018; Huyền và ctv., 2018; Hoa và ctv., 2020; Huyền và ctv., 2020; Linh & Huyền, 2023). Một trong những bệnh phổ biến gây thiệt hại nghiêm trọng trên tôm giai đoạn 1 tháng tuổi là hội chứng EMS hay còn gọi là bệnh hoại tử gan tụy cấp (AHPND) do vi khuẩn *Vibrio parahaemolyticus* mang plamit có gen độc lực mạnh (Tran et al., 2014a, 2014b; Kondo et al., 2014; Han et al., 2015). Các thảo dược được nghiên cứu trong phòng thí nghiệm cho kết quả ban đầu là có tác dụng diệt khuẩn bao gồm hạt trám bầu, diệp hạ châu, lựu, và thầu dầu (Huyền và ctv., 2018; Hoa và ctv., 2020; Huyền và ctv., 2020; Yên và ctv., 2021; Linh & Huyền, 2023). Bên cạnh đó, các nghiên cứu hiện nay trên thế giới khi được thực hiện trên các bộ phận như rễ, thân, lá và quả của cây đước cho thấy dịch chiết có chứa các hoạt tính kháng khuẩn, chống oxy hoá, và gốc tự do mạnh gồm alkaloid, flavonoid, saponins, tannin, steroid và terpenoids (Hai & Yakupitiyage, 2005; Supono et al., 2019; Vittaya et al., 2022). Kết quả nghiên cứu xác định khả năng diệt khuẩn của dịch chiết cây đước (*Rhizophora apiculata*) cho thấy các bộ phận của cây đước có tác dụng diệt được vi khuẩn *V. parahaemolyticus* với đường kính vòng kháng khuẩn ở mức thấp nhất 6,31 mm đối với bộ phận là trái và cao nhất là 11,75 mm đối với vỏ từ rễ đước. Bên cạnh đó, dịch chiết từ vỏ rễ cũng có tác dụng kháng khuẩn đối với *Streptococcus agalactiae*, *Aeromonas hydrophila* và *Vibrio harveyi* ở mức cao nhất (đường kính vòng kháng khuẩn 12,88, 9,25, 12,75 mm) tương ứng (Vittaya et al., 2022). Ở Việt Nam, đước được trồng làm rừng phòng hộ ở các tỉnh ven biển, Cà Mau cũng là nơi có diện tích lớn của Việt Nam, được tận dụng để phát triển mô hình nuôi tôm sinh thái đạt các chứng nhận quốc tế giúp nâng cao giá trị ngành tôm. Đồng thời, theo định hướng của chính phủ Việt Nam, với mục tiêu hướng đến “net zero” vào năm 2050 thì việc đưa ra các chính sách, định hướng tiềm năng phát triển thị trường carbon xanh tại Việt Nam là cần thiết, trong đó mạng lưới rừng đước ven biển góp phần quan trọng (Vu et al., 2023). Ở các tỉnh vùng ven biển, chính sách bảo vệ rừng phòng hộ trong đó có các loài đước được thực hiện nghiêm

chính, việc thu tía và làm thông thoáng rừng đước là một trong những kỹ thuật quản lý rừng đước thực hiện nhằm mang lại lợi ích về kinh tế ở trên thế giới (Phong & Nuong, 2023). Ở Việt Nam, nguyên liệu từ việc thu tía đước được dùng để làm nhiên liệu đốt cháy hoặc than củi, là các sản phẩm giá trị chưa cao. Do đó, nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định hiệu quả của dịch chiết từ cây đước ở vùng ngập mặn ven biển của Việt Nam trong diệt khuẩn gây bệnh trên động vật thủy sản đặc biệt đối với tôm là cần thiết. Nghiên cứu được tiến hành nhằm xác định phương pháp trích dịch, tỉ lệ bột nguyên liệu với nước cất hoặc dung môi, và xác định nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC) trên các bộ phận từ cây đước của vùng Cà Mau, Việt Nam. Đây là nền tảng cho các nghiên cứu đánh giá hiệu quả bổ sung vào thức ăn hoặc môi trường trong điều kiện nuôi thí nghiệm nhằm đề xuất sản xuất các sản phẩm thương mại phục vụ cho người nuôi sử dụng một cách thuận tiện và hiệu quả, giảm việc lạm dụng kháng sinh hoá chất nhằm nâng cao chất lượng thủy sản Việt Nam đồng thời tăng hiệu quả sử dụng sản phẩm nguyên liệu từ cây đước.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Nguyên vật liệu

#### 2.1.1. Các bộ phận từ cây đước

Rễ, lá và trái đước được thu hái tại Cà Mau và vận chuyển về Cần Thơ để xử lý tại phòng thí nghiệm của Khoa Công nghệ - Thủy sản, Trường Cao đẳng Kinh tế - Kỹ thuật Cần Thơ.

#### 2.1.2. Nguồn vi khuẩn

Vi khuẩn *Vibrio parahaemolyticus* được sử dụng trong nghiên cứu khả năng kháng khuẩn từ dịch chiết các bộ phận từ cây đước được lấy từ bộ sưu tập của Khoa Bệnh học Thủy Sản, Trường Thủy Sản, Đại học Cần Thơ (Hoa và ctv., 2020).

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Xử lý nguyên liệu

Các bộ phận của cây đước (lá, rễ và trái) sau khi thu hái về đước sàng lọc xử lý tại phòng lab của Khoa Công nghệ - Thủy sản. Đối với bộ phận là lá, việc loại bỏ lá già sâu đước tiến hành, chỉ sử dụng cụm lá của các cành còn nguyên vẹn, không sử dụng những nhánh lá quá non hoặc quá già. Đối với bộ phận là rễ, các rễ không quá già chưa bám xuống dưới mặt đất đã được sử dụng, trong đó đoạn rễ cách thân cứng 30 - 40 cm đến hết đầu mút của rễ đước sử dụng, tiến hành tước lấy phân vỏ bên ngoài và loại bỏ lõi. Đối với phần trái, trái bánh tẻ không quá

già không quá non đã được sử dụng, tiến hành loại bỏ phần cuống. Sau đó, các nguyên liệu được rửa qua nước máy và để ráo nước, phơi dưới ánh nắng mặt trời trong 2 ngày để nguyên liệu khô trước khi sấy ở nhiệt độ 60°C trong 3 tiếng đến khi khô giòn và tiến hành xay nguyên liệu thành bột mịn, rây qua vợt có kích thước 0,1 mm, bảo quản tủ mát để sử dụng (Hình 1).



**Hình 1. Nguyên liệu được xử lý qua các bước rửa, sấy, và xay mịn**

Ghi chú: Rửa lá nguyên liệu (A); sấy lá nguyên liệu (B); bột các nguyên liệu sau khi đã được xay (C)

2.2.2. Bố trí thí nghiệm và phương pháp thực hiện

**Thí nghiệm 1:** Xác định tỉ lệ dịch chiết từ các bộ phận của cây được *Rhizophora apiculata* và khảo sát tính kháng khuẩn *Vibrio parahaemolyticus*.

– **Thí nghiệm 1.1:** Nghiên cứu dịch chiết từ bột lá, vỏ rễ và trái của cây được (*R. apiculata*) được thực hiện bằng 2 phương pháp là trích bằng nước có gia nhiệt và trích bằng cồn ethanol.

*Bố trí thí nghiệm*

Đối với nghiệm thức trích bằng nước cất (Bảng 1), bột nguyên liệu của các bộ phận rễ, lá và trái được phối hợp với các tỉ lệ với nước cất gồm 1/5, 1/7, 1/9, bộ phận rễ được có thêm tỷ lệ 1/3 được hấp ở nhiệt độ 98°C trong thời gian 3 giờ.

Đối với nghiệm thức chiết bằng cồn, dung môi sử dụng là ethanol bao gồm các nồng độ 50°, 70°, 90° được dùng để ngâm bột các nguyên liệu rễ, lá và trái với tỉ lệ 1/5 trong thời gian 6 ngày.

*Phương pháp thực hiện*

– *Hấp bằng nước cất*

Phương pháp chiết bằng nước cất được thực hiện theo Dodia et al. (1995). Bột nguyên liệu khô của các bộ phận cây được được cân và trộn với nước cất tương ứng tỉ lệ trong phần bố trí thí nghiệm sau đó hấp cách thủy ở 98°C trong 3 giờ. Sau khi hấp, hỗn

hợp được để nguội tự nhiên và tiến hành lọc thô qua vải và sau đó lọc bằng giấy lọc (Newstar) để thu lấy dịch chiết. Dịch trích được bảo quản trong tủ mát 4°C để sử dụng.

**Bảng 1. Tóm tắt các nghiệm thức thí nghiệm 1**

Phương pháp chiết	Bộ phận	Tỉ lệ nguyên liệu và nước hoặc nồng độ cồn
Chiết bằng nước (98°C trong 3 giờ)	Rễ	1/3
		1/5
		1/7
	Lá	1/9
		1/5
		1/7
	Trái	1/9
		1/5
		1/7
Chiết bằng cồn (Ngâm nguyên liệu tỉ lệ 1/5 trong 6 ngày)	Rễ	Ethanol 50°
		Ethanol 70°
		Ethanol 90°
	Lá	Ethanol 50°
		Ethanol 70°
		Ethanol 90°
	Trái	Ethanol 50°
		Ethanol 70°
		Ethanol 90°

– Ngâm trong cồn ethanol ở nhiệt độ phòng

Phương pháp chiết bằng cồn ethanol được thực hiện theo Hằng và ctv. (2018). Bột nguyên liệu khô của các bộ phận cây được được ngâm trong cồn ở các nồng độ là 50°, 70° và 90° theo tỉ lệ khối lượng bột nguyên liệu và cồn ethanol là 1/5, trong 6 ngày. Sau đó, hỗn hợp được lọc qua giấy lọc để thu phần dịch và cô quay chân không ở nhiệt độ 78°C, 1 atm để loại bỏ cồn, thu cao trích (gel) và bảo quản tủ mát 4°C để sử dụng.

– **Thí nghiệm 1.2:** Khảo sát tính kháng khuẩn của các dịch chiết từ cây được.

*Bố trí thí nghiệm*

Việc khảo sát tính kháng khuẩn *Vibrio parahaemolyticus* của các nồng độ dịch chiết từ các bộ phận của cây được được thực hiện theo các nghiệm thức nồng độ dịch chiết bằng 2 phương pháp hấp bằng nước cất và chiết bằng dung môi cồn ethanol với các nồng độ tỉ lệ bột nguyên liệu và nước, và nồng độ cồn khác nhau. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 6 lần.

*Phương pháp thực hiện*

Thí nghiệm được thực hiện theo phương pháp của Schillinger and Lcke (1989) và Sarkar et al.

(1996). Vi khuẩn *V. parahaemolyticus* có thời gian phát triển từ 18 đến 24 giờ được sử dụng để pha huyền phù có độ đục theo chuẩn McFarland 0,5 ( $OD = 0,125$ ,  $\lambda = 550$  nm) tương đương với  $1,5 \cdot 10^8$  CFU/mL. Sau đó huyền phù được pha loãng 100 lần (tương đương nồng độ  $1,5 \cdot 10^6$  CFU/mL bằng nước muối sinh lý trước khi sử dụng). Tiếp theo, 1 mL dung dịch huyền phù vi khuẩn được nhỏ lên đĩa thạch MHA, chan đều, loại bỏ huyền phù dư và dùng que cấy chan huyền phù trên đĩa thạch đến khi khô. Phương pháp đục lỗ trên đĩa thạch MHA có bổ sung 1,5% muối được sử dụng để khảo sát tính kháng khuẩn của các dịch chiết từ các bộ phận cây được, 4 lỗ giếng được đục trên mặt thạch ở các vị trí 12 giờ, 3 giờ, 6 giờ, 9 giờ, mỗi lỗ giếng có đường kính 5 mm. Trên mỗi đĩa, 0,15 mL các dịch chiết từ lá, rễ và trái chiết lần lượt được tải bằng nước ở các nồng độ 1/5, 1/7, 1/9 và nước muối sinh lý (làm đối chứng), riêng dịch chiết từ rễ có thêm tỉ lệ 1/3 được bổ sung thực hiện ở đĩa riêng lẻ cùng với đối chứng giếng nước muối sinh lý. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 6 lần tương đương 6 đĩa cho từng bộ phận của cây được. Các đĩa môi trường sau đó được ủ trong tủ ở 30°C trong thời gian 24 giờ, sau đó đường kính vòng vô khuẩn được đo bằng thước đo có chia vạch (mm).

Đối với các nghiệm thức chiết bằng cồn, cao chiết được pha loãng với dung dịch cồn 20° để đạt nồng độ 5000 µg/mL. Mỗi đĩa môi trường được đục 5 giếng, mỗi giếng được tải 0,15 mL dung dịch, trong đó 1 giếng chứa nước muối, 1 lỗ giếng chứa cồn 20°, và 3 lỗ còn lại chứa 3 nồng độ dịch cao chiết 50°, 70° và 90° đã được pha loãng. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 6 lần. Các đĩa môi trường được ủ trong điều kiện 30°C trong thời gian 24 giờ, sau đó đường kính vòng vô khuẩn được đo bằng thước có chia vạch (mm).

Tiêu chuẩn đánh giá đường kính vòng vô khuẩn (D) dựa theo phương pháp của Schillinger and Lcke (1989) và Sarkar et al. (1996), nếu  $D \geq 10$  mm: tính kháng mạnh (+++),  $5 < D < 10$  mm: tính kháng trung bình (++) ,  $D \leq 5$ : tính kháng yếu (+),  $D = 0$  mm: không có tính kháng khuẩn.

**Thí nghiệm 2:** Xác định nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC) đối với vi khuẩn *Vibrio parahaemolyticus* trong điều kiện phòng thí nghiệm.

Sau khi thí nghiệm 1 được thực hiện, kết quả cho thấy dịch chiết từ rễ (chiết bằng nước) với nồng độ phối trộn giữa bột rễ và nước cất là 1/3, 1/5 và 1/7 cho tính kháng vi khuẩn *V. parahaemolyticus* mạnh hơn các bộ phận còn lại, nên dịch chiết rễ được bằng

phương pháp hấp với nước cất được chọn để xác định nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC).

#### Bố trí thí nghiệm

Dịch trích rễ được ở các nồng độ 1/3, 1/5 và 1/7 được xem là dịch chiết gốc (được xác định có khả năng kháng khuẩn từ kết quả thực hiện ở thí nghiệm 1). Các dung dịch gốc được pha loãng với nước cất để đạt các nồng độ 200, 100, 50, 25, 12,5, 6,25, 3,125, 1,5625 µL/mL. Môi trường BHIB được sử dụng để khảo sát MIC trong thí nghiệm.

#### Phương pháp thực hiện

Vi khuẩn *V. parahaemolyticus* có thời gian phát triển từ 18 đến 24 giờ được sử dụng để chuẩn bị huyền phù, so sánh với độ đục chuẩn McFarland 0,5 ( $OD = 0,125$  với  $\lambda = 550$  nm). Trước khi sử dụng, huyền phù được pha loãng bằng nước muối sinh lý 100 lần tương đương nồng độ  $1,5 \cdot 10^6$  CFU/mL. Sau đó ống nghiệm được đánh dấu từ 1 đến n, từ ống 1 đến ống n tải 1,98 mL môi trường BHIB, từ ống 1 đến ống n - 1 nhỏ 2 mL dịch trích được pha loãng với các nồng độ tương ứng, riêng ống n không nhỏ dịch trích (ống đối chứng) mà nhỏ 2 mL nước cất vô trùng. Tiếp đến, 0,02 mL huyền phù vi khuẩn được hút và tải vào tất cả các ống nghiệm, lắc đều các ống nghiệm bằng vortex, các ống nghiệm được ủ trong thời gian 22 - 24 giờ ở 30°C.

Sau 24 giờ, việc quan sát và xác định giá trị MIC của dịch chiết đối với vi khuẩn *V. Parahaemolyticus* được tiến hành. Ống n (ống đối chứng) đục do vi khuẩn phát triển và không có dịch trích. Một loạt ống nghiệm đục hướng về ống số n và một loạt ống nghiệm trong hướng về ống số 1. Sau đó, dãy ống nghiệm được quan sát và xác định ống nào trong suốt cuối cùng trong dãy và ghi nhận nồng độ của dịch trích ở ống nghiệm đó (đơn vị tính là µL/mL). Giá trị MIC được xác định là nồng độ dịch chiết thấp nhất được quan sát không có vi khuẩn phát triển (Oometta-aree et al., 2006).

Tiếp theo, việc cấy các dung dịch vi khuẩn ở các nồng độ dịch chiết lên môi trường TCBS và đếm khuẩn lạc đã được tiến hành để xác định nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC). Sau đó, việc nhỏ 0,1 mL dung dịch đã được xác định không có vi khuẩn phát triển trong nghiệm thức MIC đã được thực hiện, trải đều trên đĩa TCBS, mỗi nồng độ được lặp lại 6 lần. Tiếp đến, việc ủ các đĩa đã trải dung dịch ở nhiệt độ 30°C trong 24 giờ đã được tiến hành, sau đó đếm số lượng khuẩn lạc phát triển trên TCBS. Giá trị MBC là nồng độ dịch chiết thấp nhất không có vi khuẩn

phát triển (99,9%) trên môi trường nuôi cấy TCBS (Oonmetta-aree et al., 2006).

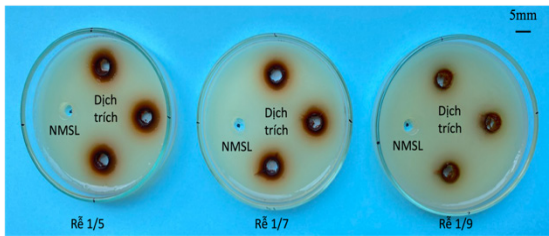
**2.3. Phương pháp xử lý số liệu**

Số liệu được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2021 và phân tích thống kê bằng phần mềm SPSS 27. Phương sai ANOVA một yếu tố được phân tích để so sánh sự khác nhau về đường kính vòng kháng khuẩn ở mức ý nghĩa thống kê  $p \leq 0,05$  theo phương pháp kiểm định khác biệt nhỏ nhất có ý nghĩa (Least Significant Difference Test - LSD). Việc phân tích giá trị trung bình MEAN được thực hiện để so sánh độ lệch chuẩn (SE – độ sai số chuẩn). Số liệu được trình bày theo giá trị trung bình và sai số chuẩn.

**3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1. Khả năng kháng khuẩn của các phương pháp chiết dịch và bộ phận nguyên liệu từ cây đước**

Đối với nguyên liệu bột lá và trái cây đước được thực hiện ở nghiên cứu hiện tại, khi hấp trong nước cất ở tỉ lệ bột cao từ 1/5 trở lên cho thấy hỗn hợp đặc sệt và cô quánh do vậy lượng dịch chiết thu được không nhiều. Đối với nguyên liệu là rễ đước, quá trình chiết dịch sau hấp có thể được thực hiện dễ dàng ở các tỉ lệ nguyên liệu cao từ mức tỉ lệ 1/5 đến 1/3. Cảm quan cho thấy dịch rễ đước lỏng và có màu sẫm đỏ, trong khi dịch lá và trái thì sệt do có dịch nhầy và có màu xanh sẫm.



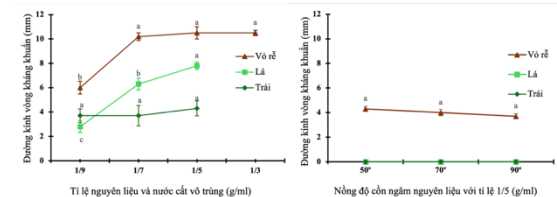
**Hình 2. Vòng kháng khuẩn của dịch chiết rễ cây đước trên môi trường MHA**

Ghi chú: (Rễ 1/5) dịch chiết từ nước tỉ lệ phối trộn 1/5, (rễ 1/7): dịch chiết từ nước tỉ lệ phối trộn 1/7, (rễ 1/9): dịch chiết từ nước tỉ lệ phối trộn 1/9, NMSL: đối chứng nước muối sinh lý. Các giếng được đục với đường kính 5 mm.

Kết quả thí nghiệm theo phương pháp chiết bằng nước trong 3 giờ ở nhiệt độ 98°C và dung môi ethanol tỉ lệ 1/5 trong 6 ngày cho thấy dịch chiết rễ đước có tác dụng kháng khuẩn *Vibrio parahaemolyticus*. Dịch chiết từ lá và trái đước trong thí nghiệm chiết được thực hiện bằng cồn ở tất cả các nồng độ 50°, 70°, và 90° không thể hiện tính kháng khuẩn (Bảng 2, Hình 3). Đối với thí nghiệm

chiết bằng nước cất, khả năng kháng khuẩn tỉ lệ thuận với tỉ lệ phối trộn nguyên liệu từ mức 1/9, 1/7, 1/5 đối với dịch chiết từ rễ và lá, dịch chiết trái đước không thể hiện tính kháng khuẩn khác biệt giữa các mức tỉ lệ (Bảng 2, Hình 2). Nghiệm thức dịch chiết từ lá đước ở mức 1/5 có đường kính vòng kháng khuẩn ( $7,8 \pm 0,30$  mm) thể hiện tính kháng khuẩn trung bình ( $5 < D < 10$  mm (++) ) và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các mức 1/7 và 1/9. Ở nghiệm thức dịch chiết từ rễ đước, tỉ lệ phối trộn 1/7, 1/5 và 1/3 cho kết quả tính kháng khuẩn không khác biệt ý nghĩa thống kê nhưng cao hơn có ý nghĩa thống kê so với tỉ lệ 1/9 ( $6,0 \pm 0,5$ ;  $10,2 \pm 0,31$ ;  $10,5 \pm 0,50$  và  $10,5 \pm 0,22$  mm, tương ứng mức 1/9, 1/7, 1/5, 1/3). Kết quả cũng cho thấy dịch chiết từ rễ đước ở mức 1/7, 1/5 và 1/3 cho thấy khả năng kháng khuẩn *Vibrio parahaemolyticus* ở mức mạnh ( $D \geq 10$  mm) (Bảng 3). Đối với phương pháp chiết bằng dung môi ethanol, kết quả dịch chiết từ rễ đước cho thấy ở nồng độ dung môi ethanol thấp cho kết quả tốt hơn ở nồng độ cao và dịch chiết rễ đước thể hiện tính kháng khuẩn *V. parahaemolyticus* yếu (đường kính kháng khuẩn  $D \leq 5$  mm)  $4,3 \pm 0,21$ ,  $4,0 \pm 0,26$  và  $3,7 \pm 0,21$  mm tương ứng với các nồng độ ethanol 50°, 70° và 90° và khác biệt không có ý nghĩa thống kê trong cùng nghiệm thức của thí nghiệm (Bảng 2 và Hình 3).

Kết quả nghiên cứu dịch chiết từ các bộ phận của cây đước chiết bằng cồn theo phương pháp ngâm chưa thể hiện khả năng kháng khuẩn đối với *V. parahaemolyticus* ngoại trừ dịch rễ đước kháng khuẩn yếu (Bảng 2). Kết quả này thấp hơn kết quả nghiên cứu khả năng kháng khuẩn *V. parahaemolyticus* của dịch chiết cây thầu dầu (đường kính kháng khuẩn 17,5 mm,  $\geq 14$  mm: nhạy) bằng phương pháp ngâm dung môi ethanol (Hong et al., 2018) và thấp hơn so với dịch chiết diệp hạ châu thân đỏ và lựu (lần lượt là 21,7 và 20,7 mm;  $\geq 14$  mm: nhạy) ngâm trong dung môi methanol theo Tran et al. (2020), lá bàng, bần ổi, bần chua và ổi (Hong et al., 2024).



**Hình 3. Biểu đồ khả năng kháng khuẩn của dịch chiết các nguyên liệu rễ, lá và trái đước**

Ghi chú: chiết bằng nước cất (hình trái), và chiết bằng cồn ethanol (bên phải).

**Bảng 2. Đường kính vòng kháng khuẩn của dịch chiết cây được bao gồm rễ, lá và trái**

Phương pháp chiết	Loại dịch chiết	Tỉ lệ phối trộn	Đường kính vòng vô khuẩn (mm)	
Chiết bằng nước (98°C trong 3 giờ)	Rễ	Tỉ lệ 1/3	10,5 ± 0,22 <sup>a</sup>	
		Tỉ lệ 1/5	10,5 ± 0,50 <sup>a</sup>	
		Tỉ lệ 1/7	10,2 ± 0,31 <sup>a</sup>	
		Tỉ lệ 1/9	6,0 ± 0,52 <sup>b</sup>	
		Tỉ lệ 1/5	7,8 ± 0,30 <sup>a</sup>	
	Lá	Tỉ lệ 1/7	6,3 ± 0,49 <sup>b</sup>	
		Tỉ lệ 1/9	2,8 ± 0,48 <sup>c</sup>	
		Tỉ lệ 1/5	4,3 ± 0,61 <sup>a</sup>	
		Trái	Tỉ lệ 1/7	3,7 ± 0,84 <sup>a</sup>
			Tỉ lệ 1/9	3,7 ± 0,56 <sup>a</sup>
Chiết bằng dung môi ethanol (Ngâm nguyên liệu tỉ lệ 1/5 trong 6 ngày)	Rễ	Ethanol 50°	4,3 ± 0,21 <sup>a</sup>	
		Ethanol 70°	4,0 ± 0,26 <sup>a</sup>	
		Ethanol 90°	3,7 ± 0,21 <sup>a</sup>	
	Lá	Ethanol 50°	0,0 ± 0,0	
		Ethanol 70°	0,0 ± 0,0	
		Ethanol 90°	0,0 ± 0,0	
		Trái	Ethanol 50°	0,0 ± 0,0
			Ethanol 70°	0,0 ± 0,0
			Ethanol 90°	0,0 ± 0,0

Ghi chú: Các số liệu được trình bày trong bảng là giá trị trung bình ± sai số chuẩn (đã trừ 5 mm đường kính giếng thạch). Các ký tự chữ cái trong cùng một nghiệm thức khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).

Trong khi đó, kết quả nghiên cứu dịch chiết từ các bộ phận của cây được bằng nước ở nhiệt độ 98°C trong 3 giờ đều cho thấy khả năng kháng khuẩn đối với *V.parahaemolyticus* (Bảng 2) trong đó dịch chiết rễ được cho thấy khả năng kháng mạnh nhất. Kết quả trên tương đồng nghiên cứu khả năng kháng khuẩn của các bộ phận dịch chiết từ lá, vỏ và hạt của cây trám bầu bằng phương pháp hấp với nước cất. Kết quả cho thấy các bộ phận đều có khả năng kháng khuẩn *V. parahaemolyticus* ở mức mạnh (>10 mm, +++). Trong đó, dịch chiết hạt trám bầu có khả năng kháng khuẩn mạnh (đường kính kháng khuẩn đạt 16,3 mm; (>10 mm, (+++)) (Trảng và ctv., 2018).

Các kết quả nghiên cứu hiện nay cho thấy dược liệu từ thảo dược có hoạt tính kháng khuẩn rất đa dạng và các bộ phận chứa dược liệu cũng khác nhau tùy theo đặc tính sinh học của từng loài cũng như nguồn gốc khác nhau (Plaskova & Mlcek, 2023). Các loài thảo dược có chứa hoạt tính sinh học có đặc tính là tinh dầu cho thấy hiệu quả tốt hơn khi chiết bằng dung môi là cồn, ngược lại nếu dược liệu không chứa nhiều hoạt chất sinh học có đặc tính là tinh dầu thì phương pháp chiết bằng nước được đánh

giá là có hiệu quả hơn. Do vậy, các loại thảo dược hoặc nguyên liệu khác nhau cần có phương pháp chiết dịch khác nhau, trong các dung môi được sử dụng như nước, ethanol, methanol và kết hợp nước và cồn, thì nước được xem là dung môi xanh an toàn và ít tổn kém nhất (Mihaylova & Lante., 2019; Plaskova & Mlcek, 2023). Các phân tử phân cực được chiết xuất hiệu quả với dung môi là nước. Nguyên liệu có chứa tanin có thể được chiết xuất ra các phân tử mục tiêu khác nhau với các dung môi có độ phân cực khác nhau như nước, ethanol, methanol hoặc acetone. Trong khi gốc flavonoid glycoside dễ tan trong nước hơn các gốc flavonoid ít phân cực như flavanol, isoflavone và flavone thường bị methyl hóa thì có thể được chiết xuất bằng các dung môi ethyl acetate, diethyl ether, chloroform. Nước cũng là dung môi hòa tan alkaloid tốt trong điều kiện axit (Mihaylova & Lante, 2019; Plaskova & Mlcek, 2023). Bên cạnh đó, điều kiện chiết xuất như lên men và nhiệt độ và thời gian cũng tác động đến hiệu quả chiết xuất do tác động hỗ trợ làm phá vỡ hoặc suy yếu các cấu trúc thành tế bào thực vật, từ đó làm giải phóng các hợp chất hữu cơ vào dung môi (Anh et al., 2024; Anh et al., 2025).

Thành phần hợp chất tự nhiên có chứa hoạt tính sinh học trong các bộ phận của cây được bao gồm tannin, saponin, alkaloid, phenolic và flavinoid trong vỏ cây được đều cao hơn các bộ phận khác và được biết đến là có tiềm năng ứng dụng như chất kháng khuẩn và chất chống oxy hoá (Kremer et al., 2012; Vittaya et al., 2022). Một số kết quả nghiên cứu cho thấy rằng tanin có trong vỏ cây được có khả năng kháng được 18 loài vi khuẩn và 4 loài nấm men nhờ có hoạt tính kháng khuẩn và hoạt tính chống oxy hoá và khả năng kết hợp với protein của tế bào vi khuẩn, với khả năng làm biến đổi màng tế bào, làm bất hoạt các enzyme; ức chế sự dính của vi khuẩn; gây rối loạn quá trình vận chuyển chất qua màng; che lấp các ligand hoặc điểm gắn trên vi khuẩn (Sulaiman et al., 2011). Trong khi đó, flavonoids có khả năng ức chế tổng hợp axit nucleic hoặc enzyme liên quan, tạo các phức hợp với protein màng hoặc enzyme, làm tăng tính thấm màng hoặc gây rối loạn màng tế bào (Ramalingam & Rajaram, 2018). Saponins có khả năng tạo lỗ màng tế bào, gây ly giải tế bào, tăng tính thấm của màng vi khuẩn, làm cho các hợp chất kháng khuẩn khác dễ vào hơn, đồng thời có thể phá vỡ màng sinh chất của tế bào vi khuẩn. Bên cạnh đó, vỏ được cũng chứa hàm lượng alkaloids cao có thể gắn vào DNA hoặc RNA của vi khuẩn, làm đứt gãy hoặc ức chế phiên mã hoặc làm rối loạn màng tế bào can thiệp vào sự chuyển hoá năng lượng và hô hấp của tế bào (Laith, 2021).

Phương pháp, thiết bị và vùng địa lý nơi nguyên liệu sinh trưởng cũng góp phần ảnh hưởng đến kết quả nghiên cứu. Nghiên cứu khảo sát khả năng kháng vi khuẩn gây bệnh phân trắng trong các ao nuôi tôm ở vùng Indonesia bằng dịch chiết các loại thảo dược như lá đu đủ, lá đước và lá bàng cho thấy và đường kính vòng kháng khuẩn cao nhất ở lá đước (8,17 mm, kháng khuẩn ở mức trung bình) đối với 3 loài vi khuẩn *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus* và *V. vulnificus* (Supono et al., 2019). Kết quả nghiên cứu so sánh thành phần hoạt chất sinh học từ các bộ phận nguyên liệu của 2 loài đước là *R. mucronata* và *R. apiculata* của Thái Lan cũng như khả năng kháng khuẩn trên các loài vi khuẩn gây bệnh trên tôm trong đó có *V. parahaemolyticus* cho thấy hoạt tính sinh học cao ở vỏ cây của cả hai loài đước, riêng *R. apiculata* thể hiện hoạt tính kháng khuẩn ở hầu hết các bộ phận là lá, vỏ, đọt non và trái đặc biệt vượt trội cao hơn hết là ở vỏ của rễ đước (đường kính vòng kháng khuẩn của vỏ *R. apiculata* là 11,75 mm) (Vittaya et al., 2022). Kết quả trên tương đồng với kết quả nghiên cứu hiện tại đối với cây đước *R. apiculata* ở vùng Cà Mau, Việt Nam. Việc nghiên cứu hoạt tính kháng khuẩn của 2 loài đước là đước trắng và đước đỏ ở Mexico được thực hiện bằng phương pháp thủy cồn thẩm thấu lạnh cho kết quả đường kính vòng kháng khuẩn đối với *V. harveyi* và *V. campbellii* lần lượt tương ứng là 18 - 25 mm và 20 - 21 mm (Ramirez-Azpilcueta et al., 2023), cao hơn các nghiên cứu hiện tại và trước đó tại vùng Châu Á.

**Bảng 3. Đường kính vòng kháng khuẩn theo từng tỉ lệ hấp bột rễ đước và nước cất ở 98°C trong 3 giờ**

Tỉ lệ phối trộn	Đường kính vòng kháng khuẩn (mm)
Tỉ lệ 1/3	10,5 ± 0,20 <sup>a</sup>
Tỉ lệ 1/5	10,5 ± 0,50 <sup>a</sup>
Tỉ lệ 1/7	10,2 ± 0,30 <sup>a</sup>
Tỉ lệ 1/9	6,0 ± 0,52 <sup>b</sup>

Ghi chú: Các giá trị trong bảng là trung bình và sai số chuẩn. Các giá trị trong cùng một cột có chứa các kí tự chữ khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ), (đã trừ đường kính giếng thạch 5 mm).

**3.2. Kết quả xác định nồng độ ức chế tối thiểu MIC và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu MBC**

Kết quả của thí nghiệm 1 về việc khảo sát tính kháng khuẩn của rễ, lá, và trái của cây đước bằng phương pháp chiết với nước cất và chiết với dung môi cồn ethanol cho thấy dịch chiết từ rễ đước chiết bằng nước cất có hoạt tính kháng khuẩn mạnh hơn

dịch chiết bằng cồn và các bộ phận từ lá và trái. Do vậy, thí nghiệm 2 được tiến hành để xác định nồng độ ức chế tối thiểu MIC và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu MBC sử dụng dịch chiết rễ đước chiết bằng nước cất điều kiện hấp 98°C, trong 3 giờ. Kết quả cho thấy nồng độ ức chế tối thiểu của dịch chiết bằng nước cất từ rễ đước dao động từ 6,25 đến 12,5 µL/mL, cụ thể với tỉ lệ bột và nước cất 1/3, giá trị MIC là 6,25 µL /mL, tỉ lệ 1/5 là 12,5 µL/mL, tỉ lệ 1/7 là 12,5 µL/mL (Bảng 4). Trong khi kết quả xác định nồng độ diệt khuẩn tối thiểu của 3 tỉ lệ dịch chiết bằng nước cất của rễ đước là >100 µL/mL. Tỉ lệ MBC/MIC ở nghiên cứu hiện tại có giá trị > 4 ở tất cả các nồng độ thử nghiệm.

Ở kết quả nghiên cứu của Hằng và ctv. (2018), khả năng kháng khuẩn của dịch chiết từ lá và hạt của cây trám bầu (*Combretum quadrangulare*) đối với vi khuẩn *V. parahaemolyticus* có MIC dao động từ 14,4-21,6 µL/mL, cao hơn so với dịch chiết rễ của cây đước trong nghiên cứu này (6,25 - 12,5 µL/mL). Theo nghiên cứu của Tráng và ctv. (2018) về tính kháng khuẩn của cây trám bầu, kết quả MIC của dịch chiết hạt trám bầu chiết bằng nước cất (tỉ lệ phối trộn 1/5) đối với *V. parahaemolyticus* là 7,5 µL/mL, cho kết quả thấp hơn so với nghiên cứu này với cùng tỉ lệ phối trộn là 1/5 (12,5 µL/mL). Tỉ lệ MBC/MIC cho biết dịch chiết từ dược liệu có hiệu lực diệt khuẩn hay kim khuẩn, nếu tỉ lệ MBC/MIC ≤ 4 thì chất chiết có khả năng diệt khuẩn, ngược lại nếu tỉ lệ này > 4 thì chất chiết có khả năng kim khuẩn (Canillac & Mourey, 2001). Trong nghiên cứu hiện tại, dịch chiết rễ đước có tỉ lệ MBC/MIC > 4, cho thấy dịch chiết rễ đước có khả năng kim khuẩn tương tự các nghiên cứu trước đó trên diệp hạ châu và lựu đỏ (Hoa và ctv., 2020), bần ôi, bần chua, ôi, diệp hạ châu thân đỏ, diệp hạ châu thân xanh và bàng (Huyền, 2024), cây sô tra (Anh và ctv, 2021).

**Bảng 4. Giá trị nồng độ ức chế tối thiểu MIC và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu MBC của dịch chiết rễ đước với các mức 1/3, 1/5 và 1/7**

Tỉ lệ bột nguyên liệu và nước cất	Kết quả MIC (µL/mL)	Kết quả MBC (µL/mL)	R (MBC/MIC)
Tỉ lệ 1/3	6,25	100	> 4
Tỉ lệ 1/5	12,5	100	> 4
Tỉ lệ 1/7	12,5	100	> 4

Theo kết quả nghiên cứu của Vittaya et al. (2022), giá trị MIC của dịch chiết từ rễ, lá, cành non và trái đước (*R. apiculata*) đối với vi khuẩn (*V. parahaemolyticus*) có giá trị từ 1,56, 6,25, 12,5, 12,5 mg/mL tương ứng và tỉ lệ MBC/MIC của dịch rễ

được < 4 trong khi các bộ phận khác > 4. Tỷ lệ MBC/MIC của dịch chiết từ rễ được ở Thái Lan < 4 cho thấy khả năng diệt khuẩn của dịch chiết đối với vi khuẩn *V.parahaemolyticus* khác biệt với kết quả nghiên cứu hiện tại trên cây được Cà Mau. Tuy nhiên, kết quả cũng có thể thấy rằng phương pháp chiết dịch, nguồn gốc và loài thảo dược có ảnh hưởng đến hiệu quả kháng khuẩn (Vittaya et al., 2022). Kết quả nghiên cứu giúp bổ sung thêm thông tin khoa học về tác dụng của thảo dược đối với các tác nhân gây bệnh trên động vật thủy sản. Cùng với sự phát triển của ngành nuôi trồng thủy sản việc tận dụng nguồn nguyên liệu sẵn có tại địa phương, dễ tiếp cận và phương pháp chiết dịch đơn giản tạo tiềm năng ứng dụng rộng rãi. Tuy nhiên cần có những nghiên cứu thực hiện trên nhiều tác nhân gây bệnh khác trên tôm và cá, đồng thời xác định nồng độ gây chết LC50 của dịch trích đối với động vật thủy sản cũng như tác dụng lên sinh lý khi bổ sung vào môi trường và thức ăn của các loài động vật thủy sản.

#### 4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy phương pháp chiết bằng nước cất ở nhiệt độ 98°C trong 3 giờ cho dịch chiết có tính kháng khuẩn cao hơn so với phương pháp chiết bằng dung môi ethanol ở tất cả các nồng độ là 90°, 70° và 50°. Trong số 3 bộ phận nguyên liệu từ cây được được sử dụng thì dịch chiết từ rễ

được có tác dụng kháng khuẩn *V. parahaemolyticus* mạnh ở mức nhạy hơn các bộ phận khác, tiếp đến là lá được có tác dụng kháng khuẩn ở mức trung bình.

Tỷ lệ nguyên liệu và nước cất dùng trong dịch chiết: 1/7, 1/5, 1/3 cho kết quả kháng khuẩn mạnh nhất. Việc sử dụng tỷ lệ hỗn hợp nguyên liệu với nước cất vừa tối thiểu từ 1/7 (đối với bột rễ được (g)/nước cất (mL)) mang lại hiệu quả kháng khuẩn *V.parahaemolyticus* cao. Kết quả xác định nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC) của rễ được cho thấy dịch chiết rễ được theo phương pháp chiết bằng nước cất (98°C trong 3 giờ) có tác dụng kìm đối với vi khuẩn *V.parahaemolyticus*.

#### 5. ĐỀ XUẤT

Các nghiên cứu xác định nồng độ an toàn và khảo sát khả năng kháng khuẩn *Vibrio parahaemolyticus* trên tôm thẻ thông qua các phương pháp bổ sung vào nước hoặc vào thức ăn cần được thực hiện trước khi ứng dụng thực tế.

#### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ kinh phí từ đề tài nghiên cứu cấp trường của Trường Cao đẳng Kinh tế - Kỹ thuật Cần Thơ, mẫu vi khuẩn phân lập định danh đánh giá độc lực được tài trợ từ Trường Thủy Sản, Đại học Cần Thơ.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Anh, N. T. N., Kitheka, C. W., Giang, H. T., Hai, V. H., Khoa, T. N. D., Viet, L. Q., & Hai, T. N. (2024). Screening antioxidant activity of seaweed extracts collected in the Vietnamese Mekong Delta for dietary supplementation of whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 50(1), 88-94. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2023.12.005>
- Anh, N. T. N., Sirikwa, L. N., Nam, T. N. H., Khoa, T. N. D., Viet, L. Q., Giang, H. T., & Hai, T. N. (2025). Effects of green seaweed *Chaetomorpha linum* extracted by hot water on antioxidant activities and its use as a feed additive for marine shrimp postlarvae. *Aquaculture International*, 33(6), 424. <https://doi.org/10.1007/s10499-025-02105-6>
- Anh, V. T. T., Linh, T. C., Nu, N. T., Nhi, N. T. L., Quý, V. T., & Trang, Đ. T. X. (2021). Thành phần hoá học và hoạt tính kháng vi khuẩn *Vibrio parahaemolyticus* của các cao chiết cây sỏ trai (*Dillenia ovata*). *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 57(3), 97-105. <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2021.090>
- Canillac, N., & Mourey, A. (2001). Antibacterial activity of the essential oil of *Picea excelsa* on *Listeria*, *Staphylococcus aureus* and coliform bacteria. *Food Microbiology*, 18(3), 261-268. <https://doi.org/10.1006/fmic.2000.0397>
- Dodia, D. A., Patel, I. S., & Pathak, A. R. (1995). Antifeedant properties of some indigenous plant extracts against larvae of *Helicoverpa armigera*. *Pestology*, 19, 21-22.
- Hai, T. N., & Yakupitiyage, A. (2005). The effects of the decomposition of mangrove leaf litter on water quality, growth and survival of black tiger shrimp (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798). *Aquaculture*, 250(3-4), 700-712. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.04.068>
- Han, J. E., Tang, K. F., Tran, L. H., & Lightner, D. V. (2015). Photorhabdus insect-related (Pir) toxin-like genes in a plasmid of *Vibrio parahaemolyticus*, the causative agent of acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND) of shrimp. *Diseases of aquatic organisms*, 113(1), 33-40. <https://doi.org/10.3354/dao02830>

- Hằng, T. T. T., Đức, C. T., & Công, T. N. (2018). Khả năng kháng một số loài vi khuẩn gây bệnh trên động vật thủy sản của dịch trích từ lá và hạt cây trám bầu (*Combretum quadrangulare*) trong điều kiện in vitro. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 54, 151-157.
- Hoa, T. T. T., Hằng, B. T. B., Huyền, H. M., Duyên, T. T. M., & Tuấn, N. T. (2020). Hoạt tính kháng khuẩn của một số chất chiết thảo dược kháng *Vibrio parahaemolyticus* và *Vibrio harveyi* gây bệnh ở tôm biển. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 56(Số chuyên đề: Thủy sản), 170-178.
- Huyền, H. M. (2024). *Ảnh hưởng của chiết xuất thảo dược lên đáp ứng miễn dịch và khả năng kháng bệnh vi khuẩn trên tôm thẻ chân trắng (Penaeus vannamei)*. (Luận án tiến sĩ). Đại học Cần Thơ.
- Huyền, H. M., Hải, T. N., Hoa, T. T. T., & Việt, L. Q. (2020). Ảnh hưởng của chất chiết thảo dược lên tăng trưởng, miễn dịch không đặc hiệu và khả năng kháng bệnh của tôm thẻ chân trắng (*Penaeus vannamei*) với *Vibrio parahaemolyticus*. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 56(5), 150-159.  
<https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2020.124>
- Huyền, H. M., Huy, V. T., & Hoa, T. T. T. (2018). Hoạt tính kháng khuẩn của một số cao chiết thảo dược kháng vi khuẩn gây bệnh ở tôm nuôi. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 54, 143-150.  
<https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2018.047>
- Kondo, H., Tinwongger, S., Proespraiwong, P., Mavichak, R., Unajak, S., Nozaki, R., & Hirono, I. (2014). Draft genome sequences of six strains of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from early mortality syndrome/acute hepatopancreatic necrosis disease shrimp in Thailand. *Genome announcements*, 2(2), 10-1128.  
<https://doi.org/10.1128/genomeA.00221-14>
- Kremer, D., Kosalec, I., Locatelli, M., Epifano, F., Genovese, S., Carlucci, G., & Končić, M. Z. (2012). Anthraquinone profiles, antioxidant and antimicrobial properties of *Frangula rupestris* (Scop.) Schur and *Frangula alnus* Mill. bark. *Food Chemistry*, 131(4), 1174-1180.
- Laith, A. A. (2021, March). Phytochemical analysis and antimicrobial activities of mangrove plant (*Rhizophora apiculata*) against selected fish pathogenic bacteria. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 718(1), 012076. IOP Publishing.  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/718/1/012076>
- Linh, N. T. T., & Huyền, H. M. (2023). Hiệu quả của chất chiết cây giấm (*Hibiscus sabdariffa* L.) đối với hoạt tính kháng *Vibrio parahaemolyticus*, tăng trưởng và đáp ứng miễn dịch trên tôm thẻ chân trắng (*Penaeus vannamei*). *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 59(6), 154-164.  
<https://doi.org/10.22144/ctujos.2023.220>
- Mihaylova, D., & Lante, A. (2019). Water an eco-friendly crossroad in green extraction: an overview. *The open Biotechnology Journal*, 13, 155-162.  
<https://doi.org/10.2174/1874070701913010155>
- Oonmetta-aree, J., Suzuki, T., Gasaluck, P., & Eumkeb, G. (2006). Antimicrobial and action of galangal (*Alpinia galanga* Linn.) on *Staphylococcus aureus*. *Food Science and Technology*, 39, 59965.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.06.015>
- Phong, N. T., & Nuong, C. T. (2023). Thinning, selective harvesting and mangrove protection forests: Lessons learned and recommendations from the Vietnamese Mekong Delta. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 288, 108345.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2023.108345>
- Plaskova, A., & Mlcek, J. (2023). New insights of the application of water or ethanol-water plant extract rich in active compounds in food. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1118761.  
<https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1118761>
- Ramalingam, V., & Rajaram, R. (2018). Enhanced antimicrobial, antioxidant and anticancer activity of *Rhizophora apiculata*: An experimental report. *3 Biotech*, 8(4), 200.  
<https://doi.org/10.1007/s13205-018-1222-2>
- Ramírez-Azpilcueta, B. A., García-Aguilar, N., Puello-Cruz, A. C., Bolán-Mejía, M. D. C., Gómez-Gil, B., Osuna-Ruiz, I., & Morales-Covarrubias, M. S. (2023). Therapeutic, histopathological, and non-specific immune status effect of *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa* hydroalcoholic extracts against *Vibrio harveyi* and *Vibrio campbellii* in white shrimp (*Penaeus vannamei*). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 51(4), 543-555.  
<https://doi.org/10.3856/vol51-issue4-fulltext-3051>
- Sarkar, S., Kuila, R. K., & Misra, A. K. (1996). Organoleptical, microbiological and chemical quality of misti dahi sold in different districts of West Bengal. *Indian Journal of Dairy Science*, 49(1), 54-61.  
<https://doi.org/10.5555/19960402422>
- Schillinger, U., & Lcke, F. K. (1989). Antibacterial activity of *Lactobacillus sake* isolated from meat. *Applied and environmental microbiology*, 55(8), 1901-1906.  
<https://doi.org/10.1128/aem.55.8.1901-1906.1989>
- Sulaiman, S., Ibrahim, D., Kassim, J., & Sheh-Hong, L. (2011). Antimicrobial and antioxidant activities of condensed tannin from *Rhizophora*

- apiculata barks. *J Chem Pharm Res*, 3(4), 436-444.
- Supono, S., Wardiyanto, W., & Harpeni, E. (2019). Identification of *Vibrio* sp. as a cause of white feces diseases in white shrimp *Penaeus vannamei* and handling with herbal ingredients in East Lampung Regency, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 12(2), 417-425.
- Tran, L. H. (2014b). Tilapia could enhance water conditions, help control EMS in shrimp ponds. *Survival*, 40(30), 20.
- Tran, L. H., Fitzsimmons, K., & Lightner, D. V. (2014a). AHPND/EMS: from the academic science perspective to the production point of view. *Aqua Culture Asia Pacific*, 10(2), 14-18. <https://doi/full/10.5555/20143118348>
- Tráng, N. C., Cúc, N. T. K., Thịnh, P. N., Duyên, N. T. M., Lan, T. T. N., Tân, P. P., ... & Hop, T. T. (2018). Khả năng kháng khuẩn *Vibrio parahaemolyticus* của dịch trích cây trám bầu (*Combretum quadrangulare*) trong điều kiện in vitro. *Tạp chí Khoa học Đại học An Giang*, 19, 1-6.
- Vittaya, L., Charoendat, U., Janyong, S., Ui-eng, J., & Leesakul, N. (2022). Comparative analyses of saponin, phenolic, and flavonoid contents in various parts of *Rhizophora mucronata* and *Rhizophora apiculata* and their growth inhibition of aquatic pathogenic bacteria. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 12(11), 111-121. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2022.121113>
- Vu, T. P., Pham, T. T., Tran, N. M. H., Nguyen, T. T. A., Nguyen, T. V. A., & Tang Thi, K. H. (2023). *Blue carbon market in Viet Nam: Potential and challenges for future development*. Occasional Paper 8. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR); and Nairobi, Kenya: World Agroforestry (ICRAF).
- Yến, P. T. H., Linh, N. Q., Trâm, N. D. Q., & Hiếu, N. A. (2021). Khả năng kháng khuẩn của cao chiết từ cây diệp hạ châu (*Phyllanthus amarus*) đối với vi khuẩn *Vibrio alginolyticus* gây bệnh xuất huyết trên cá Hồng Mỹ (*Sciaenops ocellatus*). *Tạp chí Khoa học Đại học Huế*, 130(2A), 67-79. <https://doi.org/10.26459/hueunijtt.v130i2A.6570>