

BỘ GIÁO DỤC  
VÀ ĐÀO TẠO

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC  
VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

**HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ**



**Nguyễn Thị Miên**



**NGHIÊN CỨU ĐA DẠNG VÀ PHÂN BỐ CỦA QUẦN XÃ  
TUYỂN TRÙNG SỐNG TỰ DO Ở RẠN SAN HỒ VÙNG BIỂN  
HẢI VÂN – SƠN CHÀ, TỈNH THỪA THIÊN HUẾ**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA SINH HỌC**

**Ngành: Động vật học**

**Mã số: 8 42 01 03**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:**

1. TS. Nguyễn Thị Ánh Dương 
2. TS. Nguyễn Đức Thế 

*Hà Nội – 2026*

## LỜI CAM ĐOAN

*Tôi xin cam đoan rằng đề tài nghiên cứu trong luận văn này là công trình do chính tôi thực hiện, dựa trên các tài liệu và số liệu do tôi trực tiếp thu thập, tìm hiểu và phân tích. Các kết quả nghiên cứu được trình bày trong luận văn hoàn toàn trung thực, khách quan và chưa từng được công bố trong bất kỳ công trình nào khác. Tôi xin chịu hoàn toàn trách nhiệm trước pháp luật về tính chính xác và trung thực của các số liệu, kết quả nêu trong luận văn.*

**Tác giả luận văn ký và ghi rõ họ tên**



**Nguyễn Thị Miền**

## LỜI CẢM ƠN

Trước hết, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến TS. Nguyễn Thị Ánh Dương và TS. Nguyễn Đức Thế đã tận tình hướng dẫn, chỉ bảo và tạo mọi điều kiện thuận lợi trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu và hoàn thành luận văn với đề tài: “*Nghiên cứu đa dạng và phân bố của quần xã tuyến trùng sống tự do ở rạn san hô vùng biển Hải Vân – Sơn Chà, tỉnh Thừa Thiên Huế*”.

Tôi xin chân thành cảm ơn Ban Lãnh đạo, Phòng Đào tạo và các phòng chức năng của Học viện Khoa học và Công nghệ đã tạo điều kiện thuận lợi về cơ sở đào tạo, thủ tục và môi trường học tập trong suốt quá trình thực hiện luận văn.

Tôi cũng xin gửi lời cảm ơn tập thể cán bộ Phòng Tuyển trùng học – Viện Sinh học và Phòng Bảo tồn và Sinh thái Công nghiệp – Viện Khoa học Công nghệ Năng lượng và Môi trường đã hỗ trợ, cung cấp cơ sở vật chất và giúp đỡ tôi trong quá trình triển khai nghiên cứu.

Tôi đặc biệt trân trọng cảm ơn PGS.TS. Nguyễn Văn Quân, chủ nhiệm đề tài “*Nghiên cứu đa dạng sinh học, chức năng sinh thái và nguồn lợi sinh vật hệ sinh thái bãi triều rạn đá khu vực biển ven bờ Hải Vân – Sơn Chà, tỉnh Thừa Thiên Huế*” (mã số: ĐL0000.01/23-24), cùng các cộng sự đã tạo điều kiện và hỗ trợ tôi trong công tác thu mẫu ngoài thực địa.

Cuối cùng, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn tới gia đình và bạn bè – những người luôn động viên, khích lệ và đồng hành cùng tôi trong suốt quá trình học tập và hoàn thành luận văn này

Tôi xin chân thành cảm ơn!

Học viên



Nguyễn Thị Miên

## MỤC LỤC

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT .....	iii
DANH MỤC BẢNG .....	iv
DANH MỤC HÌNH .....	v
MỞ ĐẦU .....	1
Chương 1. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU .....	5
1.1. TỔNG QUAN VỀ RẠN SAN HÔ.....	5
1.2. TỔNG QUAN VỀ KHU VỰC NGHIÊN CỨU .....	6
1.2.1. Vị trí địa lý .....	6
1.2.2. Đặc điểm địa hình .....	6
1.2.3. Đặc điểm khí hậu .....	7
1.2.4. Hệ động thực vật .....	7
1.2.5. Rạn san hô .....	7
1.3. TỔNG QUAN VỀ TUYẾN TRÙNG VÀ CÁC NGHIÊN CỨU VỀ TUYẾN TRÙNG SỐNG TỰ DO .....	8
1.3.1. Đặc điểm sinh thái học của tuyến trùng biển sống tự do .....	8
1.3.2. Tình hình nghiên cứu tuyến trùng sống tự do trên thế giới .....	10
1.3.3. Tình hình nghiên cứu tuyến trùng sống tự do ở Việt Nam .....	11
Chương 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU .....	14
2.1. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU .....	14
2.1.1. Địa điểm và thời gian nghiên cứu .....	14
2.1.2. Đối tượng nghiên cứu .....	14
2.2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	15
2.2.1. Phương pháp đánh giá tính đa dạng sinh học của quần xã tuyến trùng sống tự do tại các khu vực rạn san hô ở vùng biển Hải Vân – Sơn Chà.....	15
2.2.2. Phương pháp nghiên cứu đặc điểm phân bố theo không gian của quần xã tuyến trùng sống tự do trong mối tương quan với những thay đổi của môi trường ở hệ sinh thái rạn san hô tại vùng biển Hải Vân – Sơn Chà.....	20
Chương 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN .....	22
3.1. ĐA DẠNG SINH HỌC CỦA QUẦN XÃ TUYẾN TRÙNG TẠI KHU VỰC HẢI VÂN – SƠN CHÀ.....	22

3.1.1. Mật độ trung bình tuyến trùng biển sống tự do tại khu vực Hải Vân – Sơn Chà.....	22
3.1.2. Thành phần loài tuyến trùng sống tự do tại khu vực rạn san hô tại vùng biển Hải Vân – Sơn Chà.....	23
3.1.3. Thành phần giới tính của quần xã tuyến trùng.....	36
3.1.4. Các chỉ số đa dạng sinh học quần xã tuyến trùng tại khu vực rạn san hô vùng biển Hải Vân – Sơn Chà.....	37
3.2. ĐẶC ĐIỂM PHÂN BỐ THEO KHÔNG GIAN CỦA QUẦN XÃ TUYẾN TRÙNG SỐNG TỰ DO TRONG MÔI TRƯỜNG QUAN VỚI CÁC YẾU TỐ MÔI TRƯỜNG.....	40
3.2.1. Phân tích sự thay đổi (tính tương đồng/khác biệt) về phân bố theo không gian của quần xã tuyến trùng trong các sinh cảnh khác nhau (trong rạn và ngoài rạn) ở hệ sinh thái rạn san hô tại vùng biển Hải Vân – Sơn Chà. .	40
3.2.2. Xác định sự đóng góp của các loài tuyến trùng khác nhau vào mức độ tương đồng/khác biệt trong phân bố của quần xã giữa các sinh cảnh khác nhau (trong rạn và ngoài rạn).....	44
KẾT LUẬN.....	46
KIẾN NGHỊ.....	47
ĐANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ.....	48
DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	49
PHỤ LỤC.....	a

**DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT**

<b>STT</b>	<b>Ký hiệu và chữ viết tắt</b>	<b>Chữ viết đầy đủ Tiếng Anh/ Tiếng Việt</b>
1	HSC	Hòn Sơn Chà
2	SRC	Sùng Rong Câu
3	CDLC	Cửa đầm Lãng Cô
4	TR	Trong rạn
5	NR	Ngoài rạn

**DANH MỤC BẢNG**

Bảng 2.1 Đặc điểm các điểm thu mẫu .....	15
Bảng 2.2 Chỉ số môi trường tại các điểm thu mẫu .....	16
Bảng 2.3 Kí hiệu 18 mẫu thu tại các điểm khảo sát.....	16
Bảng 3.1 Mật độ trung bình tuyến trùng sống tự do khu vực Hải Vân – Sơn Chà .....	22
Bảng 3.2 Tỷ lệ phần trăm giới tính quần xã tuyến trùng tại các điểm thu mẫu... 37	
Bảng 3.3 Các chỉ số đa dạng về số lượng loài (S), chỉ số Margalef (d), chỉ số cân bằng (J') và chỉ số Shannon-Wiener (H') .....	38

## DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1 Đặc điểm hình thái và giải phẫu cơ thể tuyến trùng (Theo Platt & Warwick, 1988) .....	9
Hình 2.1 Bản đồ minh hoạ vị trí các điểm thu mẫu tuyến trùng tại khu vực Hải Vân – Sơn Chà .....	14
Hình 2.2 Hình ảnh thu mẫu tuyến trùng tại sinh cảnh trong rạn san hô .....	17
Hình 2.3 Hình ảnh thu mẫu tuyến trùng tại sinh cảnh ngoài rạn san hô .....	17
Hình 2.4 Quá trình tách lọc mẫu thô bằng nước .....	18
Hình 2.5 Tách lọc tuyến trùng bằng Ludox TM50 và cố định lại bằng FAA .....	19
Hình 2.6 Chuẩn bị và cố định tiêu bản tuyến trùng .....	20
Hình 3.1 Biểu đồ mật độ trung tuyến trùng tại khu vực Hải Vân – Sơn Chà .....	23
Hình 3.2 Biểu đồ tỷ lệ phần trăm các bộ tuyến trùng xuất hiện tại khu vực Hải Vân – Sơn Chà .....	33
Hình 3.3 Tỷ lệ phần trăm số lượng các cá thể tuyến trùng của các họ khác nhau tại khu vực Hải Vân – Sơn Chà .....	34
Hình 3.4 Biểu đồ tỷ lệ phần trăm các họ tuyến trùng xuất hiện trong khu vực Hải Vân – Sơn Chà .....	34
Hình 3.5 Tỷ lệ phần trăm số lượng cá thể tuyến trùng của các loài khác nhau tại khu vực Hải Vân – Sơn Chà .....	35
Hình 3.6 Biểu đồ cấu trúc giới tính quần xã tuyến trùng tại các điểm thu mẫu ..	36
Hình 3.7 Các chỉ số đa dạng sinh học bao gồm chỉ số Shannon –Wiener ( $H'$ ), chỉ số cân bằng ( $J'$ ) và chỉ số Margalef ( $d$ ) tại các điểm nghiên cứu .....	39
Hình 3.8 Biểu đồ Cluster biểu thị độ tương đồng trong cấu trúc quần xã tuyến trùng sống tự do giữa các sinh cảnh khác nhau ở khu vực Hải Vân – Sơn Chà ..	41
Hình 3.9 Biểu đồ MDS biểu thị độ tương đồng trong cấu trúc quần xã tuyến trùng tại các điểm nghiên cứu giữa hai sinh cảnh .....	42
Hình 3.10 Một số giống chiếm ưu thế tại khu vực nghiên cứu thể hiện bằng các chấm tròn có kích thước khác nhau trên biểu đồ 2D-MDS .....	45

## MỞ ĐẦU

### 1. Lý do chọn đề tài

Rạn san hô thường được ví như “rừng nhiệt đới của đại dương” bởi đây được xem là một trong những hệ sinh thái quan trọng và giàu giá trị sinh học nhất trên Trái đất. Nhờ cấu trúc phức tạp và mối quan hệ chặt chẽ giữa các nhóm sinh vật, rạn san hô được xem như là một “phòng thí nghiệm tự nhiên” hữu ích để nghiên cứu sinh thái vùng triều cũng như nhiều quá trình sinh học khác [1]. Không chỉ mang tính đặc trưng cho vùng biển nhiệt đới, rạn san hô còn nổi bật bởi sự phong phú loài, năng suất sinh học cao và tính dị thể không gian gắn liền với sự đa dạng môi trường sống. Đồng thời, rạn san hô cũng được coi là điểm nóng của đa dạng sinh học biển khi lưu giữ một tỷ lệ lớn sinh vật đa bào trên toàn cầu [2].

Tuyến trùng (thuộc ngành Nematoda) là một trong những nhóm động vật không xương sống phong phú và đa dạng nhất. Với cấu trúc cơ thể đặc trưng, đặc điểm sinh lý học, khả năng thích nghi cao và vòng đời phong phú, chúng phân bố và thích nghi trong nhiều loại môi trường khác nhau: từ đất, nước ngọt, nước lợ, cho tới đáy biển sâu [3],[4]. Tuyến trùng đóng vai trò quan trọng trong chuỗi thức ăn và chu trình dinh dưỡng của hệ sinh thái, đồng thời chúng được xem là chỉ thị sinh học phản ánh tình trạng môi trường [5].

Các nghiên cứu về tuyến trùng tại Việt Nam chủ yếu tập trung vào hệ sinh thái đất ngập nước, rừng ngập mặn, cửa sông và biển ven bờ trong khi hệ sinh thái rạn san hô còn ít được khảo sát [6],[7],[8]. Quần xã tuyến trùng trong rạn san hô có thể cung cấp thông tin quan trọng về cấu trúc di truyền quần thể, đặc điểm môi trường sống chuyên biệt, đồng thời góp phần vào việc cung cấp thêm bằng chứng khoa học phục vụ công tác nghiên cứu và bảo tồn đa dạng sinh học biển.

Khu vực Hải Vân – Sơn Chà được đánh giá có hệ rạn san hô được xếp vào loại tốt nhất ở khu vực dải ven bờ Bắc Trung bộ, với sinh cảnh đặc thù gồm sự xen kẽ của rạn san hô, cỏ biển và đầm phá. Sự kết hợp này góp phần tạo nên giá trị sinh thái cao, là nơi cư trú, sinh sản và ươm dưỡng của nhiều loài thủy hải sản. Tuy nhiên, sau sự cố môi trường biển Formosa năm 2016, cấu trúc và độ phủ san hô tại đây đã có sự biến đổi rõ rệt, độ phủ san hô chết lên đến 50% và san hô sống

giảm 66,7% so với trước kéo theo sự suy giảm trữ lượng nguồn lợi hải sản khoảng 11,23% [9]. Những biến động này cho thấy tầm quan trọng của việc phân tích và theo dõi tính đa dạng sinh học như một chỉ báo gián tiếp về trạng thái hệ sinh thái rạn san hô.

Xuất phát từ thực tế trên, trong khuôn khổ luận văn thạc sĩ, học viên lựa chọn đề tài: **“Nghiên cứu đa dạng và phân bố của quần xã tuyến trùng sống tự do ở rạn san hô vùng biển Hải Vân – Sơn Chà, tỉnh Thừa Thiên Huế”**.

## **2. Mục tiêu nghiên cứu**

Nghiên cứu tập trung phân tích mức độ đa dạng sinh học và sự phân bố không gian của quần xã tuyến trùng sống tự do trong hệ sinh thái rạn san hô tại vùng biển Hải Vân – Sơn Chà, từ đó cung cấp thêm bằng chứng khoa học phục vụ công tác nghiên cứu và bảo tồn đa dạng sinh học biển.

## **3. Nội dung nghiên cứu**

Nội dung 1: *Khảo sát đa dạng thành phần loài của quần xã tuyến trùng sống tự do tại rạn san hô Hải Vân – Sơn Chà*

- Xác định thành phần loài tuyến trùng sống tự do tại khu vực rạn san hô vùng biển Hải Vân – Sơn Chà.
- Tính toán và phân tích các chỉ số phản ánh mức độ đa dạng sinh học quần xã tuyến trùng ở khu vực nghiên cứu.

Nội dung 2: *Nghiên cứu đặc điểm phân bố theo không gian của quần xã tuyến trùng sống tự do trong mối liên hệ với các yếu tố môi trường*

- Phân tích sự thay đổi (tính tương đồng/khác biệt) về phân bố theo không gian của quần xã tuyến trùng tại các khu vực nghiên cứu khác nhau và trong các sinh cảnh khác nhau (trong rạn và ngoài rạn).
- Xác định sự đóng góp của các loài tuyến trùng khác nhau vào mức độ tương đồng/khác biệt trong phân bố của quần xã giữa các sinh cảnh khác nhau (trong rạn và ngoài rạn)

## **4. Cơ sở khoa học và tính thực tiễn của đề tài**

Về mặt khoa học, tuyến trùng sống tự do là nhóm sinh vật đáy chiếm ưu thế trong nhiều thủy vực biển, tham gia tích cực vào chu trình dinh dưỡng và đóng vai trò liên kết trong lưới thức ăn. Với đặc tính nhạy cảm trước biến đổi môi trường, quần xã tuyến trùng được xem như chỉ báo sinh học quan trọng, có khả năng phản ánh tình trạng trầm tích, mức độ ô nhiễm và quá trình suy thoái của hệ sinh thái ven bờ. Chính vì vậy, việc nghiên cứu cấu trúc quần xã và tính đa dạng của nhóm sinh vật này mang lại cơ sở khoa học hữu ích cho việc theo dõi và đánh giá biến động sinh thái.

Về mặt thực tiễn, nhiều nghiên cứu tại các quốc gia ven biển đã khẳng định giá trị ứng dụng của tuyến trùng trong việc đánh giá chất lượng môi trường và đa dạng sinh học. Các dữ liệu phân loại và hệ thống học được tích lũy qua nhiều thập kỷ đã tạo nền tảng thuận lợi cho việc định danh và so sánh thành phần loài ở các khu vực nghiên cứu mới. Trong bối cảnh đó, khu vực Hải Vân – Sơn Chà, nơi giao thoa giữa hai đới khí hậu nhiệt đới và á nhiệt đới, sở hữu hệ sinh thái đa dạng với sự hiện diện dày đặc của rạn san hô, thảm cỏ biển và đầm phá, là một địa điểm điển hình để triển khai nghiên cứu và hứa hẹn tiềm năng đa dạng sinh học cao. Việc khảo sát quần xã tuyến trùng sống tự do tại đây không chỉ giúp làm sáng tỏ đặc điểm sinh thái của khu vực, mà còn góp phần bổ sung cơ sở dữ liệu cho đánh giá đa dạng loài trong các hệ sinh thái ven bờ miền Trung...

**Ý nghĩa khoa học:** Từ cơ sở dữ liệu phân tích và thu thập được, nghiên cứu này cung cấp thông tin về mức độ đa dạng sinh học cũng như mối liên hệ giữa cấu trúc quần xã và điều kiện môi trường sống trong rạn san hô. Số liệu của nghiên cứu này đóng góp vào việc hoàn thiện cơ sở dữ liệu về đa dạng sinh học tuyến trùng ở Việt Nam.

Nghiên cứu này còn mang lại bằng chứng khoa học phục vụ việc đánh giá chất lượng nền đáy (trong rạn và ngoài rạn) tại hệ sinh thái rạn san hô vùng Hải Vân – Sơn Chà.

**Ý nghĩa thực tiễn:** Nghiên cứu quần xã tuyến trùng tại rạn san hô Hải Vân – Sơn Chà góp phần bổ sung cơ sở dữ liệu về tuyến trùng sống tự do trong hệ sinh thái rạn san hô Việt Nam. Đồng thời, các số liệu thu được có thể sử dụng làm cơ sở tham khảo cho công tác quản lý tài nguyên, bảo tồn sinh thái rạn san hô và duy

trì tính bền vững của đa dạng sinh học ven biển miền Trung.

### **5. Những đóng góp của luận văn**

Bộ dữ liệu về đa dạng sinh học và phân bố của quần xã tuyến trùng sống tự do tại khu vực rạn san hô Hải Vân – Sơn Chà, bao gồm:

- Thành phần loài tuyến trùng sống tự do được ghi nhận tại khu vực rạn san hô Hải Vân – Sơn Chà.
- Đánh giá sự phân bố theo không gian của quần xã tuyến trùng trong mối quan hệ với các yếu tố môi trường tại vùng biển nghiên cứu.

Những kết quả trên không chỉ cung cấp thông tin nền tảng cho việc nghiên cứu sinh thái học tuyến trùng biển mà còn là cơ sở tham khảo quan trọng phục vụ hoạt động bảo tồn và quản lý bền vững đa dạng sinh học biển ở Việt Nam.

## Chương 1. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

### 1.1. TỔNG QUAN VỀ RẠN SAN HÔ

Rạn san hô là một hệ sinh thái biển đặc thù, hình thành từ quá trình tích tụ lâu dài của các sinh vật có khả năng kết tủa calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ), chủ yếu là các loài san hô cứng (Scleractinia), kết hợp với tảo cộng sinh (zooxanthellae) và các sinh vật nền khác. Trải qua hàng nghìn năm, sự bồi tụ bộ xương vôi đã tạo nên những cấu trúc vững chắc dưới đáy biển, được xem như một dạng địa hình sinh học quan trọng [10]. Cấu trúc này là nơi hội tụ của nhiều nhóm sinh vật khác nhau từ vi sinh vật, sinh vật đơn bào đến động vật đa bào phức tạp, bao gồm cả tảo, động vật đáy, động vật phù du, cá rạn và nhiều loài không xương sống [2], [11].

Bên cạnh san hô tạo khung, các nhóm tảo và sinh vật nền đóng vai trò thiết yếu trong việc ổn định trầm tích, duy trì sự phát triển và tăng độ bền vững cho nền rạn [12]. Đồng thời, các yếu tố động lực học như sóng biển và bão cũng góp phần tái phân bố vật liệu vụn từ rạn, hình thành bãi cát, bãi cạn hoặc thậm chí các đảo nhỏ, cồn đá trên đỉnh rạn [13]. Nhờ vậy, rạn san hô không chỉ là nơi cư trú của hàng nghìn loài sinh vật mà còn tham gia vào quá trình hình thành và biến đổi địa hình ven biển. Mặc dù chỉ chiếm chưa tới 1% diện tích bề mặt đại dương, rạn san hô lại là môi trường cư trú của khoảng 25% tổng số sinh vật biển, đóng vai trò quan trọng trong việc bảo tồn đa dạng sinh học và duy trì cân bằng sinh thái [11]. Ngoài giá trị sinh thái, rạn san hô còn có ý nghĩa to lớn về kinh tế – xã hội, là nguồn cung cấp thực phẩm, nơi ương nuôi nhiều loài thủy sản, đồng thời giúp triệt tiêu sóng, hạn chế xói mòn và bảo vệ bờ biển.

Đông Nam Á được xem là trung tâm phân bố lớn của rạn san hô, chiếm khoảng 34% tổng số trên phạm vi toàn cầu, và được coi là “coral triangle - tam giác san hô” với sự phong phú về loài san hô tạo rạn cao nhất. Tuy nhiên, hơn 90% các rạn san hô trong khu vực có nguy cơ suy thoái nghiêm trọng, trong đó các rạn san hô ở Việt Nam cũng thuộc nhóm dễ bị tổn thương. Hiện chỉ khoảng 1% diện tích rạn san hô tại Việt Nam còn ở trạng thái khỏe mạnh (độ che phủ 50–75%), phân bố chủ yếu ở các đảo xa bờ như Côn Đảo, Trường Sa... [14].

Trong những thập niên gần đây, hiện trạng các rạn san hô trên toàn cầu đang suy giảm nghiêm trọng do tác động của nhiều yếu tố. Theo báo cáo của Hệ thống giám sát rạn san hô toàn cầu, trong giai đoạn 2009–2018 diện tích san hô trên thế giới đã suy giảm khoảng 14%, chủ yếu do hiện tượng tẩy trắng san hô hàng loạt liên quan đến sự gia tăng nhiệt độ biển [1]. Hiện tượng này đã được ghi nhận ở nhiều vùng khác nhau từ khu vực Great Barrier (Australia) đến các rạn san hô ở Đông Nam Á (bao gồm cả Việt Nam) và khu vực Ấn Độ Dương – Thái Bình Dương [2], [11]. Ngoài các nguyên nhân khách quan từ các loài thiên địch tự nhiên (sao biển gai), bão, động đất hay sóng thần... thì các yếu tố do con người gây ra, đặc biệt là ô nhiễm môi trường, càng làm cho diện tích rạn san hô suy giảm nghiêm trọng. Khi rạn san hô bị tẩy trắng hoặc chết, môi trường sống, nơi trú ngụ và bãi sinh sản của nhiều loài sinh vật biển cũng mất đi, kéo theo sự suy giảm đa dạng sinh học và phá vỡ cân bằng sinh thái đại dương.

## **1.2. TỔNG QUAN VỀ KHU VỰC NGHIÊN CỨU**

### **1.2.1. Vị trí địa lý**

Khu vực Hải Vân – Sơn Chà nằm trên địa phận xã Phú Lộc, thành phố Huế, phía Nam tiếp giáp thành phố Đà Nẵng, phía Bắc kéo dài tới phường Hương Thủy và xã Phú Vang, phía Tây giáp xã Nam Đông, trong khi phía Đông mở ra biển Đông. Đảo Sơn Chà (hay còn gọi là hòn Cháo) là một đảo nhỏ dưới chân đèo Hải Vân và giữ vai trò tiền tiêu quan trọng về an ninh quốc phòng biển khu vực miền Trung [15].

### **1.2.2. Đặc điểm địa hình**

Vùng Hải Vân – Sơn Chà có địa hình đa dạng và phức tạp, đan xen giữa đồi núi, đầm phá và đồng bằng, cùng các dải đèo vươn ra biển. Đây là một dải đất hẹp ven bờ, dựa lưng vào dãy Trường Sơn, tập hợp nhiều dạng địa hình như vùng biển, ven biển, đầm phá, đồng bằng, gò đồi ngầm, núi rừng... tạo điều kiện phát triển kinh tế tổng hợp, đặc biệt ở các lĩnh vực nông – lâm nghiệp, khai thác thủy sản, du lịch, công nghiệp và dịch vụ cảng biển.

Khu vực nghiên cứu trải dài từ đầm Lăng Cô đến đảo Sơn Chà, bao gồm dải biển ven bờ và đầm phá, cắt ngang dãy núi Hải Vân vươn ra biển, hình thành nên

vùng giao thoa độc đáo giữa các hệ sinh thái rừng, đầm phá và biển đảo [16].

### 1.2.3. Đặc điểm khí hậu

Khu vực ven biển Sơn Chà – Hải Vân nằm ở phía Nam thành phố Huế, đóng vai trò là ranh giới tự nhiên phân chia hai miền khí hậu và cũng là điểm giao nhau giữa hệ sinh thái rừng và biển. Điều kiện khí hậu tại đây chịu tác động đồng thời của địa hình núi, biển và đầm phá; vào mùa hè thường xuất hiện gió Tây Nam khô nóng, còn mùa đông chịu ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc. Nhiệt độ trong vùng biển động mạnh theo cả không gian và thời gian. Sự giao thoa về khí hậu và sinh thái đã tạo ra một môi trường sống đa dạng, giàu tính biến động, góp phần hình thành các quần xã sinh vật phong phú, trong đó có sự hiện diện của nhóm tuyến trùng sống tự do trong rạn san hô.

### 1.2.4. Hệ động thực vật

Nhờ đặc điểm địa lý và khí hậu riêng biệt, khu vực Hải Vân – Sơn Chà hình thành nên một hệ sinh thái phong phú và đa dạng. Về hệ thực vật trên cạn, đã ghi nhận 382 loài thuộc 234 giống, 83 họ, trong số đó có những loài đặc hữu quý hiếm như Dẻ Hải Vân (*Lithocarpus nebutarum*) và Kha thụ Hải Vân (*Castanopsis nebulorum*) [17]. Về sinh vật biển, khu vực này phát triển đồng thời các hệ sinh thái quan trọng như rạn san hô, thảm cỏ biển, bãi triều, rừng ngập mặn ven bờ,.... Các khảo sát gần đây cho thấy nơi đây có 245 loài vi tảo, 47 loài động vật phù du, 135 loài rong biển, 142 loài san hô cứng, 303 loài động vật đáy và 162 loài cá rạn [18].

Nhờ mức độ đa dạng sinh học cao cùng sự hiện diện của nhiều loài có giá trị sinh thái, khu vực Hải Vân – Sơn Chà được xếp vào nhóm vùng biển có tiềm năng bảo tồn quan trọng hàng đầu ở miền Trung Việt Nam. Tuy nhiên, những nghiên cứu chuyên sâu về nhóm sinh vật đáy kích thước nhỏ, đặc biệt là tuyến trùng sống tự do, vẫn còn hạn chế, tại khu vực này vẫn còn hạn chế, cần được bổ sung để làm sáng tỏ bức tranh toàn diện về đa dạng sinh học và chức năng sinh thái của hệ sinh thái biển nơi đây.

### 1.2.5. Rạn san hô

Rạn san hô khu vực Hải Vân – Sơn Chà nằm ven biển tiếp giáp giữa TP Huế

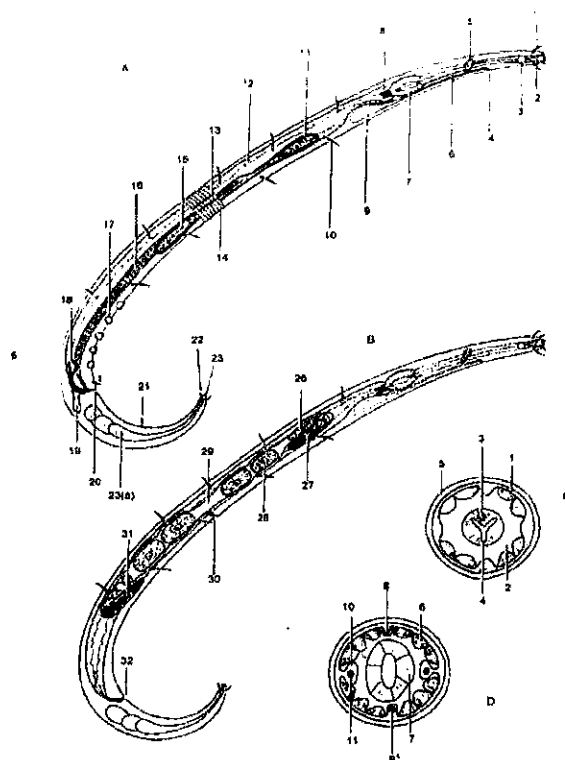
và TP. Đà Nẵng. Đây là phần mở rộng tự nhiên của dãy núi Hải Vân ra biển, tạo nên hệ sinh thái biển - đảo phong phú. Rạn san hô trong khu vực thường phân bố trong phạm vi hẹp, từ vùng triều xuống đến độ sâu khoảng 12 m. Quy mô của rạn chịu ảnh hưởng chủ yếu bởi hai yếu tố: đặc điểm đáy đá và độ dốc của nền đáy. Về hình thái, phần lớn rạn có dạng riềm không điển hình; ở một số nơi nền rạn chủ yếu gồm các khối đá tảng, san hô phân bố thưa thớt. Các cụm rạn tập trung nhiều tại Bãi Cả, Bãi Đầu Hè, Sừng Rong Cầu và khu vực Hòn Sơn Chà.

Theo khảo sát của WWF (2022), vùng này ghi nhận hơn 230 loài san hô cứng, thuộc 13 họ, trong đó có nhiều loài có giá trị sinh thái và cảnh quan cao như *Acropora*, *Porites*, *Montipora*, *Favia*, *Favites*, *Goniopora*... [19]. Theo đánh giá của Võ Sỹ Tuấn và Nguyễn Văn Long (2022), chất lượng rạn san hô khu vực này chỉ đạt ở mức độ trung bình với độ che phủ  $35,5 \pm 14,5\%$  [20]. Điều này cho thấy khu vực rạn san hô đang bị có chiều hướng suy thoái bởi nhiều nguyên nhân khác nhau.

### **1.3. TỔNG QUAN VỀ TUYẾN TRÙNG VÀ CÁC NGHIÊN CỨU VỀ TUYẾN TRÙNG SỐNG TỰ DO**

#### **1.3.1. Đặc điểm sinh thái học của tuyến trùng biển sống tự do**

Tuyến trùng (Nematoda) là nhóm động vật không xương sống thuộc ngành giun tròn. Cơ thể của tuyến trùng thường có dạng thon dài; cơ thể không phân đốt và tiết diện ngang hình tròn. Cấu tạo cơ thể gồm ba phần chính: đầu; thân (phần giữa) và đuôi. Toàn bộ cơ thể được bao bọc bởi lớp cutin bền chắc, ở một số loài có khả năng co giãn; vùng đầu đôi khi mang lông tơ. Các đặc điểm hình thái quan trọng dùng để nhận dạng và phân loại tuyến trùng bao gồm: cấu tạo biểu bì và lớp vỏ cutin, cấu tạo vùng đầu – vùng môi, cấu trúc cơ quan cảm giác amphid, cũng như hình thái phần đuôi [3], [4].



**Hình 1.1 Đặc điểm hình thái và giải phẫu cơ thể tuyến trùng (Theo Platt & Warwick, 1988)**

Tuyến trùng được đánh giá là nhóm động vật có số lượng cá thể lớn nhất trên Trái đất; đồng thời đa dạng về thành phần loài, kích thước - hình thái, phân bố ở hầu hết tất cả các môi trường [21], [22], [23]. Cho đến nay, các nhà khoa học đã mô tả khoảng 30.000 loài tuyến trùng khác nhau cả sống tự do và sống ký sinh [3]. Theo đánh giá của Miljutin và cộng sự (2010), khoảng 50% các loài tuyến trùng sống trong môi trường biển, phần còn lại phân bố rộng rãi trên đất liền, từ sa mạc khô hạn đến vùng cực, thậm chí có những loài tồn tại trong các suối nước nóng ở nhiệt độ cao [24]. Riêng trong môi trường biển, ước tính đã có khoảng 4.000–5.000 loài được mô tả, phần lớn thu thập từ vùng nước nông, vốn chỉ chiếm khoảng 9% diện tích đại dương toàn cầu. Ngoài ra, hơn 600 loài đã được ghi nhận ở vùng biển sâu, ở độ sâu từ 400 đến 8.350 m.

Dựa theo phương thức dinh dưỡng, tuyến trùng được chia làm 4 nhóm nhỏ: nhóm ăn nuốt trực tiếp; nhóm vừa xé vừa nuốt; nhóm nhai - nghiền và nhóm hút. Thức ăn chủ yếu của tuyến trùng là vi khuẩn, nấm, các mùn bã hữu cơ, động vật nhân thật đơn bào, các loài tảo và thực vật đáy. Hình thức sinh sản chủ yếu là sinh

sản hữu tính (để trứng, phát triển qua các giai đoạn ấu trùng), một số loài có thể lưỡng tính tự thụ tinh hoặc hiếm khi sinh sản trinh sản [25].

Tuyến trùng sống tự do đóng vai trò mắt xích quan trọng trong chuỗi - lưới thức ăn ở tầng đáy, nơi chúng tiêu thụ vi khuẩn, tảo, nấm và mảnh vụn hữu cơ, đồng thời trở thành nguồn dinh dưỡng cho các sinh vật cấp cao hơn [26],[27]. Thông qua quá trình ăn và bài tiết, tuyến trùng góp phần luân chuyển carbon, nitơ và các chất khoáng trong trầm tích, qua đó, chúng góp phần thúc đẩy quá trình tái chế chất dinh dưỡng và bảo đảm duy trì năng suất sinh học trong hệ sinh thái biển [28]. Khác với vi khuẩn – thường thất thoát nhiều carbon trong quá trình hô hấp – tuyến trùng có khả năng giải phóng cả carbon và nitơ đã đồng hoá, làm tăng tính sẵn có của dinh dưỡng cho các loài sinh vật khác trong chuỗi thức ăn [29]. Ngoài ra, sự đa dạng loài và chiến lược dinh dưỡng phong phú của tuyến trùng khiến chúng trở thành một yếu tố then chốt trong việc điều hòa dòng năng lượng và góp phần duy trì sự ổn định, bền vững lâu dài của hệ sinh thái biển [27],[28].

Tuyến trùng sống tự do thường được xem là nhóm sinh vật chỉ thị hiệu quả đối với sức khỏe môi trường do có phân bố rộng, mật độ cao và khả năng thích nghi với nhiều điều kiện sinh thái khác nhau, kể cả trong các môi trường bị ô nhiễm hoặc chịu tác động mạnh của nhiễu loạn tự nhiên và nhân sinh. Bên cạnh đó, nhiều loài có vòng đời ngắn, tốc độ sinh trưởng nhanh và phản ứng nhạy với sự biến đổi của các yếu tố môi trường như hàm lượng chất hữu cơ, oxy hòa tan, độ mặn và đặc điểm trầm tích. Vì vậy, những thay đổi về thành phần loài, cấu trúc quần xã và nhóm dinh dưỡng của tuyến trùng thường phản ánh khá rõ trạng thái môi trường và mức độ ổn định của hệ sinh thái đáy. Trong các hệ sinh thái biển ven bờ và rạn san hô, quần xã tuyến trùng còn tham gia tích cực vào quá trình phân giải vật chất hữu cơ và tuần hoàn dinh dưỡng, đồng thời chịu ảnh hưởng mạnh bởi đặc điểm nền đáy, mức độ bồi lắng và tình trạng sức khỏe của hệ sinh thái. Do đó, tuyến trùng biển sống tự do hiện được sử dụng phổ biến trong các nghiên cứu đánh giá chất lượng môi trường và quan trắc sinh thái biển [30],[31],[32].

### **1.3.2. Tình hình nghiên cứu tuyến trùng sống tự do trên thế giới**

Trong nhiều năm qua, các nghiên cứu về tuyến trùng sống tự do đã được thực hiện tại nhiều hệ sinh thái biển khác nhau như bãi triều, cửa sông, thềm lục

địa, rừng ngập mặn,... Đặc biệt, các nghiên cứu tại rừng ngập mặn và rạn san hô – những hệ sinh thái tiêu biểu ở vùng ven biển nhiệt đới – đã cung cấp nhiều bằng chứng minh họa rõ nét về sự đa dạng cũng như chức năng sinh thái quan trọng của tuyến trùng. Khi nghiên cứu về tuyến trùng sống tự do tại các rạn san hô vùng Caribe, Ruiz-Abierno & Armenteros (2015) đã ghi nhận số lượng cá thể tuyến trùng lớn với sự hiện diện phổ biến của các giống *Desmodora*, *Epsilonema*, *Euchromadora* và *Tricoma* [33]. Gần đây, Pérez-García và cộng sự (2019) khảo sát các khu vực rạn san hô thoái hóa (*coral degradation zones*) ở Caribe và xác định được 112 loài, phân bố trong 92 giống, 33 họ và 8 bộ. Trong đó, *Euchromadora vulgaris* là loài chiếm ưu thế, đóng góp khoảng 24% tổng số cá thể; ngoài ra, 14 loài khác đóng góp  $\geq 1\%$  và 97 loài còn lại đóng góp  $< 1\%$  mỗi loài [34].

Hai nghiên cứu gần đây về sinh thái học tuyến trùng tại khu vực san hô ở vùng nước lạnh của Raes & Vanreusel (2005, 2007) và các vùng suy thoái san hô nhiệt đới ở bờ biển Kenya của Raes, đã ghi nhận được 149 giống tuyến trùng thuộc 35 họ, trong đó tuyến trùng thuộc họ Epsilonematidae và Draconematidae chiếm ưu thế trong quần xã tuyến trùng [35],[36].

Hệ sinh thái rạn san hô tại Biển Đông được xem là một trong những trung tâm nóng về đa dạng sinh học biển, có ý nghĩa quan trọng trên phạm vi toàn cầu. Khi nghiên cứu về cấu trúc quần xã tuyến trùng sống tự do trong khu vực bảo tồn và khu vực lân cận của Keelung tại Đài Loan, Wei-Ling Ng và cộng sự (2022) đã thu được tổng cộng 111 loài tuyến trùng từ 25 họ, phân tán đồng đều trong khu vực [37].

### 1.3.3. Tình hình nghiên cứu tuyến trùng sống tự do ở Việt Nam

Các nghiên cứu về thành phần loài, mức độ đa dạng sinh học và đặc điểm sinh thái của quần xã tuyến trùng sống tự do đã được thực hiện ở nhiều hệ sinh thái khác nhau như cửa sông, rừng ngập mặn và vùng biển ven bờ tại nhiều khu vực trong cả nước. Tại các sông Cầu, Đáy, Nhuệ và Cẩm đã ghi nhận khu hệ tuyến trùng sống tự do, được chia thành ba nhóm sinh thái chính: nhóm sống trong hệ sinh thái nước ngọt, nhóm chuyên biệt ở môi trường nước lợ và nhóm sống trong đất hoặc kí sinh. Kết quả đã xác định được 144 loài, thuộc 51 họ của 9 bộ [38].

Tại vùng cửa sông Hồng đã ghi nhận được tổng cộng 107 loài tuyến trùng biển thuộc 52 giống của 23 họ thuộc 8 bộ; trong số đó Nguyễn Vũ Thanh (2015) đã mô tả và công bố 1 giống mới và phát hiện 10 loài tuyến trùng mới đối với khoa học [39]. Tại khu vực đảo Bạch Long Vỹ đã phân tích tính đa dạng quần xã tuyến trùng và ghi nhận 39 loài phân bố trong 18 họ và thuộc về 3 bộ tuyến trùng biển [41]. Còn đối với khu vực cửa sông Hàm Luông, nhận thấy rằng mật độ quần xã tuyến trùng tương đối thấp, số lượng cá thể dao động đáng kể dọc theo cửa sông, kết quả thu được 57 giống thuộc 29 họ [40]. Khi đánh giá tính đa dạng sinh học của quần xã tuyến trùng ở vùng biển ven bờ miền trung, nhóm nghiên cứu của Nguyễn Vũ Thanh đã tiến hành thu mẫu tại 6 điểm: Sa Huỳnh, Thuận An, Dung Quất, Đà Nẵng, Ròn, Quy Nhơn. Đánh giá kết quả thu được cho thấy thành phần loài tuyến trùng tương đối phong phú, bao gồm 98 loài thuộc 79 giống, 25 họ của 5 bộ với 3 bộ chính là Enoplida, Monhysterida và Chromadorida [6]. Thành phần loài tại khu vực Khe Nhàn thuộc khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ, đã ghi nhận được 80 giống thuộc 24 họ của 7 bộ tuyến trùng, phản ánh mức độ đa dạng sinh học cao và ít chịu tác động và ảnh hưởng bởi các hoạt động khai thác [42]. Tại vùng ven bờ Bà Rịa – Vũng Tàu, kết quả nghiên cứu đã ghi nhận bộ Monhysterida cùng với họ Desmodoridae thuộc bộ Desmodorida là những nhóm chiếm ưu thế nổi bật [43].

Hiện nay, quần xã tuyến trùng trong hệ sinh thái rạn san hô ở một số khu vực của Việt Nam đã được khảo sát và bước đầu đánh giá. Khu vực rạn san hô tại đặc khu Côn Đảo, thành phố Hồ Chí Minh nghiên cứu năm 2020, đã ghi nhận được 2 loài tuyến trùng mới cho bộ sưu tập tuyến trùng sống tự do ở Việt Nam [44]. Mokievsky *et al.* (2024) ghi nhận tại Côn Đảo có 123 loài tuyến trùng sống tự do thuộc 31 họ phân bố trong các sinh cảnh rạn san hô và rừng ngập mặn. Cấu trúc quần xã thay đổi theo đặc điểm nền đáy và điều kiện môi trường, với sự ưu thế của một số họ như Chromadoridae, Linhomoeidae và Xyalidae ở các sinh cảnh khác nhau. Kết quả cho thấy tuyến trùng sống tự do có tiềm năng cao trong đánh giá đa dạng sinh học và chất lượng môi trường ven biển [45]. Một nghiên cứu gần đây hơn, công bố trên Marine Pollution Bulletin, đã ghi nhận từ 100 đến 105 loài tại Côn Đảo, đồng thời nhấn mạnh ảnh hưởng của yếu tố mùa đến cấu trúc quần xã tuyến trùng [7]. Nghiên cứu của nhóm tác giả V. O. Mokievsky đã thống kê và xác định được 123 loài thuộc 70 giống và 31 họ từ rạn san hô và rừng ngập mặn ở

Côn Đảo và ước tính có khoảng 216 loài tuyến trùng chưa được xác định [46].

Bên cạnh các nghiên cứu về cấu trúc quần xã và đa dạng loài, nhiều công trình tại Việt Nam cũng đã ghi nhận thêm các taxon tuyến trùng mới ở khu vực biển và hải đảo. Tại rạn san hô Côn Đảo, Nguyen Thi Xuan Phuong *et al.* (2023) đã mô tả hai loài mới là *Corononema vulgare* sp. n. và *Hofmaenneria coralis* sp. n. thuộc bộ Monhysterida [47]. Trong khi đó, tại khu vực Phú Quốc, Malysheva *et al.* (2012) ghi nhận giống và loài mới *Insulanema longispiculum* gen. nov., sp. nov. thuộc họ Carnoyidae [48]. Các kết quả này cho thấy khu hệ tuyến trùng biển sống tự do ở Việt Nam có tính đa dạng cao và vẫn còn nhiều tiềm năng cho các nghiên cứu về phân loại và đa dạng sinh học.

Mặc dù các nghiên cứu về tuyến trùng ở nhiều hệ sinh thái khác nhau tuy không còn mới mẻ đối với các nhà sinh thái học trong nước, nhưng quần xã tuyến trùng ở hệ sinh thái rạn san hô vẫn chưa được khảo sát một cách toàn diện. Do đó, việc khảo sát đa dạng và sự phân bố của chúng tại khu vực biển Hải Vân – Sơn Chà không chỉ bổ sung những hiểu biết còn thiếu về khu hệ tuyến trùng ở Việt Nam mà còn góp phần làm sáng tỏ vai trò sinh thái của chúng trong hệ sinh thái rạn san hô.

## Chương 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

#### 2.1.1. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu: Rạn san hô vùng biển Hải Vân – Sơn Chà, thành phố Huế (từ thị trấn Lăng Cô đến hòn Sơn Chà).



**Hình 2.1** Bản đồ minh họa vị trí các điểm thu mẫu tuyến trùng tại khu vực Hải Vân – Sơn Chà

Thời gian thu mẫu: Nghiên cứu thực địa được thực hiện vào tháng 3/2024, với mẫu thu được kết hợp trong khuôn khổ đề tài “Nghiên cứu đa dạng sinh học, chức năng sinh thái và nguồn lợi sinh vật hệ sinh thái bãi triều rạn đá khu vực biển ven bờ Hải Vân – Sơn Chà, tỉnh Thừa Thiên Huế” (mã số: ĐL0000.01/23-24), do PGS.TS. Nguyễn Văn Quân làm chủ nhiệm.

#### 2.1.2. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của luận văn là quần xã tuyến trùng sống tự do (Nematoda) phân bố trong hệ sinh thái rạn san hô vùng biển Hải Vân – Sơn Chà, thành phố Huế. Nghiên cứu tập trung vào:

- Thành phần loài quần xã tuyến trùng sống tự do thu được từ các địa điểm và sinh cảnh (trong rạn và ngoài rạn) khác nhau bao gồm danh sách các loài tuyến trùng của khu vực, số lượng loài, số họ, số bộ, các nhóm chiếm ưu thế

- Các đặc trưng đa dạng sinh học (đa dạng loài, chỉ số đa dạng, mức độ đa dạng alpha, beta, gamma).
- Đặc điểm cấu trúc quần xã tuyến trùng như tỉ lệ đực cái, sự phân bố thành phần loài theo không gian của quần xã tuyến trùng (theo các điểm khảo sát và theo sinh cảnh trong vùng nghiên cứu).

## 2.2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.2.1. Phương pháp đánh giá tính đa dạng sinh học của quần xã tuyến trùng sống tự do tại các khu vực rạn san hô thuộc vùng biển Hải Vân – Sơn Chà

- *Phương pháp thu mẫu tuyến trùng*

**Bảng 2.1** Đặc điểm các điểm thu mẫu

STT	Điểm thu mẫu	Toạ độ		Đặc điểm nền đáy
		Vĩ độ Bắc (N)	Kinh độ Đông (E)	
1	Rạn san hô (Hòn Sơn Chà)- Bãi Hòn Miếu	16°13'03.25"	108°11'59.42"	Vỏ sò, san hô, bùn và cát
2	Rạn san hô Rừng rong câu	16°12'49.49"	108°10'53.93"	San hô chết, vỏ sò, bùn và cát
3	Rạn đá (Cửa đầm Lăng Cô)	16°13'41.09"	108°05'37.84"	Rạn đá, rong nho, cát mịn

Mẫu nghiên cứu được thu kết hợp trong khuôn khổ đề tài “*Nghiên cứu đa dạng sinh học, chức năng sinh thái và nguồn lợi sinh vật hệ sinh thái bãi triều rạn đá khu vực biển ven bờ Hải Vân – Sơn Chà, tỉnh Thừa Thiên Huế*” (mã số: ĐL0000.01/23-24), do PGS.TS. Nguyễn Văn Quân chủ nhiệm. Hoạt động thu mẫu được tiến hành vào tháng 3/2024.

Chiến lược thu mẫu: Khu vực Hải Vân – Sơn Chà được chia thành 03 điểm thu mẫu gồm Hòn Sơn Chà, Sừng Rong Câu và cửa đầm Lăng Cô (Bảng 2.1). Tại mỗi điểm, tiến hành thu ở 2 sinh cảnh: (i) trong rạn san hô và (ii) ngoài rạn san hô. Tại mỗi sinh cảnh tiến hành thu 03 mẫu lặp lại, do đó tổng số mẫu thu được trong nghiên cứu này là 18 mẫu.

Mẫu trầm tích được lấy bằng ống core nhựa (dài 40 cm, đường kính 3,5 cm), cắm xuống khoảng 10 cm lớp trầm tích. Sau khi đập kín hai đầu, mẫu được

rút lên và đẩy ra khỏi ống bằng pitong theo trục thẳng đứng. Các mẫu được bảo quản trong lọ nhựa có ghi chú đầy đủ về thời gian và địa điểm thu.

**Bảng 2.2 Chỉ số môi trường tại các điểm thu mẫu**

Điểm thu mẫu	Hòn Sơn Chà	Sùng Rong Câu	Cửa đằm Lăng Cô
Nhiệt độ	24.6	24.5	25.5
Độ muối	31 ‰	32 ‰	30 ‰
pH	8.27	8.24	8.3
DO	7.45	7.50	6.56

**Bảng 2.3 Kí hiệu 18 mẫu thu tại các điểm khảo sát**

STT	Địa điểm	Vị trí	Kí hiệu mẫu
1	Hòn Sơn Chà	Trong rạn	HSC T1
2			HSC T2
3			HSC T3
4		Ngoài rạn	HSC N1
5			HSC N2
6			HSC N3
7	Sùng Rong Câu	Trong rạn	SRC T1
8			SRC T2
9			SRC T3
10		Ngoài rạn	SRC N1
11			SRC N2
12			SRC N3
13	Cửa đằm Lăng Cô	Trong rạn	CĐLC T1
14			CĐLC T2
15			CĐLC T3
16		Ngoài rạn	CĐLC N1
17			CĐLC N2
18			CĐLC N3

Ngay sau khi thu thập, mẫu được cố định trong dung dịch formalin nóng 10%, đồng thời khuấy đều để dung dịch thấm đều vào trầm tích. Sau đó, các mẫu được chuyển về phòng thí nghiệm để tiếp tục xử lý và phân tích.



*Hình 2.2 Hình ảnh thu mẫu tuyến trùng tại sinh cảnh trong rạn san hô*



*Hình 2.3 Hình ảnh thu mẫu tuyến trùng tại sinh cảnh ngoài rạn san hô*

- *Phương pháp gạn lọc mẫu*



**Hình 2.4** Quá trình tách lọc mẫu thô bằng nước

Sau khi thu, mẫu trầm tích được chuyển từ lọ chứa sang xô nhỏ và sàng qua rây 1 mm nhằm loại bỏ mảnh vụn lớn. Phần lọc qua rây được bổ sung nước đến 1 lít, khuấy nhẹ rồi để lắng khoảng 10 giây. Dung dịch phía trên tiếp tục được gạn qua rây 40  $\mu\text{m}$  để loại bỏ bùn mịn, giữ lại phần trầm tích chứa tuyến trùng. Công đoạn này được lặp lại 10 lần. Phần còn lại trên rây được rửa sạch bằng bình tia và thu vào lọ để phục vụ các bước xử lý tiếp theo trong phòng thí nghiệm.

- *Phương pháp tách lọc và cố định mẫu*

Chuẩn bị: dung dịch Ludox TM50 có tỷ trọng cân bằng  $d \pm 1,18$  và dung dịch FAA để cố định mẫu.

Tuyến trùng được tách khỏi trầm tích theo phương pháp của Vincx (1996) [49]. Phần trầm tích chứa tuyến trùng được chuyển vào cốc đong 250 ml, trộn với Ludox TM50 theo tỷ lệ 1:3 (trầm tích:Ludox). Hỗn hợp được khuấy đều bằng đĩa thủy tinh, lắng trong 45 phút, sau đó thu phần dịch nổi phía trên vào cốc thủy tinh 250 ml. Quá trình này được lặp lại 3 lần để tối ưu hiệu quả tách lọc. Phần dịch đã

thu được lọc rửa qua rây 40  $\mu\text{m}$  bằng nước sạch và rồi cố định trong dung dịch FAA. Mẫu ướt được lưu giữ trong các lọ thủy tinh 20 ml, bảo quản tránh ánh sáng để phục vụ cho các bước phân tích và định danh sau này.



**Hình 2.5 Tách lọc tuyến trùng bằng Ludox TM50 và cố định lại bằng FAA**

- *Phương pháp đếm tuyến trùng*

Mẫu tuyến trùng sau khi thu được tiến hành lọc rửa bằng nước sạch, sau đó cho vào cốc thủy tinh dung tích 50 ml. Chuẩn bị sẵn dung dịch I và dung dịch II theo phương pháp của De Grisse (1969) [50]. Mẫu trong cốc được trộn đều bằng pipet nhựa, sau đó hút khoảng 10 ml mỗi lần và cho vào buồng đếm 100 ô. Quan sát dưới kính hiển vi, đếm lần lượt theo từng ô và ghi lại tổng số tuyến trùng thu được trong mẫu.

- *Phương pháp làm trong và lên tiêu bản cố định mẫu tuyến trùng (Seinhost, 1959) [51]*

Sau khi đếm xong, buồng đếm được lắc đều để các tuyến trùng phân bố ngẫu nhiên trong các ô, tiến hành chọn ngẫu nhiên tối thiểu 200 cá thể mỗi mẫu (hoặc toàn bộ nếu số lượng ít hơn 200 cá thể) dưới kính soi nổi và chuyển vào chén thủy tinh đã chứa sẵn 4–5 giọt dung dịch I. Chén được đặt trong bình hút ẩm và giữ trong tủ bảo ôn ở 40°C trong 24 giờ, sau đó bổ sung dung dịch II và đậy hờ miệng chén để cồn bay hơi từ từ. Chén tiếp tục được giữ cố định trong tủ bảo ôn ở 40°C, cứ sau 2–3 giờ lại bổ sung thêm 2–3 giọt dung dịch II, lặp lại 2–3 lần cho đến khi trong chén chỉ còn lại glycerol chứa các tuyến trùng.



**Hình 2.6 Chuẩn bị và cố định tiêu bản tuyến trùng**

Tuyến trùng sau khi làm trong được gấp lên lam kính đã đúc sẵn vòng parafin và chứa giọt glycerine, sắp xếp sao cho các cá thể nằm cùng một hướng, không chồng lấn lên nhau. Tiêu bản được coi là đạt yêu cầu khi các tuyến trùng không bị chèn ép, không dính vào sáp và không có bọt khí. Các lam sau khi hoàn thiện được bảo quản trong hộp nhựa chuyên dụng, bên ngoài ghi rõ ký hiệu mẫu và địa điểm thu mẫu.

- *Phương pháp định loại tuyến trùng*

Phương pháp hình thái học: Việc định loại tuyến trùng được thực hiện đến mức loài hoặc giống dựa trên khoá định loại về hình ảnh của Platt & Warwick (1998), hệ thống phân loại của Lorenzen (1994), De Lay và Blaxter (2004) [52], [53]. Các đặc điểm hình thái dễ nhận biết được sử dụng gồm: chiều dài và chiều rộng cơ thể, hình dạng amphid, hình thái lớp cutin, hình dạng khoang miệng và răng, chiều dài lông đầu, kiểu dáng vùng môi, tỷ lệ chiều dài lông đầu so với chiều rộng cơ thể tại vị trí gốc, hình dạng và kích thước gai sinh dục, cũng như đặc điểm hình thái của đuôi. Ngoài ra, các tài liệu phân loại liên quan và cơ sở dữ liệu Nemys cũng được tham khảo để hỗ trợ cho quá trình định loại.

### **2.2.2. Phương pháp nghiên cứu đặc điểm phân bố theo không gian của quần xã tuyến trùng sống tự do trong môi trường quan với những thay đổi của môi trường ở hệ sinh thái rạn san hô tại vùng biển Hải Vân – Sơn Chà**

Các chỉ số đa dạng sinh học của tuyến trùng sẽ được tính toán bao gồm: Chỉ số đa dạng sinh học Shannon – Wiener ( $H'$ ); Chỉ số đa dạng loài Margalef ( $d$ ); Chỉ

số cân bằng Peilou (J').

Chỉ số đa dạng sinh học Shannon – Wiener:  $H' \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}}$

Chỉ số đa dạng loài Margalef:  $d \pm \frac{s}{\sqrt{N}}$  hay  $d \pm \frac{s-1}{\lg N}$

Chỉ số cân bằng Peilou (J'):  $e \pm \frac{H'}{\log s}$  hay  $e \pm \frac{1}{\sum_{i=1}^s p_i^2} \frac{1}{s}$

Chỉ số ưu thế C:  $C \pm \sum \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$  hay  $C \pm \sum n_i \left[\frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}\right]$

Chú thích: N: tổng số lượng cá thể trong mẫu

S: tổng số loài trong mẫu

$p_i \pm \frac{n_i}{N}$ : mức độ phong phú tương đối của loài

Các số liệu phân tích và tính toán các chỉ số đa dạng sinh học được thực hiện trên các phần mềm như Statistica 7.0, PARTITION 3.

Sự khác biệt của tập hợp tuyến trùng giữa các điểm thu mẫu được kiểm định bằng phương pháp PERMANOVA. Tính tương đồng/khác biệt trong cấu trúc không gian về thành phần loài giữa các quần xã tuyến trùng và sự đóng góp khác nhau của các loài tuyến trùng khác nhau trong tính tương đồng/khác biệt này được kiểm định bằng phương pháp MDS, Cluster, ANOSIM và SIMPER thực hiện trên phần mềm PRIMER V6.

### Chương 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. DA DẠNG SINH HỌC CỦA QUẦN XÃ TUYẾN TRÙNG TẠI KHU VỰC HẢI VÂN – SƠN CHÀ

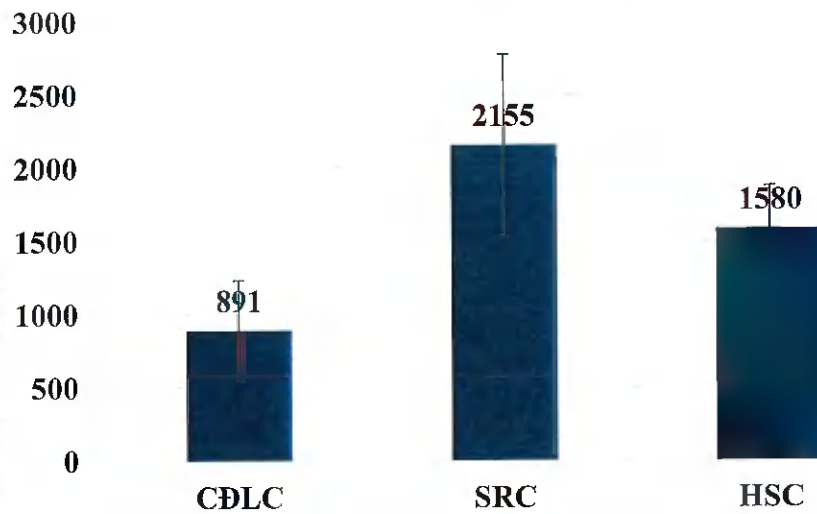
##### 3.1.1. Mật độ trung bình tuyến trùng biển sống tự do tại khu vực Hải Vân – Sơn Chà

Kết quả điều tra cho thấy mật độ tuyến trùng sống tự do tại khu vực Hải Vân – Sơn Chà có sự khác biệt đáng kể giữa các điểm thu mẫu. Chi tiết về mật độ cá thể tuyến trùng và giá trị trung bình được thể hiện trong Bảng 3.1 và Hình 3.1. Các số liệu này phản ánh sự biến động không gian của quần xã tuyến trùng trong cùng một khu vực rạn san hô, qua đó cho thấy tác động của điều kiện môi trường sống và yếu tố sinh thái cục bộ lên sự phân bố của chúng.

**Bảng 3.1 Mật độ trung bình tuyến trùng sống tự do khu vực Hải Vân – Sơn Chà**

STT	HSC NR	HSC TR	SRC NR	SRC TR	CĐLC NR	CĐLC TR
Lần lặp 1	2191	1152	1615	1194	32	1200
Lần lặp 2	1939	1170	1760	2596	80	2500
Lần lặp 3	1281	1145	2150	3614	35	1500
Trung bình ± sai số	1804 ± 470	1356 ± 359	1842 ± 277	2468 ± 1215	49 ± 27	1733 ± 681

Mật độ tuyến trùng tại các điểm thu mẫu cho thấy sự khác biệt rõ rệt, phản ánh tính không đồng nhất giữa các sinh cảnh khảo sát. Điểm SRC TR2 ghi nhận mật độ cao nhất với 2569 cá thể/10 cm<sup>2</sup>, trong khi thấp nhất tại CĐLC NR1 chỉ đạt 32 cá thể/10 cm<sup>2</sup>. Xét theo giá trị trung bình, SRC TR có mật độ tuyến trùng cao nhất (2468 cá thể/10 cm<sup>2</sup>), còn CĐLC NR thấp nhất (49 cá thể/10 cm<sup>2</sup>), cho thấy điều kiện môi trường tại khu vực SRC có thể thuận lợi hơn cho sự phát triển của quần xã tuyến trùng. Về mức độ dao động giữa các lần lặp, SRC NR có sự chênh lệch thấp nhất (±277 cá thể), tiếp đến là HSC TR (±359 cá thể) và HSC NR (±470 cá thể), trong khi SRC TR ghi nhận độ dao động lớn nhất (±1215 cá thể), phản ánh sự phân bố mật độ chưa đồng đều giữa các mẫu khảo sát tại khu vực này.



**Hình 3.1 Biểu đồ mật độ trung bình của tuyến trùng tại khu vực nghiên cứu ở vùng biển Hải Vân – Sơn Chà**

Kết quả tổng hợp theo khu vực cho thấy mật độ tuyến trùng trung bình cao nhất ghi nhận tại SRC (2155 cá thể/10 cm<sup>3</sup>), tiếp theo là HSC (1580 cá thể/10 cm<sup>3</sup>) và thấp nhất tại CDLC (891 cá thể/10 cm<sup>3</sup>). Xu hướng này tương đồng với kết quả quan sát ở từng điểm thu mẫu, cho thấy sự khác biệt về điều kiện sinh cảnh giữa các khu vực có ảnh hưởng đáng kể đến sự phân bố và phát triển của quần xã tuyến trùng. Đồng thời, độ dao động lớn tại SRC phản ánh tính không đồng nhất trong phân bố mật độ giữa các mẫu khảo sát của khu vực này.

So sánh với các nghiên cứu trước đây, mật độ tuyến trùng tại khu vực Hải Vân – Sơn Chà nhìn chung thấp hơn so với khu vực rừng ngập mặn Cần Giờ ghi nhận giá trị từ 1153 đến 5192 cá thể/10 cm<sup>3</sup> [54]. Trong một nghiên cứu khác tại Cần Giờ, mật độ tuyến trùng sống tự do dao động từ 342±309 cá thể/10 cm<sup>3</sup> tại ao thủy sản đến 4727±1560 cá thể/10 cm<sup>3</sup> tại ruộng muối, cao hơn kết quả của nghiên cứu này [55]. Bên cạnh đó, tại các cảng trên sông Sài Gòn cũng cho thấy mật độ tuyến trùng dao động trong khoảng 13,33±2,89 – 5863±2396,46 cá thể/10 cm<sup>3</sup>, vượt trội so với khu vực Hải Vân – Sơn Chà [56].

### **3.1.2. Thành phần loài tuyến trùng sống tự do tại khu vực rạn san hô tại vùng biển Hải Vân – Sơn Chà.**

Danh sách các loài tuyến trùng sống tự do ghi nhận tại khu vực rạn san hô vùng biển Hải Vân – Sơn Chà được xác định và phân loại dựa theo hệ thống của

De Ley & Blaxter (2004) [53], kết hợp với hệ thống phân loại đến mức độ dưới họ theo Lorenzen (1981, 1994) [57]. Các loài được sắp xếp theo trật tự phân loại từ lớp, bộ, họ, dưới họ đến loài. Danh mục chi tiết các loài được liệt kê dưới đây:

**NGÀNH NEMATODA** Potts, 1932

**LỚP ENOPLEA** Inglis, 1983

**BỘ ENOPLIDA** Filipjev, 1929

**Họ Rhabdolaimidae** Chitwood, 1951

Giống *Syringolaimus* de Man, 1888

1. *Syringolaimus* sp.

**Họ Anoplostomatidae** Gerlach & Riemann, 1974

Giống *Anoplostoma* Bütschli, 1874

2. *Anoplostoma* sp.

Giống *Chaetonema* Filipjev, 1927

3. *Chaetonema* sp.

**Họ Enoplidae** Dujardin, 1845

Giống *Enoplus* Dujardin, 1845

4. *Enoplus* sp.

**Họ Phanodermatidae** Filipjev, 1927

Giống *Crenopharynx* Filipjev, 1934

5. *Crenopharynx* sp.

**Họ Thoracostomopsidae** Filipjev, 1927

Giống *Enoploides* Ssaweljev, 1912

6. *Enoploides* sp.

Giống *Enoplolaimus* de Man, 1893

7. *Enoplolaimus* sp.

Giống *Mesacanthoides* Wieser, 1953

8. *Mesacanthoides* sp.

Giống *Trileptium* Cobb, 1933

9. *Trileptium* sp.

**Họ Phanodermatinae** Filipjev, 1927

Giống *Phanoderma* Bastian, 1865

10. *Phanoderma* sp.

**Họ Leptosomatidae** Filipjev, 1916

Giống *Barbonema* Filipjev, 1927

11. *Barbonema* sp.

Giống *Synonchus* Cobb, 1894

12. *Synonchus* sp.

**Họ** Oxystominidae Chitwood, 1935

Giống *Halalaimus* de Man, 1888

13. *Halalaimus* sp.

Giống *Litinium* Cobb, 1920

14. *Litinium* sp.

Giống *Oxystomina* Filipjev, 1918

15. *Oxystomina* sp.

Giống *Paroxystomina* Micoletzky, 1924

16. *Paroxystomina* sp.

**Họ** Enchelidiidae Filipjev, 1918

Giống *Bathyeurystomina* Lamshead & Platt, 1979

17. *Bathyeurystomina* sp.

Giống *Calyptronema* Marion, 1870

18. *Calyptronema* sp.

Giống *Eurystomina* Filipjev, 1921

19. *Eurystomina* sp.

Giống *Polygastrophora* de Man, 1922

20. *Polygastrophora* sp.

Giống *Symplocostoma* Bastian, 1865

21. *Symplocostoma* sp.

**Họ** Oncholaimidae Filipjev, 1916

Giống *Adoncholaimus* Filipjev, 1918

22. *Adoncholaimus* sp.

Giống *Filoncholaimus* Filipjev, 1927

23. *Filoncholaimus* sp.

Giống *Metoncholaimus* Filipjev, 1918

24. *Metoncholaimus* sp.

Giống *Meyersia* Hopper, 1967

25. *Meyersia* sp.

Giống *Oncholaimus* Dujardin, 1845

26. *Oncholaimus* sp.

Giống *Oncholaimellus* de Man, 1890

27. *Oncholaimellus* sp.

Giống *Viscosia* de Man, 1890

28. *Viscosia* sp.

**Họ** Tripyloididae Filipjev, 1918

Giống *Gairleanema* Warwick & Platt, 1973

29. *Gairleanema* sp.

**LỚP CHROMADOREA** Inglis, 1983

**BỘ ARAEOLAIMIDA** De Coninck & Schuurmans Stekhoven, 1933

**Họ** Axonolaimidae Filipjev, 1918

Giống *Ascolaimus* Ditlevsen, 1919

30. *Ascolaimus* sp.

Giống *Axonolaimus* de Man, 1889

31. *Axonolaimus* sp.

Giống *Parodontophora* Timm, 1963

32. *Parodontophora fluviatilis* Gagarin & Nguyen Vu Thanh, 2008

Giống *Pseudolella* Cobb, 1920

33. *Pseudolella* sp.

**Họ** Comesomatidae Filipjev, 1918

Giống *Comesoma* Bastian, 1865

34. *Comesoma* sp.

Giống *Metacomesoma* Wieser, 1954

35. *Metacomesoma* sp.

Giống *Paracomesoma* Schuurmans Stekhoven, 1950

36. *Paracomesoma* sp.

Giống *Hopperia* Vitiello, 1969

37. *Hopperia* sp.

Giống *Paramesonchium* Hopper, 1967

38. *Paramesonchium* sp.

Giống *Vasostoma* Wieser, 1954

39. *Vasostoma* sp.

Giống *Actarjania* Hopper, 1967

40. *Actarjania* sp.

Giống *Cervonema* Wieser, 1954

41. *Cervonema* sp.

Giống *Laimella* Cobb, 1920

42. *Laimella* sp.

Giống *Pierrickia* Vitiello, 1970

43. *Pierrickia* sp.

Giống *Sabatieria* de Rouville, 1903

44. *Sabatieria* sp.

Giống *Setosabatieria* Platt, 1985

45. *Setosabatieria* sp.

**Họ** Diplopeltidae Filipjev, 1918

Giống *Araeolaimus* de Man, 1888

46. *Araeolaimus* sp.

Giống *Campylaimus* Cobb, 1920

47. *Campylaimus* sp.

**BỘ CHROMADORIDA** Chitwood, 1933

**Họ** Chromadoridae Filipjev, 1917

Giống *Chromadora* Bastian, 1865

48. *Chromadora* sp.

Giống *Chromadorina* Filipjev, 1918

49. *Chromadorina* sp.

Giống *Prochromadorella* Micoletzky, 1924

50. *Prochromadorella* sp.

Giống *Actinonema* Cobb, 1920

51. *Actinonema* sp.

Giống *Endeolophos* Boucher, 1976

52. *Endeolophos* sp.

Giống *Euchromadora* de Man, 1886

53. *Euchromadora* sp.

Giống *Graphonema* Cobb, 1898

54. *Graphonema* sp.

Giống *Parapinnanema* Inglis, 1969

55. *Parapinnanema* sp.

Giống *Steineridora* Inglis, 1969

56. *Steineridora* sp.

Giống *Trochamus* Boucher & De Bovée, 1971

57. *Trochamus* sp.

Giống *Chromadorita* Filipjev, 1922

58. *Chromadorita* sp.

Giống *Dichromadora* Kreis, 1929

59. *Dichromadora affinis* Gagarin & Nguyen Vu Thanh, 2011

Giống *Hypodontolaimus* de Man, 1886

60. *Hypodontolaimus* sp.

Giống *Innocuonema* Inglis, 1969

61. *Innocuonema* sp.

Giống *Neochromadora* Micoletzky, 1924

62. *Neochromadora* sp.

Giống *Ptycholaimellus* Cobb, 1920

63. *Ptycholaimellus brevisetosus* Nguyen V. T *et al*, 2012

Giống *Spilophorella* Filipjev, 1917

64. *Spilophorella* sp.

Giống *Spiliphera* Bastian, 1865

65. *Spiliphera* sp.

**Họ** Cyatholaimidae Filipjev, 1918

Giống *Longicyatholaimus* Micoletzky, 1924

66. *Longicyatholaimus* sp.

Giống *Marylynnia* (Hopper, 1972) Hopper, 1977

67. *Marylynnia* sp.

Giống *Metacyatholaimus* Stekhoven, 1942

68. *Metacyatholaimus* sp.

Giống *Paralongicyatholaimus* Schuurmans Stekhoven, 1950

69. *Paralongicyatholaimus* sp.

Giống *Praeacanthonchus* Micoletzky, 1924

70. *Praeacanthonchus* sp.

Giống *Acanthonchus* Cobb, 1920

71. *Acanthonchus* sp.

Giống *Paracanthonchus* Micoletzky, 1924

72. *Paracanthonchus brevicaudatus* Gagarin & Nguyen V. T, 2016

Giống *Paracyatholaimus* Micoletzky, 1922

73. *Paracyatholaimus* sp.

Giống *Paracyatholaimoides* Gerlach, 1953

74. *Paracyatholaimoides* sp.

Giống *Pomponema* Cobb, 1917

75. *Pomponema* sp.

**Họ Ethmolaimidae** Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941Giống *Comesa* Gerlach, 195676. *Comesa vitia* (Warwick, 1971)Giống *Gomphionchus* Platt, 198277. *Gomphionchus* sp.**Họ Selachinematidae** Cobb, 1915Giống *Halichoanolaimus* de Man, 188678. *Halichoanolaimus* sp.Giống *Cheironchus* Cobb, 191779. *Cheironchus* sp.**BỘ DESMODORIDA** De Coninck, 1965**Họ Desmodoridae** Filipjev, 1922Giống *Desmodora* de Man, 188980. *Desmodora vietnamica* Gagarin & Nguyen Vu Thanh, 2010Giống *Zalonema* Cobb, 192081. *Zalonema* sp.Giống *Metachromadora* Filipjev, 191882. *Metachromadora* sp.Giống *Onyx* Cobb, 189183. *Onyx* sp.Giống *Paradesmodora* Schuurmans Stekhoven, 195084. *Paradesmodora* sp.Giống *Polysigma* Cobb, 192085. *Polysigma* sp.Giống *Sigmophoranema* Hope & Murphy, 197286. *Sigmophoranema* sp.Giống *Spirinia* Gerlach, 196387. *Spirinia* sp.**Họ Microlaimidae** Micoletzky, 1922Giống *Cinctonema* Cobb, 192088. *Cinctonema* sp.Giống *Microlaimus* de Man, 188089. *Microlaimus orientalis* Gagarin & Nguyen Vu Thanh, 2012**Họ Monoposthiidae** Filipjev, 1934Giống *Rhinema* Cobb, 1920

90. *Rhinema* sp.

**BỘ DESMODORINA** De Coninck, 1965

Họ Molgolaiminae Jensen, 1978

Giống *Molgolaimus* Ditlevsen, 1921

91. *Molgolaimus* sp.

**BỘ DESMOSCOLECIDA** Filipjev, 1929

Họ Cyartonematidae Tchesunov, 1989

Giống *Cyartonema* Cobb, 1920

92. *Cyartonema* sp.

Họ Desmoscolecidae Shipley, 1896

Giống *Quadricoma* Filipjev, 1922

93. *Quadricoma* sp.

Giống *Tricoma* Cobb, 1894

94. *Tricoma* sp.

**BỘ MONHYSTERIDA** Filipjev, 1929

Họ Linhomoeidae Filipjev, 1922

Giống *Desmolaimus* de Man, 1880

95. *Desmolaimus zeelandicus* de Man, 1880

Giống *Metalinhomoeus* de Man, 1907

96. *Metalinhomoeus* sp.

Giống *Terschellingia* de Man, 1888

97. *Terschellingia longicaudata* de Man, 1907

Giống *Eleutherolaimus* Filipjev, 1922

98. *Eleutherolaimus* sp.

Giống *Eumorpholaimus* Schulz, 1932

99. *Eumorpholaimus* sp.

Giống *Disconema* Filipjev, 1918

100. *Disconema* sp.

Giống *Linhomoeus* Bastian, 1865

101. *Linhomoeus* sp.

Họ Monhysteridae de Man, 1876

Giống *Monhystera* Bastian, 1865

102. *Monhystera* sp.

Họ Sphaerolaimidae Filipjev, 1918

Giống *Parasphaerolaimus* Ditlevsen, 1918

103. *Parasphaerolaimus*

Giống *Subsphaerolaimus* Lorenzen, 1978

104. *Subsphaerolaimus* sp.

**Họ** Xyalidae Chitwood, 1951

Giống *Ammotheristus* Lorenzen, 1977

105. *Ammotheristus* sp.

Giống *Amphimonhystera* Allgén, 1929

106. *Amphimonhystera* sp.

Giống *Amphimonhystrella* Timm, 1961

107. *Amphimonhystrella* sp.

Giống *Cobbia* de Man, 1907

108. *Cobbia* sp.

Giống *Daptonema* Cobb, 1920

109. *Daptonema brevisetosum* Nguyen Vu Thanh & Gagarin 2009

Giống *Elzalia* Gerlach, 1957

110. *Elzalia* sp.

Giống *Gnomoxyala* Lorenzen, 1977

111. *Gnomoxyala* sp.

Giống *Linhystera* Juario, 1974

112. *Linhystera* sp.

Giống *Metadesmolaimus* Schuurmans Stekhoven, 1935

113. *Metadesmolaimus* sp.

Giống *Paramonhystera* Steiner, 1916

114. *Paramonhystera* sp.

Giống *Pseudosteineria* Wieser, 1956

115. *Pseudosteineria* sp.

Giống *Rhynchonema* Cobb, 1920

116. *Rhynchonema* sp.

Giống *Scaptrella* Cobb, 1917

117. *Scaptrella* sp.

Giống *Sphaerotheristus* Timm, 1968

118. *Sphaerotheristus* sp.

Giống *Theristus* Bastian, 1865

119. *Theristus* sp.

Giống *Valvaelaimus* Lorenzen, 1977

120. *Valvaelaimus* sp.

Giống *Xyala* Cobb, 1920

121. *Xyala* sp.

**BỘ PLECTIDA** Gadea, 1972

**Họ** Diplopeltoididae Tchesunov, 1990

Giống *Diplopeltoides* Gerlach, 1962

122. *Diplopeltoides* sp.

**Họ** Ceramonematidae Cobb, 1933

Giống *Pselionema* Cobb, 1933

123. *Pselionema* sp.

**Họ** Tarvaiidae Lorenzen, 1981

Giống *Tarvaia* Allgén, 1934

124. *Tarvaia* sp.

**Họ** Leptolaimoidea Örley, 1879

Giống *Antomicron* Cobb, 1920

125. *Antomicron* sp.

Giống *Halaphanolaimus* Southern, 1914

126. *Halaphanolaimus* sp.

Giống *Leptolaimoides* Vitiello, 1971

127. *Leptolaimoides* sp.

Giống *Leptolaimus* de Man, 1876

128. *Leptolaimus rivalis* (Gagarin & Thanh, 2007)

**BỘ TRIPLONCHIDA** Cobb, 1919

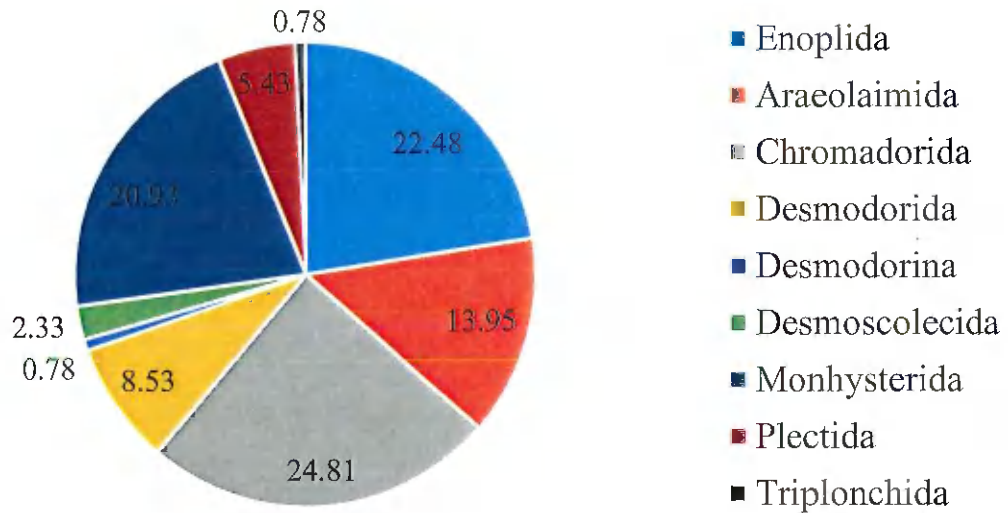
**Họ** Pandolaimidae Belogurov, 1980

Giống *Pandolaimus* Allgén, 1929

129. *Pandolaimus* sp.

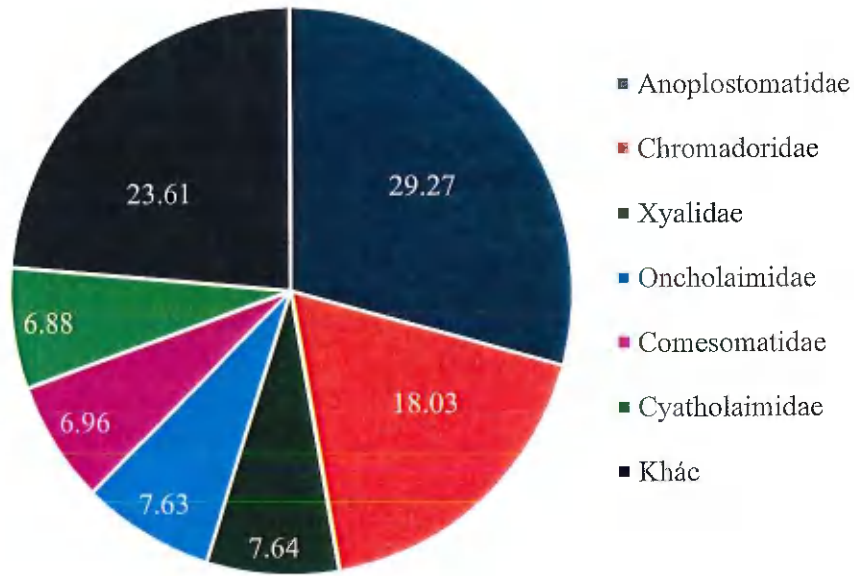
Kết quả nghiên cứu đã ghi nhận được 129 loài và dạng loài tuyến trùng sống tự do thuộc 129 giống 33 họ, 9 bộ (Triplonchida, Plectida, Monhysterida, Desmoscolecida, Desmodorina, Desmodorida, Chromadorida, Araeolaimida và Enoplida) thuộc 2 lớp. Trong đó, bộ Chromadorida có số lượng loài phong phú nhất với 32 loài (chiếm 24,81% tổng số loài), tiếp đến là các bộ Enoplida với 29 loài (22,18%), Monhysterida với 27 loài (20,93%) và Araeolaimida với 19 loài (13,95%). Các bộ có số lượng loài ít nhất là Triplonchida và Desmodorina, mỗi bộ chỉ ghi nhận 1 loài. Kết quả này có sự giống nhau với các nghiên cứu trước

đây, khi Chromadorida, Enoplida và Monhysterida thường được ghi nhận là những bộ chiếm ưu thế trong trầm tích biển ven bờ và hệ sinh thái rạn san hô [26],[58],[59].

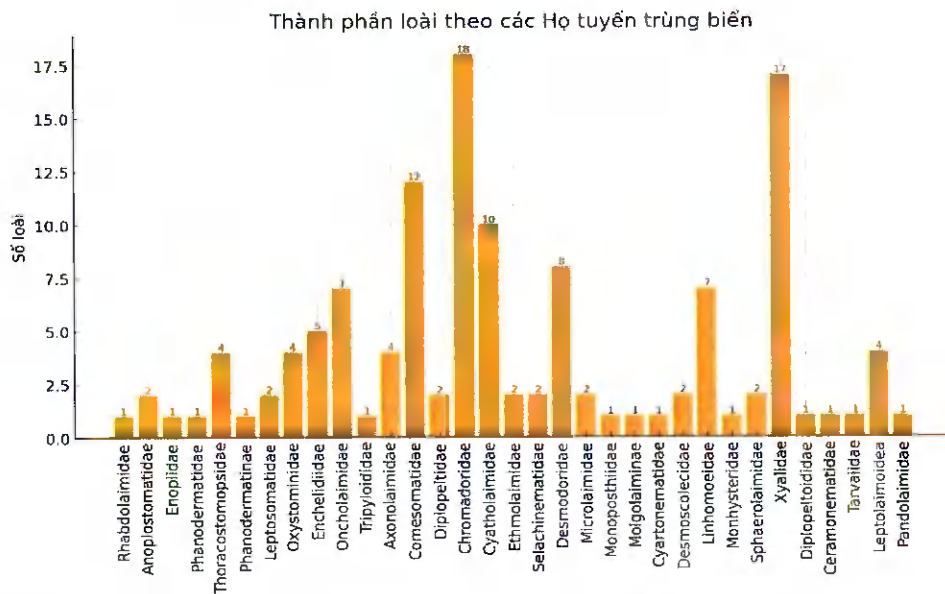


**Hình 3.2 Biểu đồ tỷ lệ phần trăm các bộ tuyến trùng xuất hiện tại vùng biển Hải Vân – Sơn Chà**

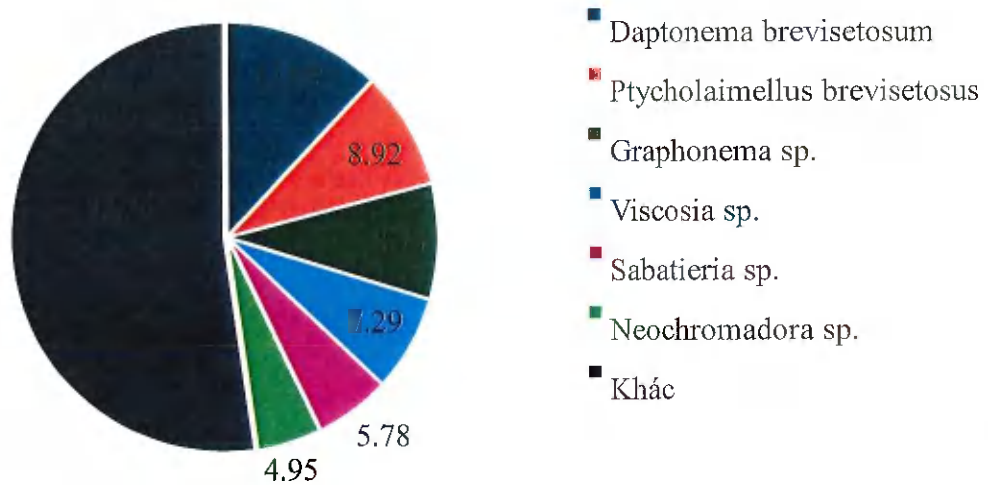
Về cấu trúc thành phần họ, họ Chromadoridae là nhóm đa dạng nhất với 18 loài, tiếp theo là họ Xyalidae với 17 loài, họ Comesomatidae với 12 loài và họ Cyatholaimidae với 10 loài. Ngược lại, một số họ chỉ ghi nhận được 1 loài, bao gồm: Pandolaimidae, Tarvaiidae, Ceramonematidae, Diplopeltoididae, Monhysteridae, Cyartonematidae, Molgolaiminae, Monoposthiidae và một số họ khác. Họ có số lượng cá thể lớn nhất là Anoplostomatidae (29.27%), Chromadoridae (18.03%), Xyalidae và Oncholaimidae cùng chiếm 7.64%, Comesomatidae (6.96%), Cyatholaimidae (6.88%). Sáu họ này đã chiếm đến hơn 76% trên tổng số cá thể các loài tuyến trùng thu được tại khu vực nghiên cứu này (Hình 3.3). Kết quả này cho thấy, Chromadoridae, Xyalidae, Comesomatidae và Cyatholaimidae là những họ có số lượng loài phong phú nhất, trong khi Anoplostomatidae lại chiếm ưu thế về mật độ cá thể.



**Hình 3.3 Tỷ lệ phân trăm số cá thể tuyến trùng theo các họ khác nhau trong khu vực Hải Vân – Sơn Chà.**



**Hình 3.4 Biểu đồ tỷ lệ phân trăm các họ tuyến trùng xuất hiện trong khu vực Hải Vân – Sơn Chà**



**Hình 3.5 Tỷ lệ phần trăm số cá thể tuyến trùng theo từng loài tại khu vực Hải Vân – Sơn Chà.**

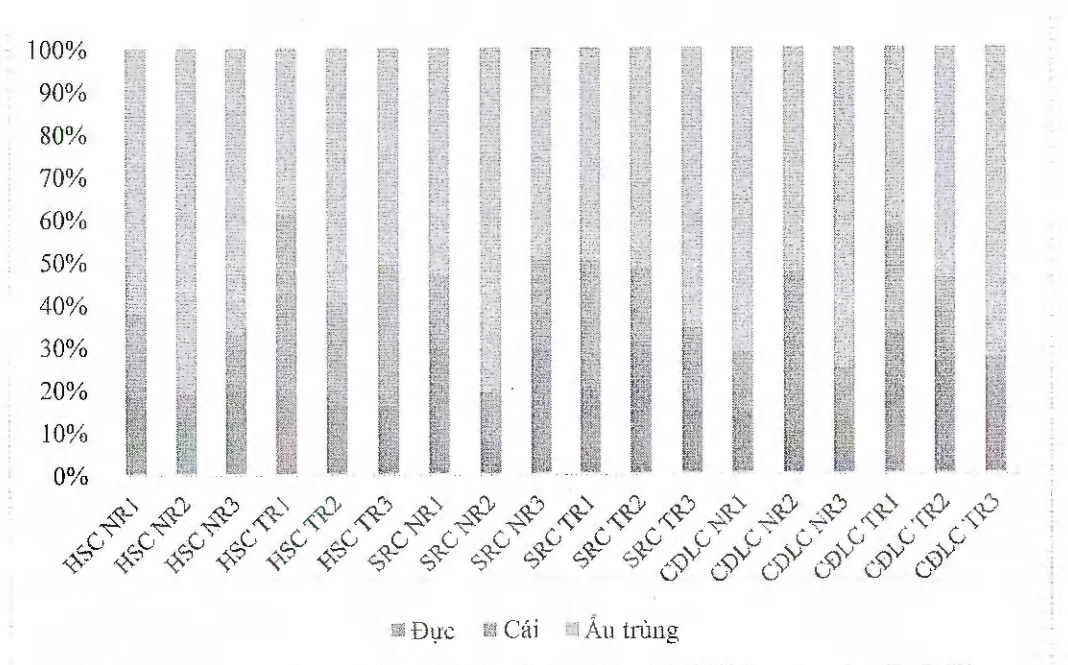
Khi phân tích về số lượng cá thể tuyến trùng trong khu vực Hải Vân – Sơn Chà, nhận thấy loài *Daptonema brevisetosum* chiếm tỷ lệ cao nhất (12.07%), *Ptycholaimellus brevisetosus* (8.92%), *Graphonema* sp. (8.73%), *Viscosia* sp. (7.29%), *Sabatieria* sp. (5.78%) và *Neochromadora* sp. (4.95%) (Hình 3.5). Xét tổng thể, sáu loài này đã chiếm đến gần 48%.

Kết quả thu được nhìn chung có nhiều điểm tương đồng với các nghiên cứu ven biển và rạn san hô trước đây. Tại khu vực nghiên cứu, các họ Anoplostomatidae, Chromadoridae và Xyalidae được ghi nhận là chiếm ưu thế, cho thấy sự tương đồng nhất định với kết quả ở nhiều hệ sinh thái nhiệt đới khác. Chẳng hạn, nghiên cứu tại rừng ngập mặn vịnh Nha Trang đã chỉ ra sự phong phú của Xyalidae và Chromadoridae [60], trong khi khảo sát vùng ven biển Nam Trung Bộ cho thấy Chromadoridae và Comesomatidae thường phổ biến hơn [61]. Điểm khác biệt nổi bật của khu vực nghiên cứu là sự áp đảo về số lượng của họ Anoplostomatidae, vốn không phải là nhóm thường chiếm ưu thế trong các nghiên cứu trước đây [62]. Ở cấp độ loài, sự hiện diện thường xuyên của các loài như *Daptonema*, *Sabatieria* và *Neochromadora* phù hợp với đặc trưng của môi trường trầm tích giàu chất hữu cơ [63]. Tuy nhiên, tỷ lệ vượt trội của *Daptonema brevisetosum* và *Ptycholaimellus brevisetosus* cho thấy tính đặc thù riêng có của quần xã tuyến trùng tại Hải Vân – Sơn Chà.

### 3.1.3. Thành phần giới tính của quần xã tuyến trùng

Kết quả phân tích thành phần giới tính của các nhóm tuyến trùng cho thấy ấu trùng chiếm tỷ lệ cao nhất ở phần lớn các mẫu khảo sát, dao động từ 39% tại điểm CDLC TR1 đến 81% tại điểm HSC NR2 (ngoại trừ mẫu HSC TR1). Điều này phản ánh khả năng tái tạo quần thể mạnh mẽ, đồng thời cho thấy môi trường tại đây có thể duy trì điều kiện thích hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của thể hệ con non. Tỷ lệ con cái ghi nhận dao động khá rộng, từ 5% tại điểm CDLC TR3 đến 43,2% tại điểm HSC TR1. Đặc biệt, tại điểm HSC TR1, tỷ lệ con đực chiếm ưu thế tương đối so với các điểm khác, dao động từ 8,1% (SRC NR2) đến 32,6% (CDLC TR1).

Sự khác biệt này cho thấy cấu trúc giới tính của tuyến trùng không chỉ chịu ảnh hưởng của điều kiện môi trường mà còn có thể liên quan đến đặc điểm sinh cảnh và chu kỳ sống của từng loài. Tỷ lệ ấu trùng cao gợi ý khả năng tái sinh và phát tán mạnh, trong khi tỷ lệ con đực và con cái chênh lệch giữa các điểm cho thấy quần xã tuyến trùng tại Hải Vân – Sơn Chà có sự đa dạng về chiến lược sinh sản và phân bố.



**Hình 3.6 Đặc điểm giới tính quần xã tuyến trùng tại các điểm thu mẫu**

Số lượng ấu trùng chiếm tỷ lệ cao nhất phản ánh quần thể có khả năng sinh sản mạnh, nguồn bổ sung cá thể non dồi dào và góp phần duy trì ổn định quần thể.

Tại một số điểm như HSC TR1, HSC TR2, SRC NR1, CDLC NR2,... có tỷ lệ con cái cao hơn con đực, tuy nhiên, tại một số điểm như SRC TR2 hay CDLC TR1 số lượng cá thể đực lại vượt trội hơn cá thể cái. Điều này thể hiện sự dao động nhất định trong cấu trúc giới tính giữa các điểm và giữa các sinh cảnh.

Xét theo khu vực khảo sát, nhóm ấu trùng chiếm ưu thế tại cả hai mặt cắt NR và TR ở HSC, SRC và CDLC, với giá trị dao động lần lượt từ 49,7–70,1%, 55,7–61,0% và 56,2–66,3%. Tỷ lệ ấu trùng cao phản ánh quần thể có khả năng tái tạo tốt, nguồn bổ sung cá thể non dồi dào và góp phần duy trì tính ổn định của quần xã. Tại HSC, thành phần cá thể cái ở mặt cắt TR (33,5%) cao hơn đáng kể so với NR (12,9%), trong khi cấu trúc giới tính tại SRC tương đối ổn định giữa hai mặt cắt. Đối với CDLC, tỷ lệ cá thể đực tại TR (27,2%) cao hơn so với NR (12,4%). Kết quả này cho thấy cấu trúc giới tính của quần xã tuyến trùng có sự biến động giữa các khu vực và sinh cảnh khảo sát, phản ánh ảnh hưởng của điều kiện môi trường đến đặc điểm phân bố của quần xã.

**Bảng 3.2 Tỷ lệ phân trăm giới tính quần xã tuyến trùng tại các điểm thu mẫu**

Khu vực	Điểm	Đực (%)	Cái (%)	Ấu trùng (%)
HSC	NR	16.9 ± 3.9	12.9 ± 6.4	70.1 ± 9.8
	TR	16.8 ± 0.9	33.5 ± 9.6	49.7 ± 10.3
SRC	NR	22.4 ± 12.3	16.6 ± 5.2	61.0 ± 17.4
	TR	22.9 ± 7.2	21.4 ± 7.6	55.7 ± 8.9
CDLC	NR	12.4 ± 1.9	21.2 ± 13.9	66.3 ± 12.1
	TR	27.2 ± 5.2	16.6 ± 10.5	56.2 ± 15.5

Kết quả tại Hải Vân – Sơn Chà khá tương đồng với kết quả được ghi nhận ở các cảng trên sông Sài Gòn, nơi ấu trùng cũng chiếm ưu thế hoàn toàn trong hầu hết các điểm thu mẫu. Cụ thể, tỷ lệ ấu trùng dao động từ 40,02–78,67% trong mùa khô và 49,24–90,33% trong mùa mưa [56]. Điều này cho thấy sự vượt trội của nhóm ấu trùng có thể là một đặc điểm phổ biến trong quần xã tuyến trùng ở các hệ sinh thái ven bờ và cảng biển Việt Nam, phản ánh khả năng tái tạo quần thể nhanh cũng như vai trò then chốt của chúng trong việc duy trì cấu trúc quần xã.

#### 3.1.4. Các chỉ số đa dạng sinh học quần xã tuyến trùng tại khu vực rạn san

### hồ vùng biển Hải Vân – Sơn Chà.

Các chỉ số đa dạng sinh học tại khu vực rạn san hô Hải Vân – Sơn Chà được thể hiện thông qua số lượng loài (S), chỉ số Margalef (d), chỉ số Shannon–Wiener ( $H'$ ) và chỉ số cân bằng Pielou (J) ở các điểm thu mẫu. Giá trị trung bình của các chỉ số này tại từng điểm được tổng hợp và thể hiện trong Bảng 3.3 và Hình 3.5.

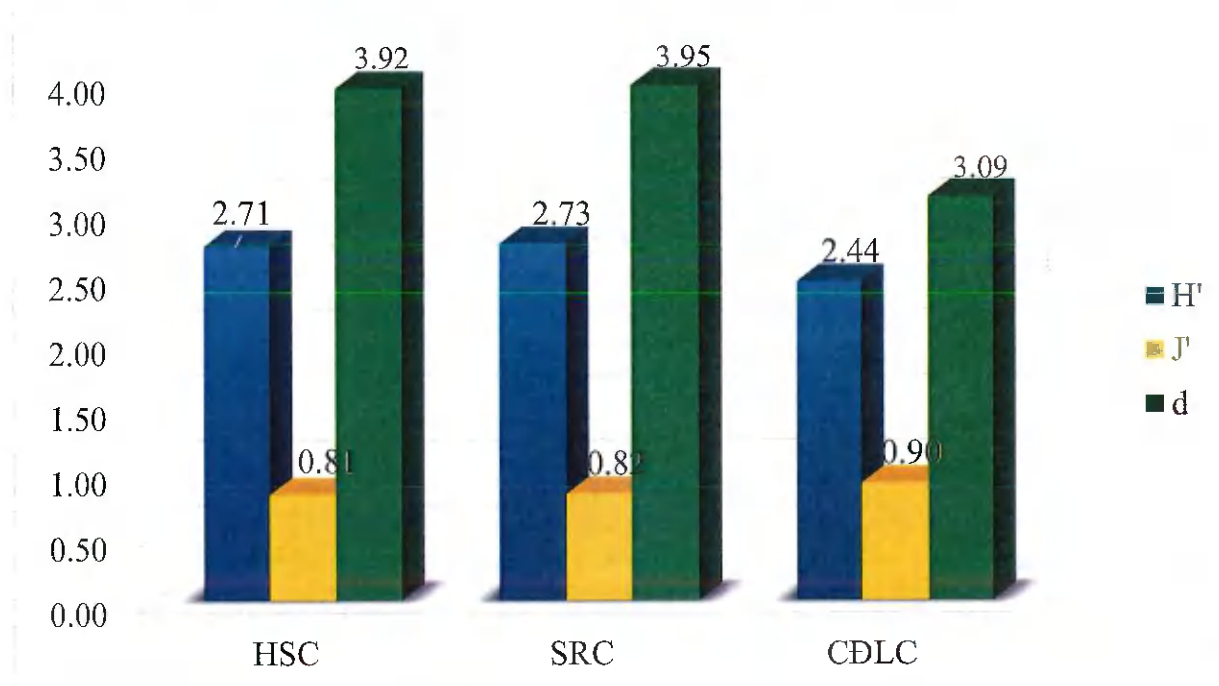
**Bảng 3.3 Các chỉ số đa dạng về số lượng loài (S), chỉ số Margalef (d), chỉ số cân bằng (J) và chỉ số Shannon-Wiener ( $H'$ )**

Khu vực	Mặt cắt	Các chỉ số đa dạng			
		S	$H'$	J	d
CDLC	TR	$30.0 \pm 5.68$	$2.74 \pm 0.33$	$0.81 \pm 0.06$	$3.97 \pm 0.83$
	NR	$10.0 \pm 4.62$	$2.14 \pm 0.38$	$0.98 \pm 0.02$	$2.21 \pm 0.86$
HSC	TR	$21.0 \pm 5.13$	$2.18 \pm 0.167$	$0.73 \pm 0.01$	$2.75 \pm 0.79$
	NR	$39.0 \pm 5.0$	$3.24 \pm 0.111$	$0.89 \pm 0.01$	$5.09 \pm 0.65$
SRC	TR	$29.0 \pm 12.50$	$2.55 \pm 0.42$	$0.78 \pm 0.02$	$3.62 \pm 1.65$
	NR	$33.0 \pm 14.73$	$2.91 \pm 0.33$	$0.85 \pm 0.03$	$4.27 \pm 2.02$

Xét theo mặt cắt khảo sát, các mặt cắt NR nhìn chung ghi nhận mức đa dạng cao hơn so với TR, thể hiện rõ tại HSC với giá trị  $H'$  tăng từ  $2,18 \pm 0,17$  (TR) lên  $3,24 \pm 0,11$  (NR), đồng thời số lượng loài tăng từ  $21,0 \pm 5,13$  lên  $39,0 \pm 5,0$ . Xu hướng tương tự cũng được ghi nhận tại SRC, khi mặt cắt NR có giá trị S,  $H'$  và d đều cao hơn so với TR. Kết quả này khác với xu hướng thường gặp ở hệ sinh thái rạn san hô, nơi khu vực trong rạn thường có mức đa dạng cao hơn nhờ cấu trúc sinh cảnh phức tạp. Tuy nhiên, sự gia tăng đa dạng tại các mặt cắt NR trong nghiên cứu có thể liên quan đến điều kiện nền đáy ổn định hơn, khả năng tích tụ vật chất hữu cơ tốt hơn hoặc cường độ xáo trộn thấp hơn so với khu vực TR, từ đó tạo điều kiện cho nhiều nhóm tuyến trùng cùng tồn tại. Ngoài ra, khu vực TR có thể chịu tác động mạnh hơn của sóng và dòng chảy, làm giảm khả năng duy trì các loài nhạy cảm và dẫn đến sự suy giảm mức đa dạng.

Ngược lại, tại CDLC, mặt cắt TR lại ghi nhận mức đa dạng cao hơn đáng kể so với NR, với  $H'$  đạt  $2,74 \pm 0,33$  so với  $2,14 \pm 0,38$ . Điều này cho thấy ảnh

hưởng của điều kiện môi trường tại CĐLC có thể khác biệt so với HSC và SRC, trong đó mặt cắt NR có khả năng chịu tác động mạnh hơn từ biến động thủy văn hoặc các yếu tố môi trường địa phương. Bên cạnh đó, chỉ số đồng đều  $J'$  tại các mặt cắt dao động từ 0,73–0,98, phản ánh sự phân bố cá thể giữa các loài tương đối đồng đều và chưa xuất hiện sự ưu thế tuyệt đối của một vài loài trong quần xã...



**Hình 3.7** Các chỉ số đa dạng sinh học bao gồm chỉ số Shannon –Wiener ( $H'$ ), chỉ số cân bằng ( $J'$ ) và chỉ số Margalef ( $d$ ) tại các khu vực nghiên cứu

Biểu đồ phản ánh sự khác biệt về cấu trúc đa dạng của quần xã tuyền trùng giữa các khu vực khảo sát, cho thấy ảnh hưởng rõ của điều kiện sinh cảnh đến sự phân bố loài. Mặc dù HSC và SRC có giá trị  $H'$  và  $d$  tương đối tương đồng, cấu trúc quần xã tại hai khu vực này có thể chịu chi phối bởi các yếu tố sinh thái khác nhau. Tại HSC, mức đa dạng cao đi kèm với tính đồng đều tương đối ổn định giữa các loài cho thấy môi trường nền đáy có khả năng tạo điều kiện cho nhiều nhóm loài cùng tồn tại. Trong khi đó, SRC thể hiện mức phong phú loài cao nhưng sự biến động lớn giữa các điểm thu mẫu cho thấy tính dị thể sinh cảnh rõ hơn, có thể liên quan đến sự phân bố không đồng đều của vật chất hữu cơ hoặc điều kiện vi môi trường [26], [39].

Ngược lại, quần xã tại CĐLC có mức đa dạng thấp hơn, song chỉ số đồng

đều cao cho thấy số lượng cá thể không tập trung ưu thế vào một vài loài nhất định mà phân bố tương đối đồng đều trong quần xã. Điều này cho thấy mức đa dạng thấp tại CĐLC có thể liên quan nhiều hơn đến sự hạn chế về thành phần loài thay vì sự mất cân bằng trong cấu trúc quần xã. Theo Margalef (1958) và Clarke & Warwick (2001), giá trị  $H'$  trong khoảng 2–3 phản ánh quần xã có mức đa dạng trung bình [64], [65], phù hợp với kết quả ghi nhận tại cả ba khu vực khảo sát. So với các nghiên cứu tại hệ sinh thái rạn san hô khác, mức đa dạng trong nghiên cứu này thấp hơn so với các rạn Mesophotic ở Địa Trung Hải [66], nhưng tương đồng với vùng bảo tồn biển Đài Loan được ghi nhận bởi Wei–Ling (2022) [37], cho thấy quần xã tuyến trùng tại khu vực nghiên cứu vẫn nằm trong khoảng biến động thường gặp của hệ sinh thái rạn san hô nhiệt đới.

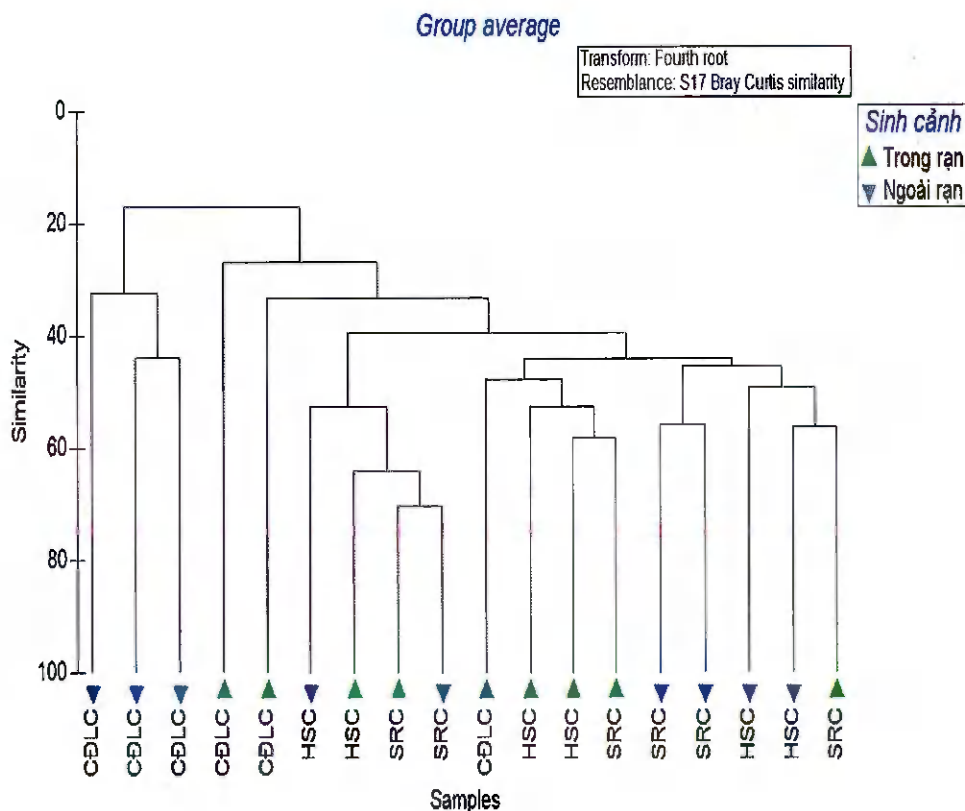
So sánh với các nghiên cứu tại các vùng ven biển Việt Nam cho thấy, giá trị  $H'$  tại khu vực Hải Vân Sơn Chà nhìn chung tương đương hoặc cao hơn ở một số khu vực khác. Cụ thể, nghiên cứu tại các vùng cửa sông tỉnh Bình Định ghi nhận chỉ số  $H'$  ghi nhận từ 1,2 đến 2,2 [8]. Tại khu vực Cửa Lục (Vịnh Hạ Long), Pavlyuk và cộng sự (2008) ghi nhận chỉ số  $H'$  cao hơn, nằm trong khoảng 3,16–4,34 [67]. Tương tự, nghiên cứu ở rừng ngập mặn Cần Giờ cho thấy chỉ số Shannon–Wiener dao động từ 1,9 đến 3,7 [68]. Những kết quả này cho thấy mức độ đa dạng tuyến trùng tại Hải Vân – Sơn Chà nằm trong khoảng trung bình đến cao.

### **3.2. ĐẶC ĐIỂM PHÂN BỐ THEO KHÔNG GIAN CỦA QUẦN XÃ TUYẾN TRÙNG SỐNG TỰ DO TRONG MÔI TRƯỜNG QUAN VỚI CÁC YẾU TỐ MÔI TRƯỜNG**

#### **3.2.1. Phân tích sự thay đổi (tính tương đồng/khác biệt) về phân bố theo không gian của quần xã tuyến trùng trong các sinh cảnh khác nhau (trong rạn và ngoài rạn) ở hệ sinh thái rạn san hô tại vùng biển Hải Vân – Sơn Chà.**

Độ tương đồng/khác biệt về phân bố theo không gian của quần xã tuyến trùng trong hai sinh cảnh (trong rạn và ngoài rạn) tại vùng biển Hải Vân – Sơn Chà được thể hiện bằng phân tích Cluster và biểu đồ phân tích đa biến MDS trong hình 3.9. Kết quả phân tích Cluster nhận thấy khác biệt tương đối rõ rệt giữa các điểm nghiên cứu với mức độ tương đồng khoảng 40–50%. Tuy nhiên, sự phân tách

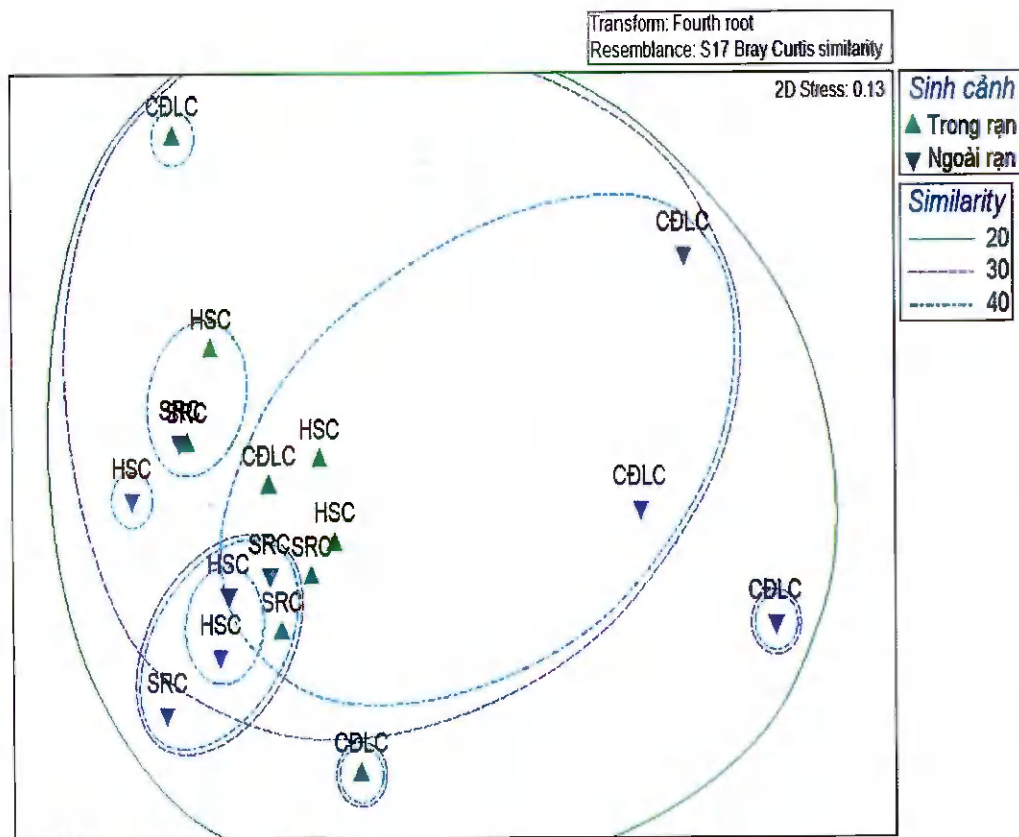
giữa 2 sinh cảnh (trong rạn và ngoài rạn) chưa hoàn toàn tách biệt, nhiều mẫu thuộc hai sinh cảnh vẫn xuất hiện xen kẽ trong cùng một cụm. Điều này phản ánh mặc dù yếu tố sinh cảnh có tác động đến cấu trúc loài nhưng không phải yếu tố quyết định duy nhất. Trong khi đó, ngoài rạn thường có nền đáy trũng trải, dòng chảy mạnh và biến động cao hơn, tạo điều kiện cho các loài phân bố rộng chiếm ưu thế.



**Hình 3.8** Biểu đồ Cluster biểu thị độ tương đồng trong cấu trúc quần xã tuyến trùng sống tự do giữa các sinh cảnh khác nhau ở khu vực Hải Vân – Sơn Chà

Xét theo điểm thu mẫu, nhóm CĐLC (ngoài rạn) có xu hướng tụ lại thành cụm riêng với mức tương đồng khá cao, phản ánh sai khác nhất định về thành phần loài so với các điểm khác. Trong khi đó, các mẫu HSC (trong rạn) có xu hướng tập trung lại với nhau và đôi khi xen kẽ với mẫu SRC trong rạn, cho thấy đặc trưng quần xã trong rạn khá rõ nhưng vẫn tồn tại sự giao thoa. Một giả thuyết đặt ra là sự hiện diện của nhóm SRC ở cả hai sinh cảnh đã làm suy giảm sự phân hoá giữa trong rạn và ngoài rạn. Sự đặc biệt này được ghi nhận ở nhiều hệ sinh thái ven biển khác, nơi các yếu tố môi trường chung như thủy động lực, sự lắng đọng vật

chất hữu cơ và đặc tính trầm tích có thể làm giảm sự phân hóa tuyệt đối giữa các sinh cảnh [63]. Hiện tượng này cũng xảy ra trong nghiên cứu của Mokievsky (2011) tại rừng ngập mặn Nha Trang, nơi thành phần loài tuyến trùng ở các tiểu sinh cảnh có sự giao thoa đáng kể [60]. Tuy nhiên, tại một số hệ sinh thái khác, ví dụ nghiên cứu ở vùng cửa sông Mondego [69], sự phân hóa giữa các sinh cảnh lại thể hiện rõ ràng hơn nhờ sự khác biệt về cấu trúc hạt trầm tích. Như vậy, đặc điểm ở Hải Vân – Sơn Chà vừa phản ánh xu hướng chung của các hệ sinh thái ven bờ nhiệt đới, vừa cho thấy sự khác biệt địa phương do ảnh hưởng của điều kiện thủy văn và cấu trúc rạn san hô.



**Hình 3.9 Biểu đồ MDS biểu thị độ tương đồng trong cấu trúc quần xã tuyến trùng tại các điểm nghiên cứu giữa hai sinh cảnh**

Kết quả phân tích MDS cho thấy sự phân tách tương đối rõ ràng giữa các mẫu trong rạn và ngoài rạn. Các mẫu trong rạn (HSC) phân bố tập trung và tương đồng cao, trong khi các mẫu ngoài rạn (CDLC) thường phân tách rõ rệt và phân bố rời rạc hơn. Nhóm SRC có vị trí trung gian, một số mẫu chồng lấn với HSC và một phần gần với CDLC, phản ánh tính chất chuyển tiếp giữa hai sinh cảnh. Sự

khác biệt này cho thấy yếu tố sinh cảnh ảnh hưởng mạnh đến cấu trúc quần xã, đồng thời tồn tại sự giao thoa nhất định giữa các khu vực. Xu hướng phân tách và chồng lấn này cũng tương đồng với kết quả phân tích phân cụm, khi các mẫu trong rạn và ngoài rạn hình thành những nhóm riêng biệt, đồng thời một số mẫu SRC thể hiện tính trung gian và liên kết chặt chẽ hơn với HSC.

Phân tích PERMANOVA chỉ ra rằng cấu trúc quần xã tuyến trùng khác biệt giữa ba địa điểm khảo sát (Pseudo-F = 2.09, P(perm) = 0.003; P(MC) = 0.020). Đóng góp của biến thiên giữa các địa điểm (S(Địa điểm) = 412.98; Sq.root = 20.3) thấp hơn so với biến thiên nội bộ trong từng địa điểm (V(Res) = 2274; Sq.root = 47.7), tuy nhiên sự khác biệt vẫn đủ lớn để được phát hiện có ý nghĩa thống kê. So sánh cặp cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa giữa CDLC – HSC (t = 1.54, P (perm) = 0.009; P(MC) = 0.041) và CDLC – SRC (t = 1.58, P (perm) = 0.002; P(MC) = 0.051), trong khi cặp HSC – SRC không có sự sai khác đáng kể (P > 0.05). Như vậy, CDLC có thành phần loài khác biệt rõ rệt so với hai địa điểm còn lại, trong khi HSC và SRC tương đối giống nhau về cấu trúc quần xã. Phân tích mức độ tương đồng nội bộ cho thấy HSC (40.7%) và SRC (42.6%) có độ đồng nhất cao, trái ngược với CDLC (18.9%) – địa điểm thể hiện sự biến động lớn nhất về cấu trúc loài. Điều này củng cố kết quả PERMANOVA, cho thấy CDLC là yếu tố chính đóng góp vào sự phân hóa giữa ba khu vực nghiên cứu. Nguyên nhân có thể do đây là khu vực chuyển tiếp giữa môi trường đầm phá và biển, thường chịu ảnh hưởng mạnh của dòng chảy, sự biến động độ mặn và nguồn nước giàu hữu cơ từ trong đầm đổ ra. Những điều kiện này tạo môi trường thích hợp cho một số loài chịu đựng tốt biến động và giàu dinh dưỡng.

Phân tích PERMANOVA theo yếu tố sinh cảnh cho thấy có sự sai khác nhất định trong cấu trúc quần xã tuyến trùng giữa khu vực trong rạn và ngoài rạn (t = 1.38, P (perm) = 0.031). Tuy nhiên, khi kiểm định theo Monte Carlo, giá trị P(MC) = 0.084 không có ý nghĩa thống kê, cho thấy sự khác biệt này chỉ mang tính xu hướng. Độ tương đồng trung bình trong nội bộ các sinh cảnh cũng khác nhau: khu vực trong rạn có độ đồng nhất cao hơn (38.1%) so với ngoài rạn (28.2%). Trong khi đó, mức tương đồng trung bình giữa hai sinh cảnh chỉ đạt 25.6%, phản ánh sự khác biệt về cấu trúc quần xã giữa chúng. Nhìn chung, kết quả cho thấy sinh cảnh

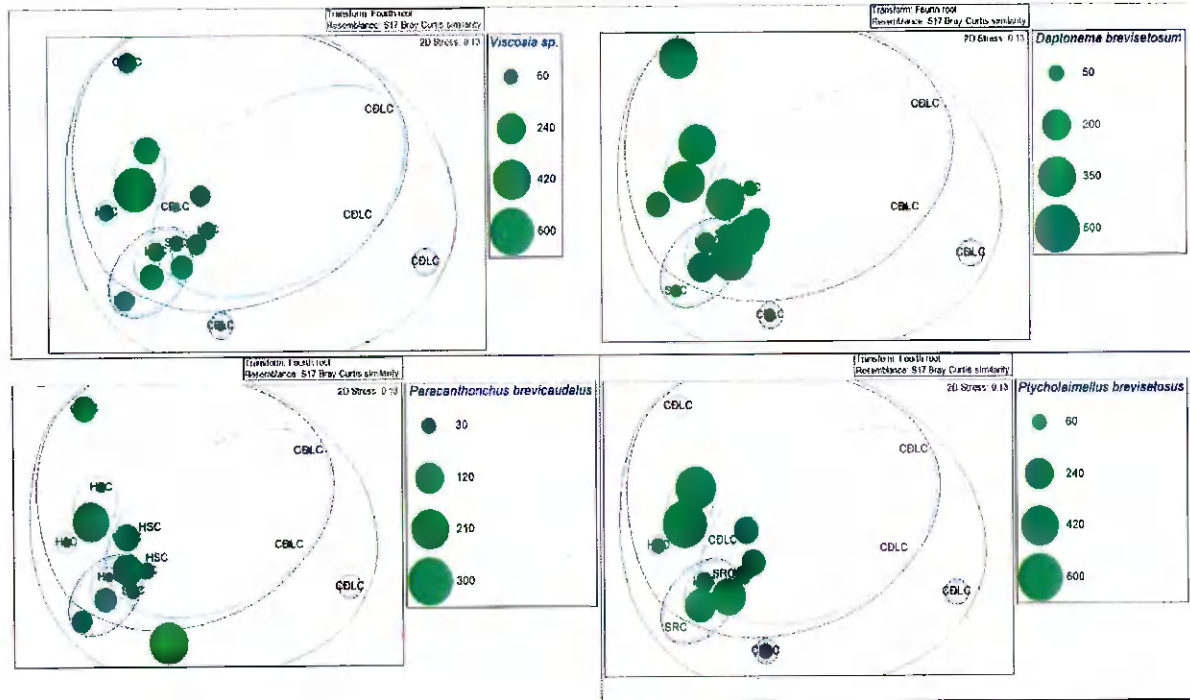
trong rạn có cấu trúc quần xã ổn định và đồng nhất hơn so với ngoài rạn, nơi có biến động lớn hơn về thành phần loài tuyển trùng.

Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đây ở hệ sinh thái biển nhiệt đới, nơi sự khác biệt sinh cảnh đóng vai trò nhất định trong việc định hình cấu trúc quần xã tuyển trùng. Semprucci *et al.* (2013) ghi nhận rằng tại rạn san hô và bãi cỏ biển Địa Trung Hải, các sinh cảnh có cấu trúc phức tạp duy trì quần xã ổn định hơn so với các trầm tích trống trải [63]. Tương tự, nghiên cứu ở vịnh Nha Trang cho thấy sự phân hóa rõ rệt các sinh cảnh rừng ngập mặn và bãi triều lân cận [60]. Như vậy, kết quả tại Hải Vân – Sơn Chà vừa phản ánh xu thế chung trong các hệ sinh thái ven biển, vừa thể hiện đặc trưng riêng của quần xã tuyển trùng trong môi trường rạn san hô.

### **3.2.2. Xác định sự đóng góp của các loài tuyển trùng khác nhau vào mức độ tương đồng/khác biệt trong phân bố của quần xã giữa các sinh cảnh khác nhau (trong rạn và ngoài rạn)**

Sự phân bố về thành phần một số loài ưu thế tại các khu vực nghiên cứu thể hiện bằng những chấm tròn với các kích thước khác nhau trên nền biểu đồ MDS. Chấm tròn có kích thước càng lớn thể hiện tính ưu thế càng cao. Kết quả cho thấy các loài ưu thế phân bố không đồng nhất giữa các điểm và giữa các khu vực thu mẫu. *Daptonema brevisetosum* và *Ptycholaimellus brevisetosus* chiếm ưu thế ở tất cả các điểm nghiên cứu trong đó *Daptonema brevisetosum* luôn chiếm ưu thế với mật độ cao tại nhiều điểm ở sinh cảnh trong rạn, phù hợp với kết quả thu được khi so sánh tỷ lệ cá thể tuyển trùng của các loài (Hình 3.10). *Paracanthonchus brevicaudatus* tuy phân bố rộng nhưng cũng chỉ chiếm ưu thế tại điểm CĐLC TR. Ngược lại một số loài chỉ chiếm ưu thế ở một số khu vực xác định nhưng có thể không xuất hiện ở khu vực khác. Loài *Viscosia* sp và *Ptycholaimellus brevisetosus* phân bố rộng ở các điểm HSC và SRC nhưng có mật độ thấp ở khu vực CĐLC. Phân tích SIMPER cho thấy rằng quần xã tuyển trùng của các điểm nghiên cứu khác biệt nhau từ 55,16% (giữa hai điểm HSC và SRC) và 73,91% (giữa hai điểm SRC và CĐLC) đến 74,20% (giữa hai điểm CĐLC và HSC). Đóng góp nhiều nhất cho sự khác biệt này vẫn là các loài như *Daptonema brevisetosum*, *Ptycholaimellus brevisetosus*, *Viscosia* sp, *Graphonema* sp.... Đồng thời khi tiến

hành phân tích độ khác biệt giữa 2 sinh cảnh (trong rạn và ngoài rạn), kết quả chỉ ra quần xã tuyến trùng giữa 2 sinh cảnh có sự khác nhau lên đến 67,26% do một số loài như *Daptonema brevisetosum*, *Sabatieria* sp, *Paracanthochus brevicaudatus*... tạo nên.



**Hình 3.10 Một số giống chiếm ưu thế tại khu vực nghiên cứu thể hiện bằng các chấm tròn có kích thước khác nhau trên biểu đồ 2D-MDS**

*Daptonema brevisetosum* có khả năng đáp ứng với nhiều môi trường khác nhau, phân bố với mật độ cao cả trong và ngoài rạn, phản ánh đặc điểm loài cơ hội thường gặp ở môi trường giàu hữu cơ [70]. Ngược lại, *Viscosia* sp và *Ptycholaimellus brevisetosus* chiếm ưu thế chủ yếu trong rạn, thể hiện sự gắn bó với các sinh cảnh ổn định và giàu nguồn thức ăn, phù hợp với mô tả trước đây của Nguyen Vu Thanh *et al.* (2013) về *P. brevisetosus* ở vùng ven biển Việt Nam [71]. *Paracanthochus brevicaudatus* tuy có mật độ thấp hơn nhưng tập trung tại các điểm trong rạn, góp phần phân hóa cấu trúc quần xã. Kết quả này tương đồng với các nghiên cứu nước ngoài về sự phân bố khác biệt giữa loài cơ hội và loài chuyên hóa trong hệ sinh thái ven biển và rạn san hô [26],[72],[73][74]. Ngược lại một số loài khác lại chỉ thích nghi trong một khu vực nhất định với các điều kiện môi trường ít biến động hơn.

## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã cung cấp những thông tin cơ bản và quan trọng về đa dạng sinh học và đặc điểm phân bố của quần xã tuyến trùng sống tự do ở rạn san hô vùng biển Hải Vân – Sơn Chà, tỉnh Thừa Thiên Huế. Cụ thể:

- ❖ Ghi nhận tổng cộng 129 loài và dạng loài tuyến trùng sống tự do, thuộc 129 giống, 33 họ và 9 bộ, cho thấy mức độ đa dạng sinh học đạt từ trung bình đến cao. Một số giống/loài ưu thế được ghi nhận phổ biến nhất trong khu vực vùng biển Hải Vân – Sơn Chà: *Daptonema brevisetosum*, *Ptycholaimellus brevisetosus*, *Viscosia* sp, *Graphonema* sp ...
- ❖ Mật độ trung bình tuyến trùng biển sống tự do có sự khác biệt giữa các khu vực và mặt cắt khảo sát. Theo khu vực, SRC ghi nhận mật độ trung bình cao nhất (2155 cá thể/10 cm<sup>2</sup>), tiếp đến là HSC (1580 cá thể/10 cm<sup>2</sup>) và thấp nhất tại CDLC (891 cá thể/10 cm<sup>2</sup>). Theo mặt cắt, các điểm TR nhìn chung có mật độ cao hơn NR, đặc biệt tại SRC TR với giá trị trung bình đạt 2468 cá thể/10 cm<sup>2</sup>, trong khi CDLC NR thấp nhất chỉ đạt 49 cá thể/10 cm<sup>2</sup>.
- ❖ Các chỉ số đa dạng cho thấy HSC và SRC có mức đa dạng và phong phú loài cao hơn so với CDLC. Mặt cắt NR nhìn chung ghi nhận giá trị H' cao hơn TR, trong đó HSC NR đạt cao nhất ( $3,24 \pm 0,11$ ), còn CDLC NR thấp nhất ( $2,14 \pm 0,38$ ), phản ánh sự khác biệt về điều kiện sinh cảnh giữa các khu vực khảo sát.

Nhìn chung, quần xã tuyến trùng biển sống tự do có sự khác biệt rõ giữa các khu vực và sinh cảnh khảo sát, phản ánh ảnh hưởng của điều kiện môi trường đến cấu trúc quần xã. Kết quả cho thấy tuyến trùng có tiềm năng sử dụng như một chỉ thị sinh học trong đánh giá môi trường vùng rạn san hô ven bờ.

## KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu này là những kết quả ban đầu về đa dạng sinh học và cấu trúc quần xã tuyến trùng biển sống tự do trong hệ sinh thái rạn san hô tại khu vực Hải Vân – Sơn Chà. Do giới hạn về thời gian, đề tài chưa có điều kiện phân tích sâu mối liên hệ giữa sự biến động của quần xã tuyến trùng với các yếu tố môi trường, đặc biệt là sự thay đổi theo mùa và trên phạm vi không gian rộng hơn.

Để hiểu rõ hơn sự khác biệt về tính đa dạng và cấu trúc quần xã tuyến trùng tại rạn san hô Hải Vân – Sơn Chà, cần có những nghiên cứu tiếp theo với phạm vi mở rộng, lặp lại việc thu mẫu ở nhiều mùa và qua nhiều năm. Cách tiếp cận này sẽ giúp xác định được quy luật biến động theo chu kỳ, đồng thời làm sáng tỏ mối quan hệ giữa quần xã tuyến trùng và các yếu tố môi trường trong hệ sinh thái rạn san hô. Những kết quả thu được sẽ là cơ sở khoa học quan trọng phục vụ công tác quản lý và bảo tồn đa dạng sinh học tại Hải Vân – Sơn Chà, một trong những khu vực ven bờ có giá trị sinh thái cao ở miền Trung.

**DANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ**

Công trình công bố:

1. Нгуен Ван Куан, Д. Т. Нгуен, **Нгуен Тхи Миен**, Нгуен Динь Ты, Гагарин Владимир Григорьевич (2024). *Eoploides medius* sp. nov. (Nematoda, Eoploida, Thoracostomopsidae) с коралловых рифов у побережья Вьетнама. Амурский зоологический журнал, 2024, т. XVI, № 4, 962-968. <https://doi.org/10.33910/2686-9519-2024-16-4-962-968>
2. **Nguyễn Thị Miên**, Nguyễn Thị Xuân Phương, Nguyễn Đình Tứ, Lương Tuấn Nghĩa, Nguyễn Thị Ánh Dương, Nguyễn Đức Thế (2026). Đa dạng thành phần loài quần xã tuyến trùng sống tự do tại hệ sinh thái rạn san hô vùng biển Hải Vân – Sơn Chà, thành phố Huế. Tuyển tập Hội nghị toàn quốc lần thứ tư hệ thống Bảo tàng Thiên nhiên Việt Nam, NXB Khoa học Tự nhiên, tr 235-244.

## DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Global Coral Reef Monitoring Network (GCRMN), 2021, Status of Coral Reefs of the World: 2020 Report, International Coral Reef Initiative.
2. Hughes T.P., Kerry J.T., Álvarez-Noriega M., 2018, Global warming and recurrent mass bleaching of corals, *Nature*, 543(7645), 373–377.
3. van den Hoogen J., Geisen S., Routh D., 2019, Soil nematode abundance and functional group composition at a global scale, *Nature*, 572(7768), 194–198.
4. Nguyễn Vũ Thanh, 2007, *Động vật chí Việt Nam*, Tập 22, Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.
5. Majdi N., Traunspurger W., 2015, Free-living nematodes in the freshwater food web: a review, *Journal of Nematology*, 47(1), 28–44.
6. Nguyễn Vũ Thanh, Nguyễn Đình Tứ, Nguyễn Xuân Dục, 2002, Đa dạng sinh học của quần xã tuyến trùng ở vùng biển ven bờ miền Trung Việt Nam, *Tạp chí Sinh học*, 24(3), 9–14.
7. Phạm Thị Thu Minh, Nguyễn Thị Thu Hương, Nguyễn Văn Long, 2023, Nematode community structure in coral reef sediments under seasonal variation in Con Dao archipelago, Vietnam, *Marine Pollution Bulletin*, 193, 115224
8. Nguyễn Đình Tứ, Nguyễn Thanh Hiền, Nguyễn Vũ Thanh, 2007, Cấu trúc động vật đáy trung cấp và sử dụng chỉ số đa dạng sinh học tuyến trùng trong đánh giá địa hình các vùng cửa sông tỉnh Bình Định, Việt Nam, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển Việt Nam*, 7(2).
9. Đặng Đỗ Hùng Việt, Nguyễn Đức Thế, Phạm Văn Chiến, Nguyễn Văn Long, Nguyễn Văn Quân, 2022, Xác định bãi đẻ và bãi ương giống của các đối tượng nguồn lợi có giá trị kinh tế tại các hệ sinh thái ven biển tỉnh Thừa Thiên Huế, *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 20(7): 931-942.
10. Moberg, F., & Folke, C., 1999, Ecological goods and services of coral reef ecosystems, *Ecological Economics*, 29(2), 215–233.
11. Skirving W., Enríquez S., Hedley J.D., 2020, The relentless march of mass coral bleaching: a global perspective of changing heat stress, *Coral Reefs*, 39(1), 19–29.
12. Hatcher, B. G., 1997, Coral reef ecosystems: how much greater is the whole than the sum of the parts? *Coral Reefs*, 16(Suppl 1), S77–S91.
13. Kench, P. S., & Cowell, P. J., 2001, The morphological response of atoll islands to

- sea-level rise. Part 2: Application of the modified shoreface translation model (STM), *Journal of Coastal Research*, Special Issue 34, 645-656.
14. Tkachenko K.S., 2023, Degradation of coral reefs under complex impact of natural and anthropogenic factors with Nha Trang Bay (Vietnam) as an example, *Biology Bulletin Reviews*, 13(5), 442–459.
  15. Ủy ban nhân dân tỉnh Thừa Thiên Huế, Địa chí Thừa Thiên Huế - Phần Tự nhiên, Nhà xuất bản Khoa học Xã hội, Hà Nội.
  16. Tôn Nữ Thùy Trang, 2015, Đánh giá thực trạng và tiềm năng phát triển du lịch sinh thái ở huyện Phú Lộc, tỉnh Thừa Thiên Huế, Luận văn thạc sĩ ngành Việt Nam học, Viện Việt Nam học và Khoa học phát triển, Đại học Quốc gia Hà Nội.
  17. Ủy ban nhân dân tỉnh Thừa Thiên Huế, 2020, Quyết định số 2157/QĐ-UBND ngày 24 tháng 8 năm 2020 về việc phê duyệt đề án khung các nhiệm vụ bảo tồn nguồn gen tỉnh Thừa Thiên Huế giai đoạn 2021–2025.
  18. Lê Nguyễn Thới Trung, Võ Điều, Nguyễn Ngọc Hòa, 2023, Thành phần loài cá rạn san hô vùng biển ven bờ Bắc Hải Vân – Sơn Chà, tỉnh Thừa Thiên Huế, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Quy Nhơn*, 17(1), 75–85.
  19. WWF Việt Nam, 2022, Báo cáo hiện trạng rạn san hô và đa dạng sinh học biển khu vực Sơn Chà - Hải Vân, Dự án "Bảo vệ rạn san hô miền Trung".
  20. Võ Sỹ Tuấn, Nguyễn Văn Long, 2022, Sinh thái và tài nguyên rạn san hô biển Việt Nam, Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.
  21. George O. Poinar, 2016, Phylum Nemata, Thorp and Covich's *Freshwater Invertebrates* (Fourth Edition), Academic Press, USA, 169–180.
  22. Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., Fonseca G.A.B.D., Kent J., 2000, Biodiversity hotspots for conservation priorities, *Nature*, 403(6772), 853–858.
  23. Pereira T.J., Fonseca G., Mundo-Ocampo M., 2010, Diversity of free-living marine nematodes (Enoplida) from Baja California assessed by integrative taxonomy, *Marine Biology*, 157(8), 1665–1678.
  24. Miljutin D.M., Gad G., Miljutina M.M., Mokievsky V.O., Gonseca-Genevoise V., Esteves A.M., 2010, State of knowledge on taxonomy of deep sea nematodes: how many valid species are known down there?, *Marine Biodiversity*, 40(3), 143–159.
  25. Hunt H.W., Coleman D.C., Ingham E.R., 1987, The detrital food web in a shortgrass prairie, *Biology and Fertility of Soils*, 3(1), 57–68.

26. Heip, C., Vincx, M., & Vranken, G., 1985, The ecology of marine nematodes. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 23, 399–489.
27. Lamshead, P. J. D., 2004, Marine nematode biodiversity. *Nematology: Advances and Perspectives*, pp. 436–467.
28. Schratzberger, M., & Ingels, J., 2018, Meiofauna matters: The roles of meiofauna in benthic ecosystems, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 502, 12–25.
29. Neher, D. A., 2010, Ecology of plant and free-living nematodes in natural and agricultural soil. *Annual Review of Phytopathology*, 48, 371–394.
30. Bongers, T., & Ferris, H., 1999, Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring, *Trends in Ecology & Evolution*, 14(6), 224–228.
31. Moreno, M., Semprucci, F., Vezzulli, L., Balsamo, M., Fabiano, M., & Albertelli, G., 2011, The use of nematodes in assessing ecological quality status in the Mediterranean coastal ecosystems, *Ecological Indicators*, 11(2), 328–336.
32. Ridall, A., & Ingels, J., 2021, Suitability of Free-Living Marine Nematodes as Bioindicators: Status and Future Considerations, *Frontiers in Marine Science*, 8, Article 685327, <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.685327>
33. Ruiz-Abierno, A., & Armenteros, M., 2015, Body size distribution of free-living marine nematodes from a Caribbean coral reef, *Nematology*, 17(8), 947–957.
34. Pérez-García, J. A., Marzo-Pérez, D., Armenteros, M., & Decraemer, W., 2019, Spatial scale influences diversity patterns of free-living nematode assemblages in coral degradation zones from the Caribbean Sea, *Marine Biodiversity*, 49(6), 2487–2501.
35. Raes M., Vanreusel A., 2005, The metazoan meiofauna associated with a cold-water coral degradation zone in the Porcupine Seabight (NE Atlantic), *Cold-Water Corals and Ecosystems*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 821–847.
36. Raes M., De Troch M., Ndaró S.G.M., Muthumbi A., Guilini K., Vanreusel A., 2007, The structuring role of microhabitat complexity in coral degradation zones: a case study with marine nematodes from Kenya and Zanzibar, *Coral Reefs*, 26(1), 113–116.
37. Wei-Ling Ng, Cheng-Ann Chen, Saleem Mustafa, Chen-Lin Soo, Yun-Chih Liao, Tung-Wei Shih, 2022, Free-living marine nematodes community structure in the

- conservation area (Chaojing Park) and its adjacent area of Keelung, Taiwan, PLOS ONE, 17(5).
38. Nguyễn Thị Thu, Nguyễn Vũ Thanh, 2005, So sánh thành phần loài tuyến trùng sống tự do ở sông Cầu, sông Đáy, sông Cẩm và sông Nhuệ, Tạp chí Sinh học, 27(4), 36–42.
39. Nguyễn Vũ Thanh, Nguyễn Đình Tứ, Nguyễn Thanh Hiền, Gagarin V.G., 2015, Thành phần loài tuyến trùng biển ở cửa sông và rừng ngập mặn cửa sông Hồng, Hội nghị khoa học toàn quốc về sinh thái và tài nguyên sinh vật lần thứ 5, 702–709.
40. Nguyễn Thị Mỹ Yên, Trần Thành Thái, Nguyễn Lê Quế Lâm, Phạm Thanh Lưu, Trần Thị Hoàng Yến, 2021, Đa dạng và sự phân bố các nhóm dinh dưỡng của quần xã tuyến trùng cửa sông Hàm Luông, tỉnh Bến Tre, Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ - Khoa học Tự nhiên, 5(4), 1566–1573.
41. Nguyễn Đình Tứ, Nguyễn Thị Xuân Phương, Nguyễn Thanh Hiền, Phạm Thị Mận, Lê Hùng Anh, 2016, Đa dạng sinh học quần xã tuyến trùng tại đảo Bạch Long Vỹ, Hải Phòng, Hội nghị khoa học toàn quốc về sinh thái và tài nguyên sinh vật lần thứ 6, 987–992.
42. Ngô Xuân Quảng, Nguyễn Vũ Thanh, 2007, Thành phần loài tuyến trùng biển sống tự do thu ở khu vực Khe Nhàn, khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh, Hội nghị khoa học toàn quốc về sinh thái và tài nguyên sinh vật lần thứ 2, 493–500.
43. Hoàng Thị Minh Thảo, Nguyễn Ánh Dương, Nguyễn Thanh Hiền, Nguyễn Vũ Thanh, 2008, Bước đầu nghiên cứu cấu trúc quần xã tuyến trùng sống tự do tại vùng biển ven bờ, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu, Tạp chí Sinh học, 30(4), 32–40.
44. Nguyen, T., Nguyen, T. X. P., Armenteros, M., & Gagarin, V., 2020, *Theristus coral* sp. n. and *Thalassomonhystera gracilima* sp. n. (Nematoda: Monhysterida) from coral reef off the coast of Vietnam, Zootaxa, 4808(3), 583–594
45. Mokievsky, V.O., Chesunov, A.V., Kondar, D.V., Garlitskaya, L.A., Nguyen Đình Tu, & Nguyen Thi Xuan Phuong, 2024, Meiobenthos of Con Dao Islands (Vietnam): differences in communities' structure between reef-flat and mangroves, Oceanology, 64(4), 605–615.
46. Mokievsky V.O., Tchesunov A.V., Kondar D.V., 2024, Meiobenthos of the Côn

- Đảo Islands (Vietnam): Differences in the structure of taxocenes of reef flats and mangroves, *Oceanology*, 64(4), 532–542.
47. Nguyen Thi Xuan Phuong, Phan Ke Long, Tran Thi Viet Thanh, Gagarin, V.G., Mokievsky, V.O., & Nguyen Dinh Tu, 2023, *Corononema vulgare* sp. n. and *Hofmaenneria coral* sp. n. (Nematoda, Monhysterida) from coral reefs off the coast of Vietnam, *Zootaxa*, 5380(1), 67–76, <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5380.1.5>
48. Malysheva, S.V., Pham Van Luc, & Spiridonov, S.E., 2012, *Insulanema longispiculum* gen. n., sp. n. a new Carnoyidae (Nematoda: Rhigonematomorpha) from Phu Quoc Island, Vietnam, *Russian Journal of Nematology*, 20(2), 157–166.
49. Vincx M., 1996, Meiofauna in marine and freshwater sediments, in: Hall G. (Ed.), *Methods for the Examination of Organismal Diversity in Soils and Sediments*, CABI Publishing, Wallingford, UK, 187–195.
50. De Grisse, A. T., 1969, Redescription ou modification de quelques techniques utilisees dans L'etude des nematodes phytoparasitaires, *Mededelingen Rijksfaculteit Landbouwwetenschappen Gent*, 34, 351-369.
51. Seinhorst J.W., 1959, A rapid method for the transfer of nematodes from fixative to anhydrous glycerin, *Nematologica*, 4(1), 67–69.
52. Warwick, R. M., Platt, H. M. & Somerfield, P. J., 1998, Free-living nematodes. Part III. Monhysterids, Cambridge, UK, Linnean Society of London/Estuarine & Brackish Water Society, 296 pp.
53. De Ley. P. & Blaxter M., 2004, A new system for Nematoda: combining morphological characters with molecular trees. and translating clades into ranks and taxa, *Nematology Monographs and Perspectives*, 2, 633-653.
54. Ngô Thị Lan, Võ Đạo Hiền, 2011, Nghiên cứu thành phần quần xã tuyến trùng ở một số sinh cảnh điển hình thuộc Cần Giờ, TP Hồ Chí Minh, *Tạp chí Khoa học Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh*, 30, 117 -123.
55. Tran Thi Dao, Pham Cu Thien, & Ngo Xuan Quang, 2024, Diversity and trophic distribution of free-living nematodes communities in typical ecosystems in Can Gio, Ho Chi Minh City, *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 21(11), 2135-2147.
56. Nguyễn Thị Mỹ Yên, Trần Thị Thanh Thủy & Ngô Xuân Quảng, 2017, Áp dụng

- chỉ số môi trường W của quần xã tuyến trùng sống tự do để đánh giá chất lượng môi trường thủy vực tại các cảng trên sông Sài Gòn, *Vietnam Journal of Marine Science and Technology*, 19(1), 79-86.
57. Lorenzen, S., 1994, *The phylogenetic systematics of free-living Nematodes*. London, The Ray Society, 383 pp.
58. Lamshead, P. J. D., 2004, Marine nematode biodiversity. In Z. X. Chen, S. Y. Chen, & D. W. Dickson (Eds.), *Nematology: Advances and Perspectives* (pp. 436–467). CABI Publishing.
59. Schratzberger, M., & Ingels, J., 2018, Meiofauna matters: The roles of meiofauna in benthic ecosystems, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 502, 12–25.
60. Mokievsky, V. O., Nguyen, D. V., & Ivanenko, V. N., 2011, Meiobenthos in mangroves of Nha Trang Bay (South China Sea, Vietnam), *Russian Journal of Marine Biology*, 37(2), 93–103.
61. Nguyễn, V. D., Lê, V. T., & Nguyễn, X. T., 2014, Thành phần loài và phân bố tuyến trùng sống tự do ở vùng ven biển Nam Trung Bộ Việt Nam, *Tạp chí Sinh học*, 36(4), 448–459.
62. Tietjen, J. H., 1980, Population structure and species composition of free-living marine nematodes in the deep sea, *Deep-Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers*, 27(8), 671–689.
63. Semprucci, F., Balsamo, M., Appolloni, L., Sandulli, R., & Alves, A. S., 2013, Free-living marine nematodes as bioindicators: Past, present and future perspectives, *Environmental Research*, 125, 91–101.
64. Margalef, R., 1958 Information theory in ecology, *General Systems*, 3, 36–71.
65. Clarke, K. R., & Warwick, R. M., 2001, *Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation* (2nd ed.).
66. Bianchelli S, Pusceddu A, Canese S, Greco S, Danovaro R., 2013, High Meiofaunal and Nematodes Diversity around Mesophotic Coral Oases in the Mediterranean Sea, *PLoS ONE* 8(6): e66553.
67. Pavluyk, O., Trebukhova, Y., Nguyen, V. T. & Nguyen, D. T., 2008, Meiobenthos in Estuary Part of ha Long Bay (Gulf of Tonkin, South China Sea, Vietnam), *Ocean Science Journal*, 43, 153-160.

68. Lại Văn Thắng, 2007, Quần xã tuyến trùng sống tự do ở rừng ngập mặn Cần Giờ, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển, 7(2), 23–33.
69. Balsamo, M., Semprucci, F., Frontalini, F., & Coccioni, R., 2012, Meiobenthic nematodes as indicators of environmental quality in coastal marine ecosystems, *Marine Biodiversity*, 42, 203–219.
70. Mirto, S., La Rosa, T., Gambi, C., Danovaro, R., & Mazzola, A., 2014, Nematode assemblage response to fish-farm impact in vegetated (*Posidonia oceanica*) and non-vegetated habitats, *Aquaculture Environment Interactions*, 5, 17–28.
71. Nguyen, V. T., Nguyen, D. T., Gagarin, V. G., Tchesunov, A. V., & Nguyen, T. H., 2013, Two new marine nematode species of the family Chromadoridae from coastal zone of North Vietnam sea, *Vietnam Journal of Biology*, 35(2), 165–176.
72. Alongi, D. M., 1987, Intertidal zonation and seasonality of meiobenthos in tropical mangrove estuaries, *Marine Biology*, 95, 447–458.
73. Warwick, R. M., 1987, Meiofauna: their role in marine detrital systems. In: Gee, J.M., Giller, P.S. (eds), *The Role of Meiofauna in Marine Ecosystems* (pp. 293–320). Springer, Dordrecht.
74. Cheng, F., Sun, X., Gao, Y., Zhang, L., & Li, H., 2012, Distribution of free-living marine nematodes in mangrove wetlands of Hainan Island, China, *Acta Ecologica Sinica*, 32(1), 40–48

## PHỤ LỤC

**Phụ lục 1:** Phân tích SIMPER về sự khác biệt trung bình của các quần xã tuyến trùng giữa các địa điểm thu mẫu và phần trăm đóng góp vào sự khác biệt đó của các loài tuyến trùng khác nhau

SIMPER

Similarity Percentages - species contributions

Variable selection: All

One-Way Analysis

*Parameters*

*Data worksheet*

Resemblance: S17 Bray Curtis similarity

Name: Data3

Data type: Other

Cut off for low contributions: 100.00%

Sample selection: All

*Factor Groups*

Sample Địa điểm

CĐLC T1 CĐLC

CĐLC T2 CĐLC

CĐLC T3 CĐLC

CĐLC N1 CĐLC

CĐLC N2 CĐLC

CĐLC N3 CĐLC

HSC T1 HSC

HSC T2 HSC

HSC T3 HSC

HSC N1 HSC

HSC N2 HSC

HSC N3 HSC

SRC T1 SRC

SRC T2 SRC

SRC T3 SRC

SRC N1 SRC

SRC N2 SRC

*Groups CĐLC & HSC*

Average dissimilarity = 74.20

## b

Species	Group CDLC	Group HSC	Av. Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund				
<i>Ptycholaimellus brevisetosus</i>	0.71	3.65	3.06	1.54	4.12	4.12
<i>Graphonema</i> sp.	1.91	2.44	2.2	1.21	2.97	7.09
<i>Viscosia</i> sp.	1.51	3.25	2.03	1.1	2.74	9.83
<i>Parodontophora fluviatilis</i>	0.68	2.48	2.03	1.26	2.74	12.56
<i>Halalaimus</i> sp.	0.36	2.38	2	1.48	2.69	15.25
<i>Neochromadora</i> sp.	1.08	1.77	1.9	0.8	2.56	17.81
<i>Zalonema</i> sp.	0.93	1.95	1.68	1.59	2.26	20.07
<i>Terschellingia longicaudata</i>	0.94	1.92	1.61	1.37	2.17	22.25
<i>Ammotheristus</i> sp.	0.79	2.04	1.6	1.15	2.16	24.41
<i>Daptonema brevisetosum</i>	2.63	3.46	1.59	1.18	2.14	26.55
<i>Enoplus</i> sp.	0.67	1.74	1.51	1.23	2.03	28.58
<i>Sabatieria</i> sp.	0.85	2.15	1.5	1.48	2.02	30.6
<i>Paracanthonchus brevicaudatus</i>	2.15	1.4	1.38	1.4	1.87	32.46
<i>Calyptronema</i> sp.	0	1.53	1.31	1.21	1.76	34.22
<i>Spilophorella</i> sp.	0	1.13	1.28	0.74	1.73	35.95
<i>Onyx</i> sp.	0.85	0.94	1.22	1.01	1.65	37.6
<i>Paracyatholaimus</i> sp.	1.44	1.11	1.22	1.29	1.64	39.24
<i>Elzalia</i> sp.	0.36	1.21	1.18	0.9	1.59	40.83
<i>Desmodora vietnamica</i>	0.66	1.14	1.15	0.9	1.55	42.38
<i>Monhystera</i> sp.	1.44	1.68	1.1	1.14	1.49	43.87
<i>Comesoma</i> sp.	1.13	0	1.08	1.26	1.45	45.32
<i>Desmolaimus zeelandicus</i>	0	1.01	1.05	0.87	1.42	46.74
<i>Axonolaimus</i> sp.	0.36	1	1.04	0.91	1.4	48.14
<i>Metachromadora</i> sp.	0.72	0.42	1.02	1.04	1.37	49.51
<i>Oxystomina</i> sp.	0.36	1.06	0.96	0.93	1.29	50.8
<i>Pselionema</i> sp.	0.24	1.11	0.94	1.01	1.26	52.07
<i>Actinonema</i> sp.	0.34	1.12	0.91	0.94	1.22	53.29
<i>Metacyatholaimus</i> sp.	0.41	0.88	0.9	0.99	1.22	54.51
<i>Pierrickia</i> sp.	0	1.04	0.9	0.9	1.21	55.72
<i>Halaphanolaimus</i> sp.	0.82	0.62	0.84	0.91	1.13	56.85
<i>Linhomoeus</i> sp.	0.74	0.37	0.83	0.68	1.12	57.97
<i>Pomponema</i> sp.	0.37	0.75	0.82	0.73	1.11	59.08
<i>Rhynchonema</i> sp.	1.15	0	0.81	0.96	1.09	60.17
<i>Barbonema</i> sp.	0.72	0.58	0.79	0.88	1.06	61.23
<i>Scaptrella</i> sp.	0.6	0.45	0.78	0.68	1.05	62.28
<i>Trochamus</i> sp.	0.88	0.35	0.77	0.77	1.03	63.31
<i>Chromadorina</i> sp.	0.6	0.36	0.73	0.74	0.98	64.29
<i>Campylaimus</i> sp.	0	0.98	0.73	0.67	0.98	65.27

## C

<i>Comesa vitia</i>	0.36	0.75	0.72	0.76	0.96	66.24
<i>Hypodontolaimus</i> sp.	0.52	0.64	0.71	0.8	0.96	67.19
<i>Molgolaimus</i> sp.	0.53	0.5	0.71	0.6	0.95	68.15
<i>Pseudolella</i> sp.	0.6	0.33	0.7	0.75	0.94	69.09
<i>Theristus</i> sp.	0.82	0.35	0.66	0.79	0.9	69.98
<i>Dichromadora affinis</i>	0.75	0	0.61	0.67	0.82	70.81
<i>Cyartonema</i> sp.	0	0.81	0.61	0.65	0.82	71.63
<i>Amphimonhystera</i> sp.	0	0.81	0.61	0.67	0.82	72.45
<i>Eumorpholaimus</i> sp.	0.36	0.64	0.6	0.78	0.81	73.25
<i>Metalinhomoeus</i> sp.	0.37	0.46	0.58	0.6	0.79	74.04
<i>Spirinia</i> sp.	0.81	0	0.58	0.68	0.78	74.82
<i>Paralongicyatholaimus</i> sp.	0.24	0.35	0.58	0.58	0.78	75.6
<i>Paradesmodora</i> sp.	0	0.7	0.52	0.67	0.7	76.3
<i>Syringolaimus</i> sp.	0	0.6	0.49	0.67	0.66	76.96
<i>Steineridora</i> sp.	0.43	0.35	0.47	0.61	0.63	77.59
<i>Valvaelaimus</i> sp.	0.43	0.35	0.46	0.61	0.62	78.21
<i>Rhinema</i> sp.	0.31	0.35	0.46	0.6	0.62	78.83
<i>Euchromadora</i> sp.	0.34	0.41	0.45	0.61	0.61	79.44
<i>Symplocostoma</i> sp.	0.28	0.28	0.43	0.56	0.59	80.03
<i>Eurystomina</i> sp.	0	0.31	0.42	0.41	0.56	80.59
<i>Sigmophoranema</i> sp.	0.53	0	0.42	0.43	0.56	81.15
<i>Ancanthonchus</i> sp.	0.34	0.35	0.41	0.6	0.55	81.7
<i>Linhystera</i> sp.	0	0.48	0.39	0.43	0.53	82.23
<i>Hopperia</i> sp.	0	0.48	0.39	0.43	0.52	82.75
<i>Polygastrophora</i> sp.	0	0.46	0.37	0.43	0.5	83.26
<i>Ascolaimus</i> sp.	0	0.29	0.35	0.41	0.47	83.73
<i>Bathyeurystomina</i> sp.	0	0.29	0.35	0.41	0.47	84.2
<i>Crenopharynx</i> sp.	0	0.29	0.35	0.41	0.47	84.67
<i>Paracomesoma</i> sp.	0	0.4	0.33	0.43	0.44	85.11
<i>Synonchus</i> sp.	0	0.4	0.33	0.43	0.44	85.56
<i>Paroxystomina</i> sp.	0.24	0	0.32	0.42	0.43	85.99
<i>Amphimonhystrella</i> sp.	0.48	0	0.32	0.44	0.43	86.42
<i>Enoplolaimus</i> sp.	0	0.28	0.31	0.42	0.42	86.83
<i>Cheironchus</i> sp.	0	0.37	0.3	0.43	0.4	87.23
<i>Litinium</i> sp.	0	0.37	0.3	0.43	0.4	87.63
<i>Quadricoma</i> sp.	0	0.37	0.3	0.43	0.4	88.03
<i>Cinctonema</i> sp.	0.37	0	0.29	0.43	0.4	88.43
<i>Leptolaimoides</i> sp.	0.37	0	0.29	0.43	0.4	88.82
<i>Paracyatholaimoides</i> sp.	0.43	0	0.29	0.44	0.39	89.21
<i>Spiliphera</i> sp.	0	0.35	0.28	0.43	0.38	89.59
<i>Diplopeltoides</i> sp.	0	0.41	0.28	0.43	0.38	89.97
<i>Paramesonchium</i> sp.	0	0.41	0.28	0.43	0.38	90.35
<i>Leptolaimus rivalis</i>	0.24	0	0.27	0.43	0.37	90.72

## d

Sphaerotheristus sp.	0.24	0	0.27	0.43	0.37	91.08
Marylynnia sp.	0.37	0	0.26	0.43	0.35	91.43
Cervonema sp.	0	0.31	0.25	0.43	0.34	91.76
Phanoderma sp.	0	0.31	0.25	0.43	0.34	92.1
Laimella sp.	0.31	0	0.25	0.43	0.33	92.43
Pseudosteineria sp.	0.31	0	0.25	0.43	0.33	92.77
Xyala sp.	0.31	0	0.25	0.43	0.33	93.1
Subsphaerolaimus sp.	0.36	0	0.24	0.44	0.32	93.42
Actarijania sp.	0	0.29	0.24	0.43	0.32	93.75
Antomicron sp.	0	0.29	0.24	0.43	0.32	94.07
Disconema sp.	0	0.29	0.24	0.43	0.32	94.39
Gnomoxyala sp.	0	0.29	0.24	0.43	0.32	94.71
Prochromadorella sp.	0	0.29	0.24	0.43	0.32	95.03
Andoncholaimus sp.	0	0.35	0.24	0.43	0.32	95.35
Araeolaimus sp.	0	0.35	0.24	0.43	0.32	95.67
Halichoanolaimus sp.	0	0.35	0.24	0.43	0.32	95.99
Longicyatholaimus sp.	0	0.35	0.24	0.43	0.32	96.31
Oncholaimus sp.	0	0.35	0.24	0.43	0.32	96.63
Praeacanthonchus sp.	0	0.35	0.24	0.43	0.32	96.94
Tarvaia sp.	0	0.35	0.24	0.43	0.32	97.26
Tricoma sp.	0	0.35	0.24	0.43	0.32	97.58
Metadesmolaimus sp.	0.34	0	0.23	0.43	0.31	97.89
Anoplostoma sp.	0.28	0	0.2	0.43	0.26	98.16
Chromadorita sp.	0.28	0	0.2	0.43	0.26	98.42
Endeolophos sp.	0.28	0	0.2	0.43	0.26	98.68
Gairleanema sp.	0.28	0	0.2	0.43	0.26	98.95
Metacomesoma sp.	0.28	0	0.2	0.43	0.26	99.21
Pandolaimus sp.	0.28	0	0.2	0.43	0.26	99.47
Parapinnanema sp.	0.28	0	0.2	0.43	0.26	99.74
Trileptium sp.	0.28	0	0.2	0.43	0.26	100

*Groups CDLC & SRC*

Average dissimilarity = 73.91

Species	Group	Group	Av. Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum. %
	CDLC	SRC				
	Av. Abund	Av. Abund				
Sabatieria sp.	0.85	3.35	2.37	1.35	3.21	3.21
Ptycholaimellus brevisetosus	0.71	2.61	2.33	1.17	3.15	6.36
Viscosia sp.	1.51	3.56	2.2	1.14	2.98	9.34
Spilophorella sp.	0	2.15	2.12	1.06	2.86	12.2
Halalaimus sp.	0.36	2.52	2.1	1.8	2.84	15.04
Enoplus sp.	0.67	2.5	2.01	1.37	2.71	17.76

## e

Calyptronema sp.	0	2.21	2	3.18	2.7	20.46
Parodontophora fluviatilis	0.68	2.28	1.99	1.16	2.69	23.14
Terschellingia longicaudata	0.94	2.35	1.76	1.44	2.38	25.52
Graphonema sp.	1.91	1.68	1.75	1.32	2.37	27.89
Daptonema brevisetosum	2.63	3.83	1.68	1.11	2.27	30.16
Zalonema sp.	0.93	1.9	1.57	1.16	2.13	32.29
Neochromadora sp.	1.08	1.18	1.57	0.81	2.13	34.41
Elzalia sp.	0.36	1.63	1.46	1.03	1.98	36.39
Metachromadora sp.	0.72	1.61	1.43	1.32	1.93	38.32
Paracanthonus brevicaudatus	2.15	2.92	1.4	1	1.9	40.22
Desmodora vietnamica	0.66	1.75	1.29	1.4	1.75	41.97
Pseudolella sp.	0.6	1.42	1.25	0.94	1.69	43.66
Monhystera sp.	1.44	1.73	1.24	1.15	1.68	45.34
Paracyatholaimus sp.	1.44	1.46	1.14	1.3	1.55	46.89
Comesa vitia	0.36	1.21	1.13	0.85	1.53	48.41
Comesoma sp.	1.13	0.81	1.06	1.35	1.44	49.85
Linhystera sp.	0	0.88	0.98	0.65	1.33	51.18
Paralongicyatholaimus sp.	0.24	1.08	0.95	1.01	1.28	52.46
Oxystomina sp.	0.36	1.04	0.91	0.93	1.24	53.7
Axonolaimus sp.	0.36	1.05	0.91	0.96	1.24	54.93
Theristus sp.	0.82	0.72	0.86	0.88	1.16	56.09
Tricoma sp.	0	0.98	0.84	0.92	1.13	57.23
Ammotheristus sp.	0.79	0.64	0.83	0.9	1.12	58.35
Dichromadora affinis	0.75	0.7	0.82	0.95	1.11	59.47
Steineridora sp.	0.43	0.78	0.82	0.71	1.11	60.58
Laimella sp.	0.31	0.97	0.78	0.94	1.06	61.63
Rhynchonema sp.	1.15	0	0.78	0.97	1.05	62.68
Onyx sp.	0.85	0.3	0.76	0.8	1.03	63.71
Paradesmodora sp.	0	1.05	0.74	0.64	1.01	64.72
Longicyatholaimus sp.	0	0.97	0.74	0.91	1.01	65.72
Trochamus sp.	0.88	0.32	0.74	0.78	0.99	66.72
Hypodontolaimus sp.	0.52	0.48	0.71	0.58	0.97	67.68
Actinonema sp.	0.34	0.75	0.69	0.74	0.94	68.62
Molgolaimus sp.	0.53	0.36	0.69	0.61	0.93	69.55
Linhomoeus sp.	0.74	0.36	0.68	0.77	0.91	70.46
Ancanthonus sp.	0.34	0.76	0.64	0.78	0.86	71.33
Eumorpholaimus sp.	0.36	0.63	0.63	0.77	0.86	72.18
Hopperia sp.	0	0.71	0.59	0.67	0.8	72.99
Sigmophoranema sp.	0.53	0.34	0.57	0.6	0.77	73.75
Spirinia sp.	0.81	0	0.56	0.69	0.75	74.5
Leptolaimus rivalis	0.24	0.36	0.55	0.59	0.74	75.24

## f

Halaphanolaimus sp.	0.82	0	0.53	0.68	0.71	75.96
Chaetonema sp.	0	0.64	0.51	0.65	0.69	76.65
Halichoanolaimus sp.	0	0.64	0.51	0.65	0.69	77.34
Polysigma sp.	0	0.64	0.51	0.65	0.69	78.03
Chromadorina sp.	0.6	0	0.48	0.68	0.65	78.69
Eleutherolaimus sp.	0	0.67	0.48	0.66	0.64	79.33
Metacyatholaimus sp.	0.41	0.32	0.47	0.61	0.64	79.97
Barbonema sp.	0.72	0	0.46	0.67	0.63	80.6
Paracyatholaimoides sp.	0.43	0.34	0.45	0.61	0.61	81.21
Euchromadora sp.	0.34	0.38	0.43	0.6	0.59	81.8
Scaptrella sp.	0.6	0	0.42	0.68	0.57	82.38
Marylynnia sp.	0.37	0.29	0.4	0.61	0.53	82.91
Metadesmolaimus sp.	0.34	0.32	0.39	0.6	0.53	83.44
Campylaimus sp.	0	0.34	0.39	0.42	0.53	83.97
Litinium sp.	0	0.3	0.33	0.42	0.45	84.42
Eurystomina sp.	0	0.36	0.31	0.43	0.42	84.84
Amphimonhystrella sp.	0.48	0	0.3	0.44	0.41	85.25
Enoploides sp.	0	0.43	0.3	0.43	0.41	85.66
Pselionema sp.	0.24	0	0.3	0.43	0.4	86.06
Paroxystomina sp.	0.24	0	0.29	0.43	0.4	86.46
Andoncholaimus sp.	0	0.29	0.29	0.42	0.39	86.85
Innocuonema sp.	0	0.29	0.29	0.42	0.39	87.24
Setosabatieria sp.	0	0.29	0.29	0.42	0.39	87.63
Cinctonema sp.	0.37	0	0.28	0.44	0.38	88.01
Leptolaimoides sp.	0.37	0	0.28	0.44	0.38	88.39
Metalinhomoeus sp.	0.37	0	0.28	0.44	0.38	88.77
Pomponema sp.	0.37	0	0.28	0.44	0.38	89.15
Paramonhystera sp.	0	0.38	0.27	0.43	0.37	89.52
Valvaelaimus sp.	0.43	0	0.27	0.44	0.37	89.89
Ascolaimus sp.	0	0.38	0.26	0.43	0.36	90.25
Enoplolaimus sp.	0	0.38	0.26	0.43	0.36	90.61
Sphaerotheristus sp.	0.24	0	0.25	0.43	0.34	90.95
Paracomesoma sp.	0	0.34	0.24	0.43	0.32	91.27
Pseudosteineria sp.	0.31	0	0.24	0.44	0.32	91.59
Rhinema sp.	0.31	0	0.24	0.44	0.32	91.91
Xyala sp.	0.31	0	0.24	0.44	0.32	92.23
Chromadora sp.	0	0.32	0.23	0.43	0.31	92.54
Cobbia sp.	0	0.32	0.23	0.43	0.31	92.85
Crenopharynx sp.	0	0.32	0.23	0.43	0.31	93.17
Diplopeltoides sp.	0	0.32	0.23	0.43	0.31	93.48
Metoncholaimus sp.	0	0.32	0.23	0.43	0.31	93.79
Parasphaerolaimus sp.	0	0.32	0.23	0.43	0.31	94.11
Pierrickia sp.	0	0.32	0.23	0.43	0.31	94.42

## g

Subsphaerolaimus sp.	0.36	0	0.23	0.44	0.31	94.73
Desmolaimus zeelandicus	0	0.29	0.2	0.43	0.27	95
Filoncholaimus sp.	0	0.29	0.2	0.43	0.27	95.27
Gomphionchus sp.	0	0.29	0.2	0.43	0.27	95.55
Mesacanthoides sp.	0	0.29	0.2	0.43	0.27	95.82
Meyersia sp.	0	0.29	0.2	0.43	0.27	96.09
Microlaimus orientalis	0	0.29	0.2	0.43	0.27	96.36
Oncholaimus sp.	0	0.29	0.2	0.43	0.27	96.63
Oncholaimellus sp.	0	0.29	0.2	0.43	0.27	96.9
Spiliphora sp.	0	0.29	0.2	0.43	0.27	97.17
Syringolaimus sp.	0	0.29	0.2	0.43	0.27	97.45
Vasostoma sp.	0	0.29	0.2	0.43	0.27	97.72
Anoplostoma sp.	0.28	0	0.19	0.44	0.25	97.97
Chromadorita' sp.	0.28	0	0.19	0.44	0.25	98.22
Endeolophos sp.	0.28	0	0.19	0.44	0.25	98.48
Gairleanema sp.	0.28	0	0.19	0.44	0.25	98.73
Metacomesoma sp.	0.28	0	0.19	0.44	0.25	98.99
Pandolaimus sp.	0.28	0	0.19	0.44	0.25	99.24
Parapinnanema sp.	0.28	0	0.19	0.44	0.25	99.49
Symplocostoma sp.	0.28	0	0.19	0.44	0.25	99.75
Trileptium sp.	0.28	0	0.19	0.44	0.25	100

## Groups HSC &amp; SRC

Average dissimilarity = 55.16

Species	Group	Group	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	HSC	SRC				
	Av.Abund	Av.Abund				
Graphonema sp.	2.44	1.68	1.54	1.13	2.79	2.79
Neochromadora sp.	1.77	1.18	1.41	1.02	2.55	5.34
Spilophorella sp.	1.13	2.15	1.25	1.09	2.26	7.6
Paracanthonchus brevicaudatus	1.4	2.92	1.22	1.23	2.21	9.81
Ammotheristus sp.	2.04	0.64	1.2	1.42	2.18	11.99
Ptycholaimellus brevisetosus	3.65	2.61	1.19	1.21	2.16	14.15
Sabatieria sp.	2.15	3.35	1.11	0.9	2.02	16.17
Elzalia sp.	1.21	1.63	1.06	1.26	1.92	18.09
Metachromadora sp.	0.42	1.61	1.06	0.94	1.92	20.01
Parodontophora fluviatilis	2.48	2.28	1.02	1.5	1.85	21.85
Enoplus sp.	1.74	2.5	1	1.63	1.81	23.67
Pseudolella sp.	0.33	1.42	0.97	0.92	1.77	25.43
Desmodora vietnamica	1.14	1.75	0.92	1.23	1.67	27.11
Comesa vitia	0.75	1.21	0.9	0.97	1.63	28.74

## h

Monhystera sp.	1.68	1.73	0.89	1.24	1.62	30.36
Paracyatholaimus sp.	1.11	1.46	0.88	1.19	1.59	31.95
Linhystera sp.	0.48	0.88	0.81	0.77	1.48	33.43
Halalaimus sp.	2.38	2.52	0.8	1.06	1.45	34.88
Calyptronema sp.	1.53	2.21	0.79	1.05	1.44	36.32
Paradesmodora sp.	0.7	1.05	0.79	0.9	1.43	37.75
Actinonema sp.	1.12	0.75	0.79	1.02	1.43	39.17
Axonolaimus sp.	1	1.05	0.78	1.12	1.41	40.58
Oxystomina sp.	1.06	1.04	0.78	1.06	1.41	41.99
Paralongicyatholaimus sp.	0.35	1.08	0.75	0.96	1.35	43.34
Desmolaimus zeelandicus	1.01	0.29	0.75	0.96	1.35	44.69
Onyx sp.	0.94	0.3	0.73	0.97	1.32	46.02
Campylaimus sp.	0.98	0.34	0.7	0.82	1.27	47.29
Pierrickia sp.	1.04	0.32	0.69	1	1.26	48.55
Tricoma sp.	0.35	0.98	0.68	0.98	1.23	49.78
Pselionema sp.	1.11	0	0.66	0.96	1.2	50.98
Longicyatholaimus sp.	0.35	0.97	0.63	0.97	1.15	52.12
Hopperia sp.	0.48	0.71	0.63	0.81	1.14	53.26
Steineridora sp.	0.35	0.78	0.62	0.74	1.12	54.38
Metacyatholaimus sp.	0.88	0.32	0.61	0.99	1.11	55.49
Hypodontolaimus sp.	0.64	0.48	0.61	0.74	1.1	56.6
Daptonema brevisetosum	3.46	3.83	0.61	1.51	1.1	57.7
Laimella sp.	0	0.97	0.6	0.94	1.09	58.78
Terschellingia longicaudata	1.92	2.35	0.6	0.96	1.08	59.87
Zalonema sp.	1.95	1.9	0.58	0.9	1.04	60.91
Eumorpholaimus sp.	0.64	0.63	0.57	0.89	1.03	61.94
Theristus sp.	0.35	0.72	0.55	0.77	1	62.94
Pomponema sp.	0.75	0	0.53	0.68	0.95	63.89
Ancanthonchus sp.	0.35	0.76	0.52	0.79	0.95	64.84
Molgolaimus sp.	0.5	0.36	0.52	0.62	0.94	65.78
Halichoanolaimus sp.	0.35	0.64	0.49	0.77	0.89	66.68
Amphimonhystera sp.	0.81	0	0.48	0.69	0.87	67.54
Cyartonema sp.	0.81	0	0.48	0.67	0.87	68.41
Comesoma sp.	0	0.81	0.47	0.69	0.86	69.27
Linhomoeus sp.	0.37	0.36	0.47	0.59	0.85	70.12
Syringolaimus sp.	0.6	0.29	0.44	0.78	0.8	70.92
Eurystomina sp.	0.31	0.36	0.43	0.61	0.78	71.7
Viscosia sp.	3.25	3.56	0.43	0.98	0.77	72.48
Chaetonema sp.	0	0.64	0.41	0.67	0.74	73.22
Polysigma sp.	0	0.64	0.41	0.67	0.74	73.97
Dichromadora affinis	0	0.7	0.41	0.69	0.74	74.71
Barbonema sp.	0.58	0	0.41	0.69	0.74	75.44

Halaphanolaimus sp.	0.62	0	0.4	0.69	0.73	76.18
Litinium sp.	0.37	0.3	0.4	0.61	0.73	76.91
Ascolaimus sp.	0.29	0.38	0.39	0.62	0.71	77.62
Eleutherolaimus sp.	0	0.67	0.39	0.68	0.71	78.33
Euchromadora sp.	0.41	0.38	0.39	0.61	0.71	79.04
Paracomesoma sp.	0.4	0.34	0.39	0.61	0.71	79.74
Enoplolaimus sp.	0.28	0.38	0.38	0.62	0.68	80.43
Crenopharynx sp.	0.29	0.32	0.36	0.6	0.66	81.09
Diplopeltoides sp.	0.41	0.32	0.36	0.62	0.66	81.75
Andoncholaimus sp.	0.35	0.29	0.35	0.61	0.64	82.38
Scaptrella sp.	0.45	0	0.35	0.43	0.63	83.02
Spiliphera sp.	0.35	0.29	0.33	0.61	0.61	83.62
Trochamus sp.	0.35	0.32	0.33	0.61	0.59	84.22
Oncholaimus sp.	0.35	0.29	0.31	0.62	0.56	84.78
Leptolaimus rivalis	0	0.36	0.29	0.43	0.53	85.31
Metalinhomoeus sp.	0.46	0	0.29	0.44	0.52	85.83
Polygastrophora sp.	0.46	0	0.29	0.44	0.52	86.35
Chromadorina sp.	0.36	0	0.28	0.43	0.51	86.87
Synonchus sp.	0.4	0	0.25	0.44	0.46	87.32
Enoploides sp.	0	0.43	0.25	0.44	0.45	87.77
Bathyeurystomina sp.	0.29	0	0.24	0.43	0.43	88.21
Cheironchus sp.	0.37	0	0.23	0.44	0.41	88.62
Quadricoma sp.	0.37	0	0.23	0.44	0.41	89.03
Paramonhystera sp.	0	0.38	0.23	0.44	0.41	89.44
Paramesonchium sp.	0.41	0	0.23	0.44	0.41	89.85
Rhinema sp.	0.35	0	0.22	0.44	0.4	90.25
Innocuonema sp.	0	0.29	0.22	0.43	0.4	90.64
Setosabatieria sp.	0	0.29	0.22	0.43	0.4	91.04
Symplocostoma sp.	0.28	0	0.22	0.43	0.39	91.43
Paracyatholaimoides sp.	0	0.34	0.2	0.44	0.36	91.79
Sigmophoranema sp.	0	0.34	0.2	0.44	0.36	92.14
Cervonema sp.	0.31	0	0.19	0.44	0.35	92.49
Phanoderma sp.	0.31	0	0.19	0.44	0.35	92.84
Chromadora sp.	0	0.32	0.19	0.44	0.34	93.18
Cobbia sp.	0	0.32	0.19	0.44	0.34	93.53
Metadesmolaimus sp.	0	0.32	0.19	0.44	0.34	93.87
Metoncholaimus sp.	0	0.32	0.19	0.44	0.34	94.21
Parasphaerolaimus sp.	0	0.32	0.19	0.44	0.34	94.56
Araeolaimus sp.	0.35	0	0.19	0.44	0.34	94.9
Praeacanthochus sp.	0.35	0	0.19	0.44	0.34	95.24
Tarvaia sp.	0.35	0	0.19	0.44	0.34	95.59
Valvaelaimus sp.	0.35	0	0.19	0.44	0.34	95.93
Actarijania sp.	0.29	0	0.18	0.44	0.33	96.26

## j

Antomicron sp.	0.29	0	0.18	0.44	0.33	96.6
Disconema sp.	0.29	0	0.18	0.44	0.33	96.93
Gnomoxyala sp.	0.29	0	0.18	0.44	0.33	97.26
Prochromadorella sp.	0.29	0	0.18	0.44	0.33	97.6
Filoncholaimus sp.	0	0.29	0.17	0.44	0.3	97.9
Gomphionchus sp.	0	0.29	0.17	0.44	0.3	98.2
Marylynnia sp.	0	0.29	0.17	0.44	0.3	98.5
Mesacanthoides sp.	0	0.29	0.17	0.44	0.3	98.8
Meyersia sp.	0	0.29	0.17	0.44	0.3	99.1
Microlaimus orientalis	0	0.29	0.17	0.44	0.3	99.4
Oncholaimellus sp.	0	0.29	0.17	0.44	0.3	99.7
Vasostoma sp.	0	0.29	0.17	0.44	0.3	100

---

**Phụ lục 2:** Phân tích SIMPER về sự khác biệt trung bình của các quần xã tuyến trùng giữa các khu vực thu mẫu và phần trăm đóng góp vào sự khác biệt đó của các loài tuyến trùng khác nhau

## SIMPER

Similarity

Percentages -

species contributions

### One-Way Analysis

#### *Data worksheet*

Name: Data3

Data type: Other

Sample selection:

All

Variable selection:

All

#### *Parameters*

Resemblance: S17

Bray Curtis

similarity

Cut off for low

contributions:

100.00%

#### *Factor Groups*

Sample	Sinh cảnh
CĐLC T1	Trong rạn
CĐLC T2	Trong rạn
CĐLC T3	Trong rạn
HSC T1	Trong rạn
HSC T2	Trong rạn
HSC T3	Trong rạn
SRC T1	Trong rạn
SRC T2	Trong rạn
SRC T3	Trong rạn
CĐLC N1	Ngoài rạn
CĐLC N2	Ngoài rạn
CĐLC N3	Ngoài rạn
HSC N1	Ngoài rạn
HSC N2	Ngoài rạn
HSC N3	Ngoài rạn
SRC N1	Ngoài rạn
SRC N2	Ngoài rạn

SRC N3      Ngoài rạn  
*Groups Trong rạn & Ngoài rạn*  
 Average dissimilarity = 67.26

Species	Group Trong rạn	Group Ngoài rạn	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Ptycholaimellus brevisetosus</i>	3.01	1.64	2.12	1.05	3.15	3.15
<i>Graphonema</i> sp.	2.73	1.29	2.03	1.27	3.02	6.17
<i>Neochromadora</i> sp.	1.61	1.07	1.68	0.81	2.5	8.67
<i>Parodontophora fluviatilis</i>	2.04	1.58	1.54	1.03	2.3	10.97
<i>Viscosia</i> sp.	3.23	2.31	1.53	0.82	2.27	13.24
<i>Sabatieria</i> sp.	1.99	2.24	1.5	1.07	2.23	15.47
<i>Daptonema brevisetosum</i>	3.89	2.72	1.45	1.02	2.16	17.63
<i>Spilophorella</i> sp.	1.59	0.6	1.45	0.79	2.16	19.79
<i>Halalaimus</i> sp.	1.48	2.03	1.37	1.18	2.04	21.82
<i>Enoplus</i> sp.	1.36	1.91	1.37	1.28	2.03	23.85
<i>Metachromadora</i> sp.	0.21	1.62	1.36	1.26	2.02	25.88
<i>Paracanthonchus brevicaudatus</i>	2.27	2.05	1.31	1.09	1.94	27.82
<i>Terschellingia longicaudata</i>	1.82	1.65	1.21	1	1.8	29.62
<i>Zalonema</i> sp.	1.71	1.47	1.16	0.97	1.73	31.34
<i>Ammotheristus</i> sp.	1	1.31	1.15	1.04	1.71	33.05
<i>Paracyatholaimus</i> sp.	1.6	1.08	1.14	1.25	1.69	34.74
<i>Monhystera</i> sp.	1.82	1.41	1.12	1.09	1.66	36.4
<i>Elzalia</i> sp.	1.03	1.11	1.11	0.95	1.65	38.05
<i>Desmodora vietnamica</i>	1.31	1.05	1.09	1	1.62	39.67
<i>Calyptronema</i> sp.	0.87	1.62	1.08	1.15	1.61	41.28
<i>Onyx</i> sp.	1.19	0.2	1.08	0.95	1.61	42.89
<i>Comesa vitia</i>	0.24	1.3	0.95	1.01	1.41	44.3
<i>Pseudolella</i> sp.	0.65	0.91	0.94	0.89	1.4	45.71
<i>Axonolaimus</i> sp.	0.83	0.78	0.9	0.94	1.33	47.04
<i>Oxystomina</i> sp.	0.67	0.97	0.83	0.92	1.24	48.28
<i>Comesoma</i> sp.	0.69	0.61	0.8	0.93	1.19	49.47
<i>Theristus</i> sp.	1.03	0.23	0.8	0.84	1.19	50.66
<i>Actinonema</i> sp.	0.44	1.03	0.78	0.93	1.16	51.82
<i>Linhomoeus</i> sp.	0.74	0.24	0.75	0.68	1.11	52.93
<i>Paralongicyatholaimus</i> sp.	0.71	0.4	0.73	0.79	1.09	54.02
<i>Hypodontolaimus</i> sp.	0.67	0.43	0.7	0.66	1.04	55.06
<i>Pselionema</i> sp.	0	0.9	0.7	0.84	1.04	56.1
<i>Trochamus</i> sp.	0.8	0.23	0.7	0.66	1.03	57.13
<i>Steineridora</i> sp.	0.81	0.23	0.68	0.68	1.02	58.15

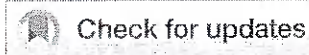
## m

Metacyatholaimus sp.	0.67	0.4	0.67	0.74	0.99	59.14
Molgolaimus sp.	0.35	0.57	0.65	0.58	0.97	60.11
Linhystera sp.	0.27	0.64	0.65	0.6	0.96	61.07
Paradesmodora sp.	0.25	0.91	0.64	0.73	0.95	62.02
Halaphanolaimus sp.	0.73	0.23	0.64	0.71	0.95	62.98
Scaptrella sp.	0.7	0	0.62	0.61	0.93	63.91
Dichromadora affinis	0.56	0.41	0.61	0.71	0.91	64.82
Rhynchonema sp.	0.77	0	0.61	0.65	0.91	65.73
Barbonema sp.	0.66	0.2	0.59	0.71	0.88	66.61
Eumorpholaimus sp.	0.43	0.65	0.59	0.79	0.88	67.48
Desmolaimus zeelandicus	0.44	0.43	0.59	0.63	0.88	68.36
Campylaimus sp.	0.23	0.66	0.56	0.61	0.83	69.2
Pomponema sp.	0.49	0.26	0.56	0.58	0.83	70.02
Pierrickia sp.	0.41	0.5	0.54	0.69	0.8	70.83
Tricoma sp.	0.19	0.7	0.53	0.75	0.78	71.61
Chromadorina sp.	0.48	0.16	0.52	0.61	0.78	72.38
Ancanthonchus sp.	0.48	0.48	0.52	0.7	0.77	73.15
Laimella sp.	0.42	0.43	0.5	0.68	0.75	73.9
Hopperia sp.	0.47	0.32	0.5	0.61	0.75	74.65
Longicyatholaimus sp.	0.21	0.66	0.48	0.75	0.72	75.37
Euchromadora sp.	0.48	0.27	0.44	0.61	0.66	76.03
Spirinia sp.	0.54	0	0.44	0.5	0.65	76.68
Sigmophoranema sp.	0.35	0.23	0.43	0.43	0.63	77.32
Halichoanolaimus sp.	0	0.66	0.42	0.68	0.62	77.93
Metalinhomoeus sp.	0.25	0.31	0.4	0.48	0.59	78.52
Leptolaimus rivalis	0	0.4	0.39	0.52	0.58	79.1
Syringolaimus sp.	0	0.59	0.38	0.69	0.57	79.67
Eurystomina sp.	0.21	0.24	0.37	0.45	0.54	80.21
Amphimonhystera sp.	0	0.54	0.34	0.53	0.51	80.72
Cyartonema sp.	0	0.54	0.34	0.51	0.51	81.23
Crenopharynx sp.	0.41	0	0.34	0.48	0.5	81.73
Litinium sp.	0	0.45	0.33	0.53	0.49	82.22
Symplocostoma sp.	0.37	0	0.32	0.49	0.48	82.7
Ascolaimus sp.	0.2	0.25	0.32	0.46	0.48	83.18
Paracyatholaimoides sp.	0.29	0.23	0.32	0.47	0.48	83.66
Valvaelaimus sp.	0.29	0.23	0.32	0.47	0.48	84.13
Rhinema sp.	0.21	0.23	0.32	0.47	0.47	84.6
Paracomesoma sp.	0	0.5	0.32	0.52	0.47	85.07
Metadesmolaimus sp.	0.44	0	0.31	0.5	0.46	85.53
Enoplolaimus sp.	0.18	0.25	0.3	0.47	0.45	85.98
Marylynnia sp.	0.25	0.19	0.28	0.46	0.42	86.4
Chaetonema sp.	0	0.43	0.28	0.51	0.42	86.82
Polysigma sp.	0	0.43	0.28	0.51	0.42	87.24
Andoncholaimus sp.	0.19	0.23	0.28	0.47	0.41	87.65

## n

Diplopeltoides sp.	0.21	0.27	0.28	0.49	0.41	88.06
Spiliphera sp.	0	0.43	0.27	0.52	0.4	88.46
Eleutherolaimus sp.	0.25	0.19	0.26	0.48	0.38	88.85
Oncholaimus sp.	0	0.42	0.25	0.53	0.37	89.21
Amphimonhystrella sp.	0.32	0	0.23	0.34	0.35	89.56
Cinctonema sp.	0.25	0	0.23	0.33	0.34	89.9
Leptolaimoides sp.	0.25	0	0.23	0.33	0.34	90.24
Paroxystomina sp.	0	0.16	0.22	0.34	0.33	90.57
Polygastrophora sp.	0	0.31	0.2	0.35	0.3	90.88
Bathyeurystomina sp.	0.2	0	0.2	0.32	0.3	91.17
Pseudosteineria sp.	0.21	0	0.19	0.33	0.28	91.46
Xyala sp.	0.21	0	0.19	0.33	0.28	91.74
Sphaerotheristus sp.	0	0.16	0.19	0.34	0.28	92.02
Synonchus sp.	0	0.27	0.18	0.35	0.27	92.29
Subsphaerolaimus sp.	0.24	0	0.18	0.34	0.27	92.56
Enoploides sp.	0	0.29	0.17	0.35	0.25	92.81
Innocuonema sp.	0.19	0	0.17	0.33	0.25	93.06
Setosabatieria sp.	0.19	0	0.17	0.33	0.25	93.31
Paramonhystera sp.	0.25	0	0.16	0.34	0.24	93.55
Cheironchus sp.	0	0.24	0.16	0.35	0.24	93.8
Quadricoma sp.	0	0.24	0.16	0.35	0.24	94.04
Paramesonchium sp.	0	0.27	0.16	0.35	0.24	94.27
Anoplostoma sp.	0.19	0	0.15	0.33	0.22	94.49
Chromadorita sp.	0.19	0	0.15	0.33	0.22	94.71
Endeolophos sp.	0.19	0	0.15	0.33	0.22	94.93
Gairleanema sp.	0.19	0	0.15	0.33	0.22	95.14
Metacomesoma sp.	0.19	0	0.15	0.33	0.22	95.36
Pandolaimus sp.	0.19	0	0.15	0.33	0.22	95.58
Parapinnanema sp.	0.19	0	0.15	0.33	0.22	95.8
Trileptium sp.	0.19	0	0.15	0.33	0.22	96.01
Chromadora sp.	0.21	0	0.14	0.34	0.21	96.22
Cobbia sp.	0.21	0	0.14	0.34	0.21	96.42
Metoncholaimus sp.	0.21	0	0.14	0.34	0.21	96.63
Parasphaerolaimus sp.	0.21	0	0.14	0.34	0.21	96.84
Cervonema sp.	0	0.2	0.14	0.35	0.2	97.04
Phanoderma sp.	0	0.2	0.14	0.35	0.2	97.24
Araeolaimus sp.	0	0.23	0.13	0.35	0.2	97.44
Praeacanthonchus sp.	0	0.23	0.13	0.35	0.2	97.64
Tarvaia sp.	0	0.23	0.13	0.35	0.2	97.84



<https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2024-16-4-962-968><https://zoobank.org/References/A0CE7ACB-2FC8-4661-84A6-05606B5CDDDD9>

УДК 595.132.1

*Enoploides medius* sp. nov. (Nematoda, Enoplida,  
Thoracostomopsidae) с коралловых рифов у побережья  
Вьетнама

В. К. Нгуен<sup>1,2</sup>, Д. Т. Нгуен<sup>1</sup>, Т. М. Нгуен<sup>1</sup>, Д. Т. Нгуен<sup>2</sup>, В. Г. Гагарин<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт морской среды и ресурсов Вьетнамской академии наук и технологий, Хоанг Куок Вьет Роуд,  
д. 18, 10000, г. Ханой, Вьетнам

<sup>2</sup>Институт экологии и биологических ресурсов Вьетнамской академии наук и технологий, Хоанг Куок  
Вьет Роуд, д. 18, 10000, г. Ханой, Вьетнам

<sup>3</sup>Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, 152742, пос. Борок, Россия

**Сведения об авторах**

Нгуен Ван Куан  
E-mail: [quannv@imer.vast.vn](mailto:quannv@imer.vast.vn)

Нгуен Дук Те

Нгуен Тхи Миен

Нгуен Динь Ты

E-mail: [ngth@yahoo.com](mailto:ngth@yahoo.com)

Гагарин Владимир Григорьевич

E-mail: [gagarin@ibiw.ru](mailto:gagarin@ibiw.ru)

SPIN-код: 8620-5933

Scopus Author ID: 55905061100

ResearcherID: A-8438-2017

ORCID: 0000-0001-9825-3177

**Аннотация.** Приводится иллюстрированное описание нового для науки вида нематод *Enoploides medius* sp. nov., обнаруженного на коралловых рифах у побережья Вьетнама. Новый вид морфологически близок к *E. gryphus* Wieser, Hooper, 1967, но имеет относительно более толстое тело, относительно короткие внешние губные щетинки и иную форму рульки.

**Права:** © Авторы (2024). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY-NC 4.0.

**Ключевые слова:** Вьетнам, коралловые рифы, свободноживущие нематоды, *Enoploides medius* sp. nov.

# *Enoploides medius* sp. nov. (Nematoda, Enoplida, Thoracostomopsidae): A new species from coral reefs off the coast of Vietna

V. Q. Nguyen<sup>1[2]</sup>, D. T. Nguyen<sup>1</sup>, T. M. Nguyen<sup>1</sup>, D. T. Nguyen<sup>2</sup>, V. G. Gagarin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Marine Environment and Resources, Vietnamese Academy of Sciences and Technology, 18 Hoang Quoc Viet Rd, 10000, Hanoi, Vietnam

<sup>2</sup>Institute of Ecology and Biological Resources, Vietnamese Academy of Sciences and Technology, 18 Hoang Quoc Viet Rd, 10000, Hanoi, Vietnam

<sup>3</sup>Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, 152742, Borok, Russia

## Authors

Nguyen Van Quan  
E-mail: [quannv@imer.vast.vn](mailto:quannv@imer.vast.vn)

Nguyen Duc The

Nguyen Thi Mien

Nguyen Dinh Tu  
E-mail: [ngth@yahoo.com](mailto:ngth@yahoo.com)

Vladimir G. Gagarin  
E-mail: [gagarin@ibiw.ru](mailto:gagarin@ibiw.ru)  
SPIN: 8620-5933  
Scopus Author ID: 55905061100  
ResearcherID: A-8438-2017  
ORCID: 0000-0001-9825-3177

**Copyright:** © The Authors (2024).  
Published by Herzen State Pedagogical  
University of Russia. Open access under  
CC BY-NC License 4.0.

**Abstract.** The paper provides an illustrated description of a new nematode species *Enoploides medius* sp. nov., discovered in the coral reefs of Vietnam. The new species is morphologically similar to *E. gryphus* Wieser, Hopper, 1967, but can be distinguished by its comparatively thicker body, shorter outer labial setae, and distinct gubernacular morphology.

**Keywords:** Vietnam, coral reefs, free-living nematodes, *Enoploides medius* sp. nov.

## Введение

Фауна свободноживущих морских нематод прибрежной мелководной области Вьетнама изучена довольно подробно (Nguyen et al. 2011; Nguyen et al. 2012; Tchesunov et al. 2014; Gagarin 2020), так же как и фауна нематод мангровых зарослей (Nguyen, Gagarin 2017; Gagarin 2018). Нематод с коралловых рифов у побережья Вьетнама начали изучать с 2020 г. К настоящему времени в данном биоценозе выявлено более 40 видов нематод, причем 17 из них описаны как новые для науки. В данной статье приводится описание нового для науки вида нематод с коралловых рифов Вьетнама: *Enoploides medius* sp. nov.

## Материалы и методика

Фауна нематод с коралловых рифов у побережья Вьетнама изучена в июле 2020 г. Кораллы: *Acropora hyacinthus*,

*Acropora nasura*, *Montipora confuse*, *Montipora vietnamensis*, *Favites valensiennesi*. Пробы грунта были собраны с лодки с помощью дночерпателя Поляра, промыты через газ с размером ячеек 0.08 мм и фиксированы горячим (60–70 °C) 4%-ным раствором формалина. Затем пробы помещали в емкость объемом 200 мл, добавляли раствор Ludox TM 50 (1:1) и центрифугировали 5 раз по 40 мин. Нематод переносили в чистый глицерин по общепринятой методике (Seinhorst 1959), затем монтировали в капле глицерина на предметных стеклах и опечатывали кольцом из парафин-воска. Для измерения особей, определения червей, фотографирования и изготовления рисунков использовали световой микроскоп Nikon Eclipse 80i, оборудованный принадлежностями для наблюдения методом ДНК-контраста, цифровой камерой Nikon DS-Fil и ПК, оснащенной программой NIS-Elements D3.2 для анализа и документирования.

**Условные обозначения:**

*a* — отношение длины тела к наибольшей ширине тела

*a. l.* — отросток губы

*an.* — анус

*b* — отношение длины тела к длине фаринкса

*a. b. ph.* — буккальный бульбус фаринкса

*c* — отношение длины тела к длине хвоста

*c'* — отношение длины хвоста к ширине тела в области ануса или клоаки

*ca.* — кардий

*ce. s.* — шейные щетинки

*cl.* — клоака

*c. g.* — каудальные железы

*c. s.* — головные щетинки

*gub.* — рулек

*i. l. s.* — внутренние губные щетинки

*m.* — мандибула

*ph.* — фаринкс

*p. o.* — задний яичник

*r.* — ректум

*sp.* — спикула

*su.* — супплемент

*t.* — хвост

*ut.* — матка

*v.* — вульва

*V, %* — отношение длины тела от переднего конца тела до вульвы к общей длине тела, в процентах

**Систематическая часть**

Тип *Nematoda* Potts, 1931

Класс *Enoplea* Inglis, 1983

Отряд *Enoplida* Filipjev, 1939

Семейство *Thoracostomopsidae* Filipjev, 1927

Род *Enoploides* Saveljev, 1912

*Enoploides medius* sp. nov.

(Рис. 1, 2; табл. 1)

**Материал.** Голотип: самец, инвентарный номер препарата LS2A.1.5; паратипы: 10 самцов и 4 самки. Препараты голотипа и паратипов хранятся во Вьетнамском национальном музее природы Вьетнамской академии наук и технологий (г. Ханой, Вьетнам).

**Местонахождение.** Вьетнам, Южно-Китайское море, коралловые рифы в прибрежной мелководной зоне островов ар-

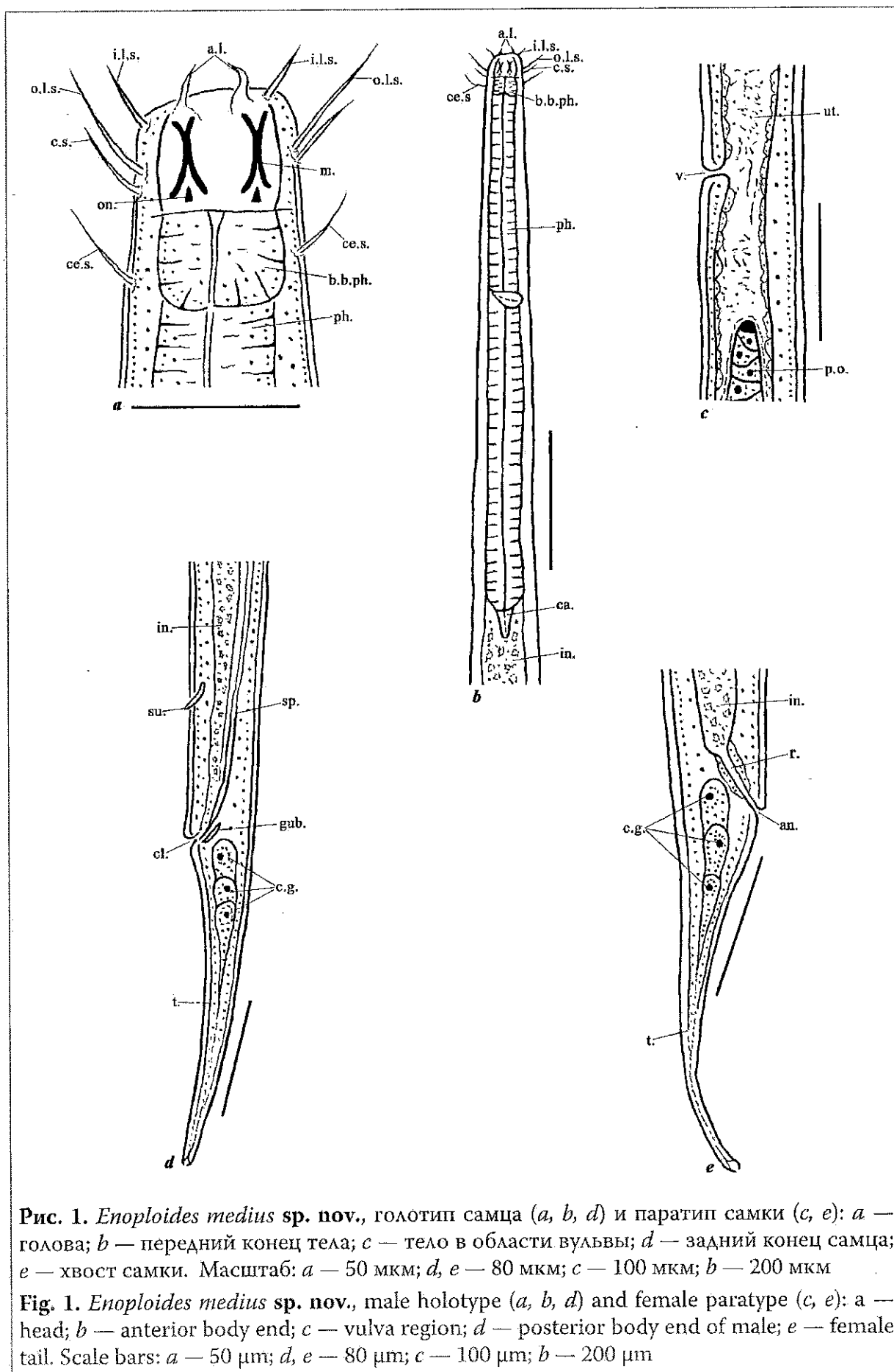
хипелага Con Dao, провинция Ba-Ria Vung Tau. Координаты: 8°34'40" N, 106°5'25" E. Глубина 2,5 м. Соленость воды 28‰.

**Описание.** Морфологическая характеристика голотипа и паратипов приведена в таблице 1.

**Самцы.** Кутикула гладкая. Передний конец тела сужен. Головная капсула довольно плотная, поэтому вооружение стомы плохо видно. Губы с довольно длинными загнутыми придатками. Внутренние головные щетинки длиной 18–21 мкм. Внешние губные щетинки и головные щетинки расположены близко друг к другу, образуя единый круг. Длина внешних губных щетинок 40–43 мкм, длина головных щетинок 23–26 мкм. Имеются шейные щетинки длиной 30–32 мкм. Хейлостома плохо выражена. В фарингостоме 3 мандибулы, состоящие из двух согнутых склеритов, соединенных друг с другом в их средней части. Ниже расположены три мелких, равных по размеру онха. Форму и расположение фовеи амфидов рассмотреть не удалось. Фаринкс мускулистый, постепенно расширяется к своему основанию. В его переднем отделе расположен довольно мощный буккальный бульбус. Кардий треугольный, вдаётся в просвет средней кишки. Ренетта, ее протоки и выводная пора не обнаружены.

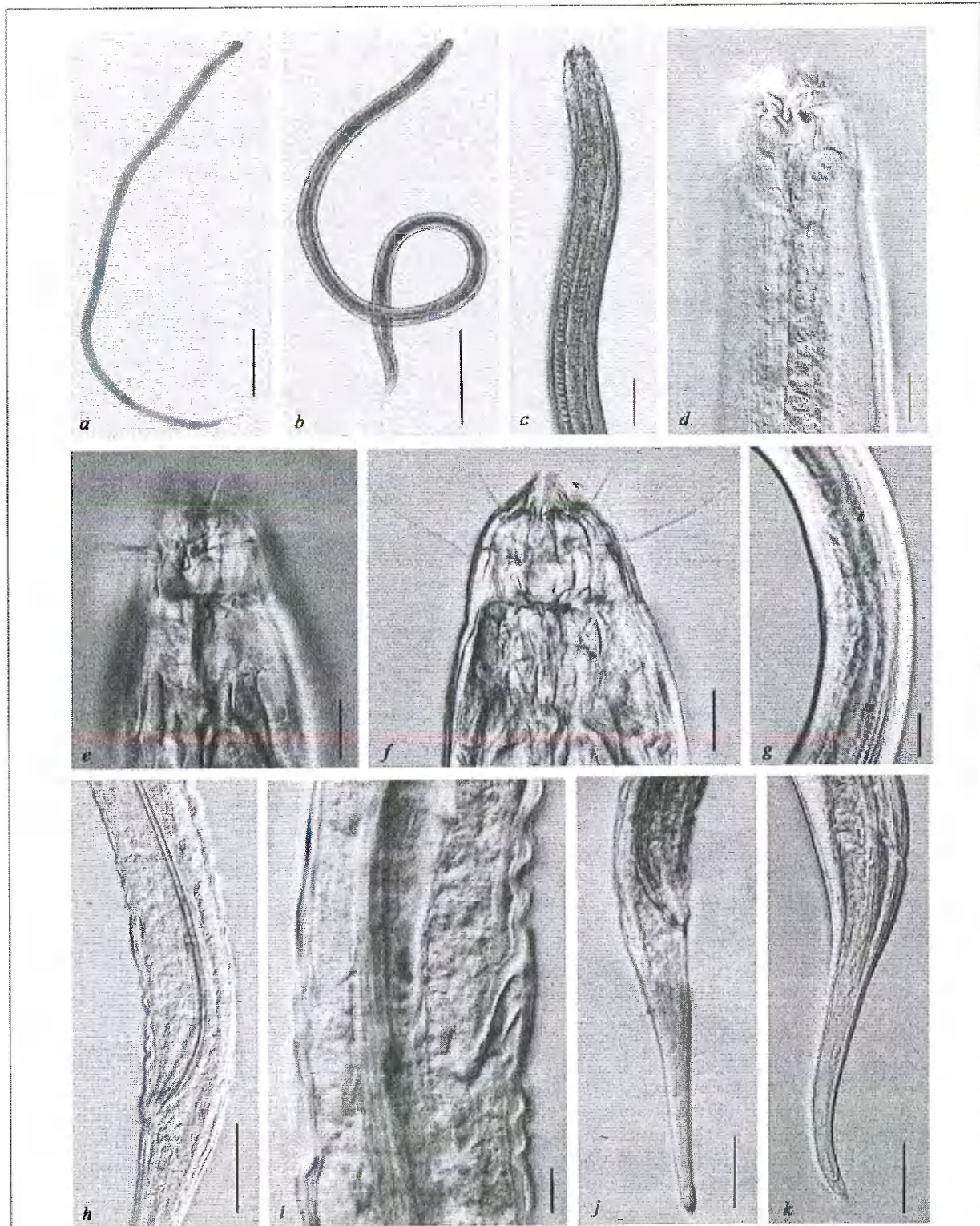
Семенники парные и оба расположены справа от средней кишки. Спикулы тонкие и длинные, их длина 210–243 мкм, что примерно в 5 раз превышает диаметр тела в области клоаки. Рулек в форме маленькой, узкой пластинки длиной 19–22 мкм. На расстоянии 80–86 мкм от клоаки расположен один трубчатый супплемент. Хвост удлиненно-конический, слегка изогнут вентрально. Каудальные щетинки не обнаружены. Три каудальные железы и спиннерета имеются.

**Самки.** По общей морфологии подобны самцам. Строение кутикулы и переднего конца тела, как у самцов. Кутикула гладкая. Головная капсула довольно плотная, в связи с чем вооружение стомы трудно разглядеть. Три губы с довольно длинными передними придатками. Внутренние губные щетинки длиной 19–20 мкм. Внешние губные щетинки и головные щетинки расположены



**Рис. 1.** *Enoploides medius* sp. nov., голотип самца (a, b, d) и паратип самки (c, e): a — голова; b — передний конец тела; c — тело в области вульвы; d — задний конец самца; e — хвост самки. Масштаб: a — 50 мкм; d, e — 80 мкм; c — 100 мкм; b — 200 мкм

**Fig. 1.** *Enoploides medius* sp. nov., male holotype (a, b, d) and female paratype (c, e): a — head; b — anterior body end; c — vulva region; d — posterior body end of male; e — female tail. Scale bars: a — 50 μm; d, e — 80 μm; c — 100 μm; b — 200 μm



**Рис. 2.** Фотографии *Enoploides medius* sp. nov., голотип самца (a, c-e, h-j) и паратип самки (b, f, g, k): a, b — общий вид; c — передний конец тела; d-f — голова; g — тело в области вульвы; h — тело в области клоаки; i — тело в области супплементы; j, k — хвост. Масштаб: a, b — 500 мкм; c — 100 мкм; g, h, j, k — 50 мкм; d-f — 20 мкм; i — 10 мкм

**Fig. 2.** Light micrographs of *Enoploides medius* sp. nov., male holotype (a, c-e, h-j) and female paratype (b, f, g, k): a, b — general view; c — anterior body end; d-f — head; g — vulva region; h — cloaca region; i — supplement region; j, k — tail. Scale bars: a, b — 500  $\mu$ m; c — 100  $\mu$ m; g, h, j, k — 50  $\mu$ m; d-f — 20  $\mu$ m; i — 10  $\mu$ m

Таблица 1

Морфометрическая характеристика *Enoploides medius* sp. nov.

Table 1

Morphometric characteristics of *Enoploides medius* sp. nov.

Признак Feature	Голотип ♂ Holotype ♂	Паратипы Paratypes			
		10 ♂		4 ♀	
		Диапазон range	Среднее average	Диапазон range	Среднее average
<i>L</i> , мкм / <i>L</i> , μm	3731	3229–4213	3700	3674–3970	3810
<i>a</i>	57	48–63	56	41–49	46
<i>b</i>	4.9	4.1–5.2	4.9	4.4–5.4	4.9
<i>c</i>	16.8	15.2–20.0	17.5	16.4–17.2	16.9
<i>c'</i>	5.2	4.2–5.7	4.7	4.1–5.5	5.1
<i>V</i> , %	—	—	—	51.7–53.8	53.0
Ширина, мкм / Width, μm:					
области губ / lip area	49	48–51	50	47–50	49
тела в его среднем отделе / body in middle section	66	62–72	66	77–88	83
тела в области ануса или клоаки / bodies in the anus or cloaca	43	41–49	45	43–46	44
Длина, мкм / Length, μm:					
внешних губных щетинок / outer labial setae	43	40–43	42	41–43	42
мандибулы / mandible	28	26–28	27	27–29	28
фаринкса / pharynx	760	685–854	760	675–900	781
хвоста / tail	221	180–238	211	221–235	226
спикул (по дуге) / spicules (in arc)	221	210–243	224	—	—
рулька / gubernaculum	19	19–22	20	—	—
Расстояние, мкм / Distance, μm:					
от заднего конца фаринкса до вульвы / from the posterior end of the pharynx to vulva	—	—	—	1225–1250	1240
от вульвы до ануса / from vulva to anus	—	—	—	1540–1600	1563
от заднего конца фаринкса до ануса / from the posterior end of the pharynx to anus	2750	2350–3150	2729	—	—

близко друг к другу и составляют единый круг щетинок. Длина внешних головных щетинок 41–43 мкм, длина головных щетинок 25–26 мкм, шейных щетинок — 30–32 мкм. В фарингостоме 3 мандибулы и 3 мелких онха. Фаринкс мускулистый, в его переднем отделе расположен хорошо выраженный буккальный бульбус. Длина ректума при-

мерно равна диаметру тела в области ануса. Яичники парные, с загибами, расположены слева от средней кишки. Вульва расположена примерно в середине тела. Губы вульвы не склеротизированы и не выступают за контуры тела. Вагина короткая, стенки ее тонкие. Матки обширные, заполнены многочисленными сперматозоидами. Зрелых яиц в мат-

ках не обнаружено. Хвост удлинено-конический. Каудальные щетинки не выявлены. Каудальные железы и спиннерета имеются.

**Дифференциальный диагноз.** По размерам тела и длине спикул новый вид близок к *E. gryphus* Wieser, Hooper, 1967. Отличается от него относительно более толстым телом ( $a = 41-63$  против  $a = 85-100$  у *E. gryphus*) и наличием шейных щетинок (у *E. gryphus* они отсутствуют), более короткими внешними губными щетинками (их длина 40–43 мкм против 60–80 мкм у *E. gryphus*) и иной формой руляка (Wieser, Hooper 1967).

**Этимология.** Видовое название означает «средний», «среднего размера».

#### Благодарности

Авторы благодарны к. б. н., в. н. с. В. А. Гусакову (Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН) за сделанные микрофотографии новых видов нематод.

#### Acknowledgements

The authors thank Dr. V. A. Gusakov (Panin Institute for Biology of Inland Waters, RAS, Russia) for microphotographs of new nematode species.

#### Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания РАН № 121051100109–1 и при частичной финансовой поддержке Вьетнамской академии наук и технологий, номер кода DL0000.01/23-24.

#### Funding

This research is part of the state-commissioned assignment to the Russian Academy of Sciences No 121051100109–1. It was also partially supported by the Vietnam Academy of Science and Technology, funding code: DL0000.01/23-24

#### References

- Gagarin, V. G. (2018) An annotated checklist of free-living nematodes from mangrove thickets of Vietnam. *Zootaxa*, vol. 4403, no. 2, pp. 261–288. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4403.2.3> (In English)
- Gagarin, V. G. (2020) *Microlaimus capitatus* sp. n. and *Dichromadora simplex* Timm, 1961 (Nematoda, Chromadorae) from the coast of Vietnam. *Zootaxa*, vol. 4732, no. 2, pp. 323–331. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4732.2.7> (In English)
- Nguyen, D. T., Smol, N., Vanreusel, A., Nguyen, V. T. (2011) Six new species of the genus *Onyx* Cobb, 1891 (Nematoda, Desmodorida) from coastal areas in Vietnam. *Russian Journal of Nematology*, vol. 19, no. 1, pp. 1–20. (In English)
- Nguyen, T. T., Gagarin, V. G. (2017) Free-living nematodes from mangrove forest in the Yên River estuary (Vietnam). *Inland Water Biology*, vol. 10, no. 3, pp. 266–274. <https://doi.org/10.1134/S1995082917030129> (In English)
- Nguyen, V. T., Nguyen, T. H., Gagarin, V. G. (2012) Two new nematode species of the family Diplopeltidae Filipjev, 1918 (Nematoda, Araeolaimida) from coast of Vietnam. *Academia Journal of Biology*, vol. 34, no. 1, pp. 1–5. <https://doi.org/10.15625/0866-7160/v34n1.663> (In English)
- Seinhorst, J. W. (1959) A rapid method for the transfer of nematodes from fixative to anhydrous glycerin. *Nematologica*, vol. 4, no. 1, pp. 67–69. <https://doi.org/10.1163/187529259X00381> (In English)
- Tchesunov, A. V., Nguyen, V. T., Nguyen, D. T. (2014) A review of the genus *Litinium* Cobb, 1920 (Nematoda: Enoplida: Oxystominidae) with descriptions of four new species from two constructing habitats. *Zootaxa*, vol. 3872, no. 1, pp. 57–76. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3872.1.5> (In English)
- Wieser, W., Hooper, B. (1967) Marine nematode of the east coast of North America. I. Florida. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, vol. 135, no. 5, pp. 239–344. (In English)

**Для цитирования:** Нгуен, В. К., Нгуен, Д. Т., Нгуен, Т. М., Нгуен, Д. Т., Гагарин, В. Г. (2024) *Enoploides medius* sp. nov. (Nematoda, Enoplida, Thoracostomopsidae) с коралловых рифов у побережья Вьетнама. *Амурский зоологический журнал*, т. XVI, № 4, с. 962–968. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2024-16-4-962-968>  
**Получена** 10 мая 2024; прошла рецензирование 28 октября 2024; принята 3 декабря 2024.

**For citation:** Nguyen, V. Q., Nguyen, D. T., Nguyen, T. M., Nguyen, D. T., Gagarin, V. G. (2024) *Enoploides medius* sp. nov. (Nematoda, Enoplida, Thoracostomopsidae): A new species from coral reefs off the coast of Vietnam. *Amurian Zoological Journal*, vol. XVI, no. 4, pp. 962–968. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2024-16-4-962-968>

**Received** 10 May 2024; reviewed 28 October 2024; accepted 3 December 2024.

## ĐA DẠNG THÀNH PHẦN LOÀI QUẦN XÃ TUYẾN TRÙNG SỐNG TỰ DO TẠI HỆ SINH THÁI RẠN SAN HỒ VÙNG BIỂN HẢI VÂN, SON CHÀ, THÀNH PHỐ HUẾ

Nguyễn Thị Miên<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Xuân Phương<sup>2,4</sup>, Nguyễn Đình Tú<sup>2,4</sup>,  
Lương Tuấn Nghĩa<sup>3</sup>, Nguyễn Thị Ánh Dương<sup>2,4</sup>, Nguyễn Đức Thế<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Viện Khoa học Công nghệ Năng lượng và Môi trường,  
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

<sup>2</sup>Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

<sup>3</sup>Trung tâm Thủy khí và Môi trường

<sup>4</sup>Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

### Tóm tắt

Hệ sinh thái rạn san hô không chỉ đặc trưng bởi mức độ đa dạng loài cao mà còn bởi các quá trình sinh thái diễn ra mạnh mẽ trong nền đáy. Trong lớp trầm tích, tuyến trùng sống tự do thường chiếm ưu thế về mật độ và đảm nhiệm vai trò trung tâm trong tái chế vật chất và duy trì dòng năng lượng, nhờ đó được xem là nhóm sinh vật nhạy cảm phản ánh biến động môi trường.

Khu vực rạn san hô Hải Vân - Sơn Chà (thành phố Huế) là một vùng ven bờ có ý nghĩa sinh thái quan trọng; tuy nhiên, các nghiên cứu về nhóm động vật không xương sống kích thước nhỏ trong trầm tích, đặc biệt là quần xã tuyến trùng sống tự do, tại khu vực này vẫn còn hạn chế. Sự thiếu hụt thông tin này gây khó khăn cho việc đánh giá đầy đủ chức năng sinh thái và tình trạng môi trường của hệ sinh thái rạn.

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá đa dạng thành phần loài và đặc điểm cấu trúc quần xã tuyến trùng sống tự do tại khu vực, làm cơ sở khoa học cho giám sát môi trường và bảo tồn hệ sinh thái rạn san hô ven bờ miền Trung Việt Nam.

*Từ khóa:* Tuyến trùng sống tự do, đa dạng sinh học, rạn san hô, Hải Vân - Sơn Chà.

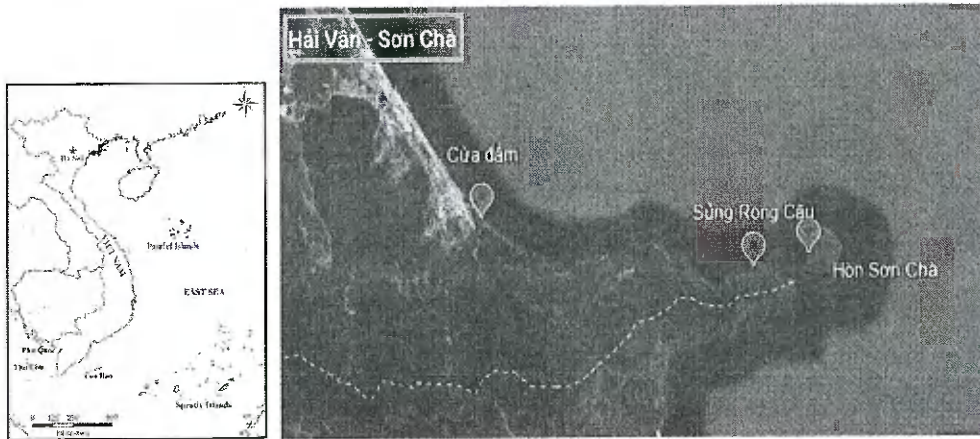
### 1. Phương pháp nghiên cứu

#### 1.1. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Nghiên cứu thực địa được tiến hành vào tháng 3/2024 tại khu vực rạn san hô vùng biển Hải Vân - Sơn Chà, thành phố Huế. Các mẫu trầm tích được thu tại 2 sinh cảnh (trong rạn và ngoài rạn) thuộc 3 địa điểm: Cửa đầm Lăng Cô, Sừng Rong Cầu và hòn Sơn Chà nhằm phản ánh sự thay đổi của quần xã tuyến trùng theo điều kiện sinh cảnh và đặc điểm môi trường khác nhau. Thông tin về vị trí, tọa độ địa lý và đặc điểm nền đáy của các điểm thu mẫu được trình bày trong Hình 1 và Bảng 1.

Bảng 1. Tọa độ địa lý và đặc điểm nền đáy tại các điểm thu mẫu

STT	Địa điểm	Kí hiệu mẫu	Tọa độ		Đặc điểm nền đáy
			Vĩ độ Bắc (N)	Kinh độ Đông (E)	
1	Rạn san hô hòn Sơn Chà	HSC TR	16°13'03.25"	108°11'59.42"	Vỏ sò, san hô, bùn và cát
2		HSC NR			
3	Rạn san hô	RSC TR	16°12'49.49"	108°10'53.93"	San hô chết, vỏ sò, bùn và cát
4	Rừng rong cầu	SRC NR			
5	Rạn đá (Cửa đầm Lăng Cô)	CDLC TR	16°13'41.09"	108°05'37.84"	Rạn đá nhiều cá, rong nho, cát mịn
6		CDLC NR			



Hình 1. Sơ đồ các điểm thu mẫu tảo trên bản đồ Google maps

## 1.2. Phương pháp thu mẫu

Mẫu trầm tích được thu bằng ống nhựa tiêu chuẩn có chiều dài 40 cm và đường kính 3,5 cm. Ống thu mẫu được cắm nhẹ xuống lớp trầm tích đến độ sâu khoảng 10 cm, với thể tích trầm tích thu được là 100 cm<sup>3</sup> cho mỗi mẫu. Mẫu sau khi thu được cố định bằng dung dịch formalin nóng 10% và bảo quản trong lọ nhựa 200 mL có ghi đầy đủ thông tin về thời gian và vị trí lấy mẫu. Tại mỗi vị trí, tiến hành thu 3 mẫu lặp.

Quy trình tách lọc tảo dựa trên phương pháp của Somerfield và Warwick (1998). Mẫu được pha loãng và sàng qua rây 1 mm để loại bỏ mảnh vụn lớn, sau đó tiếp tục gạn lọc qua rây 40  $\mu$ m để loại bỏ bùn mịn, mẫu trầm tích chứa tảo được giữ lại trên rây. Phần trầm tích giữ lại trên rây được sử dụng để tách tảo bằng dung dịch Ludox TM50 (tỷ trọng  $d = 1,18$ ) theo phương pháp của Heip et al., 1985.

Mẫu tảo được bảo quản trong dung dịch FAA, xử lý làm trong và lên tiêu bản cố định theo phương pháp của Seinhorst (1959). Định loại tảo đến giống hoặc đến loài dựa trên các tài liệu khoá định loại về hình ảnh của Platt & Warwick (1983, 1988) và Warwick et al., (1998), Nguyễn Vũ Thanh (Động vật chí, tập 22).

Các số liệu phân tích và tính toán các chỉ số đa dạng sinh học gồm chỉ số đa dạng sinh học Shannon-Wiener ( $H'$ ), chỉ số đa dạng loài Margalef ( $d$ ) và chỉ số cân bằng Peilou ( $J'$ ) được thực hiện trên phần mềm PRIMER VI.

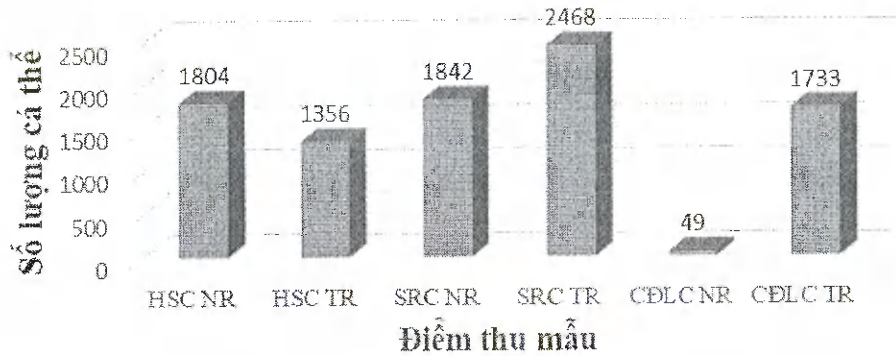
## 2. Kết quả nghiên cứu

### 2.1. Mật độ tảo tại các điểm thu mẫu

Kết quả phân tích sơ bộ về quần xã tảo sống tự do ở 3 điểm nghiên cứu thuộc khu vực Hải Vân - Sơn Chà cho thấy mật độ tảo có sự khác biệt đáng kể giữa các điểm khảo sát. Số lượng cá thể tảo dao động khá rộng từ 49 cá thể/10 cm<sup>2</sup> đến 2468 cá thể/10 cm<sup>2</sup>. Nhìn chung, mật độ tảo ghi nhận tại khu vực nghiên cứu cao hơn so với các số liệu đã công bố tại rạn san hô vịnh Nha Trang (269-934 cá thể/10 cm<sup>2</sup>) và vùng triều ven bờ Nha Trang (75-253 cá thể/10 cm<sup>2</sup>). Sự biến động về mật độ giữa các điểm khảo sát cho thấy quần xã tảo có thể chịu ảnh hưởng bởi điều kiện môi trường và đặc điểm nền đáy tại từng khu vực nghiên cứu.

Sự dao động lớn về mật độ tảo giữa các điểm nghiên cứu có thể liên quan đến sự khác biệt về đặc điểm nền đáy, hàm lượng mùn bã hữu cơ và điều kiện thủy động lực. Các khu vực có nền trầm tích ổn định và hàm lượng hữu cơ cao thường tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của tảo, trong khi các khu vực chịu tác động mạnh của sóng và

đòng chảy có xu hướng ghi nhận mật độ thấp hơn (Heip et al., 1985; Warwick et al., 1998).



Hình 2. Mật độ tuyến trùng tại khu vực Hải Vân - Sơn Chà

## 2.2. Thành phần loài quần xã tuyến trùng tại khu vực Hải Vân - Sơn Chà

Tại khu vực Hải Vân – Sơn Chà đã xác định được tổng cộng 129 loài và dạng loài tuyến trùng sống tự do, thuộc 33 họ, 9 bộ và 2 lớp. Các bộ ghi nhận gồm: Triplonchida, Plectida, Monhysterida, Desmoscolecida, Desmodorida, Desmodorida, Chromadorida, Araeolaimida và Enoplida. Danh sách chi tiết các loài được sắp xếp theo hệ thống phân loại của De Ley & Blaxter (2004) và Lorenzen (1981, 1994).

### BỘ ENOPLIDA

Họ Rhabdolaimidae Chitwood, 1951

1. *Syringolaimus* sp.

Họ Anoplostomatidae

2. *Anoplostoma* sp.

3. *Chaetonema* sp.

Họ Enoplidae Dujardin, 1845

4. *Enoplus* sp.

Họ Phanodermatidae Filipjev, 1927

5. *Crenopharynx* sp.

Họ Thoracostomopsidae

6. *Enoploides* sp.

7. *Enoplolaimus* sp.

8. *Mesacanthoides* sp.

9. *Trileptium* sp.

Họ Phanodermatinae Filipjev, 1927

10. *Phanoderma* sp.

Họ Leptosomatidae Filipjev, 1916

11. *Barbonema* sp.

12. *Synonchus* sp.

Họ Oxystominidae Chitwood, 1935

13. *Halalaimus* sp.

14. *Litinium* sp.

15. *Oxystomina* sp.

16. *Paroxystomina* sp.

Họ Enchelidiidae Filipjev, 1918

17. *Bathyeurystomina* sp.

18. *Calyptonema* sp.

19. *Eurystomina* sp.

20. *Polygastrophora* sp.

21. *Symplocostoma* sp.

Họ Oncholaimidae Filipjev, 1916

22. *Adoncholaimus* sp.

23. *Filoncholaimus* sp.

24. *Metoncholaimus* sp.

25. *Meyersia* sp.

26. *Oncholaimus* sp.

27. *Oncholaimellus* sp.

28. *Viscosia* sp.

Họ Tripyloididae Filipjev, 1918

29. *Gairleanema* sp.

### BỘ ARAEOLAIMIDA

Họ Axonolaimidae Filipjev, 1918

30. *Ascolaimus* sp.

31. *Axonolaimus* sp.

32. *Parodontophora fluviatilis*

33. *Pseudolella* sp.  
**Họ** Comesomatidae Filipjev, 1918  
34. *Comesoma* sp.  
35. *Metacomesoma* sp.  
36. *Paracomesoma* sp.  
37. *Hopperia* sp.  
38. *Paramesonchium* sp.  
39. *Vasostoma* sp.  
40. *Actarjania* sp.  
41. *Cervonema* sp.  
42. *Laimella* sp.  
43. *Pierrickia* sp.  
44. *Sabatieria* sp.  
45. *Setosabatieria* sp.  
**Họ** Diplopeltidae Filipjev, 1918  
46. *Araeolaimus* sp.  
47. *Campylaimus* sp.  
**BỘ CHROMADORIDA**  
**Họ** Chromadoridae Filipjev, 1917  
48. *Chromadora* sp.  
49. *Chromadorina* sp.  
50. *Prochromadorella* sp.  
51. *Actinonema* sp.  
52. *Endeolophos* sp.  
53. *Euchromadora* sp.  
54. *Graphonema* sp.  
55. *Parapinnanema* sp.  
56. *Steineridora* sp.  
57. *Trochamus* sp.  
58. *Chromadorita* sp.  
59. *Dichromadora affinis*  
60. *Hypodontolaimus* sp.  
61. *Innocuonema* sp.  
62. *Neochromadora* sp.  
63. *Ptycholaimellus brevisetosus*  
64. *Spilophorella* sp.  
65. *Spiliphera* sp.  
**Họ** Cyatholaimidae Filipjev, 1918  
66. *Longicyatholaimus* sp.  
67. *Marylynnia* sp.  
68. *Metacyatholaimus* sp.  
69. *Paralongicyatholaimus* sp.  
70. *Praeacanthonchus* sp.  
71. *Acanthonchus* sp.  
72. *Paracanthonchus brevicaudatus*  
73. *Paracyatholaimus* sp.  
74. *Paracyatholaimoides* sp.  
75. *Pomponema* sp.  
**Họ** Ethmolaimidae  
76. *Comesa vitia*  
77. *Gomphionchus* sp.  
**Họ** Selachinematidae Cobb, 1915  
78. *Halichoanolaimus* sp.  
79. *Cheironchus* sp.  
**BỘ DESMODORIDA**  
**Họ** Desmodoridae Filipjev, 1922  
80. *Desmodora vietnamica*  
81. *Zalonema* sp.  
82. *Metachromadora* sp.  
83. *Onyx* sp.  
84. *Paradesmodora* sp.  
85. *Polysigma* sp.  
86. *Sigmophoranema* sp.  
87. *Spirinia* sp.  
**Họ** Microlaimidae Micoletzky, 1922  
88. *Cinctonema* sp.  
89. *Microlaimus orientalis*  
**Họ** Monoposthiidae Filipjev, 1934  
90. *Rhinema* sp.  
**BỘ DESMODORINA**  
**Họ** Molgolaiminae Jensen, 1978  
91. *Molgolaimus* sp.  
**BỘ DESMOSCOLECIDA**  
**Họ** Cyartonematidae  
92. *Cyartonema* sp.  
**Họ** Desmoscolecidae Shipley, 1896  
93. *Quadricoma* sp.  
94. *Tricoma* sp.  
**BỘ MONHYSTERIDA**  
**Họ** Linhomoeidae Filipjev, 1922  
95. *Desmolaimus zeelandicus*  
96. *Metalinhomoeus* sp.  
97. *Terschellingia longicaudata*  
98. *Eleutherolaimus* sp.  
99. *Eumorpholaimus* sp.  
100. *Disconema* sp.  
101. *Linhomoeus* sp.  
**Họ** Monhysteridae de Man, 1876  
102. *Monhystera* sp.  
**Họ** Sphaerolaimidae Filipjev, 1918  
103. *Parasphaerolaimus* sp.  
104. *Subsphaerolaimus* sp.  
**Họ** Xyalidae Chitwood, 1951  
105. *Ammotheristus* sp.  
106. *Amphimonhystera* sp.  
107. *Amphimonhystrella* sp.  
108. *Cobbia* sp.  
109. *Daptonema brevisetosum*

110. *Elzalia* sp.  
111. *Gnomoxyala* sp.  
112. *Linhystera* sp.  
113. *Metadesmolaimus* sp.  
114. *Paramonhystera* sp.  
115. *Pseudosteineria* sp.  
116. *Rhynchonema* sp.  
117. *Scaptrella* sp.  
118. *Sphaerotheristus* sp.  
119. *Theristus* sp.  
120. *Valvaelaimus* sp.  
121. *Xyala* sp.

#### **BỘ PLECTIDA**

Họ Diplopeltoididae Tchesunov, 1990

122. *Diplopeltoides* sp.  
Họ Ceramonematidae Cobb, 1933  
123. *Pselionema* sp.  
Họ Tarvaiidae Lorenzen, 1981  
124. *Tarvaia* sp.  
Họ Leptolaimoidea Örley, 1879  
125. *Antomicron* sp.  
126. *Halaphanolaimus* sp.  
127. *Leptolaimoides* sp.  
128. *Leptolaimus rivalis*  
**BỘ TRIPLONCHIDA**  
Họ Pandolaimidae Belogurov, 1980  
129. *Pandolaimus* sp.

Kết quả này cho thấy quần xã tuyến trùng ở khu vực nghiên cứu có mức độ phong phú loài tương đối cao, phản ánh tính đa dạng sinh học đặc trưng của hệ sinh thái rạn san hô ven bờ. Đây cũng là nguồn dữ liệu nền quan trọng, góp phần bổ sung thông tin về khu hệ tuyến trùng sống tự do tại miền Trung Việt Nam và phục vụ cho các nghiên cứu đánh giá biến động môi trường trong tương lai.

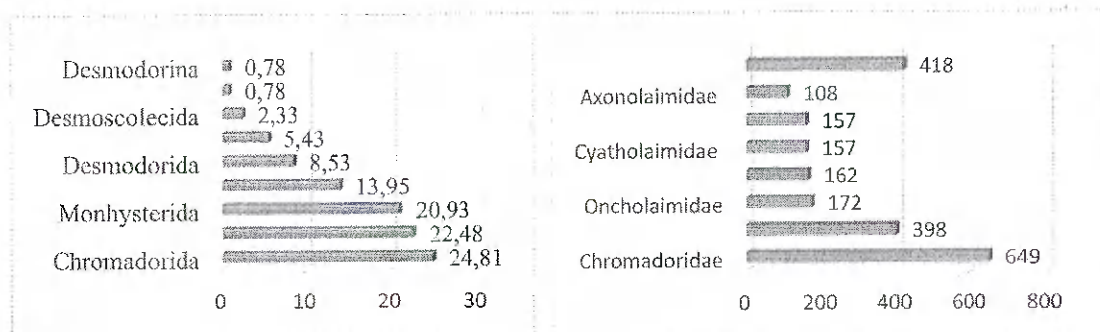
Số lượng loài tuyến trùng ghi nhận trong nghiên cứu này (129 loài) nhìn chung thấp hơn so với một số nghiên cứu về tuyến trùng tại khu vực rạn san hô trên thế giới và tại Việt Nam nói riêng. Cụ thể, nghiên cứu tại vùng vịnh Nha Trang đã ghi nhận 150 loài tuyến trùng, trong khi tại rạn san hô Maldives, Grassi (2022) đã ghi nhận 173 giống tuyến trùng. Tuy nhiên, kết quả tại Hải Vân - Sơn Chà lại cao hơn so với số loài ghi nhận tại một số khu vực rạn san hô ven bờ chịu tác động nhân sinh, tại rạn san hô Biển Đông chỉ ghi nhận được 61 loài và rạn san hô Jardines de La Reina (miền Nam Cuba) chỉ xác định được 70 loài (Marzo Perez et al., 2024). Sự khác biệt này cho thấy đa dạng loài tuyến trùng tại các hệ sinh thái rạn san hô có thể thay đổi đáng kể tùy thuộc vào điều kiện môi trường, mức độ ổn định của nền đáy và cường độ tác động nhân sinh.

Trong số 9 bộ tuyến trùng được xác định, bộ Chromadorida có số lượng loài phong phú nhất, chiếm 24,81% tổng số loài ghi nhận, tiếp theo là bộ Enoplida với 22,48%. Ngược lại, hai bộ Desmodorina và Triplonchida có số lượng loài thấp nhất, mỗi bộ chỉ ghi nhận một loài, tương ứng 0,78% tổng số loài (hình 3).

Xét theo cấp họ, trong tổng số 33 họ ghi nhận, họ Chromadoridae có số lượng loài đa dạng nhất với 18 loài, tiếp đến là họ Xyalidae (17 loài). Một số họ chỉ ghi nhận 1 loài, bao gồm Pandolaimidae, Tarvaiidae, Ceramonematidae, Diplopeltoididae, Monhysteridae, Cyartonematidae, Molgolaiminae, Monoposthiidae và một số họ khác.

Bên cạnh sự khác biệt về số lượng loài giữa các họ, kết quả nghiên cứu cho thấy các họ Chromadoridae và Xyalidae không chỉ có số lượng loài đa dạng mà còn đóng vai trò ưu thế trong cấu trúc quần xã tuyến trùng tại khu vực nghiên cứu (Hình 4). Các họ này thường bao gồm các loài có khả năng thích nghi cao với điều kiện trầm tích rạn san hô ven bờ và chịu được mức độ nhiễu động môi trường trung bình, qua đó phản ánh vai trò quan trọng của chúng trong duy trì cấu trúc và chức năng của quần xã tuyến trùng.

So với các nghiên cứu về tuyến trùng tại rạn san hô trên thế giới, số lượng loài ghi nhận tại Hải Vân - Sơn Chà thấp hơn so với một số rạn san hô nhiệt đới phát triển mạnh, song cao hơn hoặc tương đương với nhiều khu vực rạn san hô ven bờ chịu tác động nhân sinh. Điều này cho thấy quần xã tuyến trùng tại khu vực nghiên cứu vẫn duy trì được mức độ đa dạng đáng kể trong bối cảnh biến đổi môi trường ven biển hiện nay.



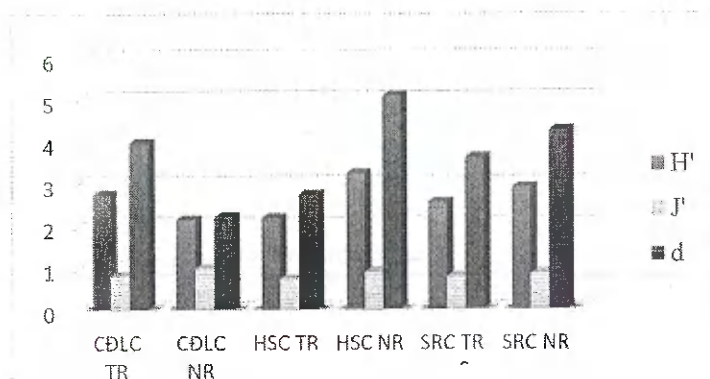
Hình 3. Tỷ lệ % các bộ tuyến trùng

Hình 4. Số lượng cá thể của các họ tuyến trùng

### 2.3. Chỉ số đa dạng sinh học quần xã tuyến trùng

Độ đa dạng sinh học của quần xã tuyến trùng sống tự do tại khu vực Hải Vân - Sơn Chà được đánh giá thông qua các chỉ số Shannon-Wiener ( $H'$ ), Margalef ( $d$ ) và Pielou ( $J'$ ) (Hình 5). Kết quả cho thấy chỉ số Pielou dao động từ 0,73 đến 0,98, phản ánh sự phân bố cá thể tương đối đồng đều giữa các loài, trong khi chỉ số Margalef biến động trong khoảng 2,21-5,09, cho thấy sự khác biệt về mức độ phong phú loài giữa các điểm nghiên cứu.

Chỉ số đa dạng Shannon-Wiener ( $H'$ ) tại khu vực Hải Vân - Sơn Chà dao động từ 2,14 (tại điểm CDLC NR) đến 3,24 (tại điểm HSC NR), phản ánh quần xã tuyến trùng có mức độ đa dạng trung bình đến cao. Trong phạm vi khu vực nghiên cứu, sự khác biệt về giá trị  $H'$  giữa các điểm khảo sát cho thấy mức độ ổn định và tổ chức quần xã tuyến trùng không đồng nhất, trong đó hòn Sơn Chà ghi nhận giá trị  $H'$  cao nhất ( $H' = 3,24$ ), vượt ngưỡng 3, cho thấy quần xã tuyến trùng tại khu vực này có mức đa dạng và độ ổn định sinh thái cao hơn so với các điểm còn lại. Ngược lại, các giá trị  $H'$  tại cửa đầm Lăng Cô (2,74) và Sừng Rong Cầu (2,91) nằm trong khoảng đa dạng trung bình, phản ánh sự khác biệt về điều kiện môi trường và cấu trúc quần xã giữa các khu vực. Khi so sánh với các nghiên cứu tuyến trùng sống tự do ở rạn san hô khác, chỉ số  $H'$  tại khu vực Hải Vân - Sơn Chà có xu hướng thấp hơn. Ví dụ, trong nghiên cứu tại các ốc đảo san hô Mesophotic ở biển Địa Trung Hải (2013), chỉ số  $H'$  dao động từ 4,9 đến 5,9. Trong khi đó, nghiên cứu của Wei-Ling (2022) tại khu vực bảo tồn của Đài Loan ghi nhận  $H'$  trong khoảng 0,71-3,11 [34]. Sự đối sánh này cho phép nhận diện vị trí tương đối của hệ sinh thái rạn san hô Hải Vân - Sơn Chà trong bức tranh đa dạng sinh học rạn san hô, đồng thời làm rõ trạng thái sinh thái hiện tại của khu vực nghiên cứu.



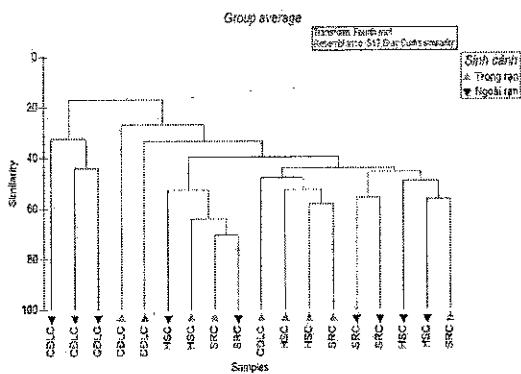
Hình 5. Đa dạng sinh học quần xã tuyến trùng khu vực Hải Vân - Sơn Chà

### 2.4. Sự phân bố về thành phần loài tuyến trùng giữa 2 sinh cảnh tại các địa điểm

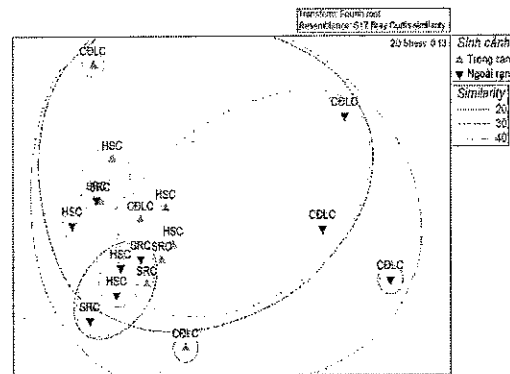
Kết quả phân tích thống kê đa biến bằng phần mềm PRIMER VI cho thấy thành phần

loài tuyến trùng có sự khác biệt giữa các điểm nghiên cứu. Các mẫu thu tại hòn Sơn Chà có xu hướng tập trung thành một nhóm riêng biệt, trong khi các mẫu tại Sừng Rong Cầu và cửa đầm Lãng Cô phân bố tách biệt hơn và ít tương đồng với hòn Sơn Chà, với mức độ tương đồng chung dao động khoảng 40-50% (Hình 6 và 7). Sự khác biệt này có liên quan đến sự khác nhau về điều kiện môi trường trầm tích và mức độ tác động của các yếu tố thủy lực tại từng khu vực.

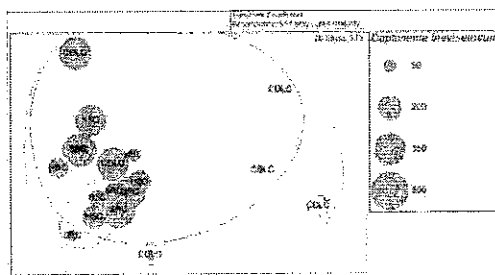
Xét theo sinh cảnh, sự phân tách giữa sinh cảnh trong rạn và ngoài rạn chưa thể hiện hoàn toàn rõ rệt, khi các mẫu thuộc 2 sinh cảnh vẫn xuất hiện xen kẽ trong cùng một nhóm. Tuy nhiên, vẫn ghi nhận xu hướng khác biệt về cấu trúc quần xã giữa hai sinh cảnh. Các mẫu trong rạn thường gắn với các loài ưu thế và bán chuyên hóa, trong khi các mẫu ngoài rạn có xu hướng ghi nhận các loài phân bố rộng và có khả năng chịu nhiễu động tốt hơn, nhiều khả năng do ảnh hưởng của điều kiện thủy động lực mạnh hơn tại sinh cảnh ngoài rạn.



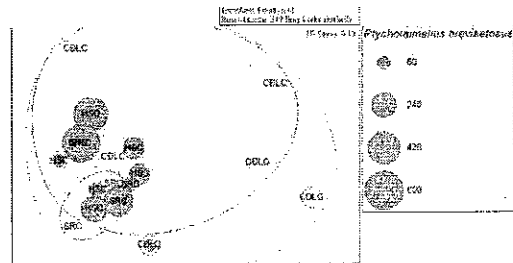
Hình 6. Độ tương đồng về thành phần loài giữa các địa điểm nghiên cứu



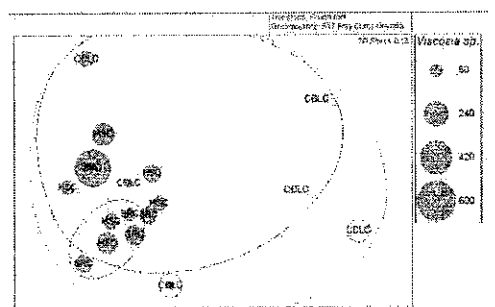
Hình 7. Độ tương đồng trong cấu trúc quần xã tuyến trùng tại các điểm giữa 2 sinh cảnh



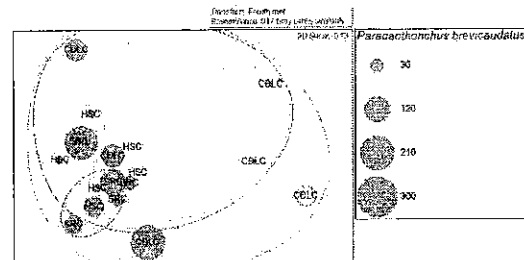
a. Loài *Daptonema brevisetosum*



b. Loài *Ptycholaimellus brevisetosum*



c. Loài *Viscosia* sp.



d. Loài *Paracanthonus brevicaudatus*

Hình 8. Một số giống chiếm ưu thế tại khu vực nghiên cứu

Hai loài *Daptonema brevisetosum* và *Ptycholaimellus brevisetosus* chiếm ưu thế tại nhiều điểm nghiên cứu cho thấy đây là các loài có khả năng thích nghi cao với điều kiện trầm tích rạn san hô ven bờ. Các loài này thường được ghi nhận là nhóm ưu thế trong các môi trường có mức độ nhiễu động trung bình và nguồn hữu cơ phân tán, qua đó phản ánh vai trò quan trọng của chúng trong cấu trúc và chức năng của quần xã tuyến trùng tại khu vực nghiên cứu (Hình 8). Kết quả này tương đồng với các nghiên cứu nước ngoài về sự phân bố khác biệt giữa loài cơ hội và loài chuyên hóa trong hệ sinh thái ven biển và rạn san hô (Warwick, 1987; Cheng et al., 2012). Ngược lại một số loài khác lại chỉ thích nghi trong một khu vực nhất định với các điều kiện môi trường ít biến động hơn.

### 3. Thảo luận

Quần xã tuyến trùng sống tự do tại hệ sinh thái rạn san hô Hải Vân - Sơn Chà thể hiện mức độ đa dạng tương đối cao, phản ánh điều kiện môi trường trầm tích nhìn chung còn ổn định và phù hợp với đặc điểm của hệ sinh thái rạn san hô ven bờ. Sự khác biệt về cấu trúc quần xã giữa các điểm nghiên cứu cho thấy vai trò chi phối của các yếu tố môi trường cục bộ, đặc biệt là đặc điểm nền đáy và mức độ tác động của động lực sóng - dòng chảy.

Xét theo không gian, sự phân hóa giữa ba điểm thu mẫu phản ánh sự khác nhau về điều kiện môi trường và mức độ ổn định của trầm tích tại từng khu vực. Các khu vực có nền đáy ổn định và điều kiện môi trường ít biến động thường duy trì cấu trúc quần xã ổn định hơn, trong khi các khu vực chịu ảnh hưởng mạnh của thủy động lực và tác động ven bờ có xu hướng biến động rõ rệt hơn. Theo sinh cảnh, mật độ tuyến trùng tại sinh cảnh trong rạn nhìn chung cao hơn so với ngoài rạn, cho thấy vai trò của nền trầm tích ổn định và nguồn hữu cơ trong việc duy trì quần xã tuyến trùng. Tuy nhiên, sự khác biệt về cấu trúc quần xã giữa hai sinh cảnh chưa thể hiện rõ rệt, có thể do sự trao đổi vật chất mạnh và sự chông lán về điều kiện môi trường giữa trong rạn và ngoài rạn.

Về cấu trúc thành phần loài, các bộ ưu thế như Chromadorida và Enoplida giữ vai trò quan trọng trong quần xã tuyến trùng tại khu vực nghiên cứu. Sự ưu thế của các nhóm này phản ánh khả năng thích nghi tốt với điều kiện môi trường trầm tích rạn san hô ven bờ và góp phần duy trì chức năng sinh thái của hệ sinh thái đáy.

Nhìn chung, kết quả nghiên cứu cho thấy tuyến trùng sống tự do là nhóm sinh vật có tiềm năng cao trong phản ánh trạng thái môi trường trầm tích tại hệ sinh thái rạn san hô ven bờ, góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho các nghiên cứu giám sát và bảo tồn hệ sinh thái trong tương lai.

### 4. Kết luận

Nghiên cứu đã ghi nhận 129 loài và dạng loài tuyến trùng sống tự do thuộc 33 họ và 9 bộ, phân bố tại hệ sinh thái rạn san hô Hải Vân - Sơn Chà, qua đó cung cấp danh sách thành phần loài tuyến trùng sống tự do cho khu vực nghiên cứu. Kết quả phân tích cho thấy quần xã tuyến trùng tại khu vực này có mức độ đa dạng tương đối cao. Mật độ tuyến trùng dao động từ 49 đến 2468 cá thể/10 cm<sup>2</sup> và chỉ số Shannon-Wiener (H') trong khoảng 2,14 - 3,24 phản ánh sự khác biệt rõ rệt về cấu trúc quần xã giữa các điểm khảo sát.

Kết quả nghiên cứu góp phần bổ sung dữ liệu định lượng về đa dạng sinh học tuyến trùng sống tự do tại rạn san hô ven bờ miền Trung Việt Nam và có ý nghĩa trong công tác theo dõi, đánh giá và bảo tồn hệ sinh thái rạn san hô.

*Lời cảm ơn.* Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đề tài Độc lập cấp Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam, mã số: ĐL0000.01/23-24.

### Tài liệu tham khảo

- Warwick R.M., Platt H.M., Somerfield P.J. (1998). Free-living nematodes. Part III. Monhysterids, Cambridge, UK, *Linnean Society of London/Estuarine & Brackish Water Society*, 296 pp.
- Heip C., Vincx M., Vranken G. (1985). The ecology of marine nematodes. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 23: 399-489.
- Seinhorst J.W. (1959). A rapid method for the transfer of nematodes from fixative to anhydrous glycerin, *Nematologica*, 4(1): 67-69.
- Warwick R.M., Platt H.M., Somerfield P.J. (1998). Free-living nematodes. Part III. Monhysterids, Cambridge, UK, *Linnean Society of London/Estuarine & Brackish Water Society*, 296 pp.
- Nguyễn Ngọc Anh Thu (2025). Nghiên cứu cấu trúc quần xã tuyến trùng sống tự do và bước đầu sử dụng làm sinh vật chỉ thị môi trường ở hệ sinh thái rạn san hô tại vịnh Nha Trang, tỉnh Khánh Hoà. *Luận văn thạc sĩ ngành Động vật học*, Học viện Khoa học và Công nghệ.
- Nguyen Ngoc Anh Thu, Hoang Xuan Ben, Bui Quang Nghi, Nguyen Kha Phu, Nguyen Thi My Ngan, Vo Thi Thuy Linh, Vu Thi Lieu, Nguyen Thanh Tam (2021). Species composition and density free-living marine Nematoda in coastal tidal areas of Khanh Hoa province. *Vietnam Journal of Marine Science and Technology*, 21(4A): 181-189.
- De Ley. P., Blaxter M. (2004). A new system for Nematoda: combining morphological characters with molecular trees. and translating clades into ranks and taxa, *Nematology Monographs and Perspectives*, 2: 633-653.
- Grassi R. (2022). Nematode ecology in coral reef sediments: Trophic diversity and habitat adaptation. *Coral Reefs*, 41(3): 879-891. <https://doi.org/10.1007/s00338-022-02225-4>
- An L., Wang A., Zhang Z., Ren X. (2024). Biodiversity of nematodes from coral reef sediments in the South China Sea based on eDNA metabarcoding. *Diversity*, 16(7): 362. <https://doi.org/10.3390/d16070362>
- Diana Marzo-Pérez, Jose Andrés Pérez-García, Amy Apprill, Maickel Armenteros (2024). Diversity of Cryptofaunal Nematode Assemblages along the Jardines de La Reina Coral Reef, Southern Cuba. *Diversity*, 16: 264. [10.3390/d16050264](https://doi.org/10.3390/d16050264)
- Bianchelli S., Pusceddu A., Canese S., Greco S., Danovaro R. (2013). High Meiofaunal and Nematodes Diversity around Mesophotic Coral Oases in the Mediterranean Sea, *PLoS ONE*, 8(6): e66553.
- Wei-Ling Ng, Cheng-Ann Chen, Saleem Mustafa, Chen-Lin Soo, Yun-Chih Liao, Tung-Wei Shih (2022). Free-living marine nematodes community structure in the conservation area (Chaojing Park) and its adjacent area of Keelung, Taiwan, *PLOS ONE*, 17(5).
- Cheng F., Sun X., Gao Y., Zhang L., Li H. (2012). Distribution of free-living marine nematodes in mangrove wetlands of Hainan Island, China, *Acta Ecologica Sinica*, 32(1): 40-48.

## SPECIES DIVERSITY OF FREE-LIVING NEMATODE COMMUNITIES IN CORAL REEF ECOSYSTEMS OF THE HAI VAN – SON CHA COASTAL AREA, HUE CITY

Nguyen Thi Mien<sup>1</sup>, Nguyen Thi Xuan Phuong<sup>2,4</sup>, Nguyen Dinh Tu<sup>2,4</sup>,  
Luong Tuan Nghia<sup>3</sup>, Nguyen Thi Anh Duong<sup>2,4</sup>, Nguyen Duc The<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Science and Technology for Energy and Environment,  
Vietnam Academy of Science and Technology*

<sup>2</sup>*Institute of Biology, Vietnam Academy of Science and Technology*

<sup>3</sup>*Center for Hydrometeorology and Environment*

<sup>4</sup>*Graduate University of Science And Technology,  
Vietnam Academy of Science and Technology*

### Abstract

The Hai Van – Son Cha coral reef area (Hue City) is a coastal zone of high biodiversity value,

playing a crucial role in maintaining the stability of marine ecosystems and benthic biological resources. However, studies on benthic invertebrates inhabiting marine sediments including free-living nematode communities, in this area remain limited. Nematodes are the dominant invertebrate group in marine sediments and play a key role in material cycling and energy flow, while also serving as effective bioindicators reflecting variations and changes in benthic environmental conditions.

This study aimed to assess species diversity and community structure characteristics of free-living nematodes in the Hai Van - Son Cha coral reef ecosystem, and to clarify differences in nematode communities among different areas and habitats. Sediment samples were collected from three sites, including Son Cha Islet, Sung Rong Cau Reef, and the Lang Co lagoon inlet, across two habitats: inside-reef and outside-reef zones. The results recorded 129 nematode species belonging to 33 families and 9 orders, indicating a moderate to high level of nematode diversity, with clear differences in species composition and community structure among the study sites.

These findings provide baseline data on nematode biodiversity in nearshore coral reefs of central Vietnam and serve as a scientific basis for future studies on environmental monitoring and conservation of coral reef ecosystems.

*Keywords:* Free-living marine nematodes, Biodiversity, Coral reef, Hai Van - Son Cha.