

**ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI HỌC VÀ DI TRUYỀN PHÂN TỬ CỦA LOÀI *Auerbachia chakravartyi* NARASIMHAMURTI, KALAVATI, ANURADHA, PADMA, 1990 (MYXOSPOREA: BILVAVULIDA) LẦN ĐẦU ĐƯỢC GHI NHẬN Ở VIỆT NAM**

**MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR CHARACTERISTICS OF *Auerbachia chakravartyi* NARASIMHAMURTI, KALAVATI, ANURADHA & PADMA DOROTHY, 1990 (MYXOSPOREA: BILVAVULIDA) FIRSTLY RECORDED FROM THE GALL BLADDER OF *TORPEDO SCAD* *Megalaspis cordyla* IN VIETNAM**

**Nguyễn Ngọc Chính**

Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Email liên hệ: Nguyễn Ngọc Chính (chinhnn89@gmail.com)

Ngày nhận bài: 13/05/2021; Ngày phản biện thông qua: 24/08/2021; Ngày duyệt đăng: 29/09/2021

**TÓM TẮT**

Trong quá trình điều tra trùng bào tử sợi myxosporea ký sinh trên cá biển ven bờ Việt Nam giai đoạn 2017 – 2018, 25 cá thể cá Sòng gió *Megalaspis cordyla* Linnaeus, 1758 (Carangidae) được thu mua tại vùng biển ven bờ tỉnh Quảng Bình và tỉnh Khánh Hòa. Bằng phương pháp phân tích hình thái học và di truyền phân tử, các bào tử loài *Auerbachia chakravartyi* Narasimhamurti, Kalavati, Anuradha, Padma, 1990 đã được phát hiện trên túi mật của 8/25 (35%) cá thể cá nghiên cứu. Các bào tử trưởng thành nằm tự do trong túi mật, có hình chùy với 2 vỏ val nhẵn, bên trong có chứa 1 nang cực hình oval. Trong nang cực chứa 1 sợi nang cực cuộn vào nhau. Hai val bào tử có hình dạng khác biệt, không đối xứng và được nối với nhau bằng đường nối không rõ ràng. Bào tử trưởng thành có chiều dài:  $17,53 \pm 1,1$  (15,8-20,7)  $\mu\text{m}$ , chiều rộng:  $7,73 \pm 0,32$  (7,07-8,33)  $\mu\text{m}$ ; chiều dài phần đuôi:  $8,80 \pm 0,84$  (7,63-10,35)  $\mu\text{m}$ . Nang cực dài:  $8,5 \pm 0,7$  (5,8-9,6)  $\mu\text{m}$  và rộng:  $3,9 \pm 0,3$  (3,5-4,2)  $\mu\text{m}$ . Trình tự SSU rDNA của bào tử này đã chỉ ra loài myxosporea phát hiện trong nghiên cứu này thuộc giống *Auerbachia* và có mối quan hệ gần gũi nhất với loài *Auerbachia maamouni* (KX165336) với mức tương đồng là 99% (1472/1486) bp. Đây là mô tả đầu tiên của loài *Auerbachia chakravartyi* trên cá biển Việt Nam.

**Từ khóa:** *Auerbachia chakravartyi*, Myxosporea, Cá Sòng gió *Megalaspis cordyla*, SSU rDNA.

**ABSTRACT**

During the survey of the Myxozoan parasites of marine fishes in the coastal areas of Vietnam in 2017 - 2018, twenty-five fishes of *Torpedo scad* *Megalaspis cordyla* were examined in Quang Binh and Khanh Hoa provinces. By using the morphology method, spores of *Auerbachia chakravartyi* Narasimhamurti, Kalavati, Anuradha, Padma, 1990 was found in the gall bladder of 8/25 fishes (35%) of *Torpedo scad* *Megalaspis cordyla* Linnaeus, 1758 (Carangidae) with mature spores floating free in bile. Spores were club-shaped with smooth valves and contain one polar capsule with a single polar filament. Two shell valves were asymmetric, dissimilar in form and connected with the unclear sutural line. Spores measured  $17.53 \pm 1.1$  (15.8-20.7)  $\mu\text{m}$  in total length,  $7.73 \pm 0.32$  (7.07-8.33)  $\mu\text{m}$  in width,  $8.80 \pm 0.84$  (7.63-10.35)  $\mu\text{m}$  in caudal extension length. Polar capsule measured  $8.5 \pm 0.7$  (5.8-9,6)  $\mu\text{m}$  in length and  $3.9 \pm 0.3$  (3.5-4.2)  $\mu\text{m}$  in width. The small subunit rDNA (SSU rDNA) sequence showed that the present species in this study is a member of genus *Auerbachia* and most closely with *Auerbachia maamouni* (KX165336) with sequence similar of 99% (1472/1486) bp. This is the first description of *Auerbachia chakravartyi* species in the marine fish from Vietnam.

**Key words:** *Auerbachia chakravartyi*, Myxosporea, *Torpedo scad* *Megalaspis cordyla*, SSU rDNA.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Giống *Auerbachia* Meglitsch, 1968 là một trong những giống có số lượng loài myxosporea thấp thuộc phân ngành Myxozoa, Grassé 1970 với 11 loài được ghi nhận từ các vùng khác nhau trên thế giới. Các loài myxosporea thuộc giống *Auerbachia* có bào tử hình chùy, được cấu thành từ hai vỏ val, không bằng nhau về kích thước và không đối xứng với nhau về hình dạng [6]. Đa số các loài *Auerbachia* spp. được ghi nhận ký sinh trong túi mật của vật chủ, ngoại trừ loài *Auerbachia hepatica* được ghi nhận ký sinh trên gan của loài *Carangoides praeustus* [4].

Trong phân loại học, các loài myxosporea thuộc giống *Auerbachia* được mô tả chủ yếu dựa trên các đặc điểm hình thái quan sát trên kính hiển vi quang học. Bên cạnh đó, đặc điểm về siêu cấu trúc quan sát trên ảnh chụp kính hiển vi điện tử truyền qua TEM (Transmission Electron Microscope) cũng đã được sử dụng để mô tả đặc điểm siêu cấu trúc bên trong bào tử. Tuy nhiên, trong giống *Auerbachia*, đặc điểm này chỉ được mô tả trên duy nhất trên loài *Auerbachia maamouni* ký sinh trong túi mật của loài cá *Gnathanodon speciosus* [7]. Do đó, đặc điểm siêu cấu trúc này không được coi tiêu chí chính để phân loại các loài *Auerbachia* spp. Gần đây, phương pháp phân tích phát sinh loài dựa trên trình tự đoạn SSU rDNA (small subunit ribosomal DNA) đã được sử dụng như là một phương pháp quan trọng để định loại các loài myxosporea. Tuy nhiên, giống *Auerbachia* chỉ có 5/11 loài *Auerbachia* spp. được ghi nhận có dữ liệu di truyền phân tử [1; 3; 4; 7]. Do vậy việc mô tả và bổ sung trình tự DNA của các loài *Auerbachia* spp. đã được công bố có ý nghĩa quan trọng trong phân loại và đánh giá mối quan hệ di truyền giữa các loài myxosporea thuộc giống *Auerbachia*.

Trong nghiên cứu này, dựa trên các đặc điểm hình thái và di truyền phân tử, chúng tôi đã xác định được loài *Auerbachia chakravartyi* Narasimhamurti, Kalavati,

Anuradha, Padma, 1990 ký sinh trong túi mật của cá Sòng gió *Megalaspis cordyla* tại vùng biển ven bờ Nha Trang - Khánh Hòa và Đồng Hới - Quảng Bình. Đây là nghi nhận đầu tiên của giống *Auerbachia* ký sinh trên cá biển Việt Nam.

## II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 1. Vật liệu nghiên cứu

Hai mươi lăm cá thể của loài cá Sòng gió *Megalaspis cordyla* (có kích thước 28–32 cm) được thu mua tại vùng biển ven bờ tỉnh Quảng Bình và tỉnh Khánh Hòa trong năm 2017–2018. Sau đó, cá tươi bảo quản trong thùng đá lạnh được vận chuyển về phòng thí nghiệm trên thực địa (tại Nha Trang – tỉnh Khánh Hòa và Đồng Hới – tỉnh Quảng Bình). Trùng bào tử sợi myxosporea được tìm kiếm trong tất cả các cơ quan khác nhau như: mang, tim, gan, mật, dạ dày, ruột, thận, bóng khí và cơ của vật chủ. Các bào tử myxosporea tìm thấy được chụp ảnh để nghiên cứu hình thái học và cố định trong dung dịch cồn 90% để nghiên cứu di truyền phân tử.

### 2. Phương pháp nghiên cứu

*Phân tích hình thái học:* bào tử myxosporea tươi được chụp ảnh bằng máy ảnh kỹ thuật số Canon EOS 450D Digital Camera (Canon, Tokyo, Japan) kết nối với kính hiển vi Olympus CH40 (Olympus, Tokyo, Japan). Kích thước của bào tử myxosporea được đo trên hình ảnh của 40 bào tử trưởng thành khác nhau bằng phần mềm CorelDraw (Corel Corp., Ottawa, Canada) theo hướng dẫn của Lom và Arthur (1989) [5]. Loài ký sinh trùng myxosporea được định loại dựa theo khóa phân loại của Fiala và cộng sự (2015) [4].

*Phân tích di truyền phân tử:* DNA tổng số của bào tử myxosporea phân tách từ 2 cá thể cá thu từ 2 địa điểm khác nhau được tách chiết DNA bằng kit Qiagen DNeasy Blood and Tissue Kit (Qiagen Inc., Hilden, Germany) theo quy trình của nhà sản xuất. Trình tự đoạn SSU rDNA được nhân lên bằng phản ứng PCR (Polymerase Chain Reaction) trong máy PCR Eppendorf Mastercycler Nexus Thermal Cyclers (Eppendorf, Hamburg, Germany) sử dụng cặp mồi chung ERIB1 (5'-ACC TGG

TTG ATC CTG CCA G-3') và ERIB10 (5'-CTT CCG CAG GTT CAC CTA CGG-3') [2]. Phản ứng PCR được thực hiện trong ống PCR với thể tích 25 µl bao gồm 12.5 µl dung dịch KOD One™ PCR Master Mix (2X) (Toyobo Co. Ltd., Osaka, Japan), 10 pmol của mỗi mồi, 1 µl DNA tổng số. Phản ứng được thực hiện trong 45 chu kỳ chu kỳ, trong đó giai đoạn biến tính 98°C trong 10 giây, giai đoạn gắn mồi 56°C trong 5 giây và giai đoạn kéo dài 68°C trong 5 giây; và giữ ở 4°C đến khi lấy mẫu ra khỏi máy PCR. Sản phẩm PCR được điện di trong gel agarose 1%, nhuộm bằng GelRed™ (Biotium, Hayward, CA, USA) và quan sát trên máy soi gel Transilluminator (Cleaver Scientific Ltd., Warwickshire, UK). Sản phẩm điện di được cắt gel và tinh sạch bằng kit Fast Gene Gel/PCR Extraction (Nippon Genetics, Tokyo, Japan) theo quy trình của nhà sản xuất và được giải trình tự bằng cặp mồi sử dụng trong PCR.

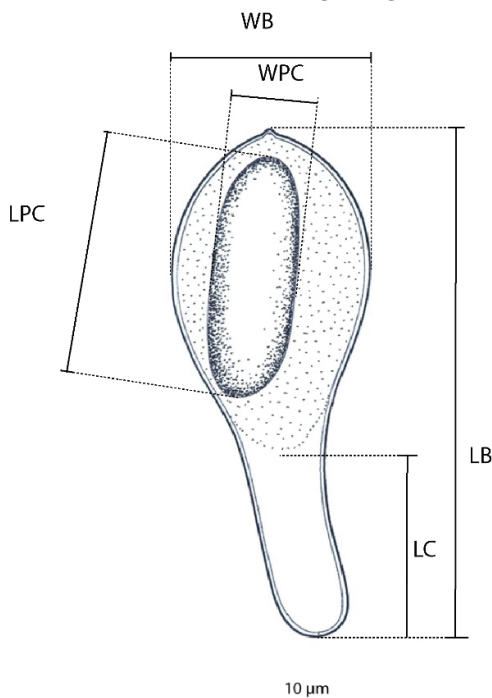
Trình tự SSU rDNA của loài myxosporea trong nghiên cứu này được gửi vào ngân hàng Genbank. Các trình tự tương đồng với trình tự

SSU rDNA của loài myxosporea nghiên cứu được thu thập và sử dụng để phân tích mối quan hệ di truyền với các loài *Auerbachia* spp. đã được biết đến. Cây phát sinh chủng loại được xây dựng bằng phần mềm MEGA 6.0 theo phương pháp Neighbor Joining [9]. Trình tự của loài *Tetracapsuloides bryosalmonae* (KF731712) được dùng làm gốc cây phát sinh chủng loại.

### III. KẾT QUẢ

Trong 25 cá thể cá Sông gió *Megalaspis cordyla*, có 8 cá thể bị nhiễm trùng bào tử sợi myxosporea. Dựa trên đặc điểm hình thái, kích thước bào tử và vật chủ ký sinh, trùng bào tử sợi myxosporea phát hiện trong nghiên cứu này được xác định là loài *Auerbachia chakravartyi* Narasimhamurti, Narasimhamurti, Kalavati, Anuradha, Padma, 1990.

#### 1. Đặc điểm hình thái của loài *Auerbachia chakravartyi* Narasimhamurti, Narasimhamurti, Kalavati, Anuradha, Padma, 1990



**Hình 1.** Ảnh vẽ bào tử loài *Auerbachia chakravartyi*

WB: Chiều rộng bào tử, LB: Chiều dài bào tử, WPC: chiều rộng nang cực, LPC: chiều dài nang cực, LC: chiều dài phần phụ đuôi bào tử.



**Hình 2.** Ảnh bào tử *Auerbachia chakravartyi* nằm tự do trong túi mật

Thước đo: 10 µm

Bào tử trưởng thành có hình chùy, phần phía trước bào tử có hình trứng rộng và phần đuôi bào tử hẹp thon về phía sau (Hình 1, 2). Bên trong bào tử chứa một nang cực hình oval. Bào tử được hình thành từ 2 val bào tử nhân, không đồng dạng với nhau về hình thái và kích thước, không đối xứng nhau và được nối với nhau ở đường nối không rõ ràng của bào tử. Bào tử trưởng thành nằm trôi nổi tự do

trong túi mật của vật chủ và không có phản ứng viêm được quan sát tại vị trí ký sinh. Bào tử có kích thước dài:  $17,53 \pm 1,1$  (15,8–20,7)  $\mu\text{m}$ , rộng:  $7,73 \pm 0,32$  (7,07–8,33)  $\mu\text{m}$ , phần phụ đuôi dài:  $8,80 \pm 0,84$  (7,63–10,35)  $\mu\text{m}$ . Nang cực dài:  $8,5 \pm 0,7$  (5,8–9,6)  $\mu\text{m}$  và rộng:  $3,9 \pm 0,3$  (3,5–4,2)  $\mu\text{m}$ . Bên trong nang cực có sợi nang cực dài cuộn vào nhau thành cuộn gồm 3–4 vòng.

**Bảng 1:** Bảng so sánh kích thước của loài *Auerbachia chakravartyi* thu được trong nghiên cứu này với quần thể được phát hiện ở Ấn Độ. (Đơn vị:  $\mu\text{m}$ )

Bào tử		Chiều dài phần phụ đuôi	Nang cực		Vật chủ	Vị trí ký sinh	Nơi phát hiện	Tài liệu tham khảo
Chiều dài	Chiều rộng		Chiều dài	Chiều rộng				
$17,53 \pm 1,1$ (15,8–20,7)	$7,73 \pm 0,32$ (7,07–8,33)	$8,80 \pm 0,84$ (7,63–10,35)	$8,5 \pm 0,7$ (5,8–9,6)	$3,9 \pm 0,3$ (3,5–4,2)	<i>Megalaspis cordyla</i>	Túi mật	Việt Nam	Nghiên cứu này
$14,0–21,0$ (17,3)	$7,0–9,8$ (7,9)	$5,6–9,8$ (8,5)	$5,6–9,8$ (8,3)	$2,4–4,2$ (3,8)	<i>Megalaspis cordyla</i>	Túi mật	Ấn Độ	[8]

**2. Tóm tắt phân loại loài *Auerbachia chakravartyi* Narasimhamurti, Narasimhamurti, Kalavati, Anuradha, Padma, 1990**

*Loài:* *Auerbachia chakravartyi* Narasimhamurti, Kalavati, Anuradha, Padma, 1990.

*Vật chủ:* Cá Sông gió *Megalaspis cordyla*.

*Nơi phát hiện:* Nha Trang – Khánh Hòa ( $12^{\circ}12'18.9''\text{N}$   $109^{\circ}11'58.4''\text{E}$ ) và Đồng Hới – Quảng Bình ( $17^{\circ}27'47.1''\text{N}$   $106^{\circ}37'37.4''\text{E}$ ).

*Vị trí ký sinh:* Túi mật.

*Tỷ lệ nhiễm:* 8/25 (35%) bao gồm 1/5 tại Nha Trang – Khánh Hòa và 7/20 tại Đồng Hới – Quảng Bình.

*Mẫu vật:* Các bào tử ký hiệu là QB57Au2017 được cố định trong dung dịch cồn 90%, được bảo quản tại phòng thí nghiệm và bộ ảnh trùng bào tử sợi *A. chakravartyi* được lưu vào bộ sưu tập ảnh ký sinh trùng của Phòng Ký sinh trùng học, Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

**3. Đặc điểm di truyền của loài *Auerbachia chakravartyi* Narasimhamurti, Narasimhamurti, Kalavati, Anuradha, Padma, 1990**

Trình tự SSU rDNA của loài *Auerbachia chakravartyi* có được trong nghiên cứu này thu thập từ 2 cá thể cá ở 2 địa điểm khác nhau và

có trình tự giống nhau, dài 1643 bp. Đoạn gen này được gửi vào ngân hàng Genbank theo mã số MZ505546.

So sánh trình tự của loài *A. chakravartyi* lên Genbank bằng công cụ BLAST của NCBI cho thấy trình tự đoạn DNA của loài *A. chakravartyi* thu được tương đồng lớn nhất với trình tự của loài *Auerbachia maamouni* (KX165336) với mức tương đồng 99% (1472/1486) bp, khác biệt ở 7 vị trí nucleotide. Phân tích cây phát sinh chủng loại cũng cho thấy loài *A. chakravartyi* có mối quan hệ gần gũi và nằm cùng phân nhánh với loài *A. maamouni* trong cây phát sinh loài (Hình 3).

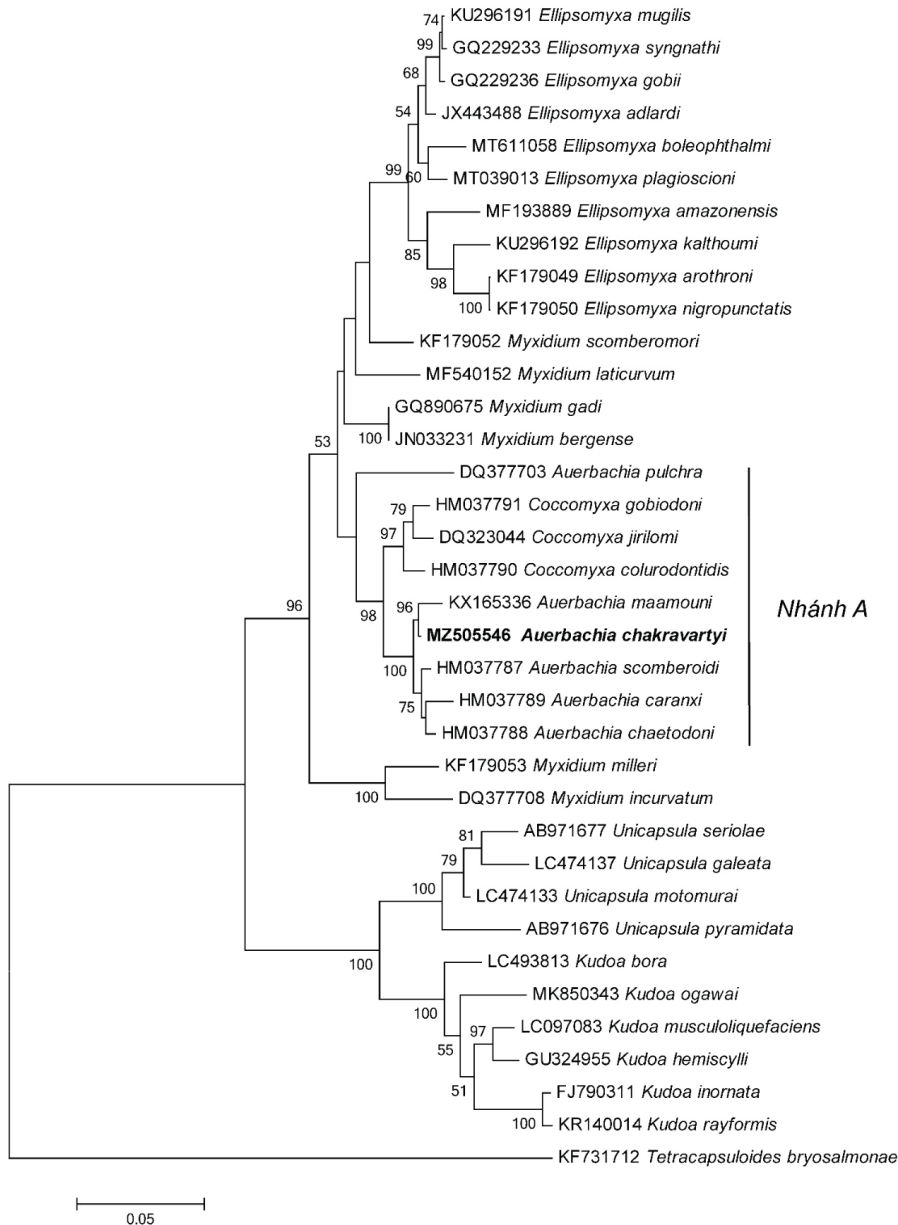
**IV. THẢO LUẬN**

Đặc điểm hình thái của bào tử phát hiện trong nghiên cứu này đã chỉ ra đây là loài *Auerbachia chakravartyi* ký sinh trong túi mật của cá Sông gió *Megalaspis cordyl* được phát hiện ở Ấn Độ (Bảng 1). Trong nghiên cứu này, kích thước của loài *A. chakravartyi* được so sánh với tất cả các loài *Auerbachia* spp. đã được phát hiện trước đó. Kết quả so sánh cho thấy kích thước của loài phát hiện trong nghiên cứu này có kích thước tương đồng nhất và lớn hơn kích thước của quần thể loài *A. chakravartyi* phát hiện tại Ấn độ trước đó.



**Bảng 2: Bảng so sánh sự sai khác di truyền giữa loài *Auerbachia chakravartyi* với các loài *Auerbachia* spp. khác**

Species	1	2	3	4	5	6
1. MZ505546 <i>Auerbachia chakravartyi</i>						
2. HM037787 <i>Auerbachia scomberoidi</i>	0,010					
3. KX165336 <i>Auerbachia maamouni</i>	0,011	0,018				
4. HM037789 <i>Auerbachia caranxi</i>	0,017	0,014	0,026			
5. HM037788 <i>Auerbachia chaetodoni</i>	0,011	0,008	0,020	0,014		
6. DQ377703 <i>Auerbachia pulchra</i>	0,060	0,059	0,069	0,067	0,058	



**Hình 3: Cây phát sinh chủng loại xây dựng dựa trên trình tự đoạn SSU rDNA của một số loài có trình tự tương đồng nhất với loài *Auerbachia chakravartyi*.**

Tuy nhiên khoảng kích thước của quần thể này đều nằm trong dải kích thước của quần thể phát hiện tại Ấn Độ (Bảng 1). Sự khác biệt này có thể được lý giải do sự khác biệt về vùng địa lý, khu vực sống của vật chủ.

Trong phân loại học truyền thống, các loài myxosporea chủ yếu được phân loại dựa trên sự khác biệt về hình dạng và kích thước bào tử trưởng thành. Tuy nhiên, với số lượng loài myxosporea phát hiện ngày càng lớn, cấu trúc bào tử myxosporea đơn giản và kích thước của các bào tử có sự chồng chéo lên nhau đã gây khó khăn cho việc định loại các loài myxosporea bằng phương pháp hình thái học. Hơn nữa, Fiala đã chỉ ra rằng phân biệt các loài myxosporea chỉ bằng phương pháp hình thái học không thể hiện mối quan hệ phát sinh loài [3]. Chính vì vậy, phương pháp phân tích di truyền đã được sử dụng phổ biến để khắc phục những hạn chế này. Mặc dù, tiêu chí cụ thể cho sự khác biệt giữa các loài myxosporea là không cố định. Zhang et al. (2019) đã chỉ ra rằng các loài có trình tự SSU rDNA lớn hơn 1–1.3% được cho là những loài khác biệt [10]. Trong nghiên cứu này, kết quả tiền kiểm BLAST chỉ ra rằng trình tự đoạn SSU rDNA của loài nghiên cứu không trùng khớp với bất kỳ loài *Auerbachia* spp. khác trong Genbank và tương đồng nhất với trình tự DNA của loài *Auerbachia scomberoidi* HM037787 với sự khác biệt là 1% (Bảng 2). Sự khác biệt này đủ xác định đây là trình tự của hai loài khác biệt.

Nghiên cứu cây phát sinh chủng loại cho thấy các loài *Auerbachia* và *Coccomyxa* được

phân thành một nhóm riêng biệt (Nhánh A). Quan sát kỹ hơn vào trong nhánh A này cho thấy các loài thuộc giống *Auerbachia* cùng có xu hướng nằm cùng một phân nhánh ngoại trừ loài *Auerbachia pulchra* (Hình 3). Sự khác biệt này được lý giải là do loài *A. pulchra* được phát hiện ở bộ cá Tuyết Gadiformes sống ở vùng biển nước sâu phía Bắc Đại Tây Dương [3], trong khi vật chủ của loài *A. caranxi*, *A. scomberoidi*, *A. chaetodoni*, *A. mamonni* được phát hiện trên bộ cá Khế Carangiformes ở vùng biển phía Nam Thái Bình Dương; loài *A. chaetodoni* được phát hiện trên bộ cá Acanthuriformes sống tại vùng biển Đò [4; 7] và loài *A. chakravartyi* ký sinh trên bộ cá Khế (*Megalaspis cordyla*) phát hiện tại vùng biển Ấn Độ và Việt Nam [8].

## V. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trong nghiên cứu này, trình tự đoạn SSU rDNA của loài *A. chakravartyi* đã được bổ sung với mã số Genbank là MZ505546. Nghiên cứu cung cấp đặc điểm hình thái, di truyền phân tử và mối quan hệ di truyền phân tử của loài *A. chakravartyi* với các loài *Auerbachia* spp. khác. Đây là nghiên cứu đầu tiên của loài *A. chakravartyi* và cũng là ghi nhận đầu tiên của giống *Auerbachia* tại vùng biển Việt Nam. Do vậy, cần nghiên cứu thêm về các loài trùng bào tử sợi myxosporea thuộc giống *Auerbachia* để đánh giá mức độ đa dạng của các loài này và đánh giá mức độ ảnh hưởng của chúng lên các đối tượng cá nuôi khác.

## LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được hỗ trợ về kinh phí từ Đề án 47 với mã số VAST.DA47.12/16-19

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Abdel-Baki A A S, 2010. *Auerbachia bajadi* sp. n. (Myxozoa: Auerbachiidae) infecting the gallbladder of orangespotted trevally *Carangoides bajad* (Teleostei: Carangidae) in the Red Sea. *Parasitology Research*, 107, 571–575.
2. Barta J R, Martin D S, Liberator P A, Dashkevich M, Anderson J W, Feighner S D, Elbrecht A, Perkins-Barrow A, Jenkins M C, Danforth H D, Ruff M D, Profous-Juchelka H, 1997. Phylogenetic relationships among eight *Eimeria* species infecting domestic fowl inferred using complete small subunit ribosomal DNA sequences. *Journal of Parasitology*, 83:262–271.

3. Fiala I, 2006. The phylogeny of Myxosporea (Myxozoa) based on small subunit ribosomal RNA gene analysis. *International Journal for Parasitology* 36:1521-34.
4. Fiala I, Bartošová-Sojková P, Whipps CM, 2015. Classification and Phylogenetics of Myxozoa. In: Okamura B., Gruhl A., Bartholomew J. (eds) Myxozoan Evolution, Ecology and Development. Springer, Cham.
5. Heiniger H, Gunter N L, Adlard R D, 2011. Re-establishment of the family Coccomyxidae and description of five novel species of *Auerbachia* and *Coccomyxa* (Myxosporea: Bivalvulida) parasites from Australian fishes. *Parasitology* 138:501–515.
6. Lom J, Arthur J R, 1989. A guideline for the preparation of species descriptions in Myxosporea. *Journal of Fish Diseases* 12:151–156.
7. Lom J, Dyková I, 2006. Myxozoan genera: definition and notes on taxonomy, life-cycle terminology and pathogenic species. *Folia Parasitologica* 53:1-36.
8. Mansour L, Azevedo V, Alves Â, Al-Quraishy S, Abdel-Baki A S, 2017. Ultrastructural aspects and molecular phylogeny of *Auerbachia maamouni* n. sp. (Myxosporea: Bivalvulida) from the gallbladder of *Gnathanodon speciosus* Forsskål (Actinopterygii: Carangidae) in the Red Sea. *Systematic Parasitology* 94:123–131.
9. Narasimhamurti C C, Kalavati C, Anuradha I, Dorothy K P, 1990. Studies on the protozoan parasites of deepwater fishes from the Bay of Bengal. In: Proceedings I. Workshop on Scientific Results of FORV Sagar Sampada 5–7th June, 1989, pp. 325–336.
10. Tamura K, Stecher G, Peterson D, Filipski A, Kumar S, 2013 MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. *Molecular Biology and Evolution* 30:2725–2729.
11. Zhang D, Zhao Y, Yang S, Yang C, 2019. Morphological and Molecular Identification of a Novel Species, *Ceratomyxa siganicola* n. sp. (Myxozoa: Ceratomyxidae) from *Siganus fuscescens*, in East China Sea. *Acta Parasitologica* 64:596–602.