



ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI VÀ VAI TRÒ CỦA ĐÁ TAI TRONG VIỆC XÁC ĐỊNH SỰ TĂNG TRƯỞNG CỦA CÁ THỜI LÒI CHẤM CAM *PERIOPHTHALMUS CHRYSOSPILOS* Ở MỘT SỐ TỈNH ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Lâm Thị Huyền Trân^{1*}, Đinh Minh Quang², Nguyễn Hữu Đức Tôn²

TÓM TẮT

Nghiên cứu này cung cấp thông tin về hình dạng, sự biến động khối lượng đá tai theo giới tính, kích thước cá, mùa và điểm thu mẫu, và mối quan hệ tuyến tính giữa khối lượng đá tai và kích thước cá. Tổng cộng 815 mẫu cá thòi lòi chấm cam *Periophthalmus chrysospilos* thu ở Duyên Hải, Trà Vinh; Trần Đề, Sóc Trăng; Đông Hải, Bạc Liêu; và Đầm Dơi, Cà Mau ở Đồng bằng sông Cửu Long, với chiều dài tổng từ 4,20 đến 12,50 cm và khối lượng từ 1,26 đến 16,88 g đã được phân tích. Kết quả phân tích cho thấy hình dạng đá tai của *Ps. chrysospilos* có dạng vuông, phân thùy sâu ở đỉnh trước và khá phẳng ở đỉnh sau. Khối lượng đá tai trái thể hiện sự khác biệt thống kê theo giới tính, kích thước cá, mùa và điểm thu mẫu. Khối lượng đá tai có quan hệ tỷ lệ thuận với chiều dài tổng, khối lượng cơ thể và chiều dài đầu của cá thòi lòi ($r^2=0,7\sim0,9$). Như vậy, khối lượng đá tai có thể được dùng để dự đoán kích thước cá và khối lượng đá tai của *Ps. chrysospilos* tăng tương ứng khoảng 70-90% với sự tăng trưởng của cá.

Từ khóa: Đồng bằng sông Cửu Long, hình dạng đá tai, khối lượng đá tai, quan hệ tỷ lệ thuận, *Ps. Chrysospilos*

ABSTRACT

This study provides data on the shape and variation of otolith weight according to sex, fish size, season and sampling sites; and the linear correlation between otolith weight and fish size. Number of 815 orange-spotted mudskipper *Periophthalmus chrysospilos* samples (total lengths ranging from 4.20 to 12.50 cm and weights ranging from 1.26 to 16.88 g) collected in Duyên Hai, Tra Vinh; Tran De, Soc Trang; Dong Hai, Bac Lieu; and Dam Doi, Ca Mau in the Mekong Delta, were analyzed. The analysis results showed that the otolith shape of *Ps. chrysospilos* was square, deeply lobed at the anterior apex and quite flat at the posterior apex. The left otolith weight was statistically different by sex, fish size, season and sampling sites. The otolith weight was positively related to the total length, body weight and head length of mudskippers ($r^2=0.7\sim0.9$). Thus, otolith weight of *Ps. chrysospilos* can be used to predict fish size and increased approximately 70-90% with fish growth.

Keywords: Mekong Delta, otolith shape, otolith weight, linear correlation, *Periophthalmus chrysospilos*

¹ Trường Đại học Cửu Long

² Trường Đại học Cần Thơ



1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo Jaafar & Murdy (2017), giống *Periophthalmus* gồm 19 loài cá lưỡng cư, còn gọi là “muddy skippers” hay “cá nhảy trên bùn”. Các hoạt động thường xuyên của chúng là kiếm ăn, bảo vệ lãnh thổ, theo đuổi bạn tình và bảo vệ hang trên bãi bồi lộ thiên khi thủy triều xuống (Polgar & Crosa, 2009; Jaafar & Murdy, 2017). Việc thương mại hóa cá thòi lòi làm cá cảnh đã tăng vọt trong những năm qua, cùng với sự tăng trưởng mạnh mẽ của thương mại cá cảnh toàn cầu (Schäfer, 2005; Monks, 2006; Dang & Nguyen, 2009). Cá thòi lòi cảnh chủ yếu phụ thuộc vào đánh bắt tự nhiên chứ không phải từ nguồn cá nuôi. Ở các cộng đồng sống ven biển châu Á, cá thòi lòi và các loài cá bóng khác từ lâu đã là nguồn bổ sung protein phổ biến trong khẩu phần ăn hàng ngày (Clayton, 1993; Nguyen, 2000).

Tran *et al.* (2013) đã ghi nhận ba loài *Periophthalmus* (*Ps. chrysospilos*, *Ps. gracilis* và *Ps. variabilis*) phân bố ở Việt Nam, trong đó thòi lòi chấm cam *Ps. chrysospilos* được tìm thấy phổ biến hơn, được sử dụng làm thực phẩm và cá cảnh dựa trên các cuộc khảo sát của chúng tôi. Ở vùng cửa sông Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), *Ps. chrysospilos* là loài săn mồi trung gian với phổ thức ăn gồm 7 loại, trong đó chủ yếu là *Acetes* spp., *Uca* spp. và *Dolichoderus* spp.. Thức ăn chính của loài cá thòi lòi này thay đổi tùy theo môi trường sống và nguồn thức ăn sẵn có, điều này cho thấy khả năng thích nghi của chúng với việc săn mồi ở khu vực ven biển (Dinh *et al.*, 2021a). Cá thòi lòi *Ps. chrysospilos* sinh sản quanh năm, tập trung nhiều vào mùa mưa (tháng 7 đến tháng 10). Theo Dinh *et al.* (2022a), sức sinh sản tuyệt đối của chúng dao động từ 2.614 đến 23.465 trứng/cá cái và tỷ lệ thuận với chiều dài tổng và khối lượng cơ thể cá cái. *Ps. chrysospilos* có kiểu tăng trưởng bất đẳng dương, tức là cá tăng khối lượng nhanh

hơn chiều dài vì giá trị b lớn hơn 3 và thích nghi tốt với môi trường sống do hệ số điều kiện xấp xỉ ngưỡng 1 (Dinh *et al.*, 2022b).

Trong suốt cuộc đời, đá tai của cá phát triển liên tục và hình dạng của chúng thay đổi từ dạng đơn giản khi chưa trưởng thành đến dạng thù rất phức tạp khi trưởng thành. Mặt cắt ngang đá tai có các vòng tăng trưởng tương tự như các vòng tăng trưởng ở thực vật (Arneri *et al.*, 2002). Đá tai là cơ quan cảm giác nằm trong đầu cá, cung cấp thông tin về định hướng, chuyển động và rung động âm thanh. Sagitta (đá tai lớn nhất), lapillus và asteriscus là ba loại đá tai phổ biến được tìm thấy ở cá. Đá tai được cấu tạo chủ yếu từ các tinh thể canxi cacbonat - thường ở dạng aragonite, nhưng đôi khi ở dạng vaterite, kết hợp với nền protein. Các tinh thể canxi cacbonat (ở dạng aragonite hoặc vaterite) và chất nền protein tạo nên sỏi tai. Mỗi loài cá có kích thước và hình dạng đá tai riêng biệt. Nhìn chung, kích thước sagitta của các loài cá sống ở đáy (ví dụ: cá chỉ vàng, cá mú, cá đù) lớn hơn kích thước của các loài cá nổi (ví dụ: cá thu, cá ngừ, cá kiếm, cá cò xanh) (Proctor *et al.*, 2021). Ở các loài cá xương, đá tai lapillus và asteriscus đều rất nhỏ (Taştan & Sönmez, 2021).

Nhiều nghiên cứu cho thấy kích thước các cấu trúc xương ở cá có quan hệ hồi quy chặt chẽ và tỷ lệ thuận với chiều dài cá, một trong những cấu trúc đó là đá tai (Copp & Kovac, 2003). Do đặc trưng cho loài, kích thước đá tai đóng vai trò quan trọng trong nghiên cứu định danh loài (Bani *et al.*, 2013; Kontaş & Bostancı, 2015), phân loại (Campana, 2004), và cổ sinh vật học (Campana *et al.*, 2015). Các nghiên cứu gần đây liên quan đến đá tai bao gồm: xác định kích thước đá tai (chiều rộng, chiều dài, khối lượng), quan hệ hồi quy giữa kích thước đá tai với chiều dài cá và xác định sự tăng trưởng dựa trên mối quan hệ này



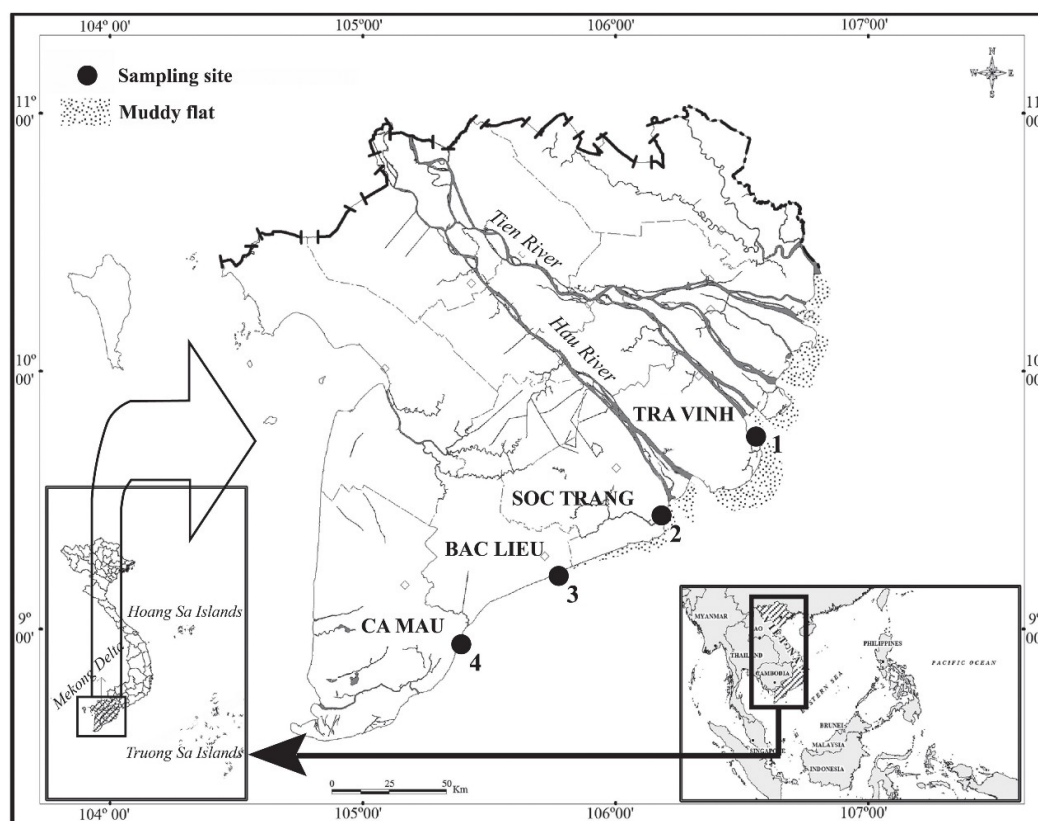
(Taştan & Sönmez, 2021). Mỗi quan hệ hồi quy này giúp dự đoán kích thước cá từ chiều dài của đá tai có thể được phát hiện tại các địa điểm khảo cổ và trong dạ dày của động vật ăn thịt (Echeverria, 1987). Tuy nhiên, tính đến nay vẫn chưa có nghiên cứu nào được công bố về hình thái đá tai và mối quan hệ hồi quy giữa kích thước đá tai và kích thước cơ thể cá thòi lòi chấm cam *Ps. chrysospilos* ở vùng cửa sông ven biển ĐBSCL nên việc tiến hành nghiên cứu này là rất cần thiết. Kết quả của nghiên cứu là nguồn thông tin giá trị bổ sung dẫn liệu sinh học và sinh thái của loài cá này ở đồng bằng sông Cửu Long.

2. NỘI DUNG

2.1. Thu và xử lý mẫu cá

Cặp đá tai của 815 mẫu cá thòi lòi *Ps.*

chrysospilos (399 cá cái và 416 cá đực) được xác định hình dạng và đo kích thước. Mẫu cá được bắt bằng tay hàng tháng vào 3 ngày cuối tháng từ tháng 8/2022 đến tháng 3/2023 tại 4 vùng bãi bồi ven biển gồm Duyên Hải, (Trà Vinh) ($9^{\circ}40'29,5$ “B $106^{\circ}34'49,5$ ”E); Trần Đề (Sóc Trăng) ($9^{\circ}26'19,7$ “B $105^{\circ}10'48,1$ “Đ); Đông Hải (Bạc Liêu) ($9^{\circ}05'50,5$ “B $105^{\circ}29'54,7$ ”E) và Đầm Dơi (Cà Mau) ($8^{\circ}58'10,4$ ”N $105^{\circ}22'58,9$ ”E) thuộc vùng Đồng bằng sông Cửu Long (Hình 1). Cỡ mẫu là 30 mẫu/điểm nghiên cứu/tháng thu mẫu. Các mẫu cá thòi lòi chấm cam được phân biệt với các loài cùng giống dựa trên sự phân bố của các hạt sắc tố cam trên cơ thể, vây bụng hợp nhất và hình dạng của vây lưng thứ nhất (Jaafar & Murdy, 2017).



Hình 1. Bản đồ địa điểm thu mẫu ở Đồng bằng sông Cửu Long (1: Duyên Hải (Trà Vinh); 2: Trần Đề (Sóc Trăng); 3: Đông Hải (Bạc Liêu); và 4: Đầm Dơi (Cà Mau) (Dinh, 2018))



Các mẫu cá *Ps. chrysopilos* được gây mê bằng Tricaine metansulfonate (10 g/L) và được trữ trong dung dịch formol 5%, giúp bảo vệ mẫu không bị thối rữa và sau đó vận chuyển về phòng thí nghiệm Động vật, Khoa Sư Phạm, Đại học Cần Thơ. Tiến hành đo chiều dài tổng (TL), chiều dài đầu (HL), chiều cao thân (BD) (sai số xấp xỉ 0,1 cm) và khối lượng cơ thể (W) (sai số xấp xỉ 0,01 g) của cá thòi lòi *Ps. chrysopilos*. Giới tính cá được xác định bằng cách quan sát hình dạng ngoài của gai sinh dục. Gai sinh dục ở cá đực rộng ở phần gốc và hẹp dần về phía đỉnh, ngược lại gai sinh dục cá cái có độ rộng như nhau ở phần gốc và phần đỉnh. Số lượng và cách xử lý các mẫu cá trong thí nghiệm này đã được Hội đồng Khoa học và Giáo dục, Trường Sư phạm, Đại học Cần Thơ đánh giá và phê duyệt (Animal Welfare Assessment number: BQ2020-03/KSP).

2.2. Hình thái đá tai

Đầu cá được cắt rời khỏi thân, sau đó cắt dọc rồi dùng kẹp gấp lấy đá tai. Rửa sạch đá tai bằng nước cất và để khô tự nhiên ở nhiệt độ phòng trong 15-20 phút. Đá tai được cân bằng cân phân tích với sai số 0,1 mg. Đá tai được phóng đại 100 lần và được chụp bằng kính hiển vi kết nối với máy ảnh. Chiều dài và chiều rộng của đá tai được đo trên ảnh chụp bằng phần mềm Motic Image Plus v.2.0. Trục dài nhất là chiều dài đá tai, chiều rộng là đường vuông góc với chiều dài đá tai (Paladin *et al.*, 2023). Hình thái đá tai được mô tả bằng thuật ngữ do Tuset *et al.* (2008) đề xuất.

2.3. Phân tích thống kê

Do mối quan hệ hồi quy, kích thước đá tai được sử dụng để dự đoán chiều dài tổng và khối lượng cơ thể cá (Francis & Campana,

2004; Ilkyaz *et al.*, 2011). Tuy nhiên, theo Jawad *et al.* (2011), khối lượng đá tai dự đoán sự tăng trưởng tốt hơn chiều dài vì chiều dài đá tai không tăng thêm khi chiều dài tổng cá đạt giá trị tối đa. Vì vậy, trong phạm vi nghiên cứu này, khối lượng đá tai được sử dụng để phân tích phân tích quan hệ hồi quy. Sự khác biệt về khối lượng giữa đá tai trái (WO_L) và đá tai phải (WO_R) đã được kiểm định bằng t-test (Matic-Skoko *et al.*, 2011). Nếu sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê, khối lượng đá tai trái (WO_L) được sử dụng để phân tích quan hệ hồi quy giữa khối lượng đá tai với khối lượng và kích thước cơ thể cá. Hệ số xác định (r^2) được sử dụng để đánh giá chất lượng của hồi quy tuyến tính.

T-test cũng được sử dụng để kiểm định sự thay đổi khối lượng đá tai theo giới tính, kích thước cá và mùa thu mẫu. Trong khi đó, One-way ANOVA được sử dụng để kiểm định sự khác biệt khối lượng đá tai giữa bốn điểm thu mẫu. Phần mềm SPSS v.21 được sử dụng để phân tích số liệu với mức ý nghĩa thống kê $p < 0,05$.

2.4. Kết quả và Thảo luận

Tổng cộng có 815 mẫu cá thòi lòi chấm cam *Ps. chrysopilos* gồm 399 cá cái (48,96%) và 416 cá đực (51,04%) thu được từ 4 điểm ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long. Chiều dài tổng dao động từ 4,20 đến 12,50 cm, được chia thành 5 lớp chiều dài (Hình 2) và khối lượng cơ thể cá dao động trong khoảng 1,26-16,88 g. Trong số 815 mẫu cá, có 224 cá chưa trưởng thành (27,48%) và 591 cá trưởng thành (72,52%). Chiều dài tổng của cá chưa trưởng thành và trưởng thành dao động lần lượt từ 4,20 - 8,50 cm và 6,30 - 12,50 cm. Khối lượng cá chưa trưởng thành dao động trong khoảng

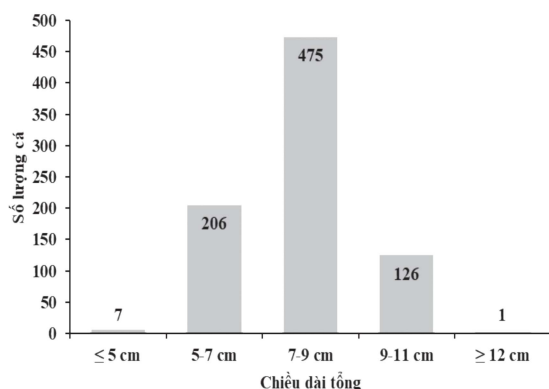


1,26 - 6,96 g, khối lượng cá trưởng thành dao động từ 1,86 - 16,88 g.

2.4.1. Hình dạng đá tai

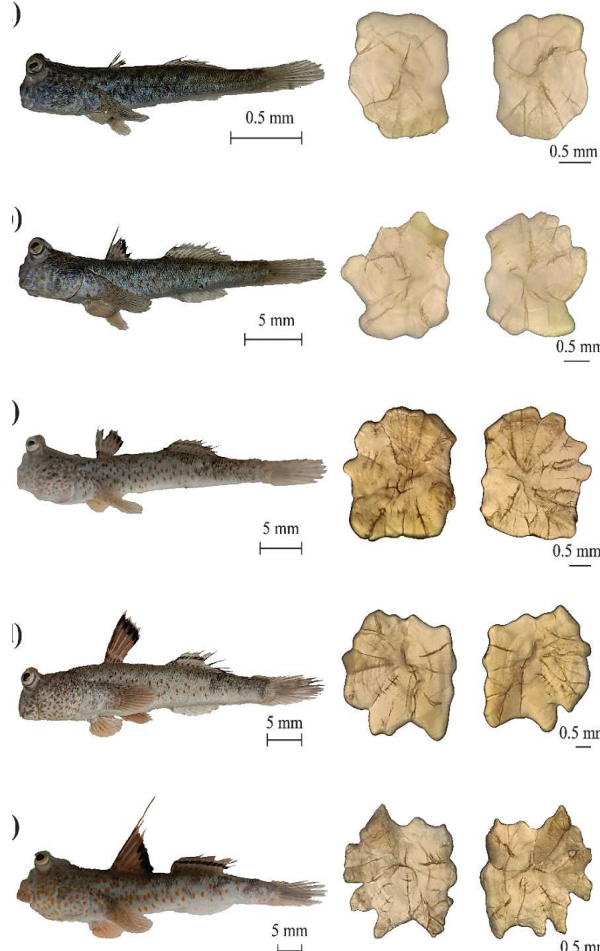
Đá tai thời lồi cằm cam có dạng hình vuông, phân rìa phân thùy với những thay đổi rõ ràng về hình dạng và kích thước qua các giai đoạn phát triển (Hình 3). Đá tai trái khá tương đồng với đá tai phải. Sự thay đổi hình dạng đá tai được thể hiện qua sự thay đổi bề mặt, phân rìa, góc cong, độ sâu của rãnh trung tâm (sulcus) trên bề mặt đá tai; các thùy và bán kính theo sự gia tăng kích thước cá tương ứng với các giai đoạn phát triển khác nhau.

Ở các mẫu cá có giá trị TL nhỏ hơn 5 cm và 5-7 cm (Hình 3a và 3b): Đá tai mỏng, trong, bề mặt nhẵn; rìa đá tai ở cả mặt bụng và mặt lưng nhẵn ở kích thước $TL \leq 5$ cm (Hình 3) nhưng bắt đầu phân thùy khi cá đạt kích thước TL 5-7 cm, rãnh trung tâm nông (Hình 3b). Đỉnh trước khá phẳng; đỉnh sau có khía. Ở kích thước này, có thể quan sát các vòng tăng trưởng trên đá tai (Hình 4a và 4b).



Hình 2. Năm lớp chiều dài trong tổng 815 mẫu cá *Ps. Chrysopilos*

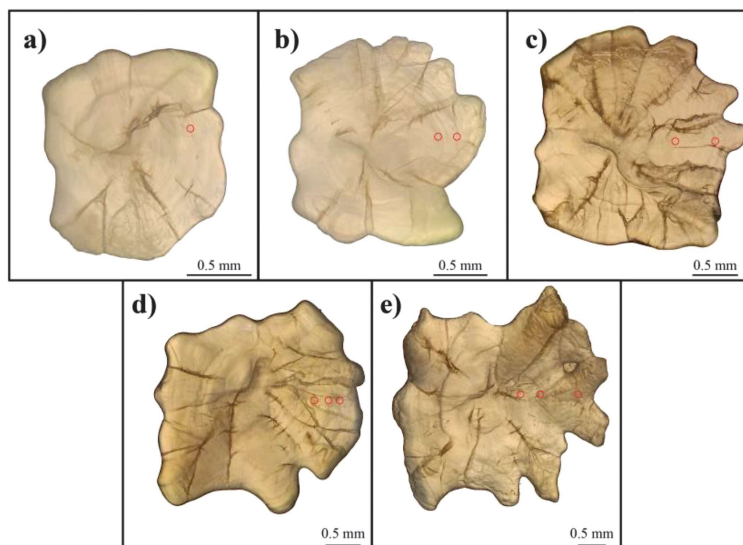
(Số trong mỗi cột là số lượng cá ở mỗi lớp chiều dài)



Hình 3. Sự thay đổi hình dạng đá tai của *Ps. chrysopilos* trong nghiên cứu

(a) ≤ 5 cm TL , b) 5-7 cm TL , c) 7-9 cm TL , d) 9-11 cm TL , e) ≥ 12 cm TL)

Ở kích thước 7-9 cm TL , 9-11 cm TL và ≥ 12 cm TL (Hình 3c, 3d và 3e): Đá tai có hình dạng phức tạp: bề mặt thô nhám, rìa ngoài dày hơn, phân thùy sâu. Đỉnh sau tương đối phẳng ở kích thước 7-9 cm TL , nhưng có thùy nông ở kích thước lớn hơn. Cá càng lớn thì các thùy ở đỉnh trước càng sâu và rõ. Mặt trong đá tai (hướng về phía cơ thể cá) hơi lõm ở giữa; mặt ngoài hơi lồi. Trong phạm vi kích thước này, số lượng vòng tăng trưởng của đá tai tăng theo kích thước cá (Hình 4c, 4d và 4e).



Hình 4. Các vòng tăng trưởng trên đá tai *Ps. chrysopilos* trong nghiên cứu (chấm đỏ: các vòng tăng trưởng, a) ≤ 5 cm TL, b) 5-7 cm TL, c) 7-9 cm TL, d) 9-11 cm TL, e) ≥ 12 cm TL)

Hình dạng đá tai rất đa dạng và khác biệt trong cùng loài và giữa các loài. Tuy nhiên, đặc tính này hoàn toàn mang tính chủ quan vì không có tiêu chuẩn cụ thể để phân loại hình dạng và việc phân loại phụ thuộc nhiều vào người nghiên cứu. Hình dạng của đá tai không phải lúc nào cũng giống với một trong những hình dạng điển hình đã được xác định hoặc tương tự với bất kỳ biến thể hình dạng đá tai nào trong mẫu của một loài (Tuset *et al.*, 2008). Trong nghiên cứu này, đá tai *Ps. chrysopilos* có dạng hình vuông khi chưa trưởng thành và có thùy rõ ràng hơn khi trưởng thành, đỉnh sau tương đối phẳng và đỉnh trước phân thùy sâu. Ở các loài cá khác, đá tai có hình dạng đa dạng như hình tam giác ở *Scomberoides lysan*; hình trứng ở *Caranx crysos*, *Lethrinus lentjan*, *Dicentrarchus punctatus*; hình thoi ở *Sardinella aurita*, *Barbonymus schwanenfeldii*; hay hình quả lê ở *Oreochromis niloticus* và *Tilapia zillii* (Alwany & Hassan, 2008). Trong trường hợp

của *Pagellus bogaraveo* thu ở Biển Adriatic, đá tai có hình bầu dục dài với rìa không đều (Paladin *et al.*, 2023).

2.4.2. Sự khác biệt các số đo hình thái của đá tai

Về khối lượng, đá tai trái nặng khoảng 1,20-3,70 mg ($2,39 \pm 0,01$ SE), trong khi khối lượng đá tai phải khoảng 1,10-3,80 mg ($2,33 \pm 0,02$ SE). Mặc dù có sự khác biệt về thống kê (t-test, $t=6,46$, $p<0,01$) nhưng giá trị trung bình của chúng không chênh lệch nhiều nên khối lượng đá tai trái được sử dụng cho các phân tích tiếp theo.

Sự biến động giá trị khối lượng đá tai trái (Left otolith weight- WO_L) theo giới tính, kích thước cá, mùa và địa điểm thu mẫu được thể hiện trong Bảng 1. Khối lượng đá tai cá cái nặng hơn cá đực, tương ứng với giá trị fish total length (TL) và fish weight (W) của cá cái (8,22 cm và 5,79 g) cũng lớn hơn cá đực (4,47 cm và 4,24 g) (t-test, $t=8,55$, $p<0,01$) (Bảng 1).



Bảng 1. Sự biến động khối lượng đá tai trái theo giới tính, kích thước cá, mùa và điểm thu mẫu

		Số lượng cá	TL (cm)	W (g)	WO _L (mg)
Giới tính	Cá cái	399	8,22	5,79	2,51±0,02 ^b
	Cá đực	416	7,47	4,24	2,27±0,02 ^a
t-test	t				8,55
	p				<0,01
Kích thước cá	Chưa trưởng thành	224	6,58	2,90	2,00±0,02 ^a
	Trưởng thành	591	8,31	5,80	2,53±0,01 ^b
t-test	t				-21,09
	p				<0,01
Mùa thu mẫu	Mùa khô	308	8,09	5,52	2,45±0,02 ^b
	Mùa mưa	507	7,68	4,68	2,35±0,02 ^a
t-test	t				3,14
	p				<0,01
Điểm thu mẫu	Duyên Hải (Trà Vinh)	177	8,11	5,43	2,47±0,03 ^b
	Trần Đề (Sóc Trăng)	264	7,52	4,47	2,28±0,02 ^a
	Đông Hải (Bạc Liêu)	169	8,01	5,32	2,44±0,04 ^b
	Đầm Dơi (Cà Mau)	205	7,86	5,04	2,40±0,03 ^b
One-way ANOVA	F				9,04
	p				<0,01
Tổng		815	7,83	5,00	2,39±0,01

Do cá trưởng thành có kích thước lớn hơn cá chưa trưởng thành (thể hiện thông qua giá trị *TL* và *W*) nên đá tai của cá trưởng thành nặng hơn ($t=-21,09$, $p<0,01$) (Bảng 1). Vào mùa khô, cá thời lòi tăng kích thước và khối lượng tốt hơn so với mùa mưa nên đá tai của chúng cũng nặng hơn ($t=3,14$, $p<0,01$). Có sự khác biệt về khối lượng đá tai ở 4 điểm lấy mẫu, giá trị thấp nhất ghi nhận tại Trần Đề (Sóc Trăng)

($2,28\pm0,02$ g), ở ba điểm thu mẫu còn lại, khối lượng đá tai khác biệt không có ý nghĩa thống kê (One-way ANOVA, $F=9,04$, $p<0,01$).

Kích thước đá tai rất quan trọng đối với các nghiên cứu xác định loài và quần thể do chúng đặc trưng cho loài (Campana & Casselman, 1993). Về mặt thống kê, trong nghiên cứu này, khối lượng đá tai trái nặng hơn đá tai phải. Kết quả tương tự cũng được



tìm thấy ở *Pagrus auratus* và *Platycephalus* thu ở Australia (Hamer & Jenkins, 2007); *Chlorurus sordidus* và *Hipposcarus harid* có nguồn gốc từ bờ Biển Đỏ ở Ai Cập (Mehanna *et al.*, 2016). Ngược lại, khối lượng đá tai của *Butis koilomatodon* ở Đồng bằng sông Cửu Long không khác biệt giữa bên trái và bên phải (Lam *et al.*, 2021). *Glossogobius sparsipapillus* (Nguyen & Dinh, 2020), *Parapocryptes serperaster* (Dinh *et al.*, 2015) và *Periophthalmodon septemradiatus* (Dinh *et al.*, 2021b), thu ở Đồng bằng sông Cửu Long, cũng cho thấy sự tương đồng về kích thước của cặp đá tai. Bani *et al.* (2013) nghiên cứu

các chỉ số hình thái của ba loài cá: *Neogobius caspius* (Eichwald 1831), *Ponticola bathybius* (Kessler 1877) và *Ponticola gorlap* (Iljin, 1949) được thu ở Talebabad, bờ biển Anzali, Guilan, Iran; kết quả cho thấy đá tai trái và phải đều đối xứng với nhau ở cả ba loài.

3.3 Quan hệ hồi quy giữa khối lượng đá tai và kích thước cá

Quan hệ hồi quy giữa khối lượng đá tai trái và chỉ số hình thái cá (W : khối lượng; TL : chiều dài tổng; HL : chiều dài đầu; BH : chiều cao thân; ED : đường kính mắt; MD : chiều rộng miệng) theo thứ tự giảm dần của hệ số xác định (r^2) được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. Các thông số hồi quy tuyến tính giữa khối lượng đá tai (WO) và kích thước cá

Quan hệ hồi quy	a	b	r^2
WO với TL	0,31	-0,06	0,87
WO với W	0,16	1,61	0,79
WO với HL	1,16	0,46	0,72
WO với BH	1,47	0,93	0,65
WO với ED	5,09	0,48	0,56
WO với MD	1,49	0,68	0,53

(TL : chiều dài tổng; W : khối lượng; HL : chiều dài đầu; BH : chiều cao thân; ED : đường kính mắt; MD : chiều rộng miệng; a và b: các hệ số; r^2 : hệ số xác định)

Nhìn chung, các số liệu này phù hợp với mô hình hồi quy tuyến tính đơn giản. Quan hệ hồi quy tuyến tính giữa khối lượng đá tai với chiều dài tổng, khối lượng cơ thể cá và chiều dài đầu ($r^2 > 0,7$) chặt chẽ hơn so với chiều cao thân, đường kính mắt và chiều rộng miệng ($r^2 = 0,53-0,65$). Kết quả này cho thấy sự phát triển của đá tai tỷ lệ thuận với sự tăng trưởng của cá thòi lòi chấm cam trong nghiên cứu. Tất cả các mối quan hệ hồi quy tuyến tính đều có

ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$ trong tất cả trường hợp). Giá trị r^2 cao cho thấy khối lượng đá tai của cá thòi lòi hữu ích trong việc ước lượng các giá trị TL , W và HL .

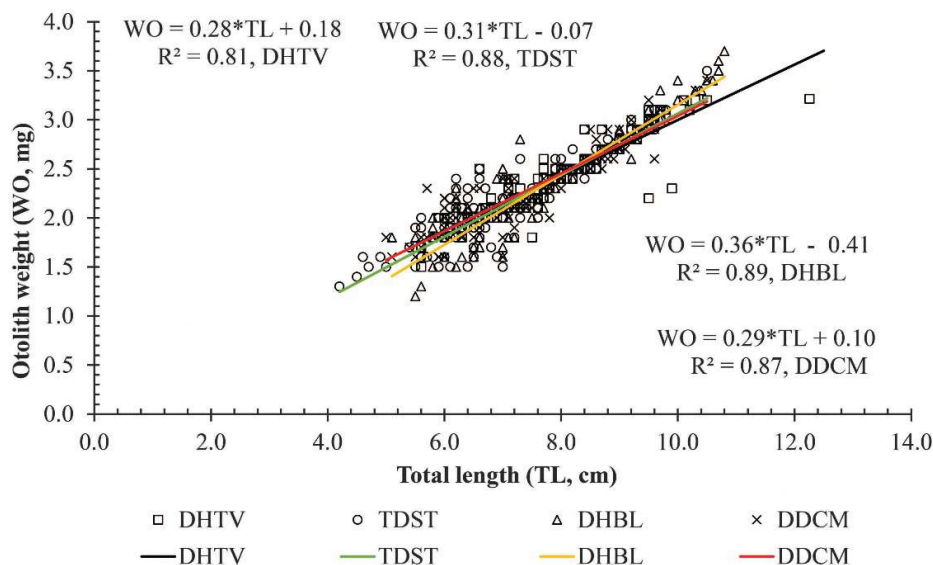
Kết quả phân tích sâu hơn về quan hệ hồi quy tuyến tính giữa khối lượng đá tai với TL , W và HL của cá thòi lòi chấm cam tại bốn điểm thu mẫu lần lượt được thể hiện ở Hình 5, 6 và 7. Nhìn lướt qua Hình 5, 6 và 7, có thể thấy rằng khối lượng đá tai có mối quan hệ hồi



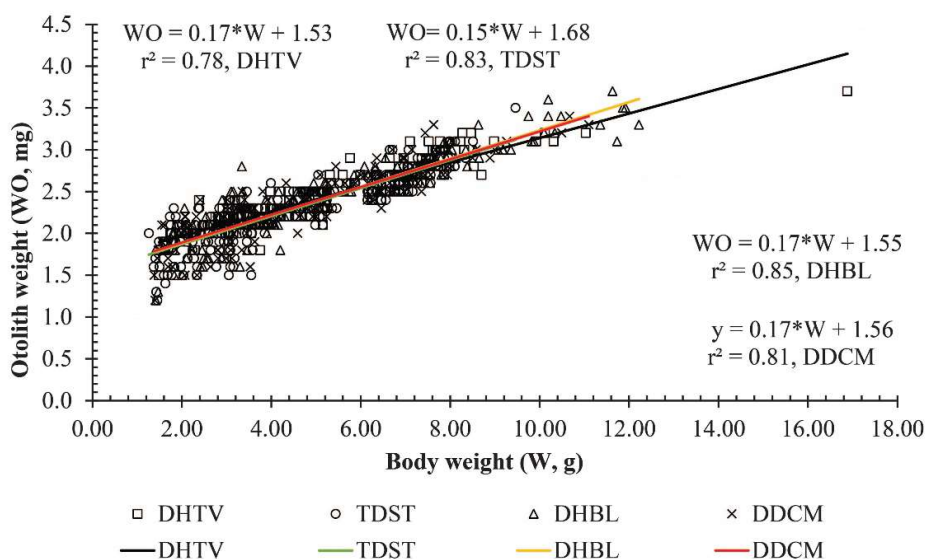
quy tuyến tính chặt chẽ nhất với TL , tiếp theo là W và cuối cùng là HL .

Quan hệ hồi quy giữa khối lượng đá tai với TL , W và HL ở Đông Hải (Bạc Liêu) và Trần Đề (Sóc Trăng) chặt chẽ hơn ở Đầm

Dơi (Cà Mau) và Duyên Hải (Trà Vinh), thể hiện qua việc giá trị r^2 giảm từ 0,89 xuống 0,65. Điều này có nghĩa là khoảng 70%-90% khối lượng đá tai tăng tỷ lệ thuận với sự tăng trưởng của cá.



Hình 5. Quan hệ hồi quy tuyến tính giữa khối lượng đá tai với chiều dài tổng (TL) ở 4 điểm thu mẫu (DHTV: Duyên Hải (Trà Vinh); TDST: Trần Đề (Sóc Trăng); DHBL: Đông Hải (Bạc Liêu); DDCM: Đầm Dơi (Cà Mau))

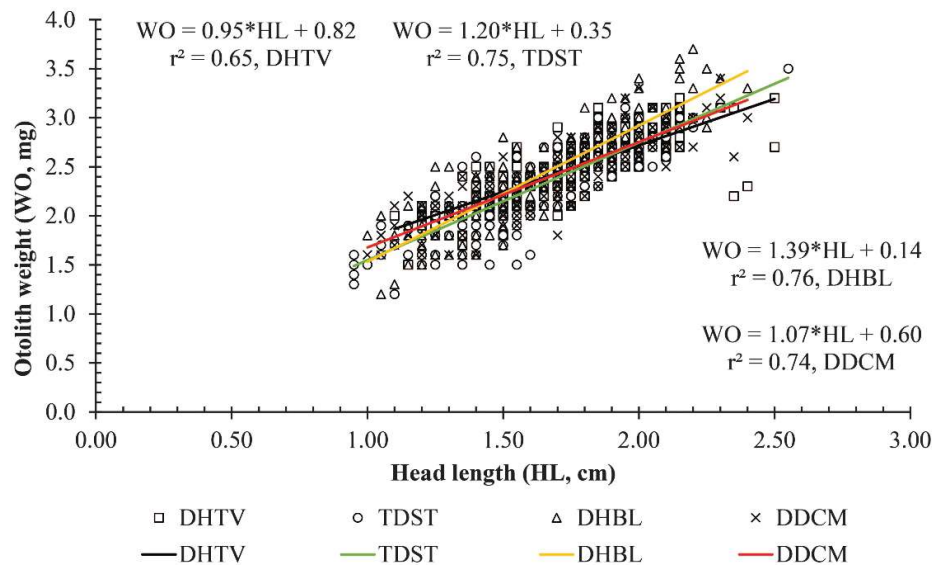


Hình 6. Quan hệ hồi quy tuyến tính giữa khối lượng đá tai với khối lượng cơ thể cá (W) ở 4 điểm thu mẫu (DHTV: Duyên Hải (Trà Vinh); TDST: Trần Đề (Sóc Trăng); DHBL: Đông Hải (Bạc Liêu); DDCM: Đầm Dơi (Cà Mau))



Khối lượng đá tai có thể giúp dự đoán chiều dài hoặc khối lượng của cá. Tuy nhiên, việc ước tính khối lượng cá trực tiếp từ khối lượng đá tai đôi khi không chính xác vì có thể thay đổi tùy theo điều kiện sinh sản (Alwany & Hassan, 2008). Theo Kontaş & Bostancı (2015), mối quan hệ giữa khối lượng đá tai với kích thước cá có thể thay đổi theo sự tăng trưởng của cá đực và cá cái. Trong phạm vi nghiên cứu, cá thòi lòi chấm cam cái có kích thước lớn hơn cá đực nên khối lượng đá tai của cá cái cũng nặng hơn. Pauly (2019) cho rằng

cá cái thường to hơn và đạt đến kích thước lớn hơn cá đực, mặc dù cá cái có hiệu suất sinh sản cao hơn. Sự bất đối xứng của đá tai trái-phải cũng được tìm thấy ở một số loài cá, chẳng hạn như *Thunnus thynnus* được thu ở Biển Địa Trung Hải (Megalofonou, 2006), *Pagrus auratus* và *Platycephalus* từ vùng Đông Nam Australia (Hamer & Jenkins, 2007), ba loài cá *Neogobius caspius*, *Ponticola bathybius* và *Ponticola gorlap* ở Iran (Bani *et al.*, 2013), *Chlorurus sordidus* và *Hipposcarus harid* ở Ai Cập (Mehanna *et al.*, 2016).



Hình 7. Quan hệ hồi quy tuyến tính giữa khối lượng đá tai với chiều dài đầu (HL) ở 4 điểm thu mẫu (DHTV: Duyên Hải (Trà Vinh); TDST: Trần Đề (Sóc Trăng); DHBL: Đông Hải (Bạc Liêu); DDCM: Đầm Dơi (Cà Mau))

Ngược lại, nhiều nghiên cứu trước đây cho thấy không có sự khác biệt về kích thước đá tai giữa cá đực và cá cái. Ví dụ, kích thước đá tai của *Periophthalmodon septemradiatus* (Dinh *et al.*, 2021b) và *Glosogobius sparsipapillus* ở Đồng bằng sông Cửu Long (Nguyen & Dinh, 2020) không khác biệt giữa cá đực và cá cái. Một ví dụ khác, một số loài cá biển ở Brazil như *Ctenosciaena gracilicirrhus*, *Macrodon*

ancylodon, *Menticirrhus americanus*, *Haemulon steindachneri*, *Pellona harroweri*, và *Polydactylus virginicus* có hình dạng tương tự nhau giữa đá tai trái và phải (Oliveira *et al.*, 2019). Trong nghiên cứu hiện tại, khối lượng đá tai của thòi lòi chấm cam thu tại Trần Đề (Sóc Trăng) nhẹ hơn về mặt thống kê so với ba điểm thu mẫu còn lại, điều này có thể do sự khác biệt về nguồn thức ăn và điều kiện môi



trường sông (Dinh *et al.*, 2020). Tương tự, đá tai của *G. sparsipapillus* ở Đồng bằng sông Cửu Long có kích thước và khối lượng khác nhau ở mỗi điểm thu mẫu (Nguyen & Dinh, 2020); trong số các mẫu *Periophthalmodon septemradiatus* thu ở An Giang, Sóc Trăng và Cần Thơ, kích thước đá tai lớn nhất được ghi nhận ở Long Xuyên (An Giang) (Dinh *et al.*, 2021b).

Chiều dài đá tai tỷ lệ thuận với chiều dài của cá cho đến khi cá đạt kích thước tối đa (Blacker, 1974), do đó khối lượng đá tai tốt hơn chiều dài trong việc dự đoán sự tăng trưởng ở cá (Jawad *et al.*, 2011). Do đó, nghiên cứu này sử dụng khối lượng đá tai để phân tích quan hệ hồi quy với chỉ số hình thái cá. Kết quả cho thấy khối lượng đá tai có mối quan hệ hồi quy tỷ lệ thuận với *TL*, *W*, và *HL* của *Ps. chrysospilos* (r^2 khoảng 0,7~0,9). Kết quả này có nghĩa là sự tăng trưởng của đá tai tỷ lệ thuận với kích thước (*TL* và *HL*) và khối lượng cơ thể cá, và khối lượng đá tai có thể được sử dụng để dự đoán kích thước và khối lượng cá. Mối quan hệ chặt chẽ giữa khối lượng đá tai với kích thước cá đã được ghi nhận ở nhiều loài cá biển và nước ngọt, trong đó có nghiên cứu của Alwany & Hassan (2008) trên 28 loài thu từ kênh đào Suez và vịnh Suez, đặc biệt ở 4 loài *Tilapia zillii*, *Lethrinus lentjan*, *Liza carinata* and *Mugil cephalus* ($r^2 > 0,8$); nghiên cứu của Paladin *et al.* (2023) trên cá tráp đen *Pagellus bogaraveo* (Brunnich, 1768) ở biển Đông Adriatic ($r^2 > 0,85$); nghiên cứu của Dinh *et al.* (2021b) trên *Periophthalmodon septemradiatus* ($r^2 \geq 0,7$).

3. KẾT LUẬN

Đá tai của *Ps. chrysospilos* có dạng hình vuông; đỉnh sau khá phẳng và đỉnh trước phân

thùy rõ rệt. Ở các mẫu cá có giá trị *TL* nhỏ hơn 7 cm, đá tai mỏng, trong, bề mặt nhẵn, rìa đá tai không phân thùy. Ở các mẫu cá có kích thước 7-12 cm *TL*, đá tai có bề mặt thô nhám, rìa ngoài dày hơn, phân thùy sâu. Cá càng lớn thì các thùy ở đỉnh trước càng sâu và rõ. Đá tai trái không đối xứng với đá tai phải và khối lượng đá tai trái thay đổi theo giới tính, kích thước cá, mùa và điểm thu mẫu. Khối lượng đá tai có quan hệ hồi quy tỷ lệ thuận với kích thước cá (r^2 khoảng 0,7~0,9). Như vậy, khối lượng đá tai có thể được sử dụng để dự đoán các chỉ số hình thái và khối lượng cá ở các giai đoạn khác nhau tại các điểm thu mẫu khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Alwany, M., & Hassan, E. (2008). Otolith morphology and body size relationships for selected fishes in Suez Canal and Gulf of Suez. *Catrina: The International Journal of Environmental Sciences*, 3(3), 55-63.
- [2] Arneri, E., Bergström, N., Cardinale, M., Claes, E., Clevestam, P., de Clerck, N., Doering-Arjes, P., Donato, F., Giannetti, G., & Hall, R. (2002). Fish ageing by otolith shape analysis. *Final report to the European Commission*, EC contract no. FAIR CT97 3402(1-204).
- [3] Bani, A., Poursaeid, S., & Tuset, V. M. (2013). Comparative morphology of the sagittal otolith in three species of south Caspian gobies. *Journal of Fish Biology*, 82(4), 1321-1332.
- [4] Blacker, R. (1974). Recent advances in otolith studies. *Sea fisheries research*, 67-90.
- [5] Campana, S. E. (2004). *Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic*



- Ocean, Canadian, NRC Research Press.
- [6] Campana, S. E., & Casselman, J. M. (1993). Stock discrimination using otolith shape analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50(5), 1062-1083.
- [7] Campana, S. E., Valentin, A. E., MacLellan, S. E., & Groot, J. B. (2015). Image-enhanced burnt otoliths, bomb radiocarbon and the growth dynamics of redfish (*Sebastes mentella* and *S. fasciatus*) off the eastern coast of Canada. *Marine and Freshwater Research*, -.
- [8] Clayton, D. A. (1993). Mudskippers. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 31(507-577).
- [9] Copp, G. H., & Kovac, V. (2003). Biometric relationships between body size and bone lengths in fish prey of the Eurasian otter *Lutra lutra*: chub *Leuciscus cephalus* and perch *Perca fluviatilis*. *FOLIA ZOOLOGICA-PRAHA*-, 52(1), 109-112.
- [10] Dang, N. T., & Nguyen, H. Y. (2009). *Conservation of marine biodiversity in Vietnam*, Ha Noi, Natural science and Technology Publishing House.
- [11] Dinh, Q. M. (2018). Aspects of reproductive biology of the red goby *Trypauchen vagina* (Gobiidae) from the Mekong Delta. *Journal of Applied Ichthyology*, 34(1), 103-110.
- [12] Dinh, Q. M., Lam, T. T. H., Nguyen, Y. T. N., & Minh, T. (2022a). Diet composition and feeding strategy of *Butis koilomatodon* inhabiting the estuarine regions in the Mekong Delta, Vietnam. *Pakistan J. Zool.*, 1-11.
- [13] Dinh, Q. M., Nguyen, T. H. D., Lam, T. T. H., Nguyen, T. T. K., Van Tran, G., & Jaafar, Z. (2021a). Foraging ecology of the amphibious mudskipper *Periophthalmus chrysospilos* (Gobiiformes: Gobiidae). *PeerJ*, 9(e12582).
- [14] Dinh, Q. M., Nguyen, T. H. D., Truong, N. T., Tran, L. T., & Nguyen, T. T. K. (2022b). Morphometrics, growth pattern and condition factor of *Periophthalmus chrysospilos* Bleeker, 1853 (Gobiiformes: Oxudercidae) living in the Mekong Delta. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 48(2), 157-161.
- [15] Dinh, Q. M., Nguyen, T. M., & Tran, L. T. (2021b). The use of otolith morphometry as an indicator for the size increase of *Periophthalmodon septemradiatus* (Teleostei: Gobiiformes) living along the Bassac River, Vietnam. *Iranian Journal of Ichthyology*, 8(2), 83-94.
- [16] Dinh, Q. M., Qin, J. G., & Tran, D. D. (2015). Population and age structure of the goby *Parapocryptes serperaster* (Richardson, 1864; Gobiidae: Oxudercinae) in the Mekong Delta. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15(2), 345-357.
- [17] Dinh, Q. M., Tran, L. T., Ngo, N. C., Pham, T. B., & Nguyen, T. T. K. (2020). Reproductive biology of the unique mudskipper *Periophthalmodon septemradiatus* living from estuary to upstream of the Hau River. *Acta Zoologica*, 101(2), 206-217.
- [18] Echeverria, W. (1987). Relationship of



- otolith length to total length in rockfishes from northern and central California. *Fishery Bulletin*, 85(2), 383-387.
- [19] Francis, R. C., & Campana, S. E. (2004). Inferring age from otolith measurements: a review and a new approach. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61(7), 1269-1284.
- [20] Hamer, P. A., & Jenkins, G. P. (2007). Comparison of spatial variation in otolith chemistry of two fish species and relationships with water chemistry and otolith growth. *Journal of Fish Biology*, 71(4), 1035-1055.
- [21] Ilkyaz, A. T., Metin, G., & Kinacigil, H. T. (2011). The use of otolith length and weight measurements in age estimations of three Gobiidae species (*Deltentosteus quadrimaculatus*, *Gobius niger*, and *Lesueurigobius friesii*). *Turkish Journal of Zoology*, 35(6), 819-827.
- [22] Jaafar, Z., & Murdy, E. O. (2017). *Fishes out of water: biology and ecology of mudskippers*, United States, CRC Press.
- [23] Jawad, L., Ambuali, A., Al-Mamry, J., & Al-Busaidi, H. (2011). Relationships between fish length and otolith length, width and weight of the Indian mackerel *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1817) collected from the Sea of Oman. *Croatian Journal of Fisheries*, 69(2), 51-61.
- [24] Kondaş, S., & Bostancı, D. (2015). Morphological and biometrical characteristics on otolith of *Barbus tauricus* Kessler, 1877 on light and scanning electron microscope. *International Journal of Morphology*, 33(4), 1380-1385.
- [25] Lam, T. T. H., Nguyen, T. H. D., Dinh, Q. M., & Nguyen, D. K. (2021). Otolith biometrics and their relationships with fish sizes of *Butis koilomatodon* living in Mekong Delta, Vietnam. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 25(3), 803-814.
- [26] Matic-Skoko, S., Ferri, J., Skeljo, F., Bartulovic, V., Glavic, K., & Glamuzina, B. (2011). Age, growth and validation of otolith morphometrics as predictors of age in the forkbeard, *Phycis phycis* (Gadidae). *Fisheries Research*, 112(1-2), 52-58.
- [27] Megalofonou, P. (2006). Comparison of otolith growth and morphology with somatic growth and age in young-of-the-year bluefin tuna. *Journal of Fish Biology*, 68(6), 1867-1878.
- [28] Mehanna, S. F., Jawad, L. A., Ahmed, Y. A., Abu El-Regal, M. A., & Dawood, D. (2016). Relationships between fish size and otolith measurements for *Chlorurus sordidus* (Forsskal, 1775) and *Hipposcarus harid* (Forsskal, 1775) from the Red Sea coast of Egypt. *Journal of Applied Ichthyology*, 32(2), 356-358.
- [29] Monks, N. (2006). *Brackish water fishes: an aquarist's guide to identification, care & husbandry: a complete guide to the most common and easy-to-obtain species for home aquariums*, New Jersey, TFH Publications.
- [30] Nguyen, N. T. (2000). *Fauna of Vietnam - Gobioidae*, Ha Noi, Sciences and Technics Publishing House.



- [31] Nguyen, T. H. D., & Dinh, Q. M. (2020). Otolith dimensions and their relationship with the size of *Glossogobius sparsipapillus* fish along the coastline of Mekong Delta, Vietnam. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 24(2), 525-533.
- [32] Oliveira, R. R. d. S., Andrade, M. C., Machado, F. S., Cunha, É. J. S., Freitas, F. S. d., Klautau, A. G. C. d. M., Giarrizzo, T., & Saint-Paul, U. (2019). Biometric relationships between body size and otolith size in 15 demersal marine fish species from the northern Brazilian coast. *Acta Amazonica*, 49(299-306).
- [32] Paladin, A., Ugrin, N., Matić-Skoko, S., Dragičević, B., & Dulčić, J. (2023). Age, Growth, and Validation of Otolith Morphometrics as Predictors of Age in the Blackspot Seabream, *Pagellus bogaraveo*, (Brunnich, 1768) from the Eastern Adriatic Sea. *Fishes*, 8(6), 301.
- [34] Pauly, D. (2019). Female fish grow bigger—let's deal with it. *Trends in Ecology & Evolution*, 34(3), 181-182.
- [35] Polgar, G., & Crosa, G. (2009). Multivariate characterisation of the habitats of seven species of Malayan mudskippers (Gobiidae: Oxudercinae). *Marine Biology*, 156(7), 1475-1486.
- [36] Proctor, C., Robertson, S., Jatmiko, I., & Clear, N. (2021). An introductory manual to fish ageing using otoliths. 41.
- [37] Schäfer, F. (2005). *Brackish water fishes: all about species, care and breeding*, Rogdau: Aqualog Special.
- [38] Taştan, Y., & Sönmez, A. Y. (2021). A Review on the Relationship between the Fish Length and Otolith Biometry. *Journal of Biometry Studies*, 1(1), 26-34.
- [39] Tran, D. D., Shibukawa, K., Nguyen, T. P., Ha, P. H., Tran, X. L., Mai, V. H., & Utsugi, K. (2013). *Fishes of Mekong Delta, Vietnam*, Can Tho, Can Tho University Publisher.
- [40] Tuset, V. M., Lombarte, A., & Assis, C. A. (2008). Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72(S1), 7-198.