

NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM SINH HỌC DINH DƯỠNG VÀ SINH SẢN CÁ NÂU (*Scatophagus argus*)

Nguyễn Thanh Phương¹, Võ Thành Tiêm², Trần Thị Thanh Hiền¹,
Phạm Trần Nguyên Thảo¹ và Lý Văn Khánh¹

ABSTRACT

Study on the feeding and reproductive biology of spotted cat (Scatophagus argus) was conducted for one-year round from December 2002 to December 2003. Fish samples were collected monthly in brackish-water bodies of Ngoc Hien district, Ca Mau province. Collected fishes were measured for weight and length and described for feeding organs (mouth and gill). Stomach and intestine were reserved in formaline 10%, while gonad was in Bouin solution for later analysis in laboratory. Some mature females and males were also collected for induced spawning in order to observe embryo development. The feeding biology and fecundity of fish were studied using method described by Biswas (1993) and Banegal (1967), respectively.

The spotted cat had the LGR (length gut ratio) of 2,88 (varying 2,59-2,93), which is considered as an omnivorous fish. The stomach and intestine of fish contained 97,8% detritus and 2,25% algae. The maturation seasons of wild fish was found from April-May and July-August. The highest GSR (Gonadosomatic ratio) was 16,4% by month and 27,2% by individual. The minimum size of mature fish was found 40,5g. The spotted cat had high absolute fecundity of 519,547±237,776 eggs/fish (varying from 215.000–1.073.733 eggs/fish) and relative fecundity was 1.915.579±880.509 eggs/kg of female (varying from 891,505–3,365,934 eggs/kg of female) for the average fish weight of 294±119g/fish. Of the mature fish population, the female was found bigger than the male. In addition, the development stages of gonad and embryo were also pictured and described detail in this paper.

Keywords: Scatophagus argus, feeding.

Title: Study on feeding and reproductive biology of spotted cat (Scatophagus argus).

TÓM TẮT

Nghiên cứu sinh học dinh dưỡng và sinh học sinh sản cá Nâu (Scatophagus argus) đã được thực hiện trong 1 năm từ tháng 12/2002 đến 12/2003. Mẫu cá được thu hàng tháng ở các đầm nước lợ thuộc huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau. Cá thu được cân khối lượng, đo chiều dài và quan sát cơ quan dinh dưỡng (miệng và mang). Dạ dày và ruột cá được thu và giữ trong formol 10% còn buồng trứng được ngâm trong dung dịch Bouin để phân tích trong phòng thí nghiệm. Một số cá đực và cái thành thục cũng được thu để kích thích sinh sản nhằm theo dõi sự phát triển phôi. Sinh học dinh dưỡng của cá được nghiên cứu dựa vào phương pháp của Biswas (1993) và sinh học sinh sản dựa theo phương pháp của Banegal (1967).

Cá Nâu có chiều dài ruột trung bình là 2,88 (trong khoảng từ 2,59-2,93) nên thuộc nhóm cá ăn tạp. Khi phân tích dạ dày và ruột cá thấy chứa 97,8% mảnh vụn hữu cơ và 2,25% tảo. Mùa vụ sinh sản của cá tự nhiên vào tháng 4-5 và tháng 7-8. Hệ số thành thục trung bình cao nhất theo tháng là 16,4% và theo cá thể là 27,2%. Cỡ cá trưởng thành nhỏ nhất là 40,5g. Cá Nâu có sức sinh sản tuyệt đối là 519.547±237,776 trứng/cá thể (dao động từ 215.000-1.073.733 trứng/cá thể) đối với cá có trọng lượng trung bình 294±119g/cá thể. Trong quần đàn cá thành thục thì cá cái có kích thước lớn hơn cá đực. Ngoài ra, các giai đoạn phát triển phôi và tuyến sinh dục của cá cũng được mô tả chi tiết trong bài viết.

Từ khóa: cá Nâu, sức sinh sản, tính ăn.

¹Khoa Thủy sản, Đại học Cần Thơ

²Chi cục Bảo vệ Nguồn lợi Thủy sản tỉnh Cà Mau

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Đa dạng đối tượng thủy sản nuôi là một xu hướng của nhiều quốc gia trên thế giới. Ưu điểm của xu hướng này là làm giảm áp lực khai thác nguồn lợi tự nhiên và giảm áp lực độc canh một vài loài nhằm tránh những rủi ro do dịch bệnh, ô nhiễm môi trường và quá tải thị trường. Trong nghề nuôi thủy sản ven biển thì một số loài giáp xác (tôm Sú, tôm Thẻ chân trắng, cua,...) và cá biển (cá Mú, cá Bớp, cá Chẽm,..) hiện là đối tượng nuôi chính. Tuy nhiên, kỹ thuật nuôi các loài cá biển hiện còn hạn chế nên đã tạo một áp lực thực sự lên phát triển nuôi tôm Sú ở các vùng ven biển. Năm 2003 sản lượng tôm Sú nuôi đạt khoảng 200.000 tấn so với khoảng 3.500 tấn cá biển (Bộ Thủy sản, 2004). Chính vì điều này mà việc nghiên cứu gia hóa để đưa thêm nhiều đối tượng nuôi mới, nhất là đối tượng bản địa để có thể luân canh, thay thế hay đa dạng mô hình nuôi nhằm cân bằng sự phát triển ở vùng ven biển là rất cần thiết. Bên cạnh các loài bản địa như cá Chẽm và cá Mú đang được cố gắng hoàn thiện dần quy trình sản xuất giống và nuôi thương phẩm, thì loài cá Nâu (*Scatophagus argus*) tuy chưa được hiểu biết nhiều nhưng loài cá này được đánh giá là một trong những loài có triển vọng phát triển nuôi ở một số vùng ven biển.

Cá Nâu (*Scatophagus argus*) có kích thước tương đối lớn, thịt cá béo, có mùi vị thơm ngon, có giá trị thương phẩm cao. Theo Barry (1992) thì cá Nâu có 2 giống là *Scatophagus* và *Selenotoca*. Ở Việt Nam thì theo các tác giả như Yên (1992), Khoa và Hương (1993) thì chỉ có một giống và một loài cá Nâu duy nhất là (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766). Các nghiên cứu về đối tượng này hiện còn rất hạn chế, phần lớn tập trung vào phân loại, mô tả, một số thông tin ngắn về thành phần giống loài và sự phân bố, còn những dẫn liệu về đặc điểm sinh học của loài cá này chưa được nghiên cứu nhiều. Nghiên cứu các đặc điểm sinh học dinh dưỡng và sinh sản loài cá Nâu (*Scatophagus argus*) để làm cơ sở cho các nghiên cứu về sản xuất giống và nuôi là một yêu cầu cấp thiết.



Hình 1: Hình dạng bên ngoài cá Nâu (*Scatophagus argus*)

2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1 Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Nghiên cứu được tiến hành trong thời gian một năm (từ 12/2002-12/2003). Các mẫu cá được thu từ các đầm nước lợ thuộc Huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau.

2.2 Thu mẫu và cố định mẫu

Mẫu thu để nghiên cứu về sinh học của cá Nâu được thực hiện định kỳ mỗi tháng 1 lần tại các địa điểm chọn lựa. Mẫu cá được đánh bắt ngẫu nhiên bằng lưới hoặc mò bắt bằng tay

trong đầm ao nuôi tôm/cá của ngư dân với số lượng 30 con/lần thu mẫu để phân tích các chỉ tiêu về sinh học dinh dưỡng và sinh sản.

Cá sau khi đánh bắt được mổ bụng lấy nội quan và cố định bằng dung dịch Bouin trung tính (đối với tuyến sinh dục) và formol 10% (đối với ống tiêu hóa) để đưa về phòng thí nghiệm phân tích.

2.3 Các chỉ tiêu nghiên cứu

2.3.1 Xác định tính ăn của loài

Tính ăn của loài được xác định dựa vào phương pháp tần số xuất hiện của Biswas (1993) kết hợp với việc quan sát hình thái giải phẫu ống tiêu hóa cá. Phổ thức ăn được xác định qua tần số xuất hiện một loại thức ăn, ghi nhận số lần bắt gặp loại thức ăn đó có trong đoạn đầu ống tiêu hóa (dạ dày) và tần số xuất hiện được diễn tả bằng phần trăm (%) số lần xuất hiện trên tổng số mẫu quan sát. Thành phần thức ăn tự nhiên trong hệ thống tiêu hóa cá xác định theo phương pháp đếm điểm và thể hiện bằng tỉ lệ phần trăm (%) các loại thức ăn có trong hệ thống tiêu hóa của cá.

2.3.2 Xác định các chỉ tiêu sinh học sinh sản

Kích cỡ cá thành thực được xác định qua số đo chiều dài tổng (TL – total length) và khối lượng (BW - body weight) của cá có tuyến sinh dục ở giai đoạn 3 (giai đoạn thành thực) (Nikolsky, 1963). Giai đoạn phát triển của tuyến sinh dục được xác định dựa vào quan sát đặc điểm của tuyến sinh dục bằng mắt thường kết hợp với tiêu bản mô học dựa vào 6 giai đoạn phát triển tuyến sinh dục theo bậc thang thành thực sinh dục của Nikolsky (1963). Sự phát triển của tuyến sinh dục cũng là cơ sở để dự đoán mùa vụ sinh sản theo sự phát triển của buồng trứng.

Tiêu bản mô học buồng trứng được thực hiện dựa theo phương pháp của Hinton (1990). Tuyến sinh dục sau khi được cố định bằng dung dịch Bouin sẽ được tẩy sạch, đóng khối, cắt, nhuộm tiêu bản và đưa lên kính hiển vi quan sát. Mẫu tiêu bản được nhuộm theo phương pháp nhuộm màu Hematoxylin- Eosin.

Xác định hệ số thành thực (Gonadosomatic Ratio - GSR) được xác định cho từng lần thu mẫu và tính theo công thức $GSR = 100 \times (\text{khối lượng tuyến sinh dục}) / (\text{tổng khối lượng cá})$.

Sinh sản tuyệt đối (Absolute fecundity - F) được xác định theo phương pháp của Banegal (1967) là $F = nG/g$ (G: là khối lượng buồng trứng; g: khối lượng 1 mẫu trứng được lấy ra để đếm và n: số lượng trứng có trong 1 mẫu trên, mẫu trứng được lấy để đếm ở 3 vị trí đầu, giữa và cuối của buồng trứng). Sức sinh sản tương đối = sức sinh sản tuyệt đối/khối lượng thân cá.

Quá trình phát triển phôi của cá được tiến hành bằng cách đánh bắt cá cái và đực trong tự nhiên có tuyến sinh dục ở giai đoạn 3 và dùng hormone kích thích cá rụng trứng và vuốt trứng sau đó cho thụ tinh. Lấy trứng đã thụ tinh ấp để quan sát quá trình phát triển phôi bằng kính hiển vi. Tất cả các giai đoạn phát triển phôi và quá trình phân chia tế bào đều được ghi nhận đầy đủ về thời gian và hình ảnh cho đến khi trứng nở thành cá con.

2.4 Thu và xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm SPSS để tính toán giá trị trung bình, độ lệch chuẩn và phân phối mẫu thu.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Đặc điểm dinh dưỡng của cá Nâu

Kết quả khảo sát về đặc điểm hình thái cơ quan dinh dưỡng của cá Nâu cho thấy cá có miệng nhỏ, rạch miệng nằm ngang và ngắn, môi co duỗi được, răng nhỏ và mịn, mang cá có bốn đôi cung mang và mỗi cung có hai hàng lược mang, màng mang hẹp và liền với eo mang, thực quản cá nhỏ và ngắn, dạ dày nhỏ, vách mỏng và mặt trong có nếp gấp, ruột nhỏ, vách mỏng và cuộn tròn.

Kết quả khảo sát về chiều dài ruột và chiều dài thân cá Nâu được thể hiện qua Bảng 1. Chỉ số RLG (Relative length of the gut)=2,88 cho thấy rằng cá Nâu thuộc loài cá có tính ăn tạp và điều này phù hợp với nhận định của Nikolsky (1963) là những loài cá có tính ăn tạp có tỉ lệ $Li/Lc=1-3$ (Li là chiều dài ruột và Lc là chiều dài toàn thân).

Bảng 1: Tương chiều dài ruột và chiều dài thân của cá Nâu

Các chỉ tiêu đo	Trung bình (min-max)
Chiều dài tổng Lc (cm)	13,5 (5,10-24,4)
Chiều dài ruột Li (cm)	38,8 (13,2-71,6)
Tỉ lệ chiều dài ruột/chiều dài tổng (RLG)	2,88 (2,59-2,93)

Kết quả phân tích thành phần thức ăn trong dạ dày và ruột cá nâu cho thấy thức ăn là mùn bã hữu cơ chiếm đến 97,8% và kể đến là các loài tảo chiếm 2,25%. Trong đó một số loài tảo chiếm ưu thế là *Coscinodiscus*, *Nitzshia*, *Lyngbia*, *Closteria* và *Navicula*. Khi phân tích phát hiện thì ở đoạn đầu ống tiêu hóa các tế bào tảo chứa đầy nguyên sinh chất, nhưng khi phân tích ở ruột sau thì hầu hết chỉ còn vỏ tảo. Đối với các loài tảo sợi thì trật tự sắp xếp của các tế bào bị biến đổi và lực liên kết giữa chúng hầu như rất lỏng lẻo và điều này cho thấy các thực vật cũng được cá tiêu hóa tốt. Theo kết quả nghiên cứu của Trịnh và *ctv.* (1996) thì cá Nâu ăn tạp thiên về thực vật, trong đó tảo lục *Enteromorpha* và *Chaetomorpha* có tần số xuất hiện và khối lượng lớn trong ống tiêu hóa. Thức ăn tự nhiên của cá phụ thuộc rất nhiều yếu tố, trong đó những yếu tố có tính quyết định như cấu trúc ống tiêu hóa, thức ăn trong môi trường và các giai đoạn phát triển khác nhau. Trên cơ sở hình thái giải phẫu ống tiêu hóa và kết quả nghiên cứu này và các nghiên cứu trước đây có thể khẳng định rằng khi trưởng thành cá Nâu là loài cá ăn tạp thiên về thực vật.

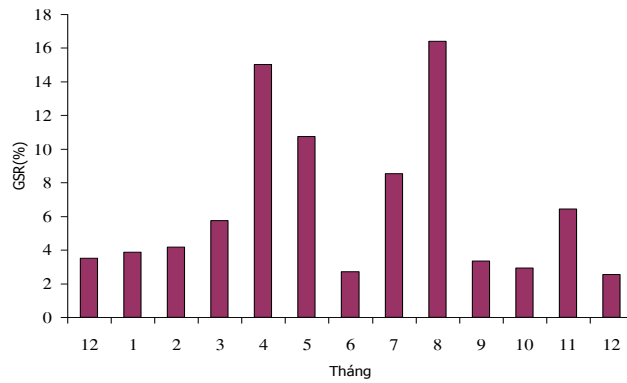
3.2 Đặc điểm sinh sản của cá Nâu

3.2.1 Xác định giới tính

Cá Nâu thuộc nhóm cá khó xác định giới tính bằng các đặc điểm hình thái bên ngoài. Tuy nhiên, kết quả giải phẫu nhiều mẫu để quan sát tuyến sinh dục cho thấy có một vài đặc điểm có thể dùng để xác định được giới tính cá như (i) cá cái có tuyến sinh dục phát triển, thường bụng to hơn bụng cá đực; (ii) nhìn ngang thân cá đực thường ốm và thon dài hơn cá cái; và (iii) xương trán cá đực phát triển và nhô cao hơn con cái và đặc điểm này phù hợp với nghiên cứu của Barry và Fast (1992).

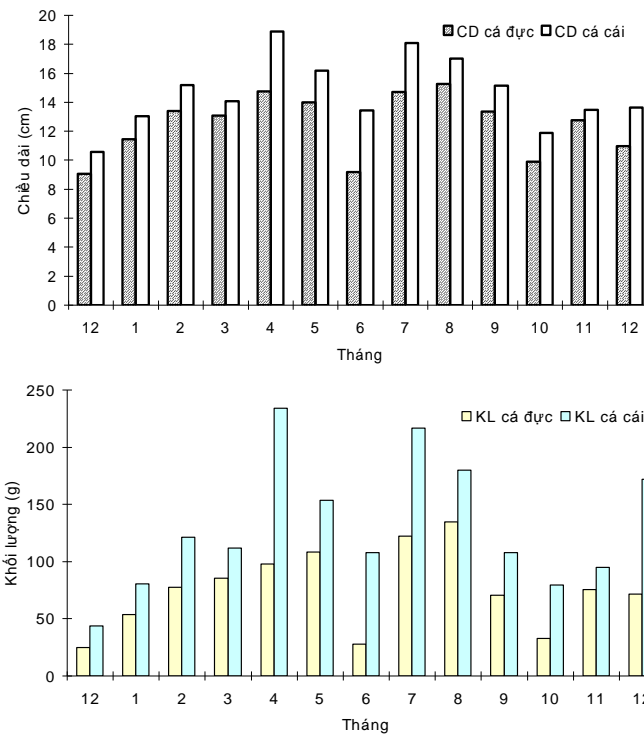
3.2.2 Hệ số thành thực (GSR-gonadosomatic ratio) và tỉ lệ giới tính

Kết quả khảo sát về hệ số thành thực của cá Nâu qua các tháng được trình bày ở hình 2. Cá có hai thời điểm mà hệ số thành thực cao là các tháng 4, 5 và 7, 8. Hệ số thành thực trung bình quần thể theo tháng cao nhất là 16,4% và hệ số thành thực cá thể lớn nhất 27,2%. Như vậy, kết quả nghiên cứu cho phép xác định mùa vụ sinh sản chính của cá Nâu vào khoảng tháng 4, 5 và 7, 8 hàng năm. Điều này cũng phù hợp với kết quả điều tra ngư dân vùng ven biển Cà Mau là cá Nâu giống thường xuất hiện vào khoảng tháng 5-7 và 9-12 âm lịch hàng năm.

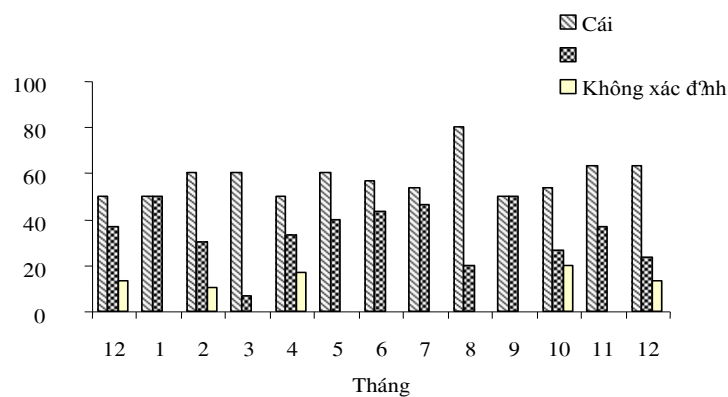


Hình 2: Hệ số thành thực trung bình của cá Nâu cái qua các tháng

Kết quả khảo sát cũng cho thấy trong quần đàn cá Nâu thành thực thì kích cỡ cá cái thường lớn hơn cá đực (Hình 3). Cá cái nhỏ nhất thành thực có chiều dài là 10,3cm và khối lượng là 40,5g. Trong quần đàn cá Nâu thì tỉ lệ cá cái luôn cao hơn cá đực (Hình 4).



Hình 3: Chiều dài (trên) và khối lượng (dưới) cá Nâu thành thực thu qua các tháng



Hình 4: Tỉ lệ đực và cái cá Nâu qua các tháng thu mẫu

3.2.3 Sức sinh sản

Kết quả phân tích 10 mẫu cá Nâu cái thành thực cho thấy sức sinh sản tuyệt đối và tương đối phụ thuộc vào hệ số thành thực và kích thước của cá. Cá có hệ số thành thực càng cao thì sức sinh sản tuyệt đối càng lớn, đồng thời ở những cá có kích thước càng lớn thì sức sinh sản tương đối càng cao. Sức sinh sản tuyệt đối của cá Nâu rất cao trung bình là 519.547 ± 237.776 trứng/cá cái (dao động từ 215.000–1.073.733 trứng/cá cái) và sức sinh sản tương đối $1.915.579 \pm 880.509$ trứng/kg cá cái (dao động từ 891.505–3.365.934 trứng/kg cá cái) cho cá có khối lượng trung bình 294 ± 119 g/con. Sức sinh sản cá Nâu cao hơn một số loài cá biển như cá đốm (*Valamugil cunnesius*) 80.000-140.000 trứng/cá cái, cá đối đất (*Liza subviridis*) 7.500-27.000 trứng/cá cái (Mohsin and Ambak, 1996) và cá chêm (*Lates calcarifer* Bloch) 8.658-42.487 trứng/cá cái (P.Kungvankij và ctv, 1986).

3.2.4 Các giai đoạn phát triển của tuyến sinh dục

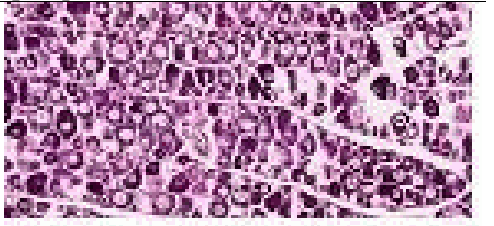
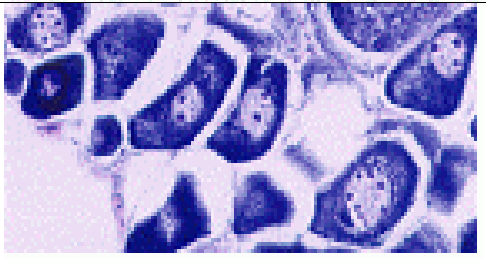




Các kết quả giải phẫu tuyến sinh dục và quan sát mô học phôi của cá Nâu trong thời gian nghiên cứu được mô tả và trình bày qua bảng 2. Cấu tạo mô học các giai đoạn phát triển của tế bào trứng được mô tả như sau:

- *Giai đoạn 1:* Tế bào sinh dục là các nguyên bào và các noãn bào. Noãn bào có nhiều góc cạnh, kích thước rất nhỏ tế bào chất ưa kiềm nên bắt màu tím của Hematoxylin mạnh, nhân ưa kiềm yếu nên bắt màu nhạt, số tiểu hạch ít.
- *Giai đoạn 2:* Noãn bào có kích thước khá lớn, có thể phân biệt được chúng bằng mắt thường. Màng của noãn bào màng, tổ chức liên kết nhiều, tế bào chất của noãn bào ưa kiềm yếu nên bắt đầu tím nhạt hơn giai đoạn. Tế bào chất không xuất hiện noãn hoàng. Nhân tròn rõ, ưa kiềm và bắt màu nhạt có 6–8 tiểu hạch, các tiểu hạch di chuyển dần ra phía ngoài màng nhân.
- *Giai đoạn 3:* Tế bào trứng chuyển sang giai đoạn sinh trưởng chất dinh dưỡng, noãn bào bắt đầu giai đoạn tích lũy, xuất hiện nhiều không bào (không bắt màu), nhân lớn bắt màu tím nhạt. Kích thước noãn hoàng căng tròn. Tế bào chất vẫn còn ưa kiềm nhưng rất yếu, noãn hoàng xuất hiện nhiều bắt màu hồng của eosin rất rõ, các hạt noãn hoàng to nằm phía ngoài các hạt nhỏ nằm sát nhân.
- *Giai đoạn 4:* Kích thước của noãn bào gia tăng rõ. Kết thúc thời kỳ lớn nguyên sinh noãn hoàng, số tiểu hạch trong nhân giảm và từ từ tan biến bào dịch nhân, kích thước noãn bào lúc này đạt cực đại.
- *Giai đoạn 5:* Noãn hoàng kết thành khối, các tiểu hạch hoàn toàn biến mất.
- *Giai đoạn 6:* Màng tế bào teo, nguyên sinh chất và không bào tan biến, vật chất sinh sản thoái hóa kết thúc giai đoạn phát triển tế bào trứng.

3.2.5 Sự phát triển phôi của cá Nâu

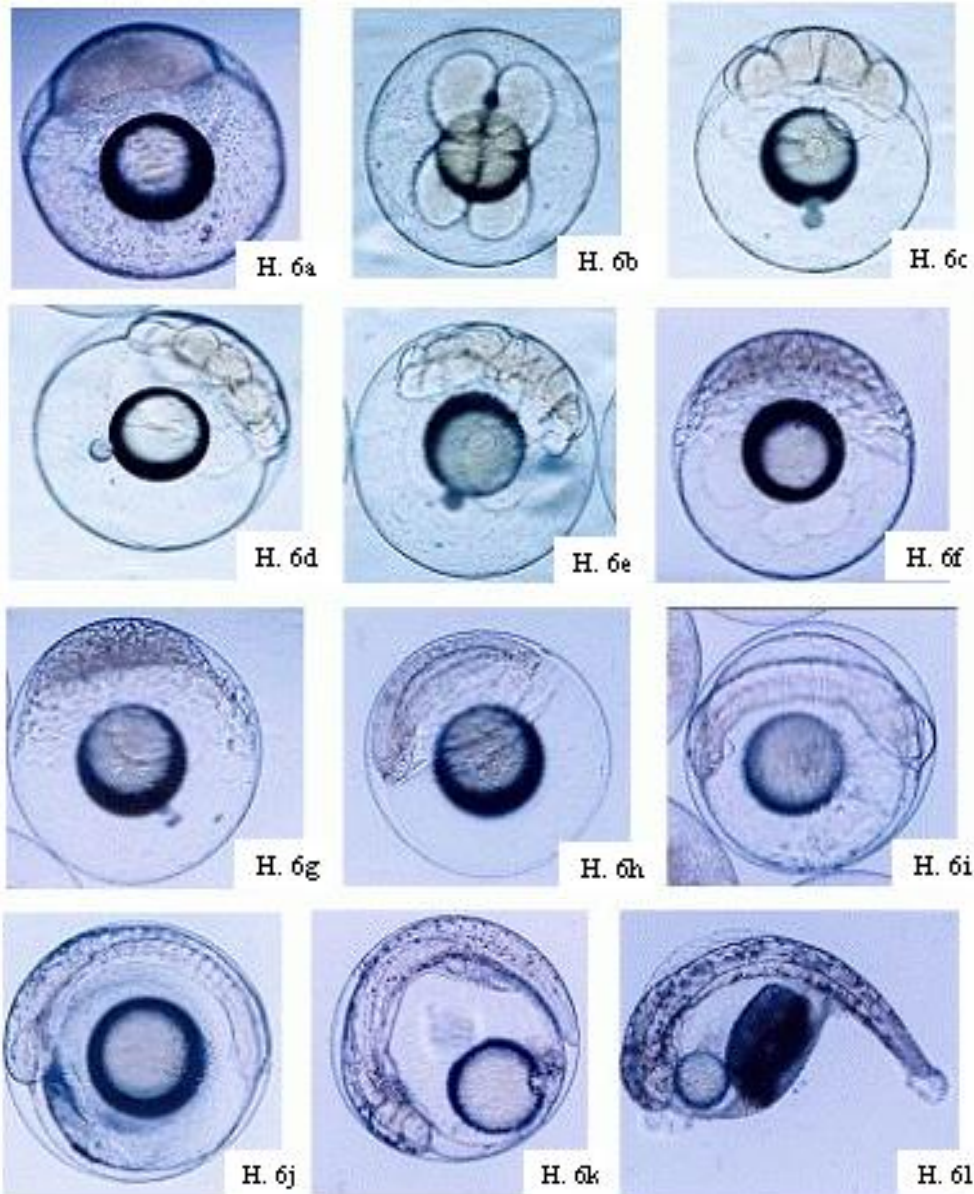
Quá trình phát triển phôi cá Nâu kéo dài trong thời gian 26 giờ 50 phút. Thời gian phát triển qua từng giai đoạn được trình bày trong bảng 3 và hình các giai đoạn trình bày qua Hình 6. So với một số loài cá biển khác thì thời gian phát triển phôi của cá Nâu dài hơn. Ví dụ cá Chêm (*Lates calcarifer* Bloch) là 17-18 giờ (Kungvankij và ctv, 1986), cá Mú mè (*Epinephelus malabaricus*) là 17-19 giờ (Ruangpanis, 1993) và cá Mú chuột (*Cromileptes altivelis*) là 20 giờ (Sugama và ctv., 2001).

Bảng 2: Các giai đoạn phát triển của tuyến sinh dục và tế bào trứng cá Nâu

Các giai đoạn phát triển tuyến sinh dục cá cái (giai đoạn từ I-VI)	Các giai đoạn phát triển của tế bào trứng qua quan sát mô học (giai đoạn từ 1-6)
<p>Giai đoạn I: tuyến sinh dục dài khoảng 1/3 chiều dài xoang bụng. Noãn sào như một dãy băng màu hồng nhạt, khó nhận thấy bằng mắt thường.</p>	
<p>Giai đoạn II: tuyến sinh dục chiếm khoảng 1/2 thể tích xoang bụng. Noãn sào có màu hồng nhạt, hơi đục, có thể nhìn thấy các hạt trứng bằng kính lúp.</p>	
<p>Giai đoạn III: Tuyến sinh dục chiếm khoảng 2/3 xoang bụng. Trứng to và dễ nhìn thấy bằng mắt thường. Noãn sào có màu hồng nhạt đến vàng.</p>	
<p>Giai đoạn IV: tuyến sinh dục chiếm hầu hết thể tích xoang bụng. Noãn sào căng phồng với trứng to và trong mờ.</p>	
<p>Giai đoạn V: giai đoạn đẻ trứng, các sản phẩm sinh dục chảy ra khi ấn nhẹ vào bụng cá.</p>	
<p>Giai đoạn VI: tuyến sinh dục có nhiều khoảng trống rỗng và bắt đầu co lại. Noãn sào còn sót lại vài trứng chín có màu nâu sậm hay trong mờ</p>	

Bảng 3: Các giai đoạn phát triển phôi cá Nâu

Thời gian sau thụ tinh (giờ:phút)	Các giai đoạn phát triển phôi (Hình 6)
00:00	Trứng sau khi thụ tinh
00:25	Giai đoạn phân cắt 2 tế bào (H.6a)
01:10	Giai đoạn phân cắt 4 tế bào (H.6b)
01:30	Giai đoạn phân cắt 8 tế bào (H.6c)
02:10	Giai đoạn phân cắt 16 tế bào (H.6d)
02:45	Giai đoạn phân cắt 32 tế bào (H.6e)
03:16	Giai đoạn phân cắt 64 tế bào (H.6f)
04:22	Phôi dâu (H.6g)
08:15	Phôi thần kinh (H.6h)
13:12	Hình thành đốt cơ, phôi cử động (H.6i)
21:20	Giai đoạn 16 đốt sống (H.6j)
23:25	Cơ thể hoàn chỉnh, xuất hiện mạch máu, tim phôi hoạt động (H.6k).
26:50	Cá bắt đầu nở (H.6l)



Hình 6: Quá trình phát triển phôi cá Nâu

4 KẾT LUẬN

Cá Nâu là loài cá ăn tạp và thiên về thực vật và thành thực tự nhiên trong cá ao đầm nước lợ. Kích cỡ cá cái thành thực nhỏ nhất là 40,5g và hệ số thành thực sinh dục (GSR) trung bình của ở cá Nâu cái theo tháng là 16,4% và của cá thể lớn nhất 27,2%. Sức sinh sản tuyệt đối cao nhất là 1.073.733 trứng/cá cái và sức sinh sản tương đối cao nhất 3.365.934 trứng/kg. Cá Nâu có thời gian phát triển phôi kéo dài đến 26 giờ 50 phút.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Banegal T.B. A short review of fish fecundity in the biological basis of freshwater fish production. Ed. S.D. Gerking. Blackwell scientific, Oxford, 98-111pp. 1967.
- Barry T.P. and AW. Fast Abstract: Biology of the spotted scat (*Scatophagus argus*) in the Philippines. Asian fisheries science. 1992.
- Biswas S.P. Manual of method in fish biology. International Book Co, Absecon Highlans, N. J. 157pp. 1993.
- Bộ Thủy sản. Kết quả nuôi trồng thủy sản năm 2003, kế hoạch và giải pháp thực hiện năm 2004. 2004.
- Hinton, DE. Methods for Fish Biology. American Fisheries Fisheries Society. pp: 191-213. 1990.
- Ketut Sugama, Tridjoko, Bejo Slamet, Suko Ismi, Erisetiadi and Sogo Kawahara. Manual for seed production of Humpback Grouper, *Cromileptes altivelis*. Viện nghiên cứu nuôi trồng biển Gondol (GRIM) – Indonesian và cơ quan Hợp tác Quốc tế Nhật Bản (JICA) xuất bản năm 2001 (Lê Đình Bửu dịch). 2001.
- Khoa, T.T. và T.T.T Hương. Định loại cá nước ngọt vùng Đồng Bằng Sông Cửu Long. Khoa Thủy Sản- Đại học Cần Thơ. 1993.
- Mohsin, A.K.M. and M.A.Ambak. Marine fishes and fisheries of Malaysia and neighbouring countries, University Pertanian Malaysia Press 744pp. 1996
- Nikolsky, G. V. Sinh thái học. Nhà xuất bản Đại học - THCN (Nguyễn văn Thái, Trần Đình Trọng và Mai Đình Yên dịch). 1963.
- Niwes Ruangpanis. Technical Manual for seed production of Grouper, *Epinephelus malabaricus*. Viện nghiên cứu NTTS ven biển Thái Lan và cơ quan hợp tác quốc tế Nhật Bản (JICA) xuất bản năm 1993 (Lê Đình Bửu dịch). 1993.
- Kungvankij, P., BJ. Pudadera, LB. Tiro, và IO. Potestas. (1986). Biology and Culture of Seabass (*Lates calcarifer* Block). NACA Training Manual No. 3, 1986. (Nguyễn Thanh Phương dịch).
- Trịnh, NT, BĐ. Chung, NT. Cảnh, NC. Rương, NT. Tường, HT. Hải, MĐ. Yên, VT. Tạng, TT. Bái, T. Kiên, PN. Đăng, PN. Hồng, ĐV. Khương, NX. Lý, NQ. Phách, P. Thục, NV. Tiến, CT. Vĩnh, NH. Yết, H. Ký và L. Cường. Nguồn lợi thủy sản Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp. 1996.
- Yên, M. Đ. Định loại cá nước ngọt ở Nam Bộ. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 1992.