

**ẢNH HƯỞNG CỦA MẬT ĐỘ ƯƠNG LÊN SINH TRƯỞNG VÀ TỶ LỆ SỐNG CỦA CÁ SONG ĐỆT (*Epinephelus bleekeri*) GIAI ĐOẠN TỪ CÁ BỘT LÊN CÁ HƯƠNG**  
**EFFECT OF STOCKING DENSITY ON GROWTH PERFORMANCE AND SURVIVAL RATE OF DUSKYTAIL GROUPER (*Epinephelus bleekeri*) FROM FRY TO FINGERLING**

Nguyễn Anh Hiếu<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Dũng<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bộ Khoa học và Công nghệ

<sup>2</sup> Viện Nghiên cứu Nuôi trồng thủy sản III

Tác giả liên hệ: Nguyễn Văn Dũng (Email: ngvandungria3@gmail.com)

Ngày nhận bài: 18/01/2022; Ngày phản biện thông qua: 16/03/2022; Ngày duyệt đăng: 28/03/2022

**TÓM TẮT**

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của mật độ ương nuôi lên sinh trưởng và tỷ lệ sống của cá song đẹt (*Epinephelus bleekeri*) giai đoạn cá hương. Chiều dài ban đầu của cá hương thí nghiệm là  $1,81 \pm 0,02$  mm. Thí nghiệm được tiến hành với 3 nghiệm thức bao gồm: 10; 20 và 30 con/L. Cá được cho ăn thức ăn là luân trùng, nauplius của *Artemia* và tổng hợp (NRD, INVE, Thái Lan) 3 lần/ngày theo nhu cầu trong 30 ngày. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Kết quả cho thấy cá song đẹt ương nuôi ở mật độ 20 con/L cho tốc độ tăng trưởng cao nhất về chiều dài khi kết thúc thí nghiệm là 10,57 mm/con. Nghiệm thức ương nuôi ở mật độ 20 con/L cũng cho hệ số phân đàn thấp, tỷ lệ sống cao. Như vậy, mật độ phù hợp trong ương nuôi cá song đẹt giai đoạn cá bột lên cá hương là 20 con/L để tối ưu tốc độ sinh trưởng và tỷ lệ sống.

**Từ khóa:** *Epinephelus bleekeri*, cá song đẹt, mật độ, sinh trưởng, tỷ lệ sống

**ABSTRACT**

This study was conducted to evaluate the effects of stocking density on growth performance and survival rate of fingerling duskytail grouper (*Epinephelus bleekeri*). The initial length of fry was  $1.81 \pm 0.02$  mm. Three treatments were designed with 3 different stocking densities, including 10; 20 and 30 ind/L. The duskytail grouper was fed rotifer, nauplius of *Artemia* and commercial diets (NRD, INVE, and Thailand) with three times daily until satiation for 30 days. Each density treatment was performed triplicates. As a result, the highest growth rate was obtained at the density of 20 ind/L with the final length was 10.57 mm/ind. The high survival rate (1.98%) and low coefficient of variation were achieved at the density of 20 ind/L. Thus, the optimal stocking density for fry duskytail grouper rearing was 20 ind/L to maximize growth and survival rate.

**Key words:** *Epinephelus bleekeri*, duskytail grouper, stocking density, growth performance, survival rate

**1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Nghề nuôi cá song (họ Serranidae) hiện là nghề nằm trong danh mục đầu tư sản xuất của nhiều quốc gia, đặc biệt ở khu vực châu Á. Theo thống kê FAO năm 2019, cá mú được nuôi chủ yếu ở các khu vực nhiệt đới và cận nhiệt đới trên khắp Thế giới, nhưng phần lớn sản lượng là từ các nước Châu Á như Trung Quốc (65%), Đài Loan (17%) và Ấn Độ (11%), ba nước đóng góp 92% tổng sản lượng (Rimmer và Glamuzina, 2019). Bên cạnh thị trường cá thương phẩm lớn (đặc biệt cá song sống), thì thị trường cá song giống cung cấp cho nuôi phẩm ở khu vực này rất lớn. Cá giống

được cung cấp từ 2 nguồn chủ yếu: khai thác từ tự nhiên và sản xuất giống nhân tạo. Tuy nhiên, nguồn giống khai thác từ tự nhiên đã dần cạn kiệt do việc khai thác quá mức, trong khi đó nguồn giống từ sản xuất nhân tạo còn chưa ổn định về số lượng do công nghệ sản xuất giống cá song của một số nước vẫn chưa hoàn thiện.

Tỷ lệ sống trong quá trình ương nuôi cá song vẫn là một trở ngại rất lớn cản trở sự phát triển mạnh mẽ của nghề nuôi cá song. Những nghiên cứu trước đây về sự tăng trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng chủ yếu tập trung vào nguồn thức ăn cung cấp (Frank và ctv, 1986) hay tập tính bắt mồi (Hunter, 1984), nhưng

hiều yếu tố khác cũng có thể đóng vai trò trong việc biến động quần đàn. Hầu hết báo cáo về mật độ ấu trùng được đánh giá thấp do không giải thích được sự phân bố của ấu trùng trong tầng nước ương nuôi (MacKenzie và ctv, 1990). Tuy nhiên, những nghiên cứu tiếp theo đã chỉ ra được sự phân bố của ấu trùng trong tầng nước ương nuôi, mật độ cao dẫn đến việc cạnh tranh thức ăn và không gian sống trong nội bộ quần đàn, nếu nguồn thức ăn bị hạn chế sự cạnh tranh sẽ tăng dẫn đến tỷ lệ sống và tốc độ tăng trưởng giảm (Houde, 1990). Bên cạnh đó, để tận dụng tối đa hiệu quả của hệ thống ương, người nuôi thường nâng cao mật độ ương, điều này sẽ dẫn đến sự cạnh tranh về không gian sống, thức ăn, ảnh hưởng đến mức độ phân đàn, dẫn đến sự ăn thịt lẫn nhau trong quần đàn ở các loài cá dữ và làm cho tỷ lệ sống thấp (Kubitza và ctv, 1999). Mặc dù đã có một số nghiên cứu về mật độ nuôi được công bố, nhưng vẫn chưa có được thông tin về mật độ tốt nhất cho mỗi loài, mật độ còn bị ảnh hưởng bởi các hệ thống nuôi, loài cá và tuổi cá (Ellis và ctv, 2002; Jørgensen và ctv, 1993; Greaves và Tuene, 2001). Hầu hết các hộ ương nuôi cá với mật độ cao để tối đa hóa năng suất trên một diện tích nuôi (Iguchi và ctv, 2003). Do đó, mật độ nuôi thích hợp là một khía cạnh thiết yếu vì nó đóng một vai trò lớn trong việc tăng sản lượng nuôi nhằm đáp ứng nhu cầu cá tăng liên tục, duy trì lợi nhuận và kinh tế bền vững cho người nuôi (Rafatnezhad và ctv, 2008).

Chính vì vậy, việc nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ trong ương nuôi cá song đẹt giai đoạn từ cá bột lên cá hương là rất cần thiết nhằm xác định mật độ tối ưu, góp phần từng bước hoàn thiện quy trình kỹ thuật ương nuôi loài cá này.

## II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Cá song đẹt 03 ngày tuổi được lấy từ nguồn sản xuất giống nhân tạo. Ấu trùng được cho ăn bằng luân trùng, *Artemia* đã được làm giàu và thức ăn tổng hợp (NRD, INVE, Thái Lan).

Thí nghiệm được tiến hành tại Trung tâm nghiên cứu và Phát triển nuôi biển Nha Trang,

Đại lộ Nguyễn Tất Thành, Phước Đồng, Nha Trang.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Cá song đẹt 03 ngày tuổi, bắt đầu ăn thức ăn ngoài được bố trí ngẫu nhiên trong các bể composite 500 L/bể với 3 mật độ ương: 10; 20 và 30 con/L. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần.

Tảo đơn bào được cấp vào bể từ ngày đầu đến ngày thứ 10 để duy trì màu nước xanh trong bể; trứng hàu đã thụ tinh cho ăn từ ngày thứ 3 đến ngày thứ 7, mật độ cho ăn từ 5-7 trứng/ml/ngày; luân trùng làm giàu DHA Protein Selco nồng độ 100 ppm, cho cá ăn từ ngày tuổi thứ 3 đến ngày thứ 15, mật độ cho ăn 5-15 con/ml/ngày; naupilus của *Artemia* làm giàu A1 DHA Selco với mật độ 2-7 con/ml/ngày, cho ăn từ ngày thứ 15 đến khi cá sử dụng được hoàn toàn thức ăn công nghiệp, cá được cho ăn *Artemia* 3 lần/ngày (lúc 7, 11 và 17h); ngày thứ 25 bắt đầu tập cho ăn thức ăn công nghiệp vào lúc 6, 9, 12, 15 và 17 h. Thay nước 20% bắt đầu từ sau ngày thứ 10 đến ngày 15, 50% từ ngày 16 đến ngày 25 và 100% sau ngày 25. Các thông số môi trường trong bể ương được kiểm tra hàng ngày và duy trì trong ngưỡng thích hợp như độ mặn 32-33‰, nhiệt độ 26-29°C, pH 7,6-8,5, oxy hòa tan 5,0-5,5 mg/L; NH<sub>3</sub> -N < 0,3 mg/L.

Các chỉ tiêu theo dõi và đánh giá: tỷ lệ sống, tốc độ sinh trưởng, mức độ phân đàn.

### 2.3. Thu thập và xử lý số liệu

Nhiệt độ: đo 2 lần/ ngày (8h, 14h) bằng nhiệt kế thủy ngân, độ chính xác 1%.

Độ mặn: đo 1 lần/ngày bằng khúc xạ kế, độ chính xác 1‰.

pH: đo 2 lần/ ngày (8h, 14h) bằng máy Handy Gamma (Đan Mạch), độ chính xác 0,01 đơn vị.

Hàm lượng oxy hoà tan được đo bằng máy Handy Gamma (Đan Mạch), độ chính xác 0,1 mg/L.

- Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về chiều dài (*Daily Length Gain, DLG*)

$$DLG = \frac{L_1 - L_2}{t_1 - t_2} \text{ (cm/ngày)}$$

- Tốc độ tăng trưởng đặc trưng về chiều dài

(Length-Specific Growth Rate, *L.SGR*)

$$L.SGR = \frac{L_n L_2 - L_n L_1}{t_1 - t_2} \times 100 (\%/ngày)$$

Trong đó:  $L_1$  chiều dài (cm) tại thời điểm ban đầu  $t_1$

$L_2$  chiều dài (cm) tại thời điểm  $t_2$

- Đánh giá mức độ đồng đều của cá thông qua hệ số biến thiên:

Xác định hệ số biến thiên để đánh giá mức độ đồng đều của cá nuôi ở các mật độ khác nhau vào lúc bắt đầu và lúc kết thúc thí nghiệm.

$$Cv = \frac{\sigma}{\mu} \times 100 (\%)$$

Trong đó:  $Cv$  (%): Hệ số biến thiên (*Coefficient of variation*)

$\sigma$ : Độ lệch chuẩn (*Standard Deviation*)

$\mu$ : Giá trị trung bình (*Mean*)

- Tỷ lệ sống:  $S\% = \frac{Nt}{No} \times 100\%$

Trong đó:  $Nt$ : là số cá tại thời điểm  $t$ ;

$No$ : là số cá thả ban đầu.

Thu thập và lưu trữ số liệu trên phần mềm Microsoft Excel. Sự ảnh hưởng của mật độ lên các chỉ tiêu đánh giá được phân tích bằng phương pháp phương sai một nhân tố (One-way ANOVA) trên phần mềm SPSS 18.0. Khi có sự sai khác giữa các nghiệm thức, phép kiểm định Duncan's được sử dụng để xác định sự sai khác với mức ý nghĩa  $p < 0,05$ . Tất cả các số liệu được trình bày dưới dạng trung bình  $\pm$  độ lệch chuẩn hoặc sai số chuẩn.

### III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Một số yếu tố môi trường trong quá trình thí nghiệm

Các yếu tố môi trường trong quá trình thí nghiệm ương nuôi ấu trùng cá song đẹt ở các mức mật độ khác nhau được mô tả cụ thể trong Bảng 1.

**Bảng 1. Một số yếu tố môi trường trong quá trình thí nghiệm**

Nghiệm thức (con/L)	Chỉ tiêu theo dõi			
	Nhiệt độ (°C)	pH	Độ mặn (‰)	DO (mg/L)
10	(27,5-29,2) (28,03±0,35)	(7,8-8,2) (7,98±0,47)	(31-33) (31,5±1,67)	(4,7-5,3) (4,98±0,41)
20	(27,0-29,5) (28,08±0,75)	(7,8-8,3) (7,92±0,55)	(31-33) (31,7±1,32)	(4,8-5,6) (5,03±0,32)
30	(27,3-29,0) (28,11±0,52)	(7,7-8,3) (8,01±0,36)	(31-33) (31,8±1,08)	(4,7-5,5) (4,88±0,45)

Số liệu trong bảng được trình bày dưới dạng khoảng dao động/giá trị trung bình  $\pm$  độ lệch chuẩn.

Nhìn chung, một số yếu tố môi trường nước nằm trong khoảng thích hợp cho sinh trưởng và phát triển của cá song đẹt bột trong suốt thời gian thí nghiệm. Nhiệt độ dao động từ 26 – 29°C, độ mặn từ 32 -33‰, pH: từ 7,8 - 8,3; hàm lượng oxy hòa tan: 4,8 - 5,2 mg/l; hàm lượng  $NH_3-N$  ( $< 0,3$  mg/l), hàm lượng  $NO_2 - N$  ( $< 0,01$  mg/l),  $PO_4$   $< 0,12$ mg/L; BOD  $< 2,5$ mg/L; COD  $< 3$ mg/L.

#### 3.2. Ảnh hưởng của mật độ ương lên sinh trưởng và mức độ phân đàn của cá song đẹt từ giai đoạn cá bột lên cá hương.

Mật độ ương nuôi khác nhau ảnh hưởng trực tiếp đến tốc độ sinh trưởng và mức độ phân đàn của cá song đẹt ( $p < 0,05$ ).

Kết quả cho thấy, chiều dài của cá song đẹt khi kết thúc thí nghiệm đạt cao nhất ở nghiệm thức ương nuôi với mật độ 20 con/L (10,57 mm), thấp nhất ở nghiệm thức ương nuôi với mật độ 30 con/L (9,98 mm) ( $p < 0,05$ ), tuy nhiên không có sự khác biệt có ý nghĩa với mật độ 10 con/L (10,54 mm) ( $p > 0,05$ ). Tương tự, tốc độ sinh trưởng tuyệt đối và đặc trưng của cá song đẹt ương nuôi ở mật độ 20 con/L đạt (0,292 mm/ngày và 6,01%/ngày) cao hơn so với mật độ 30 con/L (0,273 mm/ngày và 5,82%/ngày) ( $p < 0,05$ ), khác nhau không có ý nghĩa thống kê với mật độ 10 con/L (0,291 mm/ngày và 6,00%/ngày) ( $p > 0,05$ ).

**Bảng 2. Sinh trưởng và hệ số phân đàn trung bình của cá song đẹt ở các mật độ khác nhau**

Chi tiêu	Mật độ ương (con/L)		
	10	20	30
TL (mm)	10,54 ± 0,55 <sup>a</sup>	10,57 ± 0,59 <sup>a</sup>	9,98 ± 0,63 <sup>b</sup>
DLG (mm/ngày)	0,291±0,018 <sup>a</sup>	0,292±0,019 <sup>a</sup>	0,273±0,021 <sup>b</sup>
L.SGR(%/ngày)	6,00 ± 0,51 <sup>a</sup>	6,01± 0,50 <sup>a</sup>	5,82 ± 0,55 <sup>a</sup>
Hệ số phân đàn (%)	5,21 ± 0,59 <sup>a</sup>	5,63± 0,37 <sup>ab</sup>	6,40 ± 0,47 <sup>b</sup>

Ghi chú: Số liệu được trình bày dưới dạng giá trị trung bình±sai số chuẩn. Trong cùng một hàng, giá trị trung bình đi kèm chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).

Cũng như nhiều kết quả nghiên cứu trên các đối tượng nuôi khác cho thấy, mật độ nuôi cũng ảnh hưởng tới tốc độ sinh trưởng và mức độ phân đàn của cá song đẹt. Việc nuôi ở mật độ cao ảnh hưởng tới không gian sống, cạnh tranh thức ăn, chất lượng nước suy giảm nên dẫn đến tốc độ sinh trưởng của cá chậm hơn (Ngô Văn Mạnh, 2008). Kết quả của thí nghiệm thu được cho thấy tương tự như nghiên cứu của Trần Thế Mưu và ctv (2014) khi ương nuôi cá song hồ (*E. fuscoguttatus* ở các mật độ khác nhau, ở mật độ ương nuôi thấp cho tốc độ sinh trưởng cao hơn khi tăng mật độ nuôi. Bên cạnh đó, Vũ Văn Sáng và ctv (2016) cũng cho rằng, mật độ ương nuôi ảnh hưởng đến tốc độ sinh trưởng của cá song lai (*Epinephelus lanceolatus* x *Epinephelus fuscoguttatus*), mật độ ương nuôi thấp cho tốc độ sinh trưởng cao hơn mật độ nuôi cao, cá hồng mỹ *Sciaenops ocellatus* ương ở mật độ 20 con/L có tốc độ sinh trưởng (7,30%/ngày) cao hơn so với mật độ 50 con/L (6,37%/ngày) sau 30 ngày ương nuôi (Ngô Văn Mạnh và ctv, 2017). Tuy nhiên, tốc độ sinh trưởng trong ương nuôi cá chêm châu Âu (*Dicentrarchus labrax*) ở các mật độ khác nhau (50, 100, 150 và 200 con/L) không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (Hatziathanasiou và ctv, 2002). Điều này chứng tỏ ở các loài cá khác nhau thì mức độ ảnh hưởng của mật độ lên tốc độ sinh trưởng cũng khác nhau.

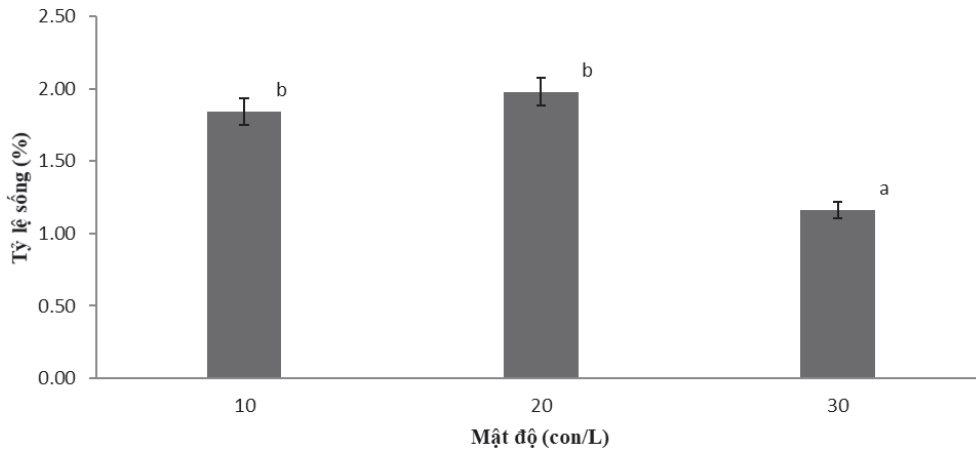
Mật độ ương nuôi ảnh hưởng trực tiếp đến hệ số phân đàn của cá song đẹt, cá ương ở mật độ 10 con/L có mức độ phân đàn thấp (5,54%) hơn so với cá ương ở mật độ 30 con/L (6,40%) ( $p < 0,05$ ), tuy nhiên không có sự khác biệt có ý nghĩa với cá ương ở mật độ 20 con/L (5,63%) ( $p > 0,05$ ). Tương tự, kết quả nghiên cứu của

Hatziathanasiou và ctv (2002) khi ương nuôi cá chêm châu Âu (*D. labrax*) cho thấy, mật độ ương nuôi tăng thì mức độ phân đàn tăng. Mức độ phân đàn của cá hồng mỹ (*Sciaenops ocellatus*) cũng có xu hướng tăng dần khi tăng mật độ ương nuôi, mật độ ương nuôi thấp thì hệ số phân đàn thấp và ngược lại (Ngô Văn Mạnh và ctv, 2017).

### 3.3. Ảnh hưởng của mật độ ương lên tỷ lệ sống của cá song đẹt từ giai đoạn cá bột lên cá hương

Tỷ lệ sống của cá là một trong những yếu tố quan trọng quyết định đến hiệu quả sản xuất. Tỷ lệ sống của ấu trùng cá song đẹt đạt cao nhất ở nghiệm thức ương nuôi với mật độ 10 và 20 con/L (1,84% và 1,98%), thấp nhất ở mật độ 30 con/L (1,16%) ( $p < 0,05$ ).

Kết quả trên cũng phù hợp với nghiên cứu của Ngô Văn Mạnh và ctv (2017) trên cá hồng mỹ, khi mật độ nuôi tăng lên 50 con/L tỷ lệ sống giảm (9,17%). Sự ảnh hưởng của mật độ ương nuôi còn thể hiện rõ trên cá song hồ (*E. fuscoguttatus*) ương ở mật độ 30 con/L (3,27%) (Trần Thế Mưu và ctv, 2014), cá song lai (*E. lanceolatus* x *E. fuscoguttatus*) ương ở mật độ 30 con/L (5,30%) (Vũ Văn Sáng và ctv, 2016) thấp hơn so với ương ở mật độ thấp, cá chêm mỡ nhọn (*Psammoperca waigiensis*) (Nguyễn Trọng Nho và Tạ Khắc Thường, 2006). Cá ương nuôi ở mật độ cao sẽ làm gia tăng lượng chất thải, ô nhiễm môi trường, cá dễ bị stress và nhiễm bệnh, dẫn đến tỷ lệ sống giảm trong quá trình ương (Papoutsoglou, 1998; Ly và ctv, 2012), nguyên nhân tỷ lệ sống giảm chủ yếu là do hiện tượng ăn thịt lẫn nhau trong quần đàn, hoặc những cá thể nhỏ bị những cá thể lớn hơn trong quần đàn tấn công và bị chết do tổn thương (Kubitza và ctv, 1999).



**Hình 1: Tỷ lệ sống của cá bột cá song ở các mật độ ương khác nhau.**

Bên cạnh đó, tùy từng loài cá mà mức độ ảnh hưởng của mật độ ương nuôi lên tỷ lệ sống cũng khác nhau. Khi ương nuôi ấu trùng cá chêm châu Âu (*Dicentrarchus labrax*) với các mật độ khác nhau, sau 30 ngày ương nuôi tỷ lệ sống giữa các mật độ khác nhau (50 đến 200 con/L) khác nhau không có ý nghĩa thống kê (Hatzithanasiou và ctv, 2002). Tương tự, tỷ lệ sống trong ương nuôi ấu trùng cá song chêm cam cũng không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (Samad và ctv, 2014). Bên cạnh đó, tập tính ăn lẫn nhau cũng là nguyên nhân là giảm tỷ lệ sống khi ương song mỡ (*Epinephelus tauvina*) và song hổ (*Epinephelus fuscoguttatus*) (Lim, 1993).

#### IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Cá song đẹt ương ở mật độ 20 con/L đạt tốc độ sinh trưởng cao nhất (0,292 mm/ngày và 6,01 %/ngày), thấp nhất là mật độ 30 con/L (0,273 mm/ngày và 5,82%/ngày).

Tỷ lệ sống của ấu trùng ở mật độ 20 con/L (1,98%) cao hơn so với ương ở mật độ 30 con/L (1,16%).

Như vậy, ương nuôi cá song đẹt từ giai đoạn cá bột lên cá hương ở mật độ 20 con/L cho tốc độ sinh trưởng, mức độ phân đàn và tỷ lệ sống tốt nhất.

Cần tiếp tục nghiên cứu thêm về ảnh hưởng của hình thức ương nuôi, đặc biệt là kích cỡ thức ăn giai đoạn cá bắt đầu mở miệng để nâng cao tỷ lệ sống.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

##### Tiếng Việt

1. Nguyễn Trọng Nho, Tạ Khắc Thường (2006), *Nghiên cứu kỹ thuật ương cá con và nuôi thương phẩm cá chêm mỡ nhọn (Psammoperca waigiensis Cuvier & Valenciennes, 1828) tại Khánh Hòa*, Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ, Trường Đại học Nha Trang.
2. Ngô Văn Mạnh, (2008), *Ảnh hưởng của mật độ, cỡ cá thả ban đầu, loại thức ăn và chế độ cho ăn lên cá chêm (Lates calcarifer Bloch 1790) giống ương trong ao bằng mang nổi*. Luận văn thạc sỹ, Trường Đại học Nha Trang.
3. Ngô Văn Mạnh, Lại Văn Hùng, Hoàng Thị Thanh (2017), Ảnh hưởng của mật độ ương đến sinh trưởng, tỷ lệ sống của cá hồng Mỹ (*Sciaenops ocellatus* Linnaeus, 1766) từ giai đoạn ấu trùng lên cá giống. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*, số 21, tr. 32-36.
4. Trần Thế Muru, Vũ Văn Sáng, Vũ Văn In (2014), “Ảnh hưởng của mật độ lên tốc độ sinh trưởng và tỷ lệ sống của cá song hổ (*Epinephelus fuscoguttatus*) giai đoạn từ cá bột lên cá hương”, *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, Số 3/2014.

5. Vũ Văn Sáng, Vũ Văn In, Đặng Toàn Vinh (2016), “Ảnh hưởng của mật độ ương lên sinh trưởng, tỷ lệ sống giai đoạn sớm của cá mú lai giữa loài cá mú nghệ và cá mú hoa nâu”, *Tap chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, Số 4/2016.

#### Tiếng Anh

6. Agus Putra A. Samad, Nan Fan Hua and Lee Meng Chou. (2014), “Effects of stocking density on growth and feed utilization of grouper (*Epinephelus coioides*) reared in recirculation and flow-through water system”. Vol. 9(9), pp. 812-822.
7. Ellis, T., North, B., Scott, A.P., Bromage, N.R., Porter, M., Gadd, D. (2002), “The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout”, *Journal of Fish Biology*, 61, pp. 493–531.
8. FAO. (2019), Fisheries and aquaculture software. FishStatJsoftware for fishery statistical time series. <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en> Accessed 19 Mar 2020
9. Frank, K. T., Leggett, W. C. (1986), “Effect of prey abundance and size on the growth and survival of larval fish: an experimental study employing large volume enclosures”, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 34, pp. 11-22
10. Greaves, K., Tuene, S. (2001), “The form and context of aggressive behaviour in farmed Atlantic halibut”, *Aquaculture*, 193, pp. 139–147.
11. Hatziathanasiou, A. M. Paspatis, M. Houbart, P. Kestemont, S. Stefanakis, M. Kentouri. (2002), “Survival, growth and feeding in early life stages of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) intensively cultured under different stocking densities”, *Aquaculture*, 205, pp. 89-102.
12. Houde, E. D. (1990), “Food concentration and stocking density effects on laboratory-reared larvae of bay anchovy, *Anchoa mitchilli* and the lined sole, *Achirus lineatus*”. *Mar. Biol.* 43, pp. 333-341.
13. Hunter, J. R. (1984), *Inferences regarding predators on the early life stages of cod and other fishes*. In: Dahl, E., Danielssen, D. S., Moksness, E., Solemdal, P. (eds.). The propagation of cod: *Gadus morhua* (L.). Fladevigen rap- portser, Arendal, 1: 533-562.
14. Iguchi K, Ogawa K, Nagae M, Ito F. (2003), The influence of rearing density on the stress response and diseases susceptibility of ayu (*Plecoglossus ltivelis*). *Aquaculture*, 220, pp. 515-523
15. Jørgensen, E.H., Jobling, M. (1993), “The effects of exercise on growth, food utilisation and osmoregulatory capacity of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, *Aquaculture*, 116, pp. 233–246.
16. Kubitz, F. L. Lovshin Leonard. (1999), “Formulated diets, feeding strategies, and cannibalism control during intensive culture of juvenile carnivorous fishes”, *J. Reviews in Fisheries Science*, 7(1), pp.1-22.
17. MacKenzie, B.R., Leggett, W. C., Peters, R. H. (1990). Estimating larval fish ingestion rates: can laboratory derived values be reliably extrapolated to the wild? *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 67: 209-225.
18. Papoutsoglou, S.B., G. Tziha, X. Vrettos & A. Athanasiou. (1998), “Effects of stocking density on behavior and growth rate of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles reared in a closed circulated system”, *Aquaculture Engineering*, 18, pp. 135-144.
19. Sahoo SK, Giri SS, Sahu AK. (2004), “Effect of stocking density on growth and survival of *Clarias batrachus* (linn) larvae and fry during hatchery rearing”, *J Appl Ichthyol*, 20, pp. 302-305.
20. Samad, A. P. A., Santoso, U., Lee, M. C., & Nan, F. H. (2014), “Effects of dietary katuk (*Sauropus androgynus* L. Merr.) on growth, non-specific immune and diseases resistance against *Vibrio alginolyticus* infection in grouper *Epinephelus coioides*”, *Fish & Shellfish Immunology*, 36(2), pp. 582-589.
21. Rafatnezhad, Saeedeh., Falahatkar, Bahram., Gilani, Mohammad. (2008), Effects of stocking density on haematological parameters, growth and fin erosion of great sturgeon (*Huso huso*) juveniles. *Aquaculture Research*, 39(14), pp. 1506 – 1513.
22. Rimmer, M. A, Glamuzina, B. (2019), A review of grouper (family serranidae: Subfamily epinephelinae) aquaculture from a sustainability science perspective. *Rev Aquac* 11:58–87.