

Effects of food and rearing density of hybrid grouper (♂ *E. lanceolatus* × ♀ *E. fuscoguttatus*) from fry stage to fingerling

Truong Quoc Thai*, Nguyen Van Dung, Nguyen Khac Dat, Nguyen Thi Thu Hang

Research Institute for Aquaculture No. 3, Ministry of Agriculture and Rural Development,
Khanh Haa, Vietnam

*E-mail: truongqt115@gmail.com

Received: 12 June 2020; Accepted: 8 December 2020

©2021 Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

Abstract

The study on the effects of food and rearing density of hybrid grouper (♂ *E. lanceolatus* × ♀ *E. fuscoguttatus*) from fry stage to fingerling was conducted at Nha Trang Mariculture Research and Development Center (Research Institute for Aquaculture No. 3) from March to May 2018 to assess the effects of live food and fish rearing density on the survival rate, the growth in length, the level of coefficient CV_L and deformative rate. The study showed that feeding rotifers were better than the oyster larvae food, or the combination of rotifers and oyster larvae when used as food for the hybrid grouper at the fry stage to fingerlings with the survival rate at $5.4 \pm 0.3\%$, specific growth rate at $7.90 \pm 0.05\%$ body length/day and the deformative ratio at $0.9 \pm 0.3\%$ ($p < 0.05$). Meanwhile, the rearing density of 8 fish/L to 12 fish/L of rearing water was recorded to be better than the density of 16 fish/L ($p < 0.05$).

Keywords: Hybrid grouper, live food, density, survival rate, growth rate, deformative rate.

Ảnh hưởng của thức ăn và mật độ ương cá song lai (♂ *E. lanceolatus* × ♀ *E. fuscoguttatus*) từ giai đoạn cá bột lên cá hương

Trương Quốc Thái*, Nguyễn Văn Dũng, Nguyễn Khắc Đạt, Nguyễn Thị Thu Hằng

Viện Nghiên cứu Nuôi trồng thủy sản III, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Khánh Hòa, Việt Nam

*E-mail: truongqt115@gmail.com

Nhận bài: 12-6-2020; Chấp nhận đăng: 8-12-2020

Tóm tắt

Nghiên cứu ảnh hưởng của thức ăn và mật độ ương nuôi cá song lai (♂ *E. lanceolatus* × ♀ *E. fuscoguttatus*) từ giai đoạn cá bột lên cá hương được tiến hành tại Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển nuôi biển Nha Trang, Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản III từ tháng 3 đến 5 năm 2018 để đánh giá ảnh hưởng của các loại thức ăn tươi sống và mật độ ương cá đến tỷ lệ sống, tăng trưởng về chiều dài, mức độ phân đàn và tỷ lệ dị hình. Kết quả nghiên cứu cho thấy, thức ăn luân trùng thích hợp nhất so với thức ăn ấu trùng hầu hoặc kết hợp giữa luân trùng và ấu trùng hầu khi được sử dụng làm thức ăn cho cá song lai giai đoạn bột lên hương với tỷ lệ sống (TLS) đạt $5,4 \pm 0,3\%$, tốc độ tăng trưởng đặc trưng chiều dài theo ngày (SGR_L) là $7,90 \pm 0,05$ (%/ngày) và tỷ lệ dị hình (TLDH) là $0,9 \pm 0,3\%$ ($p < 0,05$). Trong khi đó, mật độ ương cá bột từ 8 con/L đến 12 con/L nước nuôi được ghi nhận là tốt hơn so với mật độ 16 con/L ($p < 0,05$).

Từ khóa: Cá song lai, thức ăn tươi sống, mật độ, tỷ lệ sống, tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ dị hình.

MỞ ĐẦU

Cá song lai (♂ cá song vua - *E. lanceolatus* × ♀ cá song hồ - *E. fuscoguttatus*) hay còn gọi là cá trân châu là một đối tượng nuôi mới, có giá trị kinh tế và dinh dưỡng cao, là đối tượng tiềm năng đang được phát triển nuôi nhiều tại các nước trên thế giới bao gồm: Đài Loan, Indonesia, Malaysia, Philippines, Thái Lan, Hồng Kông, Trung Quốc và Việt Nam. Cá được lai tạo ra bằng phương pháp thụ tinh nhân tạo trứng cá song hồ cái (♀ *Epinephelus fuscoguttatus*) với tinh của cá song vua đực (♂ *E. lanceolatus*). Bên cạnh một số ưu điểm như khả năng sống rộng muối, phổ thức ăn rộng, cá song lai còn có những đặc tính nổi trội hơn so với một số loài cá song khác do được thừa hưởng từ bố mẹ như: (i) Tốc độ tăng trưởng nhanh; (ii) Tăng chất lượng thịt; (iii) Tăng khả năng kháng bệnh;

(iv) Tăng khả năng chống chịu với sự thay đổi của điều kiện môi trường [1].

Dinh dưỡng là một vấn đề quan trọng trong kỹ thuật sản xuất giống cá song lai, đặc biệt là giai đoạn cá bột bắt đầu ăn thức ăn bên ngoài. Kích cỡ và chất lượng dinh dưỡng của thức ăn là yếu tố quan trọng ảnh hưởng tới tốc độ tăng trưởng và tỷ lệ sống khi sản xuất giống cá biển [2–4]. Các nghiên cứu về nhu cầu dinh dưỡng cần thiết cho sự phát triển của cá biển còn rất hạn chế, nhu cầu này thay đổi về số lượng và chất lượng theo từng giai đoạn phát triển, sự biến thái của ấu trùng cá và hoạt động sinh lý của chúng [5].

Luân trùng (Rotifers) và nauplii *Artemia* là nguồn thức ăn tươi sống được sử dụng phổ biến cho ấu trùng hầu hết các loại cá biển, nguồn thức ăn này thường được làm giàu hóa bằng lipid và vitamin trước khi cho ăn [6, 7].

Trong thành phần lipid được bổ sung có chứa nhiều acid béo không no mạch dài (HUFAs: Highly unsaturated fatty acids), đặc biệt là acid arachidonic (ARA, 20:4n-6), acid eicosapentaenoic (EPA, 20:5n-3) và acid docosahexaenoic (DHA, 22:6n-3), là những acid béo thiết yếu ảnh hưởng rất lớn tới hoạt động sinh lý của cá [8]. Nhiều nghiên cứu cho thấy, tỷ lệ chết cá song bột thường xảy ra trong khoảng thời gian ngày thứ 25 trong quá trình ương nuôi, nguyên nhân có thể là do việc cung cấp dinh dưỡng cho cá không đủ, đặc biệt là sự thiếu hụt các acid béo không no mạch dài (HUFAs) trong thức ăn cho cá bột khi ương nuôi [9].

Theo Tamaru et al., (1995) để thành công trong việc sản xuất giống cá song thì vấn đề cần phải giải quyết là nguồn thức ăn cung cấp cho cá giai đoạn cá bột phải có kích thước nhỏ và hợp lý về dinh dưỡng [10]. Cá bột mới nở của một số loài cá song như *E. coioides*, *E. fuscoguttatus*, *E. suillus* và *P. leopardus* có chiều dài thân và cỡ miệng rất nhỏ (cỡ miệng của cá song *E. suillus* là 150–180 μm [11] và *E. marginatus* là 250–300 μm [12]). Do đó, kích cỡ thức ăn phù hợp với cá bột khi mở miệng sẽ là yêu cầu quan trọng nhất hơn cả yêu cầu về khẩu vị hoặc các giác quan khác của cá [13]. Động vật phù du như ấu trùng copepods, trứng và ấu trùng trochophore của vẹm và hầu là sự lựa chọn thích hợp làm thức ăn ban đầu cho cá song bột khi mới mở miệng cùng với luân trùng và *Artemia* [14–16]. Ngoài ra, đối với một số loài cá song như *E. tauvina*, *E. fuscoguttatus* và *E. suillus*, do có chiều dài thân và cỡ miệng nhỏ nên thời gian sử dụng thức ăn tươi sống khi ương từ cá bột lên cá hương các loài này thường kéo dài hơn (30–35 ngày) so với một số loài cá biển khác [17].

Nghiên cứu mật độ ương nuôi thích hợp cá biển giai đoạn cá bột cũng được đặc biệt quan tâm của nhiều nhà nghiên cứu. Trên thực tế, người nuôi thường muốn nâng cao mật độ nuôi để tăng hiệu quả kinh tế, tuy nhiên việc tăng mật độ nuôi quá cao sẽ gây ra nhiều vấn đề như: Sự cạnh tranh về thức ăn, không gian sống, sự phân đàn, tỷ lệ sống thấp, đặc biệt khi nuôi một số loài cá có đặc tính ăn thịt lẫn nhau [18]. Mật độ nuôi thích hợp một số loài cá song được ghi nhận như: Loài *E. suillus* là 20–

30 con/L [4], cá song chuột (*Cromileptes altivelis*) 50 con/L [19] và cá song hồ (*E. fuscoguttatus*) là 20 con/L [20].

Ở Việt Nam, nghề nuôi thương phẩm cá song lai đã phát triển nhanh trong một vài năm trở lại đây, cá giống cung cấp cho nuôi thương phẩm phần lớn nhập khẩu từ nước ngoài (Đài Loan, Trung Quốc, Indonesia,...) và phần nhỏ từ các trại giống trong nước. Sản xuất giống cá song lai trong nước đã thành công từ năm 2008, tuy nhiên tỷ lệ sống khi ương từ giai đoạn cá bột lên giống còn thấp, nên số lượng con giống sản xuất ra chưa đáp ứng được nhu cầu của người nuôi trong nước, do đó vẫn phụ thuộc nhiều vào nguồn con giống nhập từ nước ngoài. Tuy nhiên, nguồn giống nhập rất khó để kiểm soát về số lượng và chất lượng, đặc biệt là tiềm ẩn nguy cơ lây lan dịch bệnh nếu không được kiểm dịch tốt có thể sẽ ảnh hưởng đến nghề nuôi cá song lai thương phẩm trong nước. Nhận thấy vấn đề trên, một số nghiên cứu về cá song lai trong thời gian gần đây của các nhà khoa học trong nước tập trung nhiều vào những nghiên cứu sâu hơn về nhiệt độ, độ mặn ảnh hưởng lên sự phát triển phôi và tỷ lệ nở trong quá trình ấp trứng cá song lai [21]. Ngoài ra, để nâng cao tỷ lệ sống và tốc độ tăng trưởng khi ương nuôi ấu trùng cá song lai, đặc biệt vấn đề dinh dưỡng cho giai đoạn cá bột lên cá hương của cá song lai, Nguyễn Đức Tuấn và nnk., (2015) đã thực hiện nghiên cứu chọn lựa một số loại thức ăn tươi sống phù hợp để ương nuôi cá song lai. Tuy nhiên, phải thừa nhận rằng những kết quả nghiên cứu trong nước về cá song lai vẫn còn hạn chế [21]. Vì vậy, việc tiếp tục thực hiện những nghiên cứu về dinh dưỡng và mật độ ương nuôi cá song lai giai đoạn cá bột lên cá giống là rất cần thiết để tăng tỷ lệ sống, tăng chất lượng cá giống, nhằm ổn định quy trình sản xuất giống góp phần phát triển bền vững nghề nuôi cá song lai trong nước.

TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Thời gian, địa điểm và đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 4 đến 6 năm 2018 tại Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển nuôi biển Nha Trang, Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản III. Đối tượng nghiên cứu là cá song lai song bột ($\text{♀ } E. fuscoguttatus \times \text{♂}$

E. lanceolatus), 2 ngày sau khi nở (DAH 2) được sản xuất nhân tạo tại Trung tâm.

Vật liệu nghiên cứu

Nguồn thức ăn cho cá bột bao gồm: Tảo (*Nannochloropsis oculata*), luân trùng (*Brachionus rotundiformis*-S), ấu trùng trochophore hầu (*Crassostrea gigas*) và nauplii *Artemia* INVE. A1 DHA Selco và DHA Protein Selco là sản phẩm thương mại nhập khẩu từ Thái Lan.

Phương pháp nghiên cứu

Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm 1: Ảnh hưởng của loại thức ăn tươi sống lên tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống, mức độ phân đàn, tỷ lệ dị hình của cá song lai ương từ cá bột lên cá hương

Thí nghiệm được bố trí trong các bể nhựa 500 L/bể, hình tròn, đáy bằng. Mật độ ương cá bột là 12 con/L. Điều kiện chiếu sáng: 12 h sáng/12 h tối.

Điều kiện môi trường nước nuôi là: độ mặn (30–32 ppt), nhiệt độ (28–30°C), pH (7,8–8,0); oxy hòa tan (5,0–5,4 mg/L), NO_2^- (< 0,2 mg/L) và NH_4^+ (< 0,01 mg/L).

Thiết kế thí nghiệm: Gồm 4 nghiệm thức thức ăn (TA):

TA 1: Luân trùng (10 con/mL);

TA 2: Ấu trùng hầu (10 con/mL);

TA 3: Ấu trùng hầu (3 con/mL) + luân trùng (7 con/mL);

TA 4: Ấu trùng hầu (5 con/mL) + luân trùng (5 con/mL);

Thời gian thí nghiệm: 30 ngày.

Thí nghiệm 2: Ảnh hưởng của mật độ ương cá bột lên cá hương đến tỷ lệ sống, tốc độ tăng trưởng, mức độ phân đàn, tỷ lệ dị hình của cá song lai

Thí nghiệm được bố trí trong các bể nhựa 500 L/bể, hình tròn, đáy bằng. Thức ăn sử dụng là thức ăn tốt nhất từ kết quả thí nghiệm các loại thức ăn. Điều kiện chiếu sáng: 12 h sáng/12 h tối.

Điều kiện môi trường nước nuôi là: Độ mặn (30–32 ppt), nhiệt độ (28–30°C), pH (7,9–8,1); oxy hòa tan (5,1–5,3 mg/L), NO_2^- (< 0,2 mg/L) và NH_4^+ (< 0,01 mg/L).

Thiết kế thí nghiệm: gồm 3 nghiệm thức mật độ (MĐ):

MĐ 1: 8 con/L;

MĐ 2: 12 con/L;

MĐ 3: 16 con/L;

Thời gian thí nghiệm: 30 ngày.

Chăm sóc quản lý

Luân trùng được làm giàu hóa với DHA Protein Selco trước khi cho ấu trùng cá ăn (nồng độ là 150 mg/L trong 12 h) theo thời gian thí nghiệm. Tảo (*Nannochloropsis oculata*) được duy trì với mật độ $3-5 \times 10^5$ tế bào/mL trong bể ương ấu trùng từ ngày 1 đến ngày 18. Cá con sẽ được tập ăn ấu trùng *Artemia* đã được làm giàu bằng A1 DHA Selco (nồng độ 300 mg/L trong 12 h) với mật độ 2–3 con/mL trong tất cả các thí nghiệm từ ngày 15 đến 18. Sau ngày 18, cá con được cho ăn hoàn toàn bằng ấu trùng *Artemia* được làm giàu hóa với mật độ 10–12 con/m trong tất cả các nghiệm thức. Cho cá ăn 2 lần/ngày.

Trong thời gian 10 ngày đầu thí nghiệm, ấu trùng cá được nuôi không thay nước. Thay nước 20% bắt đầu từ sau ngày thứ 11 đến ngày 15, 50% từ ngày 16 đến ngày 25 và 100% sau ngày 25.

Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

Phương pháp thu thập số liệu

Các chỉ tiêu môi trường nước: Nhiệt độ, pH, hàm lượng oxy hòa tan (DO) được xác định bằng máy đo Handy Gamma, Đan Mạch với độ chính xác theo thứ tự là 0,1°C; 0,1 đơn vị và 0,1 mg O_2 /L. Nitrite và ammoniac xác định bằng test kit so màu (Nitrite - Test và Ammonia Test) của Merck, Đức.

Các chỉ tiêu khác: Các chỉ tiêu về chiều dài cá và tỷ lệ sống được xác định khi bắt đầu và khi kết thúc cho từng nghiệm thức thí nghiệm (mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần). Chiều dài ban đầu là giá trị trung bình của 30 con cá bột 2 ngày tuổi được đo trên kính hiển vi có thước đo là milimét; Chiều dài lúc kết thúc thí nghiệm là giá trị trung bình của 30 con cá hương khi kết thúc thí nghiệm được đo bằng thước kẻ có độ chính xác là 1 milimét; Số lượng cá còn lại sau thí nghiệm được xác định bằng cách đếm số cá trong từng nghiệm thức khi kết thúc thí nghiệm; Số lượng cá dị hình được xác định trong từng nghiệm thức khi đếm số lượng cá còn lại sau thí nghiệm.

Công thức tính các chỉ tiêu:

Tốc độ tăng trưởng chiều dài theo ngày (DLG, mm/ngày):

$$DLG = (L_2 - L_1) / \Delta t$$

Tốc độ tăng trưởng đặc trưng chiều dài theo ngày (SGR_L , % chiều dài/ngày):

$$SGR_L = (\ln L_2 - \ln L_1) * 100\% / \Delta t$$

Trong đó: L_1 là chiều dài ban đầu; L_2 là chiều dài lúc kết thúc thí nghiệm; Δt là thời gian thí nghiệm.

Tỷ lệ sống (TLS, %):

$$TLS = A/B * 100\%$$

Trong đó: A là tổng số cá còn lại (con); B là tổng số cá ban đầu (con).

Mức độ phân đàn (MĐPD, %):

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} * 100\%$$

Trong đó: S là độ lệch chuẩn và \bar{X} giá trị trung bình.

Tỷ lệ dị hình (TLDH, %):

$$TLDH = A/B * 100\%$$

Trong đó: A là số ấu trùng bị dị hình (con); B là tổng số ấu trùng kiểm tra (con).

Xử lý số liệu

Các số liệu thu thập được tính toán giá trị trung bình và độ lệch chuẩn bằng phần mềm Excel 2013. So sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức bằng phép thử Turkey thông qua phần mềm SPSS 22.0 ở mức ý nghĩa ($p < 0,05$). Số liệu được trình bày dưới dạng: Giá trị trung bình (mean) \pm độ lệch chuẩn (SD).

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Các yếu tố môi trường nước theo dõi trong quá trình thí nghiệm

Nhìn chung, các yếu tố môi trường nước được theo dõi trong thí nghiệm này đều nằm trong khoảng thích hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của cá song lai thí nghiệm. Theo Trần Ngọc Hải và Nguyễn Thanh Phương (2006) nhiệt độ thích hợp cho sự phát triển bình thường trong ương nuôi cá song chấm cam xác định nằm trong khoảng 25–30°C và độ mặn

trung bình nằm trong ngưỡng cho phép để ương cá song chấm cam là 27–33 ppt [22]. Độ mặn này cũng gần tương đồng với kết quả thí nghiệm của Cheng et al., (2006) là 32 ppt khi ương nuôi cá song chấm cam trong hệ thống tuần hoàn [23]. Oxy hòa tan (DO) khi ương nuôi ấu trùng cá song chuột tác giả Shapawi et al., (2007) cho rằng DO thích hợp cho loài này là 6,3 mg/L [24]. Trong khi đó, DO thích hợp cho nuôi cá song chấm cam bằng hệ thống lọc tuần hoàn là 5,5 mg/L [23], không khác biệt lớn so với thí nghiệm của chúng tôi với DO dao động từ 5,0–5,4 mg/L. Kết quả hàm lượng ammonia được ghi nhận trong thí nghiệm này của chúng tôi tương đồng với kết quả ghi nhận được khi ương nuôi cá song chuột là $NO_2^- < 0,3$ mg/L và $NH_4^+ < 0,01$ mg/L [25], còn theo tiêu chuẩn ương nuôi cá song chấm cam của tác giả Ismi et al., (2012) thì ấu trùng cá sẽ phát triển tốt khi $NH_4^+ < 0,02$ mg/L [26]. Theo quan sát của chúng tôi cá song lai trong hai thí nghiệm này khỏe mạnh, bắt mồi tốt và phát triển bình thường trong điều kiện môi trường nước nuôi như vậy.

Ảnh hưởng của loại thức ăn tươi sống đến tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống, mức độ phân đàn, tỷ lệ dị hình của cá song lai ương cá bột lên cá hương

Ảnh hưởng của thức ăn lên tốc độ tăng trưởng về chiều dài ngày

Các loại thức ăn tươi sống khác nhau ảnh hưởng lên ấu trùng cá song lai nuôi từ giai đoạn cá bột lên cá hương được trình bày trong bảng 1. Nhìn chung, có sự khác biệt rõ ràng về tăng trưởng chiều dài theo ngày (DLG) và tốc độ tăng trưởng đặc trưng chiều dài theo ngày (SGR_L) giữa các nghiệm thức thức ăn khác nhau trong thí nghiệm này. Cụ thể, giá trị tăng trưởng chiều dài theo ngày và tăng trưởng đặc trưng chiều dài theo ngày SGR_L lớn nhất được ghi nhận ở nghiệm thức TA 1 (lươn trùng - 10 con/mL) là $0,62 \pm 0,01$ và $7,90 \pm 0,05$ và thấp nhất ở nghiệm thức TA 2 (ấu trùng hầu - 10 con/mL) là $0,57 \pm 0,01$ và $7,66 \pm 0,04$. Giá trị DLG và SGR_L cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa nghiệm thức TA 1 so với các nghiệm thức còn lại trong bảng 1 ($p < 0,05$). Trong 3 nghiệm thức còn lại, nghiệm

thức TA 4 có khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so sánh với nghiệm thức TA 2, nhưng lại không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức TA 3 về hai giá trị theo dõi này.

Bảng 1. Ảnh hưởng của thức ăn lên tốc độ tăng trưởng về chiều dài của cá song lai sau 30 ngày ương nuôi

Chi tiêu theo dõi	Nghiệm thức thức ăn tươi sống			
	TA 1	TA 2	TA 3	TA 4
Chiều dài đầu (mm)	1,9 ± 0,1	1,9 ± 0,1	1,9 ± 0,1	1,9 ± 0,1
Chiều dài cuối (mm)	20,6 ± 0,3	19,1 ± 0,2	19,5 ± 0,3	19,9 ± 0,2
DLG (mm/ngày)	0,62 ± 0,01 ^a	0,57 ± 0,01 ^c	0,59 ± 0,01 ^{bc}	0,60 ± 0,01 ^{ab}
SGR _L (%/ngày)	7,90 ± 0,05 ^a	7,66 ± 0,04 ^c	7,73 ± 0,05 ^{bc}	7,79 ± 0,03 ^b

Ghi chú: Các ký tự khác nhau trong cùng một hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Số liệu trong bảng trình bày là giá trị TB ± độ lệch chuẩn ($n = 3$). TA 1: luân trùng (10 con/mL); TA 2: Ấu trùng hầu (10 con/mL); TA 3: Ấu trùng hầu (3 con/mL) + luân trùng (7 con/mL); TA 4: Ấu trùng hầu (5 con/mL) + luân trùng (5 con/mL).

Tăng trưởng của cá song lai trong thí nghiệm này không phụ thuộc và kích cỡ thức ăn, mặc dù kích thước của ấu trùng hầu nhỏ hơn so với luân trùng dòng nhỏ, tương ứng với kích thước là 50µm và 100–210 µm [27]. Tuy nhiên, khả năng chất lượng dinh dưỡng của ấu trùng hầu không bằng luân trùng, đặc biệt là khi luân trùng đã được làm giàu hóa với DHA Protein Selco. Một số nghiên cứu trên cá song cho thấy rằng, tốc độ tăng trưởng và tỷ lệ sống khi ương nuôi cá biển phụ thuộc vào giá trị dinh dưỡng nguồn thức ăn được cung cấp, đặc biệt là số lượng và chất lượng của các acid béo không no đa nối đôi (n-3 HUFA) [5]. Tốc độ tăng trưởng của ấu trùng cá song hồ (*E. fuscoguttatus*) cao hơn khi cho ăn luân trùng có bổ sung men bánh mì và dầu cá [28]. Kết quả tương tự cũng được khi ương nuôi cá song chám cam (*E. coioides*) được bổ sung acid béo cho cá bột qua việc làm giàu hóa luân trùng, nghiên cứu chỉ ra rằng tốc độ tăng trưởng của cá tăng lên khi thành phần acid béo trong cơ thể cá tăng [29]. Như vậy, không chỉ lựa chọn cỡ mồi thích hợp khi ương nuôi cá song lai từ cá bột lên cá hương mà thành phần dinh dưỡng của thức ăn cho cá cũng cần được quan tâm.

Ảnh hưởng của thức ăn lên tỷ lệ sống, mức độ phân đàn và tỷ lệ dị hình

Ảnh hưởng của thức ăn lên tỷ lệ sống, mức độ phân đàn và tỷ lệ dị hình lên ấu trùng cá song lai sau 30 ngày nuôi được trình bày trong bảng 2. Tỷ lệ sống của 4 nghiệm thức dao động từ 2,7 ± 0,8 đến 5,4 ± 0,3%. Tỷ lệ sống ở nghiệm thức TA 2 (Ấu trùng hầu - 10 con/mL)

là thấp nhất so với các nghiệm thức còn lại và khác biệt có ý nghĩa thống kê với nghiệm thức TA 1 (Luân trùng - 10 con/mL) và TA 4 (Ấu trùng hầu - 5 con/mL + luân trùng - 5 con/mL). Giá trị tỷ lệ sống cao nhất được ghi nhận ở nghiệm thức TA 1 và giá trị này khác biệt có ý nghĩa thống kê so với những nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Mức độ phân đàn của ấu trùng cá trong các nghiệm thức là khác nhau, tuy nhiên không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê được ghi nhận về giá trị này giữa các nghiệm thức. Tỷ lệ dị hình trong thí nghiệm này dao động từ 0,9 ± 0,3 đến 1,6 ± 0,5, trong đó giá trị của chi tiêu này thấp nhất là của nghiệm thức TA 1 và cao nhất là của nghiệm thức TA 4, mặc dù không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê được ghi nhận giữa hai nghiệm thức TA 1 và 4 về giá trị này. Tuy nhiên, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về tỷ lệ dị hình lại được ghi nhận giữa nghiệm thức TA 1 so với hai nghiệm thức còn lại là TA 2 và TA 3.

Khi nghiên cứu về ảnh hưởng của thức ăn lên tốc độ tăng trưởng của ấu trùng cá song loài *E. striatus* sau 10 ngày thí nghiệm, Watanabe et al., (1996) kết luận rằng nghiệm thức cho cá bột ăn kết hợp giữa 50% ấu trùng hầu trochophore (*Grassostrea gigas*) và 50% luân trùng dòng siêu nhỏ (SS-type Thailan) cho tỷ lệ sống (15,6%) cao hơn so với hai nghiệm thức còn lại là cho ăn một loại thức ăn là luân trùng siêu nhỏ (9,73%) và cho ăn ấu trùng hầu trochophore đến ngày thứ 5 sau đó thay bằng luân trùng dòng siêu nhỏ (2,55%) [30]. Trong thí nghiệm của chúng tôi, nghiệm thức cho ăn kết hợp giữa 50% ấu trùng hầu và 50% luân trùng (TA 4) cho tỷ lệ

sống cao thứ hai trong 4 nghiệm thức được thí nghiệm, thấp hơn so với nghiệm thức cho ăn với luân trùng (TA 1). Giải thích về sự khác biệt này so với kết quả nghiên cứu của Watanabe et al., (1996) có thể là do luân trùng (S-type Thailan) được làm giàu hóa bằng DHA Protein Selco trước khi cho cá bột ăn trong thí nghiệm của chúng tôi nên đã bổ sung nguồn HUFAs trong

khẩu phần thức ăn của cá nên cải thiện được tốc độ tăng trưởng và tỷ lệ sống [30]. Kết quả tương tự như Dhert et al., (1991) khi bổ sung với dầu nhũ tương chứa hàm lượng DHA cao cho thấy ảnh hưởng lên sự phát triển và tỷ lệ sống của cá song chấm cam khi ương từ cá bột lên cá giống, và việc bổ sung DHA gọi là trễ nếu bổ sung sau ngày thứ 25 [7].

Bảng 2. Ảnh hưởng của thức ăn lên tỷ lệ sống, mức độ phân đàn và tỷ lệ dị hình của cá song lai sau 30 ngày ương nuôi

Chi tiêu theo dõi	Nghiệm thức thức ăn tươi sống			
	TA 1	TA 2	TA 3	TA 4
Tỷ lệ sống (%)	5,4 ± 0,3 ^a	2,7 ± 0,8 ^c	4,0 ± 0,6 ^{bc}	4,2 ± 0,4 ^b
Mức độ phân đàn (%)	1,6 ± 0,3 ^a	1,1 ± 0,3 ^a	1,6 ± 0,2 ^a	1,0 ± 0,4 ^a
Tỷ lệ dị hình (%)	0,9 ± 0,3 ^a	1,6 ± 0,2 ^b	1,4 ± 0,1 ^b	1,6 ± 0,5 ^{ab}

Ghi chú: Các ký tự khác nhau trong cùng một hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Số liệu trong bảng trình bày là giá trị TB ± độ lệch chuẩn ($n = 3$). TA 1: Luân trùng (10 con/mL); TA 2: Ấu trùng hầu (10 con/mL); TA 3: Ấu trùng hầu (3 con/mL) + luân trùng (7 con/mL); TA 4: Ấu trùng hầu (5 con/mL) + luân trùng (5 con/mL).

Sự kết hợp giữa hai loại thức ăn luân trùng và copepods cho hiệu quả cao trong quá trình ương nuôi cá song lai (♀ *E. fuscoguttatus* × ♂ *E. lanceolatus*) từ giai đoạn cá bột lên cá hương thể hiện qua nghiên cứu của Nguyễn Đức Tuấn và nnk., (2015) khi cho thấy nghiệm thức thức ăn là ấu trùng copepod (*Paracalanus* sp.) và luân trùng (*B. plicatilis*) cho tỷ lệ sống cao nhất khi ương cá song lai từ cá bột mới nở đến 12 ngày tuổi [21]. Kết quả tương tự được ghi nhận khi ương nuôi cá song vua, tỷ lệ sống khi ương cá bột đạt cao nhất sau 8 ngày nuôi với nghiệm thức cho ăn copepods (*Parvocalanus crassirostris*) và luân trùng dòng nhỏ (*Brachionus rotundiformis*-S) đã được làm giàu hóa [31]. Ngoài ra, kết quả thí nghiệm của chúng tôi cũng giống nghiên cứu trên khi nghiệm thức sử dụng ấu trùng trochophore hầu hoặc kết hợp giữa ấu trùng trochophore hầu với loại thức ăn tươi sống khác (trong đó tỷ lệ ấu trùng hầu > 50%) đều không thích hợp cho việc ương nuôi cá song giai đoạn cá bột lên cá hương.

Theo TCVN 10462:2014 về giới hạn mức độ phân đàn và tỷ lệ dị hình quy định cho cá song chấm cam khi ương từ giai đoạn cá bột lên cá hương tương ứng với < 10% và < 2%. Như vậy, các giá trị thu được trong thí nghiệm này là từ 1,0–1,6% (mức độ phân đàn) và 0,9–

1,6% (tỷ lệ dị hình) đều nằm trong khoảng cho phép của tiêu chuẩn này [32].

Ảnh hưởng của mật độ đến tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống, mức độ phân đàn và tỷ lệ dị hình của cá song lai ương cá bột lên cá hương

Ảnh hưởng của mật độ lên tốc độ tăng trưởng về chiều dài ngày

Ảnh hưởng của mật độ nuôi ấu trùng cá song lai từ giai đoạn cá bột lên cá hương được trình bày trong bảng 3. Nhìn chung, không có sự khác biệt rõ ràng về tăng trưởng chiều dài theo ngày (DLG) và tốc độ tăng trưởng đặc trưng theo ngày (SGR_L) giữa các nghiệm thức mật độ khác nhau trong thí nghiệm này. Không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê được ghi nhận giữa các nghiệm thức khi so sánh với nhau về giá trị DLG và SGR_L.

Theo nghiên cứu của Vũ Văn Sáng và nnk., (2016) khi ương nuôi cá song lai (♀ *E. fuscoguttatus* × ♂ *E. lanceolatus*) từ giai đoạn cá bột, kết quả cho thấy tốc độ tăng trưởng đặc trưng chiều dài ngày (SGR_L) cao nhất là ở nghiệm thức 10 con/L và 20 con/L với giá trị tương ứng là (0,86 %/ngày và 0,85 %/ngày) và thấp nhất ở nghiệm thức 30 con/L (0,61 %/ngày). Trong thí nghiệm này, giá trị SGR_L của cá sau 30 ngày ương nuôi dao động từ 7,66–7,74 %/ngày, cao hơn so với giá trị

SGR_L trong thí nghiệm của tác giả trên [33]. Mặc dù, sự tăng trưởng về chiều dài theo ngày của cá trong thí nghiệm này là rất tốt, tuy nhiên kết quả ghi nhận không có sự khác biệt giữa cá nghiệm thức về tốc độ tăng trưởng chiều dài ngày (DLG) và tốc độ tăng trưởng đặc trưng

chiều dài ngày (SRG_L), có thể là do biên độ dao động về mật độ thí nghiệm là chưa lớn (4 con/L) và thời gian nuôi ấu trùng ngắn hơn (30 ngày) so với biên độ dao động về mật độ thí nghiệm 10 con/L và thời gian nuôi là 45 ngày của Vũ Văn Sáng và nnk., (2016) [33].

Bảng 3. Ảnh hưởng của mật độ lên tốc độ tăng trưởng về chiều dài của cá song lai sau 30 ngày ương nuôi

Chi tiêu theo dõi	Nghiệm thức mật độ (con/L)		
	MD 1	MD 2	MD 3
Chiều dài đầu (mm)	1,9 ± 0,1	1,9 ± 0,1	1,9 ± 0,1
Chiều dài cuối (mm)	19,6 ± 0,4	19,7 ± 0,5	19,2 ± 0,4
DLG (mm/ngày)	0,59 ± 0,01 ^a	0,59 ± 0,02 ^a	0,58 ± 0,01 ^a
SGR _L (%/ngày)	7,73 ± 0,06 ^a	7,74 ± 0,08 ^a	7,66 ± 0,07 ^a

Ghi chú: Các ký tự khác nhau trong cùng một hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Số liệu trong bảng trình bày là giá trị TB ± độ lệch chuẩn (n = 3). MD 1: 8 (con/L); MD 2: 12 (con/L); MD 3: 16 (con/L).

Ảnh hưởng của mật độ lên tỷ lệ sống, mức độ phân đàn và tỷ lệ dị hình

Ảnh hưởng của mật độ lên tỷ lệ sống, mức độ phân đàn và tỷ lệ dị hình lên cá song lai sau 30 ngày nuôi được trình bày trong bảng 4. Giá trị tỷ lệ sống tỷ lệ sống của ấu trùng cá song lai có xu hướng tăng lên khi mật độ nuôi giảm đi. Tỷ lệ sống cao nhất là ở nghiệm thức MD 1 (8 con/L; 5,7 ± 0,5) và thấp nhất là nghiệm thức MD 3 (16 con/L; 4,7 ± 0,2), sự khác biệt về giá trị này của hai nghiệm thức là có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Hơn nữa, sự khác biệt về giá trị tỷ lệ sống còn được ghi nhận giữa hai nghiệm thức MD 2 (12 con/L) và MD 3 (16 con/L) là có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), trong khi đó không có sự khác biệt

có ý nghĩa được ghi nhận giữa hai nghiệm thức MD 1 và MD 2 về giá trị này. Mức độ phân đàn của cá song lai trong các nghiệm thức mật độ được ghi nhận là có sự biến thiên không theo quy luật, tuy nhiên không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê được ghi nhận về giá trị này giữa các nghiệm thức với nhau. Tỷ lệ dị hình của cá song lai tỷ lệ nghịch với mật độ nuôi, cao nhất là nghiệm thức MD 3 (1,3 ± 0,1) và thấp nhất là nghiệm thức MD 1 (0,6 ± 0,2). Không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê được ghi nhận giữa hai nghiệm thức MD 1 và MD 2 về giá trị này, mặc dù cả hai nghiệm thức này đều được ghi nhận có khác biệt ý nghĩa thống kê với nghiệm thức MD 3 về tỷ lệ dị hình ($p < 0,05$).

Bảng 4. Ảnh hưởng của mật độ lên tỷ lệ sống, mức độ phân đàn và tỷ lệ dị hình của cá song lai sau 30 ngày ương nuôi

Chi tiêu theo dõi	Nghiệm thức mật độ (con/L)		
	MD 1	MD 2	MD 3
Tỷ lệ sống (%)	5,7 ± 0,5 ^a	5,1 ± 0,1 ^a	4,7 ± 0,2 ^b
Mức độ phân đàn (%)	1,8 ± 0,3 ^a	2,4 ± 0,5 ^a	2,1 ± 0,2 ^a
Tỷ lệ dị hình (%)	0,6 ± 0,2 ^a	0,8 ± 0,2 ^a	1,3 ± 0,1 ^b

Ghi chú: Các ký tự khác nhau trong cùng một hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Số liệu trong bảng trình bày là giá trị TB ± độ lệch chuẩn (n = 3). MD 1: 8 (con/L); MD 2: 12 (con/L); MD 3: 16 (con/L).

Việc cho lựa được mật độ thích hợp ương nuôi cá bột phù hợp với đặc điểm của từng loài cá song là rất quan trọng, đem lại hiệu quả kinh

tế cao trong sản xuất giống. Tập tính ăn nhau cũng là một nguyên nhân làm giảm tỷ lệ sống khi ương ấu hai loài cá song là cá song mỡ

(*Epinephelus tauvina*) và cá song hồ (*E. fuscoguttatus*) [15]. Ngoài ra, để nâng cao năng suất và hiệu quả kinh tế trong nuôi trồng thủy sản thì việc tăng mật độ ương nuôi mà vẫn đảm bảo tốc độ sinh trưởng và tỷ lệ sống là rất cần thiết [34–36]. Tuy nhiên, để làm được điều này cần lưu ý một số vấn đề quan trọng cần cải tiến như thiết kế hệ thống ương nuôi và kỹ thuật ương nuôi (bao gồm kỹ thuật chăm sóc, chế độ cho ăn, vấn đề quản lý môi trường và dịch bệnh) [37].

Trong thí nghiệm này, mức độ phân đàn và tỷ lệ dị hình khi ương cá song lai từ giai đoạn cá bột lên cá hương tương ứng dao động trong khoảng 1,8–2,4% và 0,6–1,3%. Khi so sánh với tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 10462:2014) về ương nuôi cá song chấm cam từ giai đoạn cá bột lên cá hương là mức độ phân đàn cho phép phải < 10% và tỷ lệ dị hình không lớn hơn 2%, thì các giá trị này nằm trong mức cho phép của tiêu chuẩn [32].

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Thức ăn thích hợp trong 15 ngày đầu khi ương cá song lai từ giai đoạn cá bột lên cá hương là luân trùng (*Brachionus rotundiformis*-S) với mật độ cho ăn 10 con/mL nước nuôi.

Mật độ thích hợp khi ương cá song lai từ giai đoạn cá bột lên cá hương là từ 8 con/L đến 12 con/L.

Cần tiếp tục nghiên cứu thêm về ảnh hưởng của tỷ lệ trứng và tỷ lệ ấu trùng của luân trùng làm thức cho cá song lai bột khi ương nuôi, đặc biệt là thời gian đầu khi cá bắt đầu mở miệng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bunlipatanon, P., and U-taynapun, K., 2017. Growth performance and disease resistance against *Vibrio vulnificus* infection of novel hybrid grouper (*Epinephelus lanceolatus* × *Epinephelus fuscoguttatus*). *Aquaculture Research*, 48(4), 1711–1723. <https://doi.org/10.1111/are.13008>
- [2] Koven, W. M., Tandler, A., Kissil, G. W., Sklan, D., Friezlander, O., and Harel, M., 1990. The effect of dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids on growth, survival and swim bladder development in *Sparus aurata* larvae. *Aquaculture*, 91(1–2), 131–141. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(90\)90182-M](https://doi.org/10.1016/0044-8486(90)90182-M)
- [3] Ordonio-Aguilar, R., 1995. Development of grouper, *Epinephelus coioides*, larvae during changeover of energy sources. *J. Tokyo Unil. Fish.*, 82, 103–108.
- [4] Duray, M. N., Estudillo, C. B., and Alpasan, L. G., 1996. The effect of background color and rotifer density on rotifer intake, growth and survival of the grouper (*Epinephelus suillus*) larvae. *Aquaculture*, 146(3–4), 217–224. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(96\)01375-0](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01375-0)
- [5] Holt, G. J., 2011. Larval fish nutrition. *John Wiley & Sons*. 435 p.
- [6] Sorgeloos, P., Leger, P., and Leveus, P., 1988. Improved larval rearing of European, Asia seabass, seabream, mahi mahi, siganit, and milkfish using enriched diets for rotifer and *Artemia*. *World Aquaculture*, 19, 78–79.
- [7] Dhert, P., Lavens, P., Duray, M., and Sorgeloos, P., 1990. Improved larval survival at metamorphosis of Asian seabass (*Lates calcarifer*) using ω3-HUFA-enriched live food. *Aquaculture*, 90(1), 63–74. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(90\)90283-S](https://doi.org/10.1016/0044-8486(90)90283-S)
- [8] Watanabe, T., 1982. Lipid nutrition in fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 73(1), 3–15. [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(82\)90196-1](https://doi.org/10.1016/0305-0491(82)90196-1)
- [9] Cowey, C. B., and Sargent, J. R., 1972. Fish nutrition. *Advances in Marine Biology*, 10, 383–494. [https://doi.org/10.1016/S0065-2881\(08\)60419-8](https://doi.org/10.1016/S0065-2881(08)60419-8)
- [10] Tamaru, C. S., Cholik, F., Kuo, J. C. M., and FitzGerald Jr, W. J., 1995. Status of the culture of milkfish (*Chanos chanos*), striped mullet (*Mugil cephalus*), and grouper (*Epinephelus* sp.). *Reviews in Fisheries Science*, 3(3), 249–273. <https://doi.org/10.1080/10641269509388574>
- [11] Maneewong, S., 1986. Larval rearing and development of grouper, *Epinephelus malabaricus* (Bloch and Schneider). *Report of Thailand and Japan Joint*

- Coastal Aquaculture Research Project*, No. 2, 39–52.
- [12] Glamuzina, B., Skaramuca, B., Glavić, N., Kožul, V., Jakov, D., and Kraljevic, M., 1998. Egg and early larval development of laboratory reared dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Picipes, Serranidae). *Scientia Marina*. 62. 373–378. doi: 10.3989/scimar.1998.62n4373
- [13] Yúfera, M., and Darias, M. J., 2007. The onset of exogenous feeding in marine fish larvae. *Aquaculture*, 268(1–4), 53–63. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.04.050>
- [14] Marte, C. L., 2003. Larviculture of marine species in Southeast Asia: current research and industry prospects. *Aquaculture*, 227(1–4), 293–304. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00510-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00510-6)
- [15] Lim, L. C., 1993. Larviculture of the greasy grouper *Epinephelus tauvina* F. and the brown-marbled grouper *E. fuscoguttatus* F. in Singapore. *Journal of the World Aquaculture Society*, 24(2), 262–274. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1993.tb00015.x>
- [16] Doi, M., Munir, M. N., Nik-Razali, N. L., and Zulkifli, T., 1991. Artificial propagation of the grouper, *Epinephelus suillus* at the Marine Finfish Hatchery in Tanjung Demong, Terengganu, Malaysia. *Kertas Pengembangan Perikanan Jabatan Perikanan Kementerian Pertanian, Malaysia. Bil.*, 167, 1–41.
- [17] Kawabe, K., and Kohno, H., 2009. Morphological development of larval and juvenile blacktip grouper, *Epinephelus fasciatus*. *Fisheries Science*, 75(5), 1239–1251. <https://doi.org/10.1007/s12562-009-0128-7>
- [18] Kubitz, F., and Lovshin, L. L., 1999. Formulated diets, feeding strategies, and cannibalism control during intensive culture of juvenile carnivorous fishes. *Reviews in Fisheries Science*, 7(1), 1–22. <https://doi.org/10.1080/10641269991319171>
- [19] Aslianti, T., 1996. Larval rearing of the grouper *Cromileptes altivelis* at different stocking densities. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 2(2), 6–12. (in Indonesian).
- [20] Trần Thế Mưu, Vũ Văn Sáng, Vũ Văn In, 2014. Ảnh hưởng của mật độ lên tốc độ sinh trưởng và tỷ lệ sống của cá song cộp (*Epinephelus fuscoguttatus*) giai đoạn từ cá bột lên cá hương. *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, 3, 43–47.
- [21] Nguyễn Đức Tuấn, Trần Thế Mưu, Vũ Thị Thanh Nga, Phạm Quốc Hùng, 2015. Ảnh hưởng của nhiệt độ và độ mặn lên sự phát triển phôi và tỷ lệ nở của cá song lai (♂ cá song vua *E. lanceolatus* × ♀ cá song hồ *E. fuscoguttatus*). *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, 7, 102–107.
- [22] Trần Ngọc Hải, Nguyễn Thanh Phương, 2006. Kỹ thuật sản xuất giống và nuôi cá biển. *Giáo trình, Trường Đại học Cần Thơ, Khoa Thủy sản*.
- [23] Cheng, A. C., Chen, C. Y., Liou, C. H., and Chang, C. F., 2006. Effects of dietary protein and lipids on blood parameters and superoxide anion production in the grouper, *Epinephelus coioides* (Serranidae: Epinephelinae). *Zoological Studies*, 45(4), 492–502.
- [24] Shapawi, R., Ng, W. K., and Mustafa, S., 2007. Replacement of fish meal with poultry by-product meal in diets formulated for the humpback grouper, *Cromileptes altivelis*. *Aquaculture*, 273(1), 118–126. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.09.014>
- [25] Vũ Văn Sáng, Trần Thế Mưu, Lê Xuân, Phạm Thị Lam Hồng, Trần Thị Nguyệt Minh, Nguyễn Văn Phong, Vũ Văn In, 2014. Ảnh hưởng của mật độ lên tốc độ sinh trưởng và tỷ lệ sống của cá song chuột (*Cromileptes altivelis*) giai đoạn từ cá bột lên cá hương. *Tạp chí Khoa học và Phát triển*, 1, 22–27.
- [26] Ismi, S., Sutarmat, T., Giri, N. A., Rimmer, M. A., Knuckey, R. M. J., Berding, A. C., and Sugama, K., 2012. Nursery management of grouper: a best-practice manual. *ACIAR Monograph Series (Australia) eng no. 150*.
- [27] Lavens, P., and Sorgeloos, P., 1996. Manual on the production and use of live

- food for aquaculture (No. 361). *Food and Agriculture Organization (FAO)*.
- [28] Waspada, M., and Fatoni, T., 1991. Nutrient enrichment of rotifers, *Brachionus plicatilis*, to support fry production of grouper, *Epinephelus fuscoguttatus*. *Jurnal Penelitian Budidaya Pantai*, 7, 73–79. (in Indonesian).
- [29] Su, H. M., Su, M. S., and Liao, I. C., 1997. Preliminary results of providing various combinations of live foods to grouper (*Epinephelus coioides*) larvae. *Hydrobiologia*, 358(1), 301–304. <https://doi.org/10.1023/A:1003153407419>
- [30] Watanabe, W. O., Ellis, S. C., Ellis, E. P., Lopez, V. G., Bass, P., Ginoza, J., and Moriwake, A., 1996. Evaluation of first-feeding regimens for larval Nassau grouper *Epinephelus straitus* and preliminary, pilot-scale culture through metamorphosis. *Journal of the World Aquaculture Society*, 27(3), 323–331. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1996.tb00615.x>
- [31] García-Ortega, A., Daw, A., and Hopkins, K., 2012. Feeding hatchery-produced larvae of the giant grouper *Epinephelus lanceolatus*. In *Proceedings of the 40th US-Japan Aquaculture Panel Symposium: Hatchery Technology for High Quality Juvenile Production*. Washington, DC: US Department of Commerce.
- [32] Tiêu chuẩn quốc gia: Cá nước mặn - Giống cá song chấm nâu, cá giò - Yêu cầu kỹ thuật. TCVN 10462:2014.
- [33] 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 song lai giữa loài cá song nghệ và cá song hoa nâu. *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, 4, 107–112.
- [34] Canario, A. V., Condeca, J., Power, D. M., and Ingleton, P. M., 1998. The effect of stocking density on growth in the gilthead sea-bream, *Sparus aurata* (L.). *Aquaculture Research*, 29(3), 177–181. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.1998.00954.x>
- [35] Johnston, G., 2000. Effect of feeding regimen, temperature and stocking density on growth and survival of juvenile clownfish (*Amphiprion percula*). *Doctoral dissertation, Rhodes University*.
- [36] Jørgensen, E. H., Christiansen, J. S., and Jobling, M., 1993. Effects of stocking density on food intake, growth performance and oxygen consumption in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Aquaculture*, 110(2), 191–204. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(93\)90272-Z](https://doi.org/10.1016/0044-8486(93)90272-Z)
- [37] Li, D., Liu, Z., and Xie, C., 2012. Effect of stocking density on growth and serum concentrations of thyroid hormones and cortisol in Amur sturgeon, *Acipenser schrenckii*. *Fish physiology and biochemistry*, 38(2), 511–520. doi: 10.1007/s10695-011-9531-y