

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MẬT ĐỘ ƯƠNG ĐẾN SINH TRƯỞNG VÀ TỶ LỆ SỐNG CỦA CÁ HỒI VÂN *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) GIAI ĐOẠN CÁ HƯƠNG LÊN CÁ GIỐNG

NGUYỄN VIỆT THÙY

Trung tâm Nghiên cứu Cá nước lạnh Tây Nguyên, Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản III

TRẦN VĂN DŨNG, TRẦN THỊ LÊ TRANG

Khoa Nuôi trồng Thủy sản, Trường Đại học Nha Trang

Mật độ ương là một trong những yếu tố ảnh hưởng lớn đến tốc độ sinh trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả ương giống của nhiều loài cá nói chung và cá hồi vân nói riêng. Trong nghiên cứu này, 3 mật độ ương được thử nghiệm nhằm tìm ra mật độ thích hợp cho ương cá hồi vân giai đoạn cá hương lên cá giống (200, 300 và 400 con/m³). Cá được ương trong hệ thống nước chảy, sử dụng hoàn toàn thức ăn công nghiệp ngoại nhập. Kết quả nghiên cứu cho thấy, mật độ ương có ảnh hưởng đến tốc độ sinh trưởng của cá hồi vân: cá được ương ở mật độ 200 con/m³ cho tốc độ sinh trưởng tuyệt đối và tương đối cao nhất (0,5 g/con/ngày; 44,31%), tiếp theo là mật độ 300 con/m³ (0,39 g/con/ngày; 37,48%) và mật độ 400 con/m³ (0,31 g/con/ngày; 35,51%) ($P < 0,05$). Tương tự, cá được ương ở mật độ 200 con/m³ đạt khối lượng cuối cao hơn so với mật độ 400 con/m³. Tuy nhiên, không có sự khác biệt về khối lượng cuối của cá ở mật độ 300 con/m³ ($14,15 \pm 1,00$ g/con) và 200 con/m³ ($15,88 \pm 0,80$ g/con) cũng như 400 con/m³ ($12,12 \pm 1,18$ g/con). Mật độ ương không ảnh hưởng đến tỷ lệ sống của cá giai đoạn này ($P > 0,05$). Từ kết quả nghiên cứu có thể nhận thấy, mật độ thích hợp cho ương cá hồi vân giai đoạn cá hương lên cá giống là 300 con/m³ nhằm tận dụng tốt diện tích bề ương.

Từ khóa: cá hồi vân, cá hương, cá giống, tốc độ sinh trưởng, tỷ lệ sống.

EFFECT OF REARING DENSITY ON GROWTH AND SURVIVAL RATE OF RAINBOW TROUT *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) FROM FINGERLING TO JUVENILE

Summary

Rearing density is one of the important factors having strongly effects on growth rate, survival rate and rearing efficiency of many fish species in general and rainbow trout in particular. In this study, three densities were experimented in order to identify the most suitable density for rearing rainbow trout from the stages of fry to fingerling (200, 300 and 400 ind./m³). The fish were reared in the raceway system, fed with commercial imported feeds. Results showed that the rearing densities had strong effects on growth rate of rainbow trout. In which, the fish reared at the density of 200 ind./m³ achieved the highest absolute and relative growth rates (0.5 g/ind./day; 44.31%), followed by the density of 300 ind./m³ (0.39 g/ind./day; 37.48%), and 400 ind./m³ (0.31 g/ind./day; 35.51%) ($P < 0.05$). Similarly, the fish reared at the density of 200 ind./m³ gave the higher weight gain compared to the density of 400 ind./m³. However, there was no significant difference in weight gain between the density of 300 ind./m³ (14.15 ± 1.00 g/ind.) and 200 ind./m³ (15.88 ± 0.80 g/ind.) as well as 400 ind./m³ (12.12 ± 1.18 g/ind.). Rearing densities had no significant effects on the survival rate of the fish at this stage ($P > 0.05$). From the results of this study, it can be suggested that the most suitable density for rearing the rainbow trout at the stage of fry to fingerling was 300 ind./m³ for optimizing the rearing efficiency.

Keywords: fry, fingerling, growth rate, rainbow trout, survival rate.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá hồi vân *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) là một trong những loài cá hồi đầu tiên được gia hóa, sinh sản nhân tạo và nuôi thành công trong các thủy vực nước ngọt [7]. Đây là loài cá nước lạnh, có giá trị kinh tế cao, thịt thơm ngon, thích ứng tốt với điều kiện nuôi, do đó, chúng hiện được di nhập và nuôi ở hơn 60 quốc gia và vùng lãnh thổ trên thế giới. Sản lượng cá hồi vân ngày càng gia tăng (trên 600 nghìn tấn/năm) và chỉ đứng sau cá hồi biển [8]. Ở Việt Nam, ngay từ khi nhập về nuôi thử nghiệm (năm 2005), cá hồi vân đã nhanh chóng thích ứng tốt với điều kiện nuôi ở các vùng nước lạnh thuộc Tây Bắc và Tây Nguyên [2]. Trong vài năm trở lại đây, nghề nuôi cá hồi vân phát triển hết sức mạnh mẽ cả về diện tích và sản lượng. Hiện nay, cả nước có 35

cơ sở nuôi cá nước lạnh (cá hồi, cá tầm) với sản lượng hàng năm trên 880 tấn và hướng đến mục tiêu 1.500 tấn vào năm 2015 [1]. Việc phát triển nghề nuôi cá nước lạnh có ý nghĩa rất lớn đối với sự phát triển kinh tế - xã hội ở các vùng núi cao, giúp tận dụng hiệu quả các vùng nước lạnh, vốn không thích hợp cho nuôi các đối tượng cá nước ngọt nhiệt đới truyền thống. Phát triển nghề nuôi cá nước lạnh phục vụ xuất khẩu là một trong những định hướng đã được chính phủ phê duyệt trong giai đoạn 2011-2020 [3].

Tuy nhiên, nghề nuôi cá hồi vân hiện cũng đang gặp rất nhiều khó khăn do phụ thuộc chặt chẽ vào nguồn trứng, con giống và thức ăn nhập khẩu từ các nước như Mỹ, Phần Lan và Trung Quốc [1]. Hậu quả là bị động, gia tăng rủi ro và chi phí trong quá trình sản xuất. Chính điều này đã và đang hạn chế sự phát triển của nghề nuôi cá hồi vân ở nước ta chưa tương xứng với tiềm năng. Kết quả ương giống cá nói chung và cá hồi vân nói riêng phụ thuộc vào nhiều yếu tố như chất lượng con giống, thức ăn, các yếu tố môi trường, mật độ ương, thiết bị ương... [9, 13, 18, 21]. Trong đó, mật độ ương là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả kinh tế và kỹ thuật. Việc gia tăng mật độ ương giúp tận dụng tốt diện tích nuôi, gia tăng hiệu quả kinh tế, tuy nhiên, nó lại đi kèm với nhiều rủi ro như làm giảm tốc độ sinh trưởng, tỷ lệ sống, khả năng kháng bệnh của cá, đặc biệt trong điều kiện ương nuôi với mật độ cao [14, 20, 24, 26]. Các nghiên cứu về mật độ ương giống cá hồi vân nhìn chung còn nhiều hạn chế, đặc biệt là trong điều kiện Việt Nam. Trong khi đó, sự khác biệt về điều kiện tự nhiên của vùng Tây Nguyên nước ta so với các vùng phân bố tự nhiên của cá hồi vân là trở ngại lớn trong việc áp dụng những kết quả nghiên cứu ương nuôi cá hồi vân vào điều kiện nước ta [2]. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định mật độ ương phù hợp để nâng cao tốc độ sinh trưởng và tỷ lệ sống của cá hồi vân giai đoạn cá bột lên cá hương trong điều kiện Lâm Đồng và các tỉnh vùng Tây Nguyên.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Vật liệu và phương pháp bố trí thí nghiệm

Nghiên cứu được thực hiện tại Trạm Nghiên cứu Cá nước lạnh Tây Nguyên (Lâm Đồng) từ tháng 2 đến tháng 10.2011 trên đối tượng cá hồi vân.

Nguồn cá thí nghiệm: cá bột được ấp nở từ nguồn trứng đã thụ tinh nhập từ Mỹ. Sau 20-25 ngày, cá bột tiêu hóa hết lượng noãn hoàng, tiến hành cung cấp thức ăn công nghiệp ương đến giai đoạn cá hương (3-4 g/con). Tiến hành lựa chọn những cá thể khỏe mạnh, vận động



linh hoạt, đều cỡ, màu sắc tự nhiên, không dị hình hay nhiễm bệnh để bố trí vào các nghiệm thức thí nghiệm.

Mật độ ương: nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ ương đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của cá hồi vân được tiến hành từ giai đoạn cá hương (3-4 g/con) lên cá giống (10-12 g/con) với 3 mật độ 200, 300 và 400 con/m³. Thời gian ương là 40 ngày. Thí nghiệm được thực hiện với 3 lần lặp cùng thời điểm.

Bể thí nghiệm: cá được ương trong các bể composite hình tròn có thể tích 2 m³ (đường kính 2 m, độ sâu 0,8 m, mực nước 0,3-0,5 m). Bể ương được lắp đặt hệ thống nước chảy tự động với lưu tốc 10-15 l/phút. Nguồn nước được bơm từ nước suối, chảy qua hệ thống ống dẫn bằng nhựa, lọc qua lớp mút mịn trước khi cấp vào bể ương. Toàn bộ hệ thống bể ương được đặt trong nhà có mái che nhằm ổn định các yếu tố môi trường.

Thức ăn và chế độ cho ăn: cá được ương hoàn toàn bằng thức ăn công nghiệp ngoại nhập Skretting (Pháp) có hàm lượng protein 52%, lipid 18%, kích cỡ 1,5-1,9 mm tùy theo giai đoạn phát triển. Cá được cho ăn với khẩu phần 4-6% khối lượng thân/ngày tùy theo khả năng ăn mỗi giai đoạn phát triển và nhiệt độ môi trường nước, chia làm 6 lần ăn/ngày, sau đó giảm xuống 4 lần ăn/ngày.

Quản lý các yếu tố môi trường: Các yếu tố môi trường như nhiệt độ nước, hàm lượng oxy hòa tan (đo 1 ngày/lần), pH, hàm lượng NH₃ và H₂S (đo 1 tuần/lần) được kiểm tra định kỳ bằng các dụng cụ (nhiệt kế, test oxy, pH, NH₃ và H₂S) và duy trì trong phạm vi thích hợp với sự sinh trưởng và phát triển của cá. Hàng ngày, bể ương được tiến hành siphon, vệ sinh, loại bỏ thức ăn thừa, chất thải và cá chết nhằm ngăn ngừa tác nhân gây bệnh.

2. Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

Tốc độ sinh trưởng tuyệt đối và tương đối của cá được xác định định kỳ (10 ngày/lần) bằng cách thu ngẫu nhiên 30 con trong mỗi bể ương. Khối lượng cá được xác định bằng cân điện tử có độ chính xác 0,1 g. Tỷ lệ sống của cá được xác định bằng cách đếm tất cả số lượng cá tại thời điểm kết thúc thí nghiệm chia cho số lượng cá ban đầu.

Tốc độ sinh trưởng tuyệt đối AGR (g/con/ngày) và tương đối RGR (%):

$$AGR = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \text{ (g/con/ngày)} \quad RGR = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\%$$

Trong đó: W1, W2 - Khối lượng cá ở thời điểm t1, t2 (g);

t1, t2 - Thời điểm cân cá lần trước và sau (ngày).

Tỷ lệ sống: Tỷ lệ sống (%) = (Số cá khi kết thúc thí nghiệm/Số cá ban đầu) x 100.

Các số liệu được xử lý bằng phần mềm SPSS 16.0. Sử dụng phương pháp phân tích phương sai một yếu tố (oneway - ANOVA) và phép kiểm định Duncan để so sánh sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) về tốc độ sinh trưởng tuyệt đối, tương đối và tỷ lệ sống của cá giữa các nghiệm thức thí nghiệm. Toàn bộ số liệu được trình bày dưới dạng giá trị trung bình (TB) $\pm$ sai số chuẩn (SE).

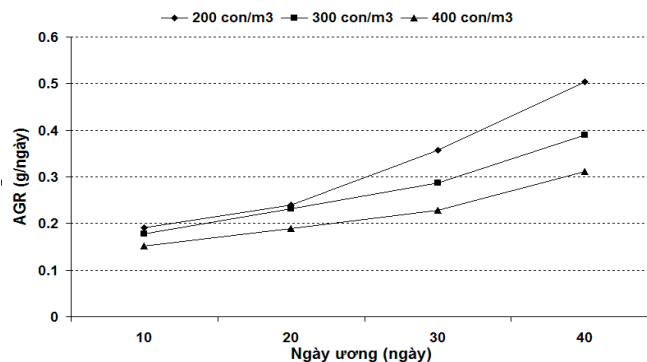
III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Diễn biến các yếu tố môi trường

Nhìn chung, các yếu tố môi trường như nhiệt độ nước ($15,4 \pm 1,8^\circ\text{C}$), hàm lượng oxy hòa tan ($7,1 \pm 0,5 \text{ mgO}_2/\text{l}$), pH (6,8-7,3), hàm lượng NH_3 ($< 0,1 \text{ mg/l}$) và H_2S ($< 0,02 \text{ mg/l}$) đều nằm trong phạm vi thích hợp cho sinh trưởng, phát triển và tỷ lệ sống của cá hồi vân giai đoạn cá bột lên cá hương [7, 13, 27]. Do bể ương được đặt trong nhà, cấp nước chảy liên tục nên chất lượng môi trường rất thích hợp và ổn định trong suốt quá trình ương.

2. Ảnh hưởng của mật độ đến tốc độ sinh trưởng tuyệt đối của cá hồi vân

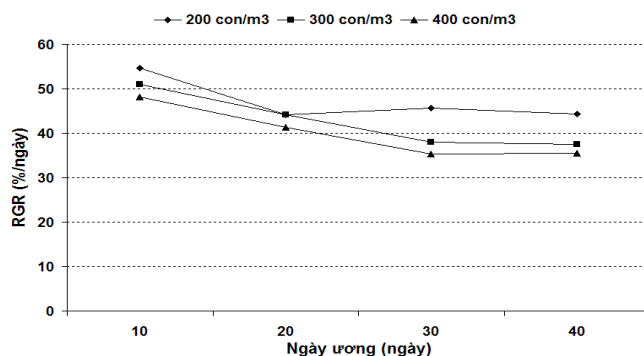
Kết quả nghiên cứu cho thấy, mật độ ương có ảnh hưởng rõ rệt đến tốc độ sinh trưởng tuyệt đối (AGR) của cá hồi vân giai đoạn cá bột lên cá hương với xu hướng chung là mật độ thấp hơn cho tốc độ sinh trưởng tuyệt đối cao hơn. Sau 40 ngày ương, cá được ương ở mật độ 200 con/ m^3 cho tốc độ sinh trưởng tuyệt đối cao nhất ($0,50 \text{ g/con/ngày}$), tiếp theo là cá được ương ở mật độ 300 con/ m^3 ($0,39 \text{ g/con/ngày}$). Trong khi đó, cá được ương ở mật độ 400 con/ m^3 chỉ đạt $0,31 \text{ g/con/ngày}$ ($P < 0,05$) (hình 1).



Hình 1: ảnh hưởng của mật độ ương đến tốc độ sinh trưởng tuyệt đối

3. Ảnh hưởng của mật độ đến tốc độ sinh trưởng tương đối của cá hồi vân

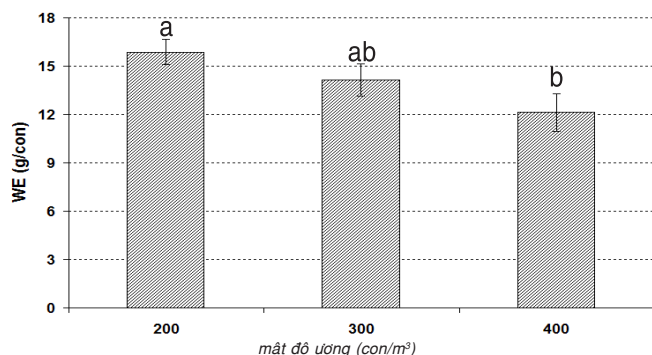
Tương tự, mật độ ương cũng ảnh hưởng đến tốc độ sinh trưởng tương đối (RGR) với xu hướng chung là cá được ương ở mật độ thấp hơn cho tốc độ sinh trưởng tương đối cao hơn. Sau 40 ngày ương, cá ương ở mật độ 200 con/ m^3 cho tốc độ sinh trưởng tương đối cao hơn so với mật độ ương 300 con/ m^3 và 400 con/ m^3 , đạt $44,31 \pm 0,14\%$ ($P < 0,05$). Tuy nhiên, khác với tốc độ sinh trưởng tuyệt đối, không có sự khác biệt về tốc độ sinh trưởng tương đối giữa hai mật độ ương 300 và 400 con/ m^3 . Sau 40 ngày ương, cá đạt tốc độ sinh trưởng tương đối lần lượt là $37,48 \pm 1,41$ và $35,51 \pm 2,22\%$ ($P > 0,05$) (hình 2).



Hình 2: ảnh hưởng của mật độ ương đến tốc độ sinh trưởng tương đối

4. Ảnh hưởng của mật độ đến khối lượng cá hồi vân cuối thí nghiệm

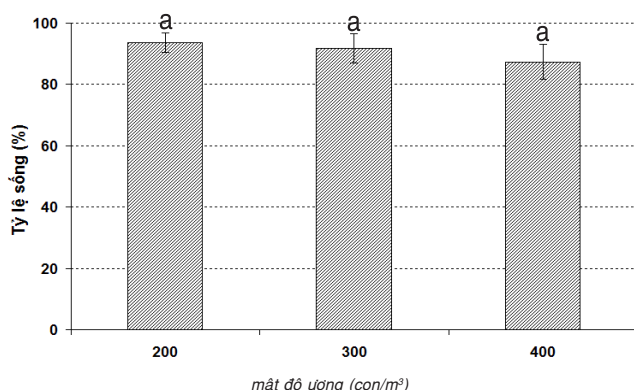
Khối lượng cá cuối thí nghiệm phụ thuộc chặt chẽ vào mật độ ương. Trong đó, cá được ương ở mật độ 200 con/ m^3 đạt khối lượng cao hơn so với mật độ 400 con/ m^3 ($P < 0,05$). Tuy nhiên, không có sự khác biệt về khối lượng cuối của cá đạt được ở mật độ ương 300 con/ m^3 ($14,15 \pm 1,00 \text{ g/con}$) so với mật độ 200 con/ m^3 ($15,88 \pm 0,80 \text{ g/con}$) và 400 con/ m^3 ($12,12 \pm 1,18 \text{ g/con}$) ($P > 0,05$) (hình 3).



Hình 3: ảnh hưởng của mật độ ương đến khối lượng của cá hồi vân cuối thí nghiệm
Các ký tự chữ cái khác nhau trên các cột thể hiện sự khác biệt thống kê ($P < 0,05$)

5. Ảnh hưởng của mật độ đến tỷ lệ sống của cá hồi vân

Kết quả nghiên cứu cho thấy, mật độ ương không ảnh hưởng đến tỷ lệ sống của cá hồi vân giai đoạn cá hương lên cá giống (hình 4). Sau 40 ngày, cá ương ở mật độ 200 con/m³, 300 con/m³ và 400 con/m³ đạt tỷ lệ sống lần lượt là $93,6 \pm 3,2$; $91,8 \pm 4,7$ và $87,4 \pm 5,6\%$ ($P > 0,05$). Mặc dù vậy, có thể thấy một xu hướng chung rằng, cá được ương ở mật độ ương thấp hơn cho tỷ lệ sống lớn hơn so với mật độ ương cao hơn ($P > 0,05$).



Hình 4: ảnh hưởng của mật độ ương đến tỷ lệ sống của cá hồi vân
Các ký tự chữ cái khác nhau trên các cột thể hiện sự khác biệt thống kê ($P < 0,05$)

Nâng cao năng suất ương nuôi trên một đơn vị diện tích hay thể tích là một trong những điểm mấu chốt nâng cao hiệu quả của nghề nuôi trồng thủy sản và được quan tâm nghiên cứu bởi nhiều tác giả, trên nhiều đối tượng nuôi trong đó có cá hồi vân [12, 15, 16]. Việc gia tăng mật độ nuôi cho phép nâng cao sản lượng, tuy nhiên, điều này liên quan mật thiết đến nhiều vấn đề như thiết kế hệ thống nuôi, chế độ cho ăn, quản lý môi trường và phòng

trừ dịch bệnh [21, 24, 26]. Tác động tiêu cực của việc gia tăng mật độ nuôi có thể nhận thấy như bất thường về tập tính, sức khỏe và các hoạt động sinh lý của cá, ô nhiễm môi trường, từ đó, làm cá dễ bị stress, nhiễm bệnh, sinh trưởng chậm và gia tăng tỷ lệ chết [10, 23, 27].

Trong nghiên cứu hiện tại, cá được ương ở mật độ và 200 con/m³ cho tốc độ sinh trưởng tương đối và tuyệt đối cao hơn so với mật độ 300 và 400 con/m³. Kết quả này là phù hợp với kết quả nghiên cứu của nhiều tác giả trước đó cũng trên loài cá này [5, 6, 15, 20]. Tốc độ sinh trưởng chậm ở các lô thí nghiệm ương với mật độ cao hơn có thể do sự cạnh tranh thức ăn, không gian sống chật hẹp, cá bị stress, hàm lượng oxy hòa tan thấp... Nghiên cứu của Moradyan và ctv. (2012) cũng cho thấy, cá hồi vân giai đoạn cá bột lên cá hương ương ở mật độ thấp hơn (4.000 con/m³) cho tỷ lệ sống cao hơn (6.000 và 8.000 con/m³) [14]. Kết quả tương tự cũng được ghi nhận trong nhiều nghiên cứu khác trên cá hồi vân ở kích thước lớn hơn và giai đoạn nuôi thương phẩm [5, 15, 17]. Các quan sát trong quá trình ương và so sánh với các nghiên cứu khác cũng cho thấy, cá hồi vân ở Lâm Đồng hay các vùng cao nguyên nước ta nói chung không thể ương ở mật độ cao (600-800 con/m³) do sự chênh lệch về độ cao với các vùng nuôi khác. Trong điều kiện Lâm Đồng, nhiệt độ thấp tạo ra là do vị trí nằm ở trên cao hơn 1.500 m so với mực nước biển, trong khi, càng lên cao, áp suất không khí giảm, khả năng hòa tan của oxy vào nước giảm [2]. Hơn nữa, oxy lại chính là yếu tố giới hạn năng suất cá nuôi, đặc biệt là đối với những loài cá ưa nước chảy. Chính vì vậy, mật độ ương 300 con/m³ được xác định là thích hợp cho ương cá hồi vân từ giai đoạn cá hương lên cá giống.

Tương tự tốc độ sinh trưởng, mật độ ương có ảnh hưởng lớn đến tỷ lệ sống của cá nói chung và nhóm cá hồi nói riêng. Ương nuôi cá hồi vân với mật độ cao làm gia tăng nguy cơ cạnh tranh thức ăn, không gian sống, ô nhiễm môi trường, cá dễ bị stress và nhiễm bệnh [4, 14, 19], do đó làm giảm tỷ lệ sống của cá trong quá trình ương [11, 16, 22, 25]. Kết quả nuôi cá hồi vân với các mật độ khác nhau, 107-219 kg/m³, Holm và ctv. (1990) nhận thấy, việc gia tăng mật độ nuôi làm gia tăng đáng kể tỷ lệ chết, đặc biệt là trong tương quan với chế độ cho ăn thấp hơn [9].

IV. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

1. Kết luận

Cá được ương ở mật độ 200 con/m³ cho tốc độ sinh trưởng tuyệt đối cao nhất (0,5 g/con/ngày; 44,31%), tiếp theo là mật độ 300 con/m³ (0,39 g/con/ngày; 37,48%), thấp nhất là mật độ 400 con/m³ (0,31 g/con/ngày; 35,51%).

Cá được ương ở mật độ 200 con/m³ đạt khối lượng

cuối cao hơn so với mật độ 400 con/m³. Tuy nhiên, không có sự khác biệt về khối lượng cuối của cá đạt được ở mật độ ương 300 con/m³ ($14,15 \pm 1,00$ g/con) so với mật độ 200 con/m³ ($15,88 \pm 0,80$ g/con) và 400 con/m³ ($12,12 \pm 1,18$ g/con).

Mật độ ương không ảnh hưởng đến tỷ lệ sống của cá giai đoạn này. Sau 40 ngày, cá ương ở mật độ 200, 300 và 400 con/m³ đạt tỷ lệ sống lần lượt là $93,6 \pm 3,2$; $91,8 \pm 4,7$ và $87,4 \pm 5,6\%$.

2. Khuyến nghị

Cần nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ ương đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của cá hồi vân giai đoạn cá bột lên cá hương.

Cần nghiên cứu ảnh hưởng một số yếu tố môi trường như: nhiệt độ, hàm lượng oxy hòa tan, lưu tốc dòng chảy... nhằm tạo môi trường thích hợp cho ương cá hồi vân giai đoạn cá bột lên cá hương và cá giống.

Cần nghiên cứu nhu cầu dinh dưỡng và sản xuất thức ăn nhân tạo cho ương giống cá hồi vân thay thế nguồn thức ăn nhập khẩu nhằm giảm chi phí sản xuất, gia tăng hiệu quả kinh tế cho nghề nuôi cá hồi vân ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu tiếng Việt:

1. Trần Đình Luân, Nguyễn Thị Hoa và Trần Thị Năng Thu, 2011. Thử nghiệm nuôi vỗ cá hồi vân (*Oncorhynchus mykiss*) bố mẹ tại Lào Cai bằng thức ăn sản xuất trong nước. Tạp chí Khoa học và Phát triển, 9(6): 966-971. Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.
2. Nguyễn Văn Thìn, 2006. Nuôi cá hồi vân (*Oncorhynchus mykiss*) ở Việt Nam: Những hạn chế và triển vọng. Trung tâm Nghiên cứu Cá nước lạnh - Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I.
3. Thủ tướng Chính phủ, 2010. Quyết định số 1690/QĐ-TTg ngày 16.9.2010 về việc phê duyệt Chiến lược phát triển thủy sản Việt Nam đến năm 2020.

Tài liệu tiếng Anh:

4. Akbulut B., Sahin T., Aksungur N., Aksungur M., 2002. Effect of initial size on growth rate of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), reared in cages on the Turkish Black Sea coast. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 2: 133-136.
5. Bekiroglu Y., Sahin T. and Duzgunes E, 1995. Assessment of optimal stocking density for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). General Directorate of Agricultural Research, Ankara (Turkey). 59 pp.
6. Boujard T., L. Labbe and B. Auperin, 2002. Feeding behavior, energy expenditure & growth of rainbow trout in relation to stocking density and food accessibility. Aquaculture Research 33(15): 1233-1242.
7. FAO, 2006. Cultured Aquatic Species Information Programme *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792). Provided by: Inland Water Resources and Aquaculture Service (FIRI).
8. FAO, 2010. Aquaculture Production Statistics. FAO, Rome, Italy.
9. Holm C.J., T. Refstie and S. Bo, 1990. The Effect of fish density and feeding regimes on individual growth rate and mortality in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 89: 225-232.
10. Jorgensen E.H., J.S. Christiansen and M. Jobling, 1993. Effects of stocking density on food intake, growth performance and oxygen

consumption in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). Aquaculture 110: 191-204.

11. Kebus M.J., M.T. Collins, M.S. Brownfield, C.H. Amundson, T.B. Kayes and J.A. Malison, 1992. Effects of rearing density on the stress response and growth of rainbow trout. Journal of Aquatic Animal Health, 4: 1-6.

12. Lefrancois C., G. Claireaux, C. Mercier and J. Aubin, 2001. Effect of density on the routine metabolic expenditure of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 195 (3-4): 269-277.

13. Molony B., 2001. Environmental requirements and tolerances of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Brown trout (*Salmo trutta*) with special reference to Western Australia: A review. Fisheries Research Report No. 130.

14. Moradyan H., Karimi H., Gandomkar H.A., Sahraeian M.R., Ertefaat S. and Sahafi H.H., 2012. the effect of stocking density on growth parameters and survival rate of rainbow trout alevins (*Oncorhynchus mykiss*). World Journal of Fish and Marine Sciences 4 (5): 480-485.

15. Nepal A.P., Yamada T. and Karna M.K, 1998. Determination of optimum stocking density of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, In Present Status of Fisheries Research, Development and Education in Nepal. Eds. Pradhan, B.R., Wagle, S.R., Osamu, Y. and Masakazu, T. NARC & JICA, 170 p.

16. North B., J. Turnbull, J. Taylor, T. Ellis and N. Bromage, 2004. Assessing the effects of stocking density on the welfare of farmed rainbow trout. Trout News, 38: 13-17.

17. North B.P., J.F. Turnbull, T. Ellis, M.J. Porter, H. Miguard, J. Bron and N.R. Bromage, 2006. The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 5: 466-479.

18. Okumus I., 2002. Rainbow trout broodstock management and seed production in Turkey: Present practices, constraints and the future. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2: 41-56.

19. Papoutsoglou S.E., E.G. Papaparaskeva-Papoutsoglou and P.K. Dendrinou, 1979. Studies on the effect of density on body composition, growth rate and survival of rainbow trout fry, reared in semiclosed system. Thalassographica, 1: 43-56.

20. Papoutsoglou S.E., E. Papaparskeve-Papoutsoglou and M.N. Aklexis, 1987. Effect of density on growth rate and production of rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson) over a full rearing period. Aquaculture, 66: 9-17.

21. Rasmussen R.S., F.H. Larsen and S. Jensen, 2007. Fin condition and growth among rainbow trout reared at different sizes, densities and feeding frequencies in high temperature recirculated water. Aquaculture International, 15: 97-107.

22. Reftsie T., 1977. Effect of density on growth and survival of rainbow trout. Aquaculture, 11: 329-334.

23. Ross R. and B.J. Watten, 1998. Importance of rearing-unit design and stocking density to the behavior, growth and metabolism of lake trout (*Salvelinus namaycush*). Aquaculture Engineering, 19: 41-56.

24. Sirakov I. and E. Ivanchev, 2008. Influence of stocking density on the growth performance of rainbow trout and brown trout grown in recirculation system. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 14(2): 150-154.

25. Vijayan M.M. and J.F. Leatherland, 1988. Effect of stocking density on the growth and stress response in brook charr, *Salvelinus fontinalis*. Aquaculture 75: 159-170.

26. Wallat G.K., L.G. Tiu, J.D. Rapp and R. Moore, 2004. Effect of stocking density on growth, yield and costs of producing rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in cages. Journal of Applied Aquaculture 15 (3-4): 73-82.

Westin D.T., 1974. Nitrate and nitrite toxicity to salmonid fishes. Journal of Progressive Fish Culturist, 36: 86-89.