



MỐI QUAN HỆ GIỮA KÍCH CỠ VÀ CÁC CHỈ TIÊU SINH SẢN CỦA CÁ RÔ ĐẦU VUÔNG (*ANABAS TESTUDINEUS*)

Dương Thúy Yên¹ và Phạm Thanh Liêm¹

¹ Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 27/05/2014

Ngày chấp nhận: 30/10/2014

Title:

Relationships of growth and reproductive traits in square-head climbing perch (*Anabas testudineus*)

Từ khóa:

Cá rô đồng, *Anabas testudineus*, quan hệ bù trừ giữa sinh trưởng và sinh sản, kích cỡ cá bố mẹ, kích thước trứng

Keywords:

Climbing perch, *Anabas testudineus*, growth and reproduction trade-off, broodstock size, egg size

ABSTRACT

This study aimed to quantify relationships between body size and reproductive traits of square-head climbing perch, SHCP (*Anabas testudineus*). Eight-month old SHCP from a grow-out pond were randomly sampled, then divided into three groups of sizes (247 ± 60 g; 157 ± 22 g; and 99 ± 27 g), and stocked in 6 hapas ($2 \times 3 \times 2.5$ m). After 2 months of maturation culture, 60 individuals (10 fish were randomly sampled from each hapa) were measured gonad somatic index (GSI), fecundity, and egg diameter. Simultaneously, 13 pairs of broodstock were artificially propagated to estimate realistic fecundity, fertilization rate and hatching rate. Results showed that GSI of males (0.5 - 1.5% for testis at stage IV) was independent of sizes ($p > 0.05$). Meanwhile, that of females decreased 1.7 - 2% (ovary at stage IV and III, respectively) with 100 g increase of body weight. When females' weight increased, absolute fecundity increased while relative fecundity decreased, and egg diameter (0.71 - 0.78 mm) insignificantly increased. Realistic fecundity (averaged 335 - 398 eggs/g), fertilization rate (77.4 - 92.8%), and hatching rate (81.6 - 94.2%) were not significantly different ($p > 0.05$) among three size groups of broodstock.

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm xác định mối quan hệ giữa kích cỡ và một số chỉ tiêu sinh sản của cá rô "đầu vuông" (*Anabas testudineus*). Cá rô đầu vuông 8 tháng tuổi từ một ao nuôi thịt được thu ngẫu nhiên, sau đó phân thành 3 nhóm khối lượng (247 ± 60 g; 157 ± 22 g; và 99 ± 27 g) và được nuôi vỗ trong 6 giai ($2 \times 3 \times 2,5$ m). Sau 2 tháng, 60 cá thể (thu ngẫu nhiên 10 cá thể/giai) được kiểm tra hệ số thành thực (GSI), sức sinh sản và đường kính trứng. Đồng thời 13 cặp cá bố mẹ từ 3 nhóm kích cỡ được cho sinh sản nhân tạo để xác định sức sinh sản thực tế, tỉ lệ thụ tinh và tỉ lệ nở. Kết quả ở cá đực, GSI (0,5 - 1,5% khi tuyến sinh dục ở giai đoạn IV) không thay đổi theo khối lượng ($p > 0,05$) nhưng ở cá cái, GSI giảm 1,7 - 2% (tương ứng với tuyến sinh dục ở giai đoạn IV và III) khi khối lượng cá tăng 100 g ($p < 0,05$). Khi cá cái càng lớn thì sức sinh sản tuyệt đối càng tăng nhưng sức sinh sản tương đối càng giảm và đường kính trứng (0,71 - 0,78 mm) thay đổi không đáng kể. Sức sinh sản thực tế (trung bình từ 335 - 398 trứng/g), tỉ lệ thụ tinh (77,4 - 92,8%) và tỉ lệ nở (81,6 - 94,2%) không khác biệt thống kê ($p > 0,05$) giữa các nhóm cá bố mẹ có kích cỡ khác nhau.

1 GIỚI THIỆU

Với ưu điểm là tăng trưởng nhanh và kích thước lớn, đồng cá rô đầu vuông hiện đang được nuôi phổ biến ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) và nhiều nơi khác. Sự phát triển nhanh của nghề nuôi cá rô một phần còn do người dân có thể kích thích sinh sản nhân tạo cả một cách dễ dàng. Qua kết quả điều tra về hiện trạng sản xuất giống và nuôi cá rô đầu vuông ở Hậu Giang (năm 2012, số liệu chưa công bố của nhóm tác giả), nhiều người chọn cá bố mẹ tự chính ao nuôi cá thịt của mình và với những tiêu chí chọn khác nhau. Trong đó, đa số các hộ sản xuất không chọn những cá thể to lớn nhất đàn vì cho rằng chúng chậm thành thục và chất lượng sinh sản (bao gồm sức sinh sản thực tế, tỉ lệ thụ tinh và tỉ lệ nở) thấp. Tuy nhiên, một số ít hộ chọn những cá thể lớn nhất vì theo họ, đàn cá con sẽ tăng trưởng nhanh. Nhận định sau đã được chứng minh trong một nghiên cứu gần đây, cá rô đầu vuông bố mẹ có khối lượng lớn ở mức 5% của đường phân phối chuẩn về khối lượng của đàn đã ảnh hưởng tích cực đến tăng trưởng của đàn con từ giai đoạn bột lên giống (Dương Thúy Yên và *ctv.*, 2014). Song đến nay, hầu như chưa có nghiên cứu nào về mối liên quan giữa kích cỡ và các chỉ tiêu sinh sản của cá rô nói riêng và những loài cá đồng nuôi nói chung.

Hệ số thành thục, sức sinh sản và đường kính trứng là những chỉ tiêu sinh sản quan trọng và thường có mối quan hệ với kích cỡ cơ thể. Trên một số loài cá như loài *Botia almorhae* (Joshi and Pathani, 2009) hay cá hồi *Oncorhynchus masou* (Tamate and Maekawa, 2000), những cá thể tăng trưởng chậm có hệ số thành thục và sức sinh sản thấp nhưng kích cỡ trứng to hơn so với cá tăng trưởng nhanh. Ngược lại, ở loài cá *Zacco temminckii* ở Nhật, hệ số thành thục ở cá cái tăng theo khối lượng cơ thể nhưng ở con đực không thể hiện mối tương quan (Katano, 1990).

Mối quan hệ giữa sinh trưởng và sinh sản đóng vai trò quan trọng trong tiến hóa của loài. Sự phân phối năng lượng của cơ thể cho hai hoạt động này hình thành nên những đặc điểm, tập tính của loài và những đặc điểm này có thể thay đổi trong những điều kiện môi trường khác nhau (Heino and Kaitala, 1999). Nắm được mối quan hệ này trên đối tượng nuôi còn có ý nghĩa thực tế trong việc chọn cá sinh sản sao cho vừa đảm bảo được tăng trưởng của đàn con vừa đạt hiệu quả sản xuất giống.

Nghiên cứu này nhằm xác định mối quan hệ giữa kích cỡ cá cái và đực với một số chỉ tiêu sinh sản của cá rô đồng đầu vuông, từ đó giúp hiểu

thêm về đặc điểm sinh học của dòng cá này và cung cấp thông tin cho sản xuất và chọn giống cá rô đầu vuông.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Nguồn cá thí nghiệm

Cá rô đầu vuông 8 tháng tuổi được thu từ một ao nuôi thịt với số lượng 60 kg (khối lượng trung bình 140,2 ± 65,9 g; n = 387 con) và tháng 2/2013. Số cá này được chia làm 3 nhóm kích cỡ: cỡ lớn (247 ± 60 g), cỡ vừa (157 ± 22 g) và cỡ nhỏ (99 ± 27 g) và thả vào trong 6 giai (2x3x2,5m). Mục đích của việc chia nhóm là để dễ ước lượng kích cỡ cá khi kiểm tra mức độ thành thục và chọn cá cho sinh sản với kích cỡ khác nhau. Cá được cho ăn 2 lần/ngày bằng thức ăn công nghiệp (hiệu Tomboy kí hiệu 450A, 30% đạm) với khẩu phần từ 1,5-2% tổng khối lượng cá.

2.2 Phương pháp xác định các chỉ tiêu sinh sản sau khi nuôi vỗ

Sau 2 tháng nuôi vỗ, thu ngẫu nhiên 60 cá thể từ 6 giai để kiểm tra các chỉ tiêu sau:

Giai đoạn thành thục: quan sát tuyến sinh dục và xác định giai đoạn thành thục dựa vào thang thành thục 6 giai đoạn của Nikolsky (1963, trích Phạm Thanh Liêm và Trần Đức Định, 2004).

Hệ số thành thục (Gonad somatic index, GSI) % = 100 x Khối lượng tuyến sinh dục / Khối lượng cơ thể.

- Sức sinh sản tuyệt đối: đối với những con cái có tuyến sinh dục ở giai đoạn IV, sức sinh sản tuyệt đối được xác định theo phương pháp Lowerre và Barbieri (1993). Trứng trong buồng trứng được tách rời bằng biện pháp cơ học. Buồng trứng được cho vào khung lưới có mắt lưới 0,1 mm đặt dưới vòi nước chảy với vận tốc vừa phải để nhờ vào áp lực nước tách rời trứng ra khỏi tấm trứng. Sau đó trứng được bảo quản trong dung dịch formaline 2,5% đến khi đếm số trứng. Đếm 5 mẫu đại diện được lấy ngẫu nhiên (cần mẫu ở độ chính xác 0,01g) từ mỗi buồng trứng cùng dung dịch bảo quản (hỗn hợp). Tính số trứng trung bình trong 1 gam hỗn hợp. Sức sinh sản tuyệt đối được tính theo công thức:

$$F = nG$$

Trong đó: F: sức sinh sản tuyệt đối (absolute fecundity)

n: số lượng trứng trung bình trong 1 gam mẫu

G: khối lượng hỗn hợp trứng và dung dịch bảo quản trứng.

- Sức sinh sản tương đối (trứng/g) = sức sinh sản tuyệt đối (trứng)/khối lượng cá cái (g).

- Đường kính trứng: Mẫu đo đường kính được thực hiện trên cùng những mẫu đếm sức sinh sản tuyệt đối. Mẫu trứng được lấy ngẫu nhiên khoảng 30 trứng từ hỗn hợp trứng và được đo trên kính hiển vi.

2.3 Phương pháp xác định các chỉ tiêu sinh sản trong sinh sản nhân tạo

Khi cá thành thực tốt (kiểm tra sau 2 tháng, vào tháng 4/2013), chọn 5 cặp cá bố mẹ ở 3 nhóm kích cỡ khác nhau để kích thích sinh sản nhân tạo. Cá được tiêm một lần với kích thích tố LH-RHa + DOM, liều lượng sử dụng là 100 µg/kg cá cái. Liều lượng hormone dùng cho cá đực bằng 1/2 liều dùng cho cá cái. Sau khi tiêm kích thích tố, chuyển cá vào các bể nhựa 60 L (chứa 40 L nước) theo từng cặp bố mẹ. Khoảng 8 - 10 giờ sau khi tiêm kích thích tố cá bắt đầu đẻ trứng. Khi cá đẻ xong, trứng được chuyển sang xô ấp trứng (riêng cho mỗi cặp cá bố mẹ).

Các chỉ tiêu theo dõi gồm:

Sức sinh sản thực tế: xác định dựa trên thể tích trứng và đếm số trứng/ml trứng (3 lần lặp lại)

Tỉ lệ thụ tinh: tính % số trứng thụ tinh trong 100 trứng được lấy ngẫu nhiên từ mỗi bể ấp trứng (3 lần lặp lại) và xác định tại thời điểm 8 giờ sau sau khi cá đẻ (nhiệt độ nước trong bể ấp từ 27 - 28°C).

Tỉ lệ nở được xác định sau khi cá nở hoàn toàn. Tỉ lệ nở chính là % số cá nở trong tổng số trứng thụ tinh (3 lần lặp lại cho mỗi bể ấp trứng).

2.4 Phương pháp xử lý số liệu

Mối quan hệ tuyến tính giữa khối lượng cá cái (và đực) với các chỉ tiêu sinh sản sau 2 tháng nuôi vỗ được kiểm định ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$ bằng chức năng hồi qui trong chương trình Excel. Các

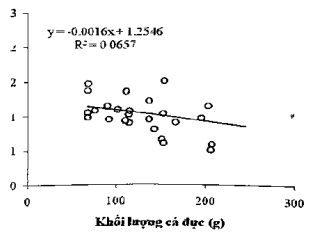
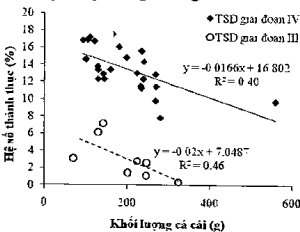
thông số của phương trình hồi qui cũng được xác định từ chương trình Excel. Sự khác biệt về các chỉ tiêu sinh sản nhân tạo giữa 3 nhóm cá được so sánh bằng phương pháp ANOVA một nhân tố với phép thử DUNCAN; trung bình khối lượng cá đực và cá cái được so sánh bằng phương pháp Mann-Whitney và được thực hiện thông qua chương trình SPSS 16.0.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Mối quan hệ giữa khối lượng và hệ số thành thực của cá rô đầu vuông

Trong 60 cá thể kiểm tra, khối lượng cá cái (70,5 - 560 g, trung bình: 199 ± 92, n=33) và cá đực (72,5 - 265 g, trung bình: 147 ± 56, n=27) khác biệt nhau có ý nghĩa (kiểm định Mann-Whitney, P=0,012).

Hệ số thành thực (GSI) của cá cái chia làm 2 nhóm, nhóm có buồng trứng ở giai đoạn III (n=8, chiếm 24,2% số cá cái) có GSI từ 8% trở xuống và nhóm có buồng trứng ở giai đoạn IV (n=25, chiếm 75,8%) có GSI từ 10% trở lên (trừ một cá thể có GSI = 7,8%). Tuy có GSI khác nhau nhưng cả hai nhóm cá cái đều thể hiện xu hướng giảm khi khối lượng cá tăng (Hình 1, bên trái). Mối tương quan nghịch này là có ý nghĩa thống kê ($p = 0,06$ đối với tuyến sinh dục ở giai đoạn III và $p < 0,01$ đối với tuyến sinh dục ở giai đoạn IV). Phương trình tuyến tính (Hình 1, bên trái) cho biết cùng giai đoạn tuyến sinh dục, khi khối lượng cá cái tăng 100 g thì GSI giảm tương ứng cho 2 giai đoạn III và IV lần lượt là 2% và 1,7%. Ở cá đực, GSI cũng có xu hướng giảm khi khối lượng cá tăng nhưng mối quan hệ này không có ý nghĩa thống kê ($p = 0,18$) (Hình 1, bên phải). Hệ số thành thực của cá đực có tuyến sinh dục ở giai đoạn IV (100% số cá kiểm tra) dao động từ 0,5-1,5%, nhỏ hơn ~ 10 lần so với cá cái.



Hình 1: Mối quan hệ giữa khối lượng cá cái (hình trái) và cá đực (hình phải) với hệ số thành thực

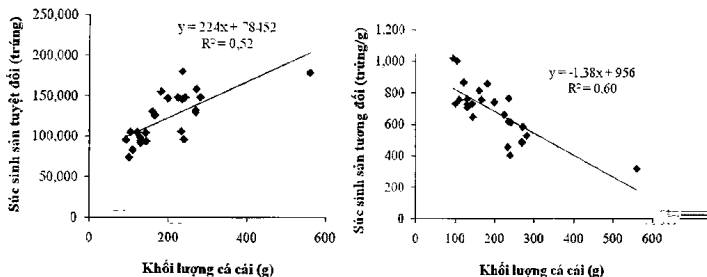
Kết quả nghiên cứu về mối quan hệ giữa GSI và khối lượng ở cá rô khác với kết quả của một số nghiên cứu trên các loài cá khác. Trên cá *Botia almorhae* (ở Ấn Độ), Joshi và Pathani (2011) tìm thấy khi cá đực và cá cái thành thục, GSI tăng khi khối lượng cá lớn. Tuy nhiên, đối với loài *Gobius paganellus* (Họ Gobiidae), một loài cá có kích thước tương đối nhỏ (cá thành thục lần đầu có chiều dài từ 7,5 – 8,5 cm), GSI ở cả 2 giới tính không thay đổi theo khối lượng (Louiz *et al.*, 2013). Đối với cá rô, sự thay đổi GSI trong thời gian thành thục ở giới đực và cái thể hiện khác nhau. Ở cá rô cái, tốc độ gia tăng khối lượng tuyến sinh dục chậm hơn tốc độ gia tăng về khối lượng cơ thể là do cá rô cái có tốc độ tăng trưởng nhanh hơn thể hiện ở khối lượng cá cái trong cùng một đàn lớn hơn có ý nghĩa so với cá đực ($p=0,012$). Kết quả này giống với loài cá *Zacco temminckii* ở Nhật (Katano, 1990).

3.2 Mối quan hệ giữa khối lượng và sức sinh sản của cá rô đầu vuông

Sức sinh sản tuyệt đối của cá rô đầu vuông dao

động từ 73.910 – 18.334 trứng/cá thể và tỉ lệ thuận với khối lượng cơ thể (Hình 2) ($p<0,01$). Khi khối lượng cá cái tăng 1 g thì sức sinh sản tăng 224 trứng ($F = 224BW + 78452$, với BW là khối lượng cơ thể). Kết quả này gần giống với nghiên cứu trên cá rô ở Malaysia, mối quan hệ giữa sức sinh sản và khối lượng được thể hiện qua phương trình $F=330BW + 10844$ (Marimuthu *et al.*, 2009). Mức độ tăng của sức sinh sản theo khối lượng của cá rô đầu vuông (Hình 2, bên trái) nhỏ hơn so với cá rô đồng tự nhiên với mức tăng từ 400 – 500 trứng cho mỗi gram tăng về khối lượng (Dương Thúy Yên, 2014).

Tương tự như chỉ số GSI, sức sinh sản tương đối của cá rô đầu vuông giảm theo khối lượng ($p<0,01$). Như vậy, tỉ lệ khối lượng tuyến sinh dục và số lượng trứng so với khối lượng thân giảm khi cá cái càng lớn. Tuy nhiên, tốc độ giảm của sức sinh sản tương đối nhỏ với hệ số góc là -1,38. Nghĩa là, khi khối lượng cá cái tăng lên 100 g thì số lượng trứng giảm 138 trứng. Về khía cạnh sản xuất, mức giảm này là không đáng kể.

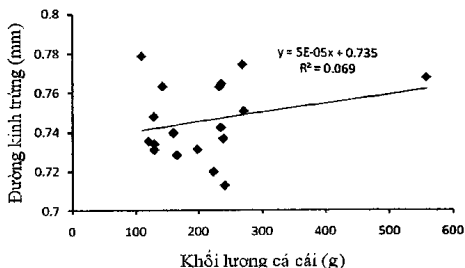


Hình 2: Mối quan hệ giữa khối lượng cá cái với sức sinh sản tuyệt đối và tương đối

3.3 Mối quan hệ giữa khối lượng cá cái và đường kính trứng của cá rô đầu vuông

Đường kính trứng trung bình của cá rô đầu vuông 0,71 – 0,78 mm. Đường kính trứng có xu hướng tăng rất nhỏ (hệ số góc 5×10^{-5} mm/g) theo khối lượng cá cái (Hình 3), tuy nhiên mối quan hệ

này không có ý nghĩa ($p>0,05$). Kết quả ở cá rô đầu vuông khác với cá rô tự nhiên thu ở Cà Mau, khi cá cái càng lớn, kích thước trứng tăng có ý nghĩa (Dương Thúy Yên, 2014). Tương tự, ở cá đốm trắng *Saibelinus leucomaenis*, đường kính trứng của cá tăng theo khối lượng (Morita and Takashima, 1998).



Hình 3: Mối quan hệ giữa khối lượng cá cái với đường kính trứng

Đường kính trứng được xem là một trong những chỉ tiêu thể hiện ảnh hưởng của cá mẹ đến sự sinh trưởng, phát triển và khả năng sống của đàn con (Einum and Fleming, 1999; Heath *et al.*, 1999; Einum and Fleming, 2000). Một số tác giả cho rằng đường kính trứng có mối quan hệ bù trừ với sức sinh sản tương đối, nghĩa là số lượng trứng trên một đơn vị khối lượng cá cái càng nhiều thì kích thước trứng càng nhỏ (Parker and Begon, 1986; Elgar, 1990). Tuy nhiên, mối quan hệ này có thể thay đổi tùy theo điều kiện môi trường, ở điều kiện môi trường biến động và bất lợi cho cá, mối quan hệ bù trừ thể hiện rõ, trong khi ở môi trường thuận lợi, kích cỡ trứng ít thay đổi (Morronegiello *et al.*, 2012). Theo giả thiết này, trứng cá rô đầu vuông không thay đổi theo khối lượng cá cái hay sức sinh

sản có thể do trong điều kiện nuôi, các yếu tố môi trường ổn định.

3.4 Một số chỉ tiêu sinh sản nhân tạo của cá rô đầu vuông với kích cỡ khác nhau

Kết quả sinh sản nhân tạo từ 13 cặp cá bố mẹ (có 2 cặp không sinh sản và thất thoát trong quá trình sinh sản) được trình bày ở Bảng 1. Ba nhóm cá có kích cỡ khác nhau nhưng sức sinh sản thực tế (trung bình từ 335 – 398 trứng/g cá cái), tỉ lệ thụ tinh (77,4 – 92,8%) và tỉ lệ nở (81,6 – 94,2%) khác biệt nhau không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Khi xét tương quan giữa các chỉ tiêu này với khối lượng (không kể nhóm cá) đều cho thấy chúng không phụ thuộc vào khối lượng cá ($p > 0,05$ và R^2 rất nhỏ). Điều này chứng tỏ, kích cỡ cá không ảnh hưởng đến các chỉ tiêu sinh sản thực tế.

Bảng 1: Khối lượng (W) cá sinh sản, sức sinh sản (SSS) thực tế và tỉ lệ thụ tinh và tỉ lệ nở của cá rô

Nhóm cá	Số cặp	W cá đực	W cá cái	SSS thực tế (trứng/g)	Tỉ lệ thụ tinh (%)	Tỉ lệ nở (%)
Cá lớn	5	239 ± 39	303 ± 46	335 ± 110	92,8 ± 8,7	94,2 ± 5,0
Cá vừa	4	166 ± 2,5	210 ± 41	345 ± 155	77,4 ± 21,2	81,6 ± 17,3
Cá nhỏ	4	110 ± 10	123 ± 17	398 ± 67	89,5 ± 11,7	83,3 ± 17,2

Các số liệu trong cùng một cột khác biệt nhau không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$)

Sơ với sức sinh sản tương đối (đối với cá cái có tuyến sinh dục ở giai đoạn IV), sức sinh sản thực tế bằng khoảng 30 – 40%. Kết quả này phù hợp với đặc điểm của những loài cá sinh sản nhiều lần trong năm (Zworykin, 2012). Sự biến động về sức sinh sản (Hình 2 và Bảng 1) giữa các cá thể được giải thích 52 – 60% là do sự khác biệt về kích cỡ, phần còn lại phụ thuộc vào từng cá thể như mức độ đầu tư cho sinh sản, mức độ thành thực,... Tình trạng thành thực của mỗi cá thể đực và cái cũng là

nguyên nhân chính quyết định tỉ lệ thụ tinh và tỉ lệ nở. Kết quả này cho thấy những ghi nhận của một số người dân sản xuất giống cá rô rằng cá có kích cỡ lớn trong đàn có khả năng sinh sản (số lượng trứng, tỉ lệ nở, tỉ lệ thụ tinh) kém hơn cá có kích cỡ vừa phải là không có cơ sở. Việc chọn lựa cá sinh sản có kích cỡ lớn không ảnh hưởng đến các chỉ tiêu sinh sản, ngược lại có thể nâng cao sinh trưởng của đàn con (Dương Thúy Yên và *cr.*, 2014).

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Ở cá rô đực thành thục, khối lượng cơ thể không ảnh hưởng đến mức độ thành thục, tỉ lệ thụ tinh và tỉ lệ nở của cá con. Ở cá rô cái, khi cá có khối lượng càng lớn, sức sinh sản tuyệt đối càng tăng nhưng sức sinh sản tương đối giảm với số lượng không đáng kể (1380 trứng/kg). Sức sinh sản thực tế, tỉ lệ thụ tinh và tỉ lệ nở không phụ thuộc vào khối lượng cá cái.

Trong sản xuất giống, người sản xuất nên chọn cá có kích cỡ lớn và thành thục tốt nhằm đảm bảo chất lượng của đàn con.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này là một nội dung trong đề tài khoa học công nghệ “Bảo tồn nguồn gen cá rô đồng Hậu Giang”, hợp tác giữa Trường Đại Học Cần Thơ và Sở Khoa học Công nghệ tỉnh Hậu Giang. Tác giả chân thành cảm ơn em Trịnh Thu Phương, học viên cao học K18 và Trần Ngọc Sách, Lớp nuôi trồng thủy sản K34 đã tham gia phân tích mẫu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Dương Thúy Yên và Dương Nhật Long, 2013. Ảnh hưởng của nguồn gốc cá bố mẹ đến tăng trưởng và tỉ lệ sống của cá rô (*Anabas testudineus* Bloch, 1792) giai đoạn ương từ cá bột lên cá giống. Tạp chí Nông nghiệp, số 6/2013, 66 – 72.
2. Dương Thúy Yên và Nguyễn Văn Triều, 2008. Hiện trạng sản xuất và một số vấn đề về chất lượng cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) giống ở Đồng Tháp. Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ 1-10.
3. Dương Thúy Yên, 2014. Nghiên cứu đặc điểm sinh học và một số chỉ số đa dạng di truyền của các dòng cá rô đồng (*Anabas testudineus*) ở Đồng bằng sông Cửu Long. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ.
4. Dương Thúy Yên, 2014. So sánh trình tự một số gene mã vạch của cá rô rô đầu vuông và cá rô đồng tự nhiên (*Anabas testudineus* BLOCH, 1792). Đã chấp nhận, Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ, số 30b, 29-36.
5. Dương Thúy Yên, Trịnh Thu Phương và Dương Nhật Long, 2014. Ảnh hưởng của tuổi và kích cỡ cá bố mẹ chọn lọc đến sinh trưởng của cá rô đầu vuông (*Anabas testudineus*) giai đoạn từ cá bột lên cá

giống. Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ, số Chuyên Đề Thủy Sản, 92-100.

6. Einum, S., Fleming, I.A., 1999. Maternal effects of egg size in brown trout (*Salmo trutta*): norms of reaction to environmental quality. Proc. R. Soc. Lond. B 266, (1999). Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 266, 2095-2100.
7. Einum, S., Fleming, I.A., 2000. Highly fecund mothers sacrifice offspring survival to maximize fitness. Nature 405, 565-567.
8. Elgar, M.A., 1990. Evolutionary compromise between a few large and many small eggs: comparative evidence in teleost fish. Oikos 59, 283-287.
9. Heath, D.D., Fox, C.W., Heath, J.W., 1999. Maternal effects on offspring size: Variation through early development of chinook salmon. Evolution 53, 1605-1611.
10. Heino, M., Kaitala, V., 1999. Evolution of resource allocation between growth and reproduction in animals with indeterminate growth. Journal of Evolutionary Biology 12, 423-429.
11. Joshi, S.K., Pathani, S.S., 2009. Spawning biology of a hill stream fish, *Botia almorhae* Day of Kumaun Himalaya, Uttarakhand. Indian Journal of Fisheries 56.
12. Katano, O., 1990. Seasonal, sexual and individual variations in gonad weight and secondary sexual characters of the dark chub, *Zacco temmincki*. Japanese Journal of Ichthyology 37, 246-255.
13. Louiz, I., Ben Attia, M., Ben Hassine, O.K., 2013. Some aspects of reproductive biology of *Gobius paganellus* (Gobiidae) on the north-eastern coasts of Tunisia (Bizerta lagoon). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 93, 2235-2246.
14. Lowerre-Barbieri, S.K., Barbieri, L.R., 1993. A new method of oocyte separation and preservation for fish reproduction studies. Fishery Bulletin, U.S. 91, 165-170.
15. Marimuthu, K., Arumugam, J., Sandragasan, D., Jegathambigai, R., 2009. Studies on the Fecundity of Native Fish climbing perch (*Anabas testudineus*, Bloch) in Malaysia. American – Eurasian Journal of Sustainable Agriculture 3, 266-274.

16. Morita, K., Takashima, Y., 1998. Effect of female size on fecundity and egg size in white-spotted charr: comparison between sea-run and resident forms. *Journal of Fish Biology* 53, 1140-1142.
17. Morrongiello, J.R., Bond, N.R., Crook, D.A., Wong, B.B.M., 2012. Spatial variation in egg size and egg number reflects trade-offs and bet-hedging in a freshwater fish. *Journal of Animal Ecology* 81, 806-817.
18. Parker, G.A., Begon, M., 1986. Optimal egg size and clutch size: effects of environment and maternal phenotype. *Am Nat* 128, 573-592.
19. Phạm Thanh Liêm và Trần Đức Định, 2004. Phương pháp nghiên cứu sinh học cá. Giáo trình điện tử, <http://www.ebook.edu.vn/?page=1.31&view=17029>.
20. Tamate, T., Maekawa, K., 2000. Interpopulation variation in reproductive traits of female masu salmon, *Oncorhynchus masou*. *Oikos* 90, 209-218.
21. Zworykin, D.D., 2012. Reproduction and Spawning Behavior of the Climbing Perch *Anabas testudineus* (Perciformes, Anabantidae) in an Aquarium. *Journal of Ichthyology* 52, 379-388.