



ƯỚC LƯỢNG HỆ SỐ DI TRUYỀN VỀ TĂNG TRƯỞNG CỦA CÁ RÔ (*Anabas testudineus*) GIAI ĐOẠN NHỎ THEO PHƯƠNG PHÁP HỒI QUI BỐ MẸ-ĐÀN CON

Dương Thủy Yên¹

¹ Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 10/03/2015

Ngày chấp nhận: 09/06/2015

Title:

Estimating heritability on growth of climbing perch at early life stages based on parent-offspring regression

Từ khóa:

Hệ số di truyền, cá rô đồng, *Anabas testudineus*, chọn lọc, hồi qui bố mẹ-đàn con

Keywords:

Heritability, climbing perch, *Anabas testudineus*, selection, parent-offspring regression

ABSTRACT

The study aimed to evaluate effects of climbing perch broodstock sizes on offspring's growth at early life stages and estimate heritability on growth. Twelve pairs of G1 broodstock (families) originated from the wild with various mean weights (21-203.5 g) were propagated. Offspring were reared into 2 stages with different stocking densities (stage 1 from fry to 21 days-old, 3 ind./L and stage 2 from 21- 66 days-old, 1 ind./L) in the same tanks containing 40 L of water (3 replicates per family). After stage 1, offspring sizes (2.47 – 2.69 cm and 0.35 – 0.41 g) were similar ($p \sim 0.5$) but survival rates (40.0 - 82.2%) were significantly different ($p < 0.01$) among families. In stage 2, growth of offspring increased with the increase of their parents' sizes. As the increase of parents' weight to 100 g, genetic gains at 36, 51 and 66 days were estimated 7.2%, 12.9% and 19.4%, respectively. The values of % genetic gain were correspondent to the slopes of mid parent-offspring regressions where weights were standardized by each generational weight mean, which was proved to be equivalent to heritability. Results had significant implications in climbing perch selective breeding programs and can be applied for other cultured fish species.

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng của kích cỡ cá rô bố mẹ đến tăng trưởng của đàn con và ước lượng hệ số di truyền về tăng trưởng ở giai đoạn nhỏ bằng phương pháp hồi qui bố mẹ-đàn con. Cá rô bố mẹ G1 có nguồn gốc từ tự nhiên được chọn cho sinh sản 12 cặp (gia đình) có khối lượng trung bình chung từ 21-203,5 g. Cá con được ương 2 giai đoạn với mật độ khác nhau: (1) từ cá bột đến 21 ngày, 3 con/L và (2) từ 22-66 ngày, 1 con/L, trong bể chứa 40 L nước (3 bể cho mỗi gia đình). Kết quả giai đoạn 1, kích cỡ cá con (2,47 – 2,69 cm và 0,35 – 0,41 g) tương đương nhau ($p \sim 0,5$) nhưng tỉ lệ sống (40,0 - 82,2%) khác biệt có ý nghĩa giữa các gia đình ($p < 0,01$). Ở giai đoạn 2, tăng trưởng của cá con càng nhanh khi khối lượng cá bố mẹ càng lớn. Khi khối lượng cá bố mẹ tăng 100 g, khối lượng cá con được cải thiện ở 36, 51 và 66 ngày tuổi lần lượt là từ 7,2%, 12,9% và 19,4%. Tỉ lệ này tương ứng với hệ số góc của phương trình hồi qui giữa khối lượng cá bố mẹ và cá con đã được chuẩn hóa theo khối lượng trung bình của mỗi thế hệ và đã được chứng minh tương đương với hệ số di truyền. Kết quả trên có ý nghĩa quan trọng trong chọn giống cá rô và có thể được ứng dụng cho các loài cá nuôi khác.

1 GIỚI THIỆU

Tăng trưởng là một trong những tính trạng quan trọng được quan tâm trong các chương trình chọn giống cá (Chevassus *et al.*, 2004). Do đặc điểm

tăng trưởng của cá có tính di truyền nên phương pháp chọn lọc thường được ứng dụng để nâng cao tăng trưởng của cá (Tave, 1993; Dunham, 2011). Hệ số di truyền (h^2) về tăng trưởng của nhiều loài

cá tương đối cao (Tave, 1993; Gjedrem, 2012), dao động từ 0,1 – 0,6 và giá trị h^2 phổ biến nhất là 0,28 (Friars & Smith, 2010). Tuy nhiên, hệ số di truyền phụ thuộc vào nhiều yếu tố như dòng cá, số thế hệ, giai đoạn phát triển (Nielsen *et al.*, 2010; Domingos *et al.*, 2013). Do đó, đối với một số đối tượng nuôi quan trọng, cần xác định hệ số di truyền cho từng dòng, ở mỗi thế hệ và ở các giai đoạn phát triển.

Trong tự nhiên cũng như trong điều kiện thí nghiệm, hệ số di truyền ở giai đoạn cá nhỏ (bột, hương, giống)... thường khó xác định hơn so với giai đoạn trưởng thành (Varian, 2010). Nguyên nhân là do thiếu thông tin của hai thế hệ liên tiếp ở cùng giai đoạn hoặc do không thể thu được đàn con cùng cha cùng mẹ (full-sib) và cùng một cha hay mẹ (half-sib) đối với một số loài cá. Trong trường hợp cá ở 2 thế hệ không cùng giai đoạn, cần bố trí thí nghiệm ương, nuôi chung và thu số liệu của từng cá thể con đã biết phả hệ (thông qua đánh dấu hoặc xác định qua các chỉ thị di truyền), sau đó phân tích số liệu theo “mô hình động vật” (Åkesson *et al.*, 2008; de Villemereuil *et al.*, 2013). Phương pháp này phức tạp và tốn kém nhưng có ưu điểm là loại được ảnh hưởng của môi trường (Åkesson *et al.*, 2008; de Villemereuil *et al.*, 2013). Ngược lại, phương pháp tương quan hồi qui bố mẹ-đàn con có ưu điểm là dễ thiết kế thí nghiệm, ít cần thông tin về phả hệ và sai số ước lượng nhỏ (Mousseau and Roff, 1987; Åkesson *et al.*, 2008) nhưng có nhược điểm là không loại bỏ được ảnh hưởng của môi trường (Conner, 2004; de Villemereuil *et al.*, 2013). Khi tính trạng của thế hệ bố mẹ và thế hệ con được đo đạc cùng một giai đoạn, hệ số di truyền chính bằng hệ số góc của đường thẳng tương quan giữa giá trị trung bình

chung của bố mẹ và giá trị trung bình của đàn con của từng cặp gia đình (Åkesson *et al.*, 2008; de Villemereuil *et al.*, 2013).

Cá rô đồng đang là đối tượng cá nước ngọt quan trọng được nuôi phổ biến ở Đồng bằng sông Cửu Long. Nghiên cứu về hệ số di truyền tăng trưởng đã được thực hiện trên dòng cá rô đầu vuông ở giai đoạn thương phẩm (Dương Thúy Yên và *ctv.*, 2015) nhưng ở giai đoạn nhỏ, do thiếu số liệu cùng giai đoạn ở hai thế hệ, nên chỉ xác định được mức độ cải thiện di truyền giữa cá chọn lọc so với không chọn lọc (Dương Thúy Yên và *ctv.*, 2014). Hơn nữa hình thức chọn lọc hàng loạt trong nghiên cứu trước không đánh giá được sự khác biệt giữa các gia đình - nguồn biến động quan trọng trong chọn lọc. Nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của gia đình có kích cỡ cá bố mẹ khác nhau đến tăng trưởng của thế hệ con giai đoạn nhỏ và ước lượng hệ số di truyền về tăng trưởng bằng phương pháp hồi qui bố mẹ-đàn con của cá rô có nguồn gốc từ tự nhiên. Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp thêm thông tin khả năng di truyền về tăng trưởng của các dòng cá rô khác nhau ở giai đoạn đầu trong vòng đời.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Nguồn cá thí nghiệm

Cá bột được sinh sản nhân tạo từ cá rô đồng thế hệ G1 có nguồn gốc ban đầu (G0) thu từ rừng tràm ở xã Khánh Lâm, huyện U Minh, tỉnh Cà Mau. Cá bố mẹ G1 khi sinh sản đã được nuôi dưỡng trong giai đoạn 12 tháng tại Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ. Cá bố mẹ được chọn 12 cặp (gọi là gia đình) có khối lượng khác nhau, dao động từ 20 – 226 g đối với cá cái và 19 – 215 g đối với cá đực (Bảng 1).

Bảng 1: Kích cỡ cá bố mẹ tham gia sinh sản

Gia đình	Khối lượng (g)			Chiều dài (cm)		
	Cá cái	Cá đực	Chung*	Cá cái	Cá đực	Chung*
1	226	178	202,0	32,9	23,7	28,3
2	222	165	193,5	23,1	22,3	22,7
3	192	215	203,5	23,0	20,0	21,5
4	176	172	174,0	23,2	20,5	21,9
5	75	111	93,0	14,5	19,5	17,0
6	71	109	90,0	18,0	17,0	17,5
7	66	44	55,0	14,9	14,8	14,9
8	60	79	69,5	16,0	13,5	14,8
9	48	37	42,5	13,0	12,0	12,5
10	43	44	43,5	14,0	13,0	13,5
11	21	29	25,0	10,2	10,0	10,1
12	20	22	21,0	10,5	9,5	10,0
Trung bình chung		100,6±72,3		17,0 ± 5,6		

Ghi chú: (*) Chung: trung bình của con đực và con cái

2.2 Bố trí thí nghiệm và chăm sóc cá thí nghiệm

Hệ thống thí nghiệm gồm 36 bể 60 L chứa 40 L nước. Mỗi gia đình được bố trí ngẫu nhiên trong 3 bể. Nước được lấy từ nước sông đã qua ao lắng và bể lọc cơ học.

Cá được ương qua 2 giai đoạn:

2.2.1 *Giai đoạn 1- ương cá từ cá bột lên cá hương.* Cá bột 1 ngày tuổi được bố trí ngẫu nhiên

Bảng 2: Thức ăn cho cá theo từng giai đoạn trong 21 ngày

Ngày tuổi	Thức ăn
1 – 3	Luân trùng + Lòng đỏ trứng
4 – 6	Moina + Lòng đỏ trứng
7 – 14	Moina + Trùn chỉ + Thức ăn công nghiệp dạng nhuyễn
14 – 21	Thức ăn công nghiệp dạng nhuyễn và dạng mảnh.

2.2.1 *Giai đoạn 2- ương từ cá hương lên cá giống*

Sau khi kết thúc giai đoạn 1, cá ở mỗi bể được bố trí lại bằng cách lấy ngẫu nhiên 30 con (số cá thu mẫu khi kết thúc giai đoạn 1). Cá được cho ăn thức ăn công nghiệp (42% đạm) dạng mảnh.

2.3 Theo dõi một số yếu tố môi trường

Yếu tố môi trường theo dõi gồm nhiệt độ và pH. Nhiệt độ nước được đo bằng nhiệt kế 2 lần/ngày vào lúc 8h và 14h. Chỉ tiêu pH được đo hàng ngày bằng bộ test Sera.

2.4 Thu mẫu cá

Ở giai đoạn 1, mẫu tăng trưởng của cá được xác định một lần ở 21 ngày bằng cách cân (sai số 0,01 g) và đo (mm) ngẫu nhiên 30 cá thể/bể. Ở giai đoạn 2, thu mẫu định kỳ 15 ngày/lần, cân toàn bộ và đếm số cá trong mỗi bể. Khi kết thúc thí nghiệm, cân từng cá thể trong mỗi bể. Tỷ lệ sống của cá cuối mỗi giai đoạn được ghi nhận.

2.5 Phương pháp xử lý số liệu

Sự khác biệt về tăng trưởng và tỉ lệ sống của cá giữa các gia đình được kiểm định bằng phương pháp ANOVA một nhân tố. Sau đó, ảnh hưởng của kích cỡ cá bố mẹ lên tăng trưởng của cá con được đánh giá thông qua mối tương quan hồi qui tuyến tính ($y = ax + b$) giữa trung bình khối lượng cá con (y) tại từng thời điểm thu mẫu và khối lượng trung bình chung của cá bố và cá mẹ (x). Do kích cỡ cá bố và mẹ ở các gia đình tương quan chặt chẽ với nhau ($r^2 = 0,86, p < 0,01$) nên không xét riêng ảnh hưởng của bố hoặc mẹ lên tăng trưởng của đàn con. Việc xử lý số liệu được thực hiện thông qua phần mềm Excel và R (R Core Team, 2012).

vào bể với mật độ 120 con/bể (tương ứng 3 con/L). Thời gian ương là 21 ngày.

Cá được cho ăn 4 lần/ngày với các loại thức ăn khác nhau (luân trùng, lòng đỏ trứng, Moina, trùn chỉ và thức ăn công nghiệp hiệu Tomboy chứa 42% đạm) theo ngày tuổi (Bảng 2). Dựa vào khả năng ăn của cá, lượng thức ăn được điều chỉnh thống nhất cho tất cả các nghiệm thức theo % khối lượng.

3 KẾT QUẢ

3.1 Yếu tố môi trường trong thí nghiệm

Nhiệt độ và pH tương đương giữa các bể thí nghiệm tại mỗi thời điểm đo. Nhiệt độ dao động từ 26 – 30°C vào buổi sáng và từ 29 – 34°C vào buổi chiều. Thời gian thí nghiệm vào thời điểm chuyển giao mùa (tháng 4 – 6) nên dao động nhiệt độ tương đối cao. pH tương đối ổn định, từ 7,5 – 8,0. Nhìn chung, nhiệt độ và pH nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển của cá.

3.2 Tỷ lệ sống và tăng trưởng của cá rô giai đoạn cá bột lên cá hương

Tỉ lệ sống trung bình của cá rô sau 21 ngày đạt thấp nhất là 40,0 ± 10,1% và cao nhất là 82,2 ± 7,6%. Tỉ lệ sống của cá rô khác biệt rất có ý nghĩa giữa các gia đình ($p < 0,01$) nhưng không có mối tương quan với khối lượng cá bố mẹ. Ngay trong cùng 1 gia đình (giữa các lần lặp lại), khả năng sống của cá cũng dao động lớn (hệ số biến động ở các gia đình từ 2,95 – 63,4%). Tỉ lệ sống của cá trong nghiên cứu tương đương với kết quả nghiên cứu trước đây trong điều kiện bể nhỏ 200L, ương cá rô có nguồn gốc tự nhiên có tỉ lệ sống từ 66,5 – 71,0% (Dương Thúy Yên và Dương Nhựt Long, 2013). Ở điều kiện ương trên bể với thể tích lớn hơn (1m³), tỉ lệ sống của cá rô thường đạt thấp như kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thành Trung (1998) đạt 14,66±4,64% hoặc của Hồ Mỹ Hạnh (2004) đạt từ 6,71 – 22,07%.

Chiều dài trung bình của cá bột khi bố trí thí nghiệm giữa các gia đình tương đương nhau, dao động từ 2,84 – 3,12 mm. Sau 21 ngày tuổi, cá đạt kích cỡ từ 2,47 – 2,69 cm và 0,35 – 0,41 g (Bảng 3). So với nghiên cứu của Morioka *et al.*, (2009), ương cá rô 35 ngày đạt chiều dài 1,84 ± 0,21 cm,

thì tăng trưởng của cá rô trong thí nghiệm này nhanh hơn. Mặc dù khối lượng cá bố mẹ giữa các gia đình cá rô trong nghiên cứu dao động lớn (trung bình chung từ 21 – 203 g) nhưng tăng

trưởng của cá con ở giai đoạn này khác biệt không có ý nghĩa ($p = 0,5$) và không thể hiện mối tương quan với kích cỡ cá bố mẹ ($r^2 = 0,05$; $P = 0,46$).

Bảng 3: Kích cỡ cá rô ban đầu và ở 21 ngày tuổi của các gia đình (GD)

Gia đình*	Chiều dài ban đầu (mm)	Chiều dài cá ở 21 ngày tuổi (cm)	W21 (g)	Tỉ lệ sống (%)
GD1	2,93±0,11	2,69±0,23	0,41±0,10	53,6 ± 8,2
GD2	2,96±0,11	2,64±0,23	0,41±0,11	67,8 ± 10,2
GD3	2,98±0,14	2,64±0,22	0,39±0,09	60,6 ± 16,4
GD4	3,13±0,12	2,64±0,19	0,39±0,08	66,1 ± 2,9
GD5	3,04±0,09	2,58±0,21	0,38±0,08	69,4 ± 11,0
GD6	2,93±0,21	2,52±0,20	0,36±0,08	80,8 ± 6,5
GD7	2,93±0,14	2,55±0,33	0,37±0,14	44,4 ± 28,2
GD8	3,12±0,09	2,57±0,29	0,36±0,10	81,7 ± 10,1
GD9	3,10±0,11	2,57±0,24	0,38±0,11	82,2 ± 7,6
GD10	3,03±0,09	2,58±0,37	0,41±0,15	58,9 ± 1,7
GD11	2,99±0,09	2,47±0,31	0,35±0,11	78,3 ± 13,2
GD12	2,84±0,08	2,55±0,35	0,37±0,16	40,0 ± 10,1
Giá trị p**		0,52	0,57	<0,01

Ghi chú: (*) Thứ tự của các gia đình tương tự như Bảng 1

(**) Giá trị $p < 0,05$ thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa giữa các gia đình

3.3 Tỉ lệ sống và tăng trưởng của cá rô giai đoạn cá hương lên cá giống

Ở giai đoạn cá hương lên cá giống, tỉ lệ sống của cá rô đạt cao và ít biến động trong cùng một gia đình cũng như giữa các gia đình ($p = 0,54$), trung bình từ 95,6 – 100%. Tỷ lệ sống của cá rô trong nghiên cứu này cao hơn so với một số nghiên cứu ương cá rô trước đây, tỉ lệ sống của các dòng

cá rô tự nhiên và đầu vuông ở giai đoạn giống dao động từ 55,0 – 68,6% (Dương Thúy Yên và Dương Nhựt Long, 2013; Dương Thúy Yên và *ctv.*, 2014).

Tăng trưởng của cá tại thời điểm 36 ngày tuổi khác nhau không có ý nghĩa giữa các gia đình ($p=0,12$). Tuy nhiên, càng về sau, sự khác biệt về tăng trưởng càng lớn và có ý nghĩa thống kê giữa các gia đình (Bảng 4).

Bảng 4: Khối lượng (W, g) và chiều dài (L, cm) cá rô ở 36, 51 và 66 ngày tuổi

Gia đình*	W36	W51	W66	L66	Tỉ lệ sống (%)
GD1	1,48 ± 0,19	3,13 ± 0,57	5,43 ± 1,47	6,47 ± 0,65	95,6 ± 5,1
GD2	1,55 ± 0,03	3,52 ± 0,45	5,18 ± 0,16	6,32 ± 0,12	96,7 ± 5,8
GD3	1,61 ± 0,26	3,31 ± 0,53	4,63 ± 0,94	6,31 ± 0,47	96,7 ± 5,8
GD4	1,48 ± 0,17	3,30 ± 0,55	4,56 ± 0,26	6,21 ± 0,26	100,0
GD5	1,30 ± 0,10	2,66 ± 0,20	4,12 ± 0,61	5,98 ± 0,40	100,0
GD6	1,42 ± 0,10	3,16 ± 0,22	4,61 ± 0,57	6,22 ± 0,30	98,9 ± 1,9
GD7	1,47 ± 0,19	3,75 ± 0,12	6,61 ± 0,62	6,98 ± 0,42	97,8 ± 1,9
GD8	1,42 ± 0,15	2,93 ± 0,19	4,17 ± 0,30	6,05 ± 0,18	97,8 ± 1,9
GD9	1,38 ± 0,10	2,94 ± 0,19	4,26 ± 0,24	5,99 ± 0,39	97,8 ± 1,9
GD10	1,18 ± 0,26	2,35 ± 0,38	3,39 ± 0,37	5,45 ± 0,16	98,9 ± 1,9
GD11	1,31 ± 0,02	2,67 ± 0,37	3,93 ± 0,33	5,77 ± 0,35	98,9 ± 1,9
GD12	1,52 ± 0,08	3,28 ± 0,58	4,86 ± 1,22	6,21 ± 0,62	98,9 ± 1,9
Trung bình	1,43 ± 0,11	3,08 ± 0,39	4,65 ± 0,83	6,16 ± 0,38	98,1 ± 1,4
Giá trị p**	0,121	0,012	<0,01	0,019	0,54

Ghi chú: (*) Thứ tự của các gia đình tương tự như Bảng 1

(**) Giá trị $p < 0,05$ thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa giữa các gia đình

3.4 Ước tính hệ số di truyền dựa vào mối tương quan hồi qui tuyến tính giữa trung bình khối lượng cá bố mẹ và kích cỡ của đàn con

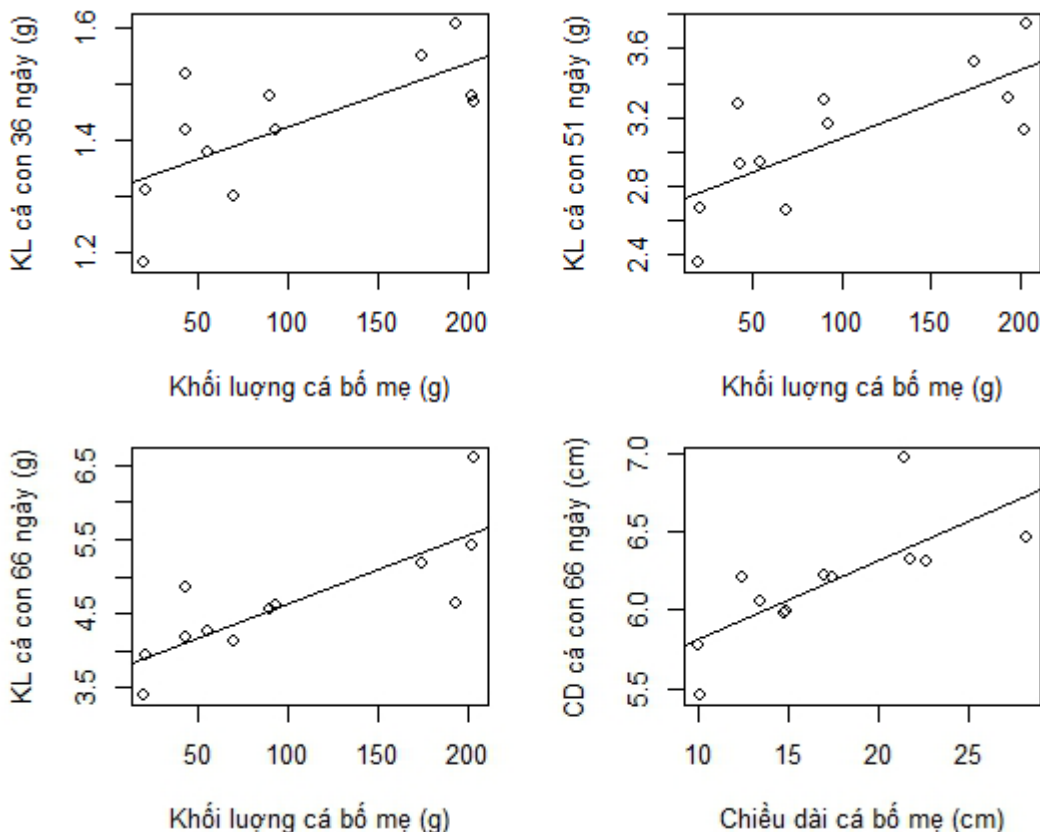
Xét mối tương quan tuyến tính giữa trung bình khối lượng cá bố mẹ và trung bình khối lượng của đàn con tại từng thời điểm thu mẫu trong giai đoạn

cá hương lên cá giống đều cho thấy cá con tăng trưởng nhanh có ý nghĩa theo kích cỡ cá bố mẹ. Mối tương quan này càng chặt chẽ (thể hiện qua hệ số xác định r^2) và ảnh hưởng của kích cỡ cá bố mẹ đến tăng trưởng của đàn con càng lớn (thể hiện hệ số góc cao) theo thời gian ương (Bảng 5 và Hình 1).

Bảng 5: Các thông số của phương trình hồi qui tuyến tính $Y = a + bX$ giữa trung bình khối lượng cá bố mẹ (X) và khối lượng cá con (Y) theo ngày tuổi

Ngày tuổi	Hệ số a*	Hệ số góc b*	Hệ số xác định (r^2)	Giá trị P
Khối lượng				
36 ngày	1,31 ± 0,05	0,0011 ± 0,0004	0,47	0,014
51 ngày	2,68 ± 0,14	0,0040 ± 0,0012	0,54	0,006
66 ngày	3,73 ± 0,27	0,0090 ± 0,0022	0,64	0,002
Chiều dài				
66 ngày	5,50 ± 0,25	0,051 ± 0,014	0,57	0,004

Ghi chú: Các hệ số a và b thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn



Hình 1: Mối quan hệ hồi qui tuyến tính giữa kích cỡ cá rô bố mẹ và kích cỡ cá con ở các ngày tuổi trong giai đoạn cá hương lên cá giống (KL: khối lượng, CD: chiều dài)

Từ phương trình hồi qui với hệ số a và b ở Bảng 5, có thể ước lượng được tăng trưởng trung bình của cá con khi khối lượng cá bố mẹ ở 200,6 g,

nghĩa là tăng lên 100 g so với khối lượng trung bình chung của cá bố mẹ ở 12 gia đình (100 g được xem là sự khác biệt chọn lọc, $S = 200,6 - 100,6$ (g)).

Cụ thể, khối lượng của cá con được ước lượng ở các thời điểm 36, 51 và 66 ngày là 1,53; 3,48 và 5,54 g. Như vậy, khối lượng của cá con tăng lên (so với trung bình chung của đàn con ở 12 gia đình) tương ứng là 0,10; 0,40 và 0,89 g. Giá trị này thể hiện phản ứng của chọn lọc hay cải thiện di truyền khi $S=100$ g. Tuy nhiên, do cá bố mẹ và cá con không ở cùng một giai đoạn nên không thể xem khối lượng của cá con tăng lên là R trong công thức tính hệ số di truyền: $h^2 = R/S$. Thay vào đó, nếu tính mức độ cải thiện di truyền (%G) so với khối lượng trung bình chung của đàn con thì giá trị %G sẽ không hoặc ít phụ thuộc vào sự chênh lệch giai đoạn giữa thế hệ con (giai đoạn cá giống) và thế hệ cá bố mẹ (giai đoạn trưởng thành). Khi đó, %G tương ứng với các thời điểm được tính là 7,2%; 12,9% và 19,4% (Bảng 6). Giá trị %G tương đương với hệ số góc của phương trình hồi qui (Bảng 7) thể hiện mối quan hệ giữa khối lượng cá

bố mẹ và khối lượng cá con đã được chuẩn hóa theo khối lượng trung bình của mỗi thế hệ (Ví dụ, khối lượng cá bố mẹ được chuẩn hóa ở $GĐ1 = (202 - 100,6)/100,6$ (với 202 là khối lượng của $GĐ1$ và 100,6 g là khối lượng trung bình chung của 12 gia đình)) và cũng chính bằng hệ số di truyền, bởi vì:

$$h^2 = R/S \quad (1)$$

Thay $R = G$ và $S = 100$ vào (1)

$$h^2 = G/100 = \%G$$

Như vậy, có thể xem hệ số góc của mỗi tương quan hồi qui giữa khối lượng cá bố mẹ và khối lượng cá con đã được chuẩn hóa là ước lượng hệ số di truyền về tăng trưởng của đàn con. Khi số liệu được chuẩn hóa, hệ số xác định và giá trị p của đường hồi qui không thay đổi so với số liệu gốc (Bảng 5 và Bảng 7).

Bảng 6: Khối lượng (KL) của cá con thực tế và ước lượng và mức độ cải thiện di truyền

Ngày tuổi	KL chung của đàn con (g)	KL ước tính của đàn con (g) khi KL cá bố mẹ = 200,6g	KL cá được cải thiện (g)	Mức độ cải thiện di truyền (% G)
36 ngày	1,43	1,53	0,10	7,2
51 ngày	3,08	3,48	0,40	12,9
66 ngày	4,65	5,54	0,89	19,4

Ghi chú: Khối lượng trung bình chung của 12 cặp cá bố mẹ là 100,6 g.

Bảng 7: Các thông số của phương trình hồi qui tuyến tính $Y = a + bX$ giữa trung bình khối lượng đã được chuẩn hóa của cá bố mẹ (X) và cá con (Y)

Ngày tuổi	Hệ số góc b^*	Hệ số xác định (r^2)	Giá trị P
36 ngày	0,080 ± 0,027	0,47	0,014
51 ngày	0,131 ± 0,038	0,54	0,006
66 ngày	0,198 ± 0,047	0,64	0,002

Ghi chú: Khối lượng cá bố mẹ được chuẩn hóa = (KL chung của từng cặp cá bố mẹ - 100,6)/100,6 (với 100,6 g là KL trung bình chung của 12 cặp cá bố mẹ). Cách tính tương tự cho KL cá con được chuẩn hóa tại từng thời điểm

4 THẢO LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã cho thấy cá rô bố mẹ có kích thước càng lớn thì tăng trưởng của cá con (giai đoạn cá giống) càng nhanh. Tăng trưởng về khối lượng cá con được cải thiện từ 7,2 – 19,4% nếu cá bố mẹ chọn lọc lớn hơn khối lượng trung bình đàn cá là 100 g. Mức độ cải thiện di truyền của dòng cá rô tự nhiên trong nghiên cứu này thấp hơn so với dòng cá rô đầu vuông, khối lượng cá chọn lọc ở giai đoạn giống tăng 29% so với cá không chọn lọc (Dương Thúy Yên và *ctv.*, 2014).

Sự khác biệt này chủ yếu là do sự khác biệt về dòng (dòng cá rô tự nhiên và dòng cá rô đầu vuông) bởi vì các dòng cá khác nhau trong cùng một loài thường có khả năng di truyền khác nhau (Dunham, 2011). Bên cạnh đó, mức độ cải thiện di truyền còn phụ thuộc vào giai đoạn phát triển của cá. Cá rô trong thí nghiệm thể hiện sự tăng dần của khối lượng cá được cải thiện (%G) theo thời gian ương. Tương tự, ở dòng cá rô đầu vuông, kết quả chọn lọc hàng loạt cho thấy mức độ cải thiện di truyền về khối lượng ở giai đoạn giống là 29% và ở giai đoạn nuôi thịt là 43,6% (Dương Thúy Yên, 2014).

Ở giai đoạn cá bột, ảnh hưởng của môi trường đến tăng trưởng của cá rất lớn, có thể lấn át ảnh hưởng di truyền của cá bố mẹ (Tave, 1993; Dunham, 2011). Điều này giải thích kết quả không có sự khác biệt thống kê về khối lượng của cá rô giữa các gia đình ở giai đoạn cá bột lên cá hương (21 ngày tuổi) ở trong thí nghiệm. Mức độ cải thiện di truyền còn khác nhau giữa các thế hệ. Ở cá hồi vân (*Salmo trutta fario*), mức độ cải thiện di truyền về khối lượng dao động lớn giữa 4 thế hệ, trung bình là 21,5% và cao nhất là 130% ở thế hệ thứ 4 tại thời điểm 386-470 ngày (Chevassus *et al.*, 2004). Nhìn chung, mức độ cải thiện di truyền của

nhiều đối tượng thủy sản từ 10 – 20% (Gjedrem *et al.*, 2012).

Thông qua kết quả nghiên cứu, cách tính mức độ cải thiện tăng trưởng của cá rô dựa trên phương pháp hồi qui bố mẹ – đàn con khi khối lượng cá (thuộc tính trạng số lượng) được đo ở 2 giai đoạn khác nhau đã được chứng minh tương đương với hệ số di truyền về tăng trưởng. Đây là điểm mới chưa có nghiên cứu nào đề cập (hoặc tác giả chưa tìm được nguồn tham khảo). Mặc dù môi trường quan hồi qui (về một tính trạng số lượng nào đó, ví dụ như khối lượng hoặc chiều dài) bố mẹ – đàn con được xem là phương pháp truyền thống để ước tính hệ số di truyền (Åkesson *et al.*, 2008; de Villemereuil *et al.*, 2013) nhưng tính trạng của thể hệ bố mẹ và đàn con phải được đo đạc ở cùng một giai đoạn. Với cách tính như trình bày ở mục 3.4, mức độ cải thiện di truyền của một tính trạng số lượng là giá trị tương đối (tính theo %) và được ước lượng khi $S = 100\%$ so với trung bình quần thể. Giá trị này tương đương với hệ số di truyền của tính trạng đó. Tuy nhiên, trong nhiều nghiên cứu, 2 thông số này không tương đương nhau do chúng được tính dựa trên số liệu thực tế thu được từ cá chọn lọc và không chọn lọc (Tave, 1993).

Ước lượng hệ số di truyền có ý nghĩa quan trọng trong chọn giống cá rô. Giá trị hệ số di truyền về tăng trưởng khối lượng của cá rô ở giai đoạn nhỏ nhìn chung thấp so với 1 số loài cá khác, giá trị h^2 phổ biến nhất là 0,28 (Friars và Smith (2010). Với mức thấp này, chọn lọc hàng loạt có thể sẽ khó thu được hiệu quả. Kết quả nghiên cứu cho thấy tăng trưởng của cá con có sự khác biệt có ý nghĩa giữa các gia đình (sau giai đoạn cá hương). Do đó, áp dụng phương pháp chọn lọc gia đình sẽ nâng cao hiệu quả của chọn lọc. Tave (1993) đề nghị, kết hợp chọn lọc trong cùng và giữa các gia đình là phương pháp hiệu quả nhất cho nhiều loài cá, đặc biệt đối với những tính trạng có hệ số di truyền tương đối thấp (0,15 – 0,25) bởi vì phương pháp kết hợp sẽ khai thác được sự khác biệt giữa các gia đình và tránh được hiện tượng cận huyết.

Từ kết quả nghiên cứu trên cá rô, có thể áp dụng phương pháp hồi qui bố mẹ-đàn con để ước lượng hệ số di truyền về một tính trạng số lượng ngay cả khi tính trạng của 2 thế hệ được đo ở 2 giai đoạn khác nhau. Khi đó, số gia đình nên lớn hơn 15 để kết quả có độ tin cậy cao (Conner, 2004). Trong thí nghiệm, khối lượng cá bố và cá mẹ ở các gia đình có tương quan chặt chẽ với nhau, do đó, không tách rời được ảnh hưởng của bố và mẹ đến tăng trưởng của đàn con. Tuy nhiên, nếu khối

lượng của cá bố và mẹ được kết hợp ngẫu nhiên, có thể biết được ảnh hưởng của con mẹ khi hệ số góc của đường hồi qui cá mẹ-đàn con lớn hơn hệ số góc của đường hồi qui trung bình cá bố mẹ – đàn con (Conner, 2004; Åkesson *et al.*, 2008).

5 KẾT LUẬN

Tăng trưởng của cá rô ở giai đoạn nhỏ có sự khác biệt giữa các gia đình có khối lượng cá bố mẹ khác nhau. Khối lượng cá bố mẹ càng lớn, tăng trưởng của các con càng nhanh. Hệ số di truyền ước tính dựa trên phương pháp hồi qui bố mẹ - đàn con là 7,2% – 19,4% và tăng dần theo thời gian ương từ giai đoạn hương lên cá giống.

LỜI CẢM ƠN

Tác giả chân thành cảm ơn hai em sinh viên Tăng Văn Tính (Lớp nuôi trồng thủy sản K36) và Lê Thành Diệt (Lớp nuôi trồng thủy sản liên thông K37) đã tham gia theo dõi thí nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Åkesson, M., Bensch, S., Hasselquist, D., Tarka, M., Hansson, B., 2008. Estimating Heritabilities and Genetic Correlations: Comparing the ‘Animal Model’ with Parent-Offspring Regression Using Data from a Natural Population. PLoS ONE 3, e1739.
2. Chevassus, B., Quillet, E., Krieg, F., Hollebecq, M.-G., Mambrini, M., Faure, A., Labbe, L., Hiseux, J.-P., Vandeputte, M., 2004. Enhanced individual selection for selecting fast growing fish: the "PROSPER" method, with application on brown trout (*Salmo trutta fario*). Genetics Selection Evolution 36, 643 - 661.
3. Conner, J.K. (Ed), 2004. A Primer of Ecological Genetics. Sinauer Associates, Inc., 304p.
4. de Villemereuil, P., Gimenez, O., Doligez, B., 2013. Comparing parent-offspring regression with frequentist and Bayesian animal models to estimate heritability in wild populations: a simulation study for Gaussian and binary traits. Methods in Ecology and Evolution 4, 260-275.
5. Dunham, R., 2011. Aquaculture and fisheries biotechnology: genetic approaches. Second edition. CABI Publishing, 506p.
6. Dương Thủy Yên và Dương Nhựt 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.
7. Dương Thúy Yên, 2014. Bảo tồn nguồn gen cá rô đầu vuông ở tỉnh Hậu Giang. Đề tài cấp tỉnh, Sở Khoa học Công nghệ Hậu Giang, 118 trang.
 8. Dương Thúy Yên, Trịnh Thu Phương, & Dương Nhật Long, 2014. Ảnh hưởng của tuổi và kích cỡ cá bố mẹ chọn lọc lên 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 30, 92-100.
 9. Dương Thúy Yên, Trịnh Thu Phương và Dương Nhật Long, 2015. Ảnh hưởng mức độ chọn lọc và tuổi cá bố mẹ chọn lọc lên sinh trưởng của cá rô đầu vuông (*Anabas testudineus*) giai đoạn nuôi thương phẩm. Tạp chí khoa học, Đại học Cần Thơ, số 37, 72-81.
 10. Friars, G.W., Smith, P.J., 2010. Heritability, correlation and selection response estimates of some traits in fish populations. Atlantic Salmon Federation Technical Report March 2010. <http://asf.ca/docs/uploads/friars-smith.pdf>.
 11. Gjedrem, T., Robinson, N., Rye, M., 2012. The importance of selective breeding in aquaculture to meet future demands for animal protein: A review. *Aquaculture* 350–353, 117-129.
 12. Hồ Mỹ Hạnh, 2004. Khảo sát tính ăn và ảnh hưởng của mật độ thức ăn lên sự tăng trưởng của cá rô đồng (*Anabas testudineus*, Bloch) từ giai đoạn cá bột lên cá hương. Luận văn cao học - Đại học Cần Thơ.
 13. Mousseau, T.A., Roff, D.A., 1987. Natural selection and the heritability of fitness components. *Heredity* 59, 181-197.
 14. Nguyễn Thành Trung, 1998. Một số đặc điểm sinh học sinh sản và kỹ thuật sản xuất cá rô đồng (*Anabas testudineus*, Bloch). Luận văn cao học ngành Thủy sản. Đại học Thủy sản Nha Trang.
 15. R Core Team, 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>
 16. Tave, D. (Ed), 1993. Genetics for Fish Hatchery Managers. Van Nostrand Reinhold New York.
 17. Varian, A., and Nichols, K.M., 2010. Heritability of Morphology in Brook Trout with Variable Life Histories. *PLoS ONE* 5(9): e12950.