

ẢNH HƯỞNG DI TRUYỀN CỦA MỘT SỐ TỔ HỢP LAI CÁ RÔ PHI VẦN (*Oreochromis niloticus*)

Nguyễn Hồng Điệp, Vũ Văn Sáng*, Vũ Hồng Sự,
Nguyễn Công Dương, Trần Thị Kim Oanh, Đỗ Sơn Tùng

Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 1

*Tác giả liên hệ: vvsang@ria1.org

Ngày nhận bài: 13.12.2021

Ngày chấp nhận đăng: 05.04.2022

TÓM TẮT

Nghiên cứu này ước tính ảnh hưởng di truyền cộng gộp, ưu thế lai và di truyền theo mẹ lên khối lượng và tỉ lệ sống tại thời điểm thu hoạch trong phép lai hỗn hợp giữa 04 quần đàn cá rô phi vằn (*Oreochromis niloticus*) bao gồm NOVIT, GIFT, Trung Quốc và Philippines. Phương pháp ghép sinh sản hàng loạt được thực hiện để tạo ra các tổ hợp lai (60 cá đực và 60 cá cái cho mỗi tổ hợp lai) và nuôi đánh giá về tốc độ tăng trưởng, tỉ lệ sống tại 03 địa điểm Quảng Nam, Tiền Giang và Bắc Ninh. Tổng số 8.001 con cá rô phi vằn đã được thu số liệu sau 06 tháng nuôi lớn. Mô hình tuyến tính kết hợp được áp dụng để ước tính ảnh hưởng di truyền cộng gộp, ưu thế lai và con mẹ lên khối lượng và tỉ lệ sống tại thời điểm thu hoạch. Kết quả nghiên cứu cho thấy ảnh hưởng ưu thế lai là nhỏ và không có ý nghĩa thống kê cho các tính trạng nghiên cứu, trong khi đó ảnh hưởng di truyền cộng gộp là đáng kể trong nghiên cứu này ($P < 0,001$). Dựa vào kết quả ước tính giá trị di truyền cộng gộp và ưu thế lai của các tổ hợp lai, tổ hợp lai cùng quần đàn Novit, tổ hợp lai khác quần đàn giữa Novit và Philippines có giá trị di truyền cộng gộp cao nhất.

Từ khóa: Cá rô phi vằn, *Oreochromis niloticus*, di truyền cộng gộp, ưu thế lai, lai hỗn hợp.

Survival rate and final weight at harvest of hybrid combinations of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) as influenced by genetic background of parental populations**ABSTRACT**

This study was designed to estimate the additive genetic, heterotic, and maternal effects on harvest body weight and survival of tilapia (*Oreochromis niloticus*) combinations in a 4x4 complete diallel cross involving four populations, i.e. NOVIT, GIFT, China, and the Philippines. Mass spawning method was applied to produce hybrid combinations (with 60 males and 60 females per cross) for testing on harvest body weight and survival at three locations, Quang Nam, Tien Giang and Bac Ninh. A total of 8,001 Nile tilapia was evaluated after a grow-out period of 6 months. A linear mixed model was used to estimate strain additive genetic, heterotic, and maternal effects for body weight and survival at harvest. Research results showed that the non-additive genetic (heterotic) effects were small and not significantly different from zero for the traits studied, whereas the additive genetic effects were statistically significant ($P < 0,001$). Based on heterotic and additive genetic effects among crosses, pure crosses between Novit and Novit showed the highest additive genetics effects, while different strain cross between Novit and the Philippines indicated the best additive genetics effects.

Keywords: Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, additive genetics, heterosis, diallel cross.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá rô phi vằn là đối tượng thủy sản nước ngọt quan trọng trên thế giới và Việt Nam. Chọn giống cá rô phi đã được thực hiện từ rất sớm, như chọn giống cá rô phi sinh trưởng nhanh, chịu lạnh và màu sắc. Nhằm phát triển nghề nuôi cá rô phi vằn nhanh và bền vững thì vấn đề con giống đóng vai trò then chốt. Hiện

nay, nguồn giống cá rô phi trong nước vẫn chưa đáp ứng được nhu cầu về mặt chất lượng. Chọn giống cá rô phi vằn được tiến hành lần đầu tiên ở Việt Nam năm 1998 tại Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 1 (Viện 1) trong môi trường nuôi nước ngọt trên cơ sở 106 gia đình cá rô phi vằn GIFT thế hệ thứ 5 nhập về Việt Nam năm 1997 (Luan & cs., 2008). Đến nay sau hơn 10 thế hệ chọn lọc theo hướng nâng cao tăng trưởng và mở

rộng thêm tính trạng chịu lạnh, cá rô phi vẫn chọn giống của Viện 1 (NOVIT4) thể hiện ưu thế chọn lọc rõ ràng. Cá chọn giống có tốc độ sinh trưởng tăng > 33% so với quần đàn ban đầu. Tuy nhiên tỉ lệ sống và sức sinh trưởng của cá rô phi vẫn chọn giống NOVIT4 trong môi trường nước lợ chỉ đạt 45-64% so với tỉ lệ sống và sức sinh trưởng của đàn cá này trong môi trường nước ngọt, do vậy theo Luan & cs. (2008) cần có một chương trình chọn giống cá rô phi vẫn riêng cho môi trường nước lợ. Trên cơ sở đó, chương trình chọn giống cá rô phi vẫn sinh trưởng nhanh trong môi trường nước lợ mặn được thực hiện từ năm 2006. Kết quả sau 6 thế hệ chọn lọc cho thấy cá rô phi vẫn đã sinh sản trong môi trường nuôi nước lợ có độ mặn 15‰. Chọn giống cá rô phi vẫn GIFT và cá rô phi đỏ cũng đã được triển khai tại Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 2 (Viện 2). Tháng 7/2006, với 50 gia đình cá rô phi vẫn GIFT thế hệ thứ 10 được nhập về từ WorldFish Center, Viện 2 tiếp tục chương trình chọn giống cá rô phi vẫn GIFT đến thế hệ thứ 13. Trong chương trình này, thời gian sản xuất các gia đình đã được rút ngắn thông qua việc điều chỉnh phương pháp ghép phối một cá đực với nhiều cá cái. Các chương trình chọn giống cá rô phi triển khai tại Viện 1 và Viện 2 đều đã áp dụng phương pháp chọn giống gia đình theo tài liệu hướng dẫn của WorldFish Center. Các phần mềm chuyên phân tích di truyền số lượng (SAS 9.3 và ASReml 4.0) cũng như các kỹ thuật di truyền phân tử hiện đại (chỉ thị phân tử microsatellite, RNA-Seq, công nghệ giải trình tự thế hệ mới - Next Generation Sequencing...) và tin sinh học cũng đã bước đầu được áp dụng nhằm nâng cao hiệu quả chọn lọc (Thoa & cs., 2016). Trong những năm vừa qua, cá rô phi vẫn chọn giống của Viện 1 đã được phát tán nuôi rộng rãi và phần nào thúc đẩy nghề nuôi cá rô phi vẫn phát triển ở các vùng nước ngọt và nước lợ trên cả nước (Luan & cs., 2010; Thoa & cs., 2016). Mặc dù vậy, chất lượng giống cá rô phi vẫn chưa đáp ứng được yêu cầu của người nuôi do chương trình chọn giống ở nước ta không được triển khai một cách thường xuyên, liên tục dẫn đến chất lượng không theo kịp yêu cầu của thực tế. Do đó, việc nhập quần đàn mới và tiến hành khởi động một chương trình chọn giống mới là hết sức cần thiết nhằm góp phần

tạo ra nguồn con giống chất lượng cao đáp ứng phát triển nghề nuôi cá rô phi bền vững.

Để thực hiện một chương trình chọn giống hiệu quả thì việc tập hợp được các quần đàn cá rô phi có nguồn gốc khác nhau đóng vai trò rất quan trọng. Việc đánh giá đa dạng di truyền của các quần đàn cũng như mối quan hệ di truyền giữa các quần đàn có vai trò rất quan trọng trong việc nâng cao hiệu quả chọn lọc và loại bỏ cận huyết ở các thế hệ chọn giống sau này. Có nhiều phương pháp để đánh giá mức độ đa dạng di truyền của các quần đàn cá rô phi như sử dụng chỉ thị phân tử hoặc đánh giá thông qua số liệu kiểu hình của cá thể tại thời điểm thu hoạch. Việc đánh giá các chỉ tiêu như di truyền cộng gộp, ưu thế lai, ảnh hưởng di truyền theo con mẹ khi giao phối các quần đàn cá với nhau là phương pháp được sử dụng phổ biến hiện nay trên thế giới và Việt Nam. Một số chương trình chọn giống các đối tượng thủy sản sử dụng phương pháp đánh giá dựa vào kiểu hình có thể kể đến như chọn giống cá rô phi vẫn trong môi trường lợ mặn (Thoa & cs., 2016) và hầu Bò Đào Nha (In & cs., 2017). Đánh giá quần đàn có thể liên quan tới việc kiểm tra sự khác nhau về tốc độ tăng trưởng giữa các quần đàn cá và đánh giá tiềm năng của ưu thế lai từ các phép lai giữa các quần đàn (In & cs., 2017). Phép lai giữa các quần đàn khác nhau có thể làm tăng dị hợp tử và giảm đồng hợp tử ở thế hệ con (Whitlock, 2000).

Trong nghiên cứu này, phép lai hỗn hợp giữa 04 quần đàn cá rô phi vẫn được thực hiện để ước tính một số thông số di truyền như giá trị di truyền cộng gộp, ưu thế lai và ảnh hưởng của di truyền theo mẹ lên khối lượng và tỉ lệ sống tại thời điểm thu hoạch.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Thí nghiệm được thực hiện bao gồm 04 quần đàn cá rô phi: (1) NOVIT, (2) Trung Quốc, (3) GIFT và (4) Philippines. Quần đàn cá rô phi NOVIT là quần đàn cá rô phi chọn giống nâng cao tốc độ sinh trưởng được 12 thế hệ trong môi trường nước ngọt Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 1 (Luan & cs., 2008) và được lưu giữ tại Trung tâm Chọn giống cá rô phi - Quảng

Nam. Cá rô phi NOVIT được định kỳ ghép cặp 2-3 năm/lần để xây dựng đàn hậu bị phục vụ lưu giữ. Cá rô phi GIFT là quần đàn cá chọn giống thế hệ G16 tại Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 2 (Trọng & cs., 2013) và được lưu giữ tại Trung tâm quốc gia Giống thủy sản nước ngọt Nam Bộ - Tiền Giang. Cá rô phi GIFT được định kỳ ghép cặp 2-3 năm/lần để xây dựng đàn hậu bị phục vụ lưu giữ. Đàn cá rô phi vằn có nguồn gốc từ Philippines được nuôi trong môi trường nước ngọt và nhập khẩu từ Trung tâm Nuôi trồng Thủy sản nước ngọt của Trường Đại học bang Luzon, Philippines. Trong khi đó, cá rô phi Trung Quốc là quần đàn chọn giống nâng cao tốc độ sinh trưởng và tỉ lệ phi lê cao của Công ty Trách nhiệm hữu hạn Nuôi trồng thủy sản ProGIFT (đã đánh dấu PIT) có nguồn gốc từ đảo Hải Nam, Trung Quốc. Hai đàn cá từ Trung Quốc và Philippines được nhập nội từ năm 2015 từ dự án “Phát triển giống cá rô phi”. Sau khi dự án kết thúc vào năm 2017, hai đàn cá này tiếp tục được lưu giữ tại Trung tâm Chọn giống cá rô phi - Quảng Nam, mỗi quần đàn được nhập 10.000 cá bột để ương nuôi và sau đó lựa chọn để phục vụ nghiên cứu. Tất cả 04 đàn cá rô phi bố mẹ được nuôi tại Trung tâm Chọn giống cá rô phi, Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 1. Tháng 1/2018 đã tiến hành phép lai hỗn hợp của 04 quần đàn cá rô phi vằn (cá bố mẹ từ mỗi quần đàn được lấy ngẫu nhiên). Khối lượng trung bình cá đực là 500 g/con và cá cái là 400 g/con. Phương pháp ghép sinh sản hàng loạt được thực hiện để tạo 16 tổ hợp lai (60 cá đực và 60 cá cái cho mỗi tổ hợp).

2.2. Sản xuất cá bột và ương lên cỡ cá đánh dấu

Ghép cá rô phi sinh sản hàng loạt cho 16 tổ hợp lai trong các giai đoạn sinh sản riêng với kích cỡ ($5 \times 4 \times 1\text{m}$, cỡ mắt lưới 1mm) trong khoảng thời gian 02 tháng tại Trung tâm Chọn giống cá rô phi Quảng Nam, RIA1 theo sơ đồ lai ở bảng 1. Trước khi ghép sinh sản, cá đực và cá cái được nuôi vỗ ở các giai đoạn riêng (kích cỡ $20 \times 5 \times 1,5\text{m}$) trong 1 tháng. Cá cái được chuyển tới giai đoạn sinh sản trước cá đực. Các giai đoạn sinh sản được ghép ngẫu nhiên trong 4 ao đất có diện tích ($50 \times 20 \times 1,5\text{m}$), mỗi ao ghép 20 giai. Trong mỗi giai ghép

sinh sản, 20 cá cái được thả chung với 10 cá đực và mỗi tổ hợp gồm 05 lần lặp (05 giai sinh sản). Theo dõi các giai đoạn sinh sản hàng ngày để phát hiện sự xuất hiện của cá bột mới nở. Cá bột mới nở từ mỗi giai được thu và sau đó chuyển tới các giai ương có kích cỡ $2 \times 1,5 \times 1\text{m}$ với mật độ ương là 500 cá bột/giai ương, mỗi giai ương được sử dụng để ương cho một tổ hợp của mỗi lần thu. Ngày thu của cá bột từ mỗi tổ hợp được ghi số liệu. Trong khoảng 05 tuần ương đầu tiên trong giai, cá bột được cho ăn 04 lần/ngày bằng thức ăn công nghiệp dạng bột mịn và dạng viên cỡ 0,5 ly của Cargill 40% protein với tỉ lệ cho ăn là 15% khối lượng thân. Sau giai đoạn ương ban đầu, cá hương tiếp tục được ương với mật độ 350 cá hương/giai ($1,5 \times 2 \times 1\text{m}$) để nuôi lớn trong khoảng thời gian 75 ngày bằng thức ăn công nghiệp dạng viên cỡ 1,0 và 1,5 ly của Cargill 30% protein. Sau khoảng thời gian ương trong giai B-net, lấy ngẫu nhiên 500 cá hương từ mỗi tổ hợp để đánh dấu PITTag (Passive Integrated Transponders, được sản xuất bởi Công ty Biomark). Khối lượng trung bình của cá tại thời điểm gắn PIT là 15g và không có sự khác biệt của cá về khối lượng giữa các tổ hợp lai. Sau khi gắn PIT, cá được thuần và nuôi trong các giai trong khoảng thời gian 10 ngày. Cá sau đó được chuyển đến nuôi ở 03 môi trường nuôi khác nhau: Tiền Giang, Quảng Nam, Bắc Ninh.

2.3. Nuôi đánh giá cá rô phi thuộc các tổ hợp lai

Sau khi được gắn PIT, cá của các tổ hợp lai được thả chung trong 5 ao đất có diện tích 1.000m^2 tại 3 vùng miền khác nhau gồm 01 ao tại miền Bắc (Bắc Ninh), 03 ao tại miền Trung (Quảng Nam) và 01 ao tại miền Nam (Tiền Giang). Mật độ thả của cá ở các ao nuôi là 100 cá/tổ hợp/ao nuôi, tương đương $1,6 \text{ cá/m}^2$. Cá được cho ăn 02 lần/ngày bằng thức ăn công nghiệp của CP 30% protein, khẩu phần tương đương 3-4% khối lượng cơ thể cá, được điều chỉnh phù hợp với tốc độ tăng trưởng của cá ở các khoảng thời gian nuôi. Trong tất cả môi trường ao nuôi, thông số chất lượng nước như nhiệt độ, pH và hàm lượng oxy hòa tan được đo hàng ngày, các thông số khác như độ kiềm và hàm lượng ammonia được đo 01 lần/tuần.

Bảng 1. Sơ đồ lai của 04 quần đàn cá rô phi được sử dụng để tạo ra 16 tổ hợp lai

Quần đàn	NOVIT	Philippines	Trung Quốc	GIFT
NOVIT	x	x	x	x
Philippines	x	x	x	x
Trung Quốc	x	x	x	x
GIFT	x	x	x	x

Bảng 2. Thống kê tính trạng khối lượng thu hoạch và tỉ lệ sống của cá thí nghiệm nuôi ở 03 môi trường

Tính trạng	Môi trường nuôi	Số lượng (con)	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Hệ số phân đàn (CV, %)
Khối lượng (g)	Bắc Ninh	1.600	759,4	187,96	79,63
	Quảng Nam	4.801	794,93	137,84	44,16
	Tiền Giang	1.600	718,36	172,37	97,5
	<i>Trung bình</i>	2.667	756,53	166,06	73,76
Tỉ lệ sống (%)	Bắc Ninh	1.600	79,4	0,41	52,00
	Quảng Nam	4.801	80,6	0,40	50,00
	Tiền Giang	1.600	76,9	0,42	55,00
	<i>Trung bình</i>	2.667	79,0	0,41	52,33

Sau khi cá nuôi sinh trưởng được 06 tháng, tất cả cá được thu hoạch và chuyển ngay tới các giai lớn trong khoảng 2 ngày để thuần hóa. Cá không được cho ăn trong khoảng thời gian thuần hóa. Sau khi thuần hóa, cá được xác định mã số PIT, khối lượng và giới tính của cá được ghi chép. Do các tính trạng kiểu hình như khối lượng toàn thân, chiều dài tổng số, chiều cao tổng số và độ dày cơ thể cá có tương quan di truyền cao nên chỉ tính trạng khối lượng toàn thân được báo cáo trong nghiên cứu này. Số lượng cá của mỗi tổ hợp lai và môi trường nuôi tại thời điểm thả ban đầu và thu hoạch được sử dụng để tính tỉ lệ sống. Trong nghiên cứu này, tỉ lệ sống được tính bao gồm cá chết và cá mất PIT. Tỉ lệ cá mất PIT trung bình khoảng 9,5% ở các môi trường nuôi. Thống kê về khối lượng và tỉ lệ sống của cá tại thời điểm thu hoạch trong mỗi môi trường nuôi được trình bày ở bảng 2.

2.4. Phân tích số liệu

Phân tích số liệu được thực hiện trên phần mềm ASReml 4.2 (Gilmour & cs., 2021). Phân tích thống kê cơ bản được thực hiện trên 8.001 cá

thể và số liệu tỉ lệ sống của các tổ hợp lai được thu từ phép lai hỗn hợp giữa 04 quần đàn cá rô phi. Các phân tích đầu tiên được thực hiện để kiểm tra các yếu tố ảnh hưởng cố định lên các tính trạng khối lượng và tỉ lệ sống. Ảnh hưởng của các yếu tố cố định bao gồm tổ hợp lai, môi trường, giới tính và tương tác giữa các yếu tố cố định và hiệp phương sai của tuổi với các yếu tố cố định. Khối lượng cá tại thời điểm thả không có sự khác biệt giữa các tổ hợp, do đó khối lượng cá thả không được đưa vào mô hình phân tích. Mô hình toán được sử dụng để phân tích như sau:

$$y_{ijkn} = \mu + E_j + S_k + (E \times S)_{jk} + b_1 A_1 + \Sigma \alpha_i a_i + \Sigma \alpha_{ij} h_{ij} + \Sigma \beta_1 r_i + e_{ijkn}$$

Trong đó: y_{ijkn} là tính trạng theo dõi của cá thể thứ n ; μ là khối lượng trình bình của quần đàn; E , S lần lượt là ảnh hưởng cố định của môi trường, giới tính và hiệp phương sai của tuổi, α_i là tỉ lệ của gen được đóng góp bởi cá thể thứ n của đàn thứ i ($\alpha_i = 0; 1$ và 2 và $\Sigma \alpha_i = 2,0$); a_i là ảnh hưởng di truyền cộng gộp của gen từ đàn cá i , α_{ij} là hệ số của ưu thế lai tổng số của các tổ hợp lai giữa đàn i và đàn j ($\alpha_{ij} = 0,0$ hoặc $2,0$; $i \neq j$ và $ij \neq ji$ và $+\Sigma \alpha_{ij} = 2$); h_{ij} là ảnh hưởng ưu thế lai

tổng số của tổ hợp lai giữa đàn i và đàn j ($i \neq j$ và $ij \neq ji$); β_i là hệ số của ảnh hưởng theo mẹ của đàn i ($\beta_i = 0$ cho đàn thuần; $-0,5$ là đàn cá đực và $0,5$ là đàn cá cái, $\Sigma\beta_i = 1,0$ là giá trị giao phối giữa các đàn); r_i ảnh hưởng tổng số của con mẹ đàn i và e_{ijkn} là sai số ngẫu nhiên của cá thể n .

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thống kê cơ bản

Khối lượng, tỉ lệ sống của cá rô phi vằn tại thời điểm thu hoạch được trình bày ở bảng 2. Khối lượng trung bình thu hoạch của cá ở Quảng Nam cao hơn đáng kể về mặt thống kê so với cá nuôi ở Bắc Ninh và Tiền Giang (Bảng 2, $P < 0,001$). Tương tự, tỉ lệ sống của cá nuôi đạt cao nhất ở Quảng Nam (80,6%), tiếp đến Bắc Ninh (79,4%) và Tiền Giang (76,9%), tuy nhiên không có sự khác biệt đáng kể về mặt thống kê ($P > 0,001$). Tỉ lệ sống của các tổ hợp lai ở 03 địa điểm nghiên cứu được trình bày trong bảng 3.

3.2. Ảnh hưởng của yếu tố cố định tới tính trạng khối lượng và tỉ lệ sống

Ảnh hưởng của các yếu tố cố định lên tính trạng khối lượng và tỉ lệ sống được trình bày ở

bảng 4. Ảnh hưởng cố định của môi trường nuôi, giới tính, tổ hợp lai lên khối lượng và tỉ lệ sống tại thời điểm thu hoạch là có ý nghĩa ($P < 0,001$). Do đó, các yếu tố ảnh hưởng cố định được đưa vào mô hình toán để ước tính các thông số di truyền.

3.3. Ảnh hưởng di truyền cộng gộp

Ước tính ảnh hưởng di truyền cộng gộp lên khối lượng và tỉ lệ sống được trình bày ở Bảng 5. Đối với tính trạng khối lượng, cá rô phi Philippines có giá trị di truyền cộng gộp cao nhất, sau đó là NOVIT. Trong khi đó, con lai khác quần đàn có giá trị di truyền cộng gộp cao nhất là tổ hợp lai giữa Novit và GIFT. Sự khác nhau đáng kể của giá trị di truyền cộng gộp của tính trạng khối lượng trong phép lai hỗn hợp có thể do vật liệu di truyền, lịch sử chọn lọc và phương pháp lưu giữ các đàn cá. Cá Novit đã được chọn giống thông qua 12 thế hệ tại Viện nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 1 sau khi được nhập từ Philippines vào năm 1998 (Tran, 2010). Ngoài ra, do kích cỡ quần thể nhỏ do đó khó tránh khỏi hiện tượng trôi dạt di truyền của các quần đàn và làm giảm đa dạng di truyền.

Bảng 3. Tỉ lệ sống (%) của các tổ hợp lai ở 03 địa điểm nuôi

Tổ hợp lai	Bắc Ninh	Quảng Nam	Tiền Giang	Trung bình của 03 môi trường
Tổ hợp lai cùng quần đàn				
NV	86,0	87,1	82,0	53,75
TQ	73,0	74,0	71,0	45,75
GI	82,0	83,0	83,0	51,75
PH	78,0	79,7	75,0	49,00
Tổ hợp lai giữa các quần đàn				
NV $\times$ TQ	77,5	78,3	69,5	78,13
NV $\times$ GI	80,0	84,8	83,0	84,25
NV $\times$ PH	80,0	83,5	79,0	83,13
TQ $\times$ GI	78,5	79,7	76,0	79,38
TQ $\times$ PH	76,0	77,0	72,5	76,75
GI $\times$ PH	79,0	79,7	79,5	79,50

Ghi chú: NV là đàn cá NOVIT, TQ là đàn cá Trung Quốc, GI là đàn cá GIFT, PH là đàn cá từ Philippines.

Bảng 4. Ảnh hưởng của các yếu tố cố định lên tính trạng khối lượng thu hoạch và tỉ lệ sống

Ảnh hưởng	Khối lượng (g)		Tỉ lệ sống (%)	
	Bậc tự do	Giá trị P	Bậc tự do	Giá trị P
E	2	<0,001	2	<0,001
G	15	<0,001	15	<0,001
G*E	30	<0,001	30	<0,001
S	1	<0,001		
E*S	2	<0,001		
G*S	15	<0,001		
Age (E,G,S)		<0,001		

Ghi chú: E: Môi trường ao nuôi, G: Ảnh hưởng của tổ hợp lai, G*E: Ảnh hưởng tương tác của môi trường và tổ hợp lai, S: Ảnh hưởng của giới tính, E*S: Ảnh hưởng tương tác của môi trường với giới tính, Age(E,G,S): Hiệp phương sai của tuổi ở các môi trường, tuổi, giới tính.

Bảng 5. Giá trị di truyền cộng gộp của tính trạng khối lượng và tỉ lệ sống tại thời điểm thu hoạch

Trung bình	Khối lượng $\pm$ SE (g)	Tỉ lệ sống $\pm$ SE (%)	Giá trị P
	775,9 $\pm$ 3,846	0,86 $\pm$ 0,01	
Tổ hợp lai cùng quần đàn			
NV	6,43 $\pm$ 3,15	0,016 $\pm$ 0,01	< 0,001
TQ	-17,44 $\pm$ 3,31	-0,036 $\pm$ 0,01	< 0,001
GI	-0,91 $\pm$ 3,17	0,02 $\pm$ 0,02	< 0,001
PH	11,90 $\pm$ 3,20	-0,01 $\pm$ 0,01	< 0,001
Tổ hợp lai giữa các quần đàn			
NV $\times$ TQ	-11,01	-0,016	< 0,001
NV $\times$ GI	5,53	-0,036	< 0,001
NV $\times$ PH	18,34	0,02	< 0,001
TQ $\times$ GI	-18,34	-0,02	< 0,001
TQ $\times$ PH	-5,53	0,04	< 0,001
GI $\times$ PH	11,01	-0,02	< 0,001

Ghi chú: NV: Đàn cá NOVIT, TQ: Đàn cá Trung Quốc, GI: Đàn cá GIFT, PH: Đàn cá từ Philippines, SE là sai số tiêu chuẩn.

3.4. Ảnh hưởng ưu thế lai

Ảnh hưởng của ưu thế lai tổng của tính trạng khối lượng và tỉ lệ sống tại thời điểm thu hoạch được trình bày trong Bảng 6. Ưu thế lai của tính trạng khối lượng và tỉ lệ sống khác nhau giữa tổ hợp lai cùng quần đàn và khác quần đàn. Tuy nhiên, giá trị ưu thế lai là rất nhỏ và không đáng kể. Do đó, việc sử dụng phương pháp lai giữa các quần đàn cá với mục đích tạo ra đàn cá có sự cải

thiện về khối lượng và tỉ lệ sống là không hiệu quả. Tất cả các giá trị ưu thế lai ở Bảng 6 đều âm cho tính trạng khối lượng, tương tự ưu thế lai cho tính trạng tỉ lệ sống xấp xỉ bằng không. Kết quả của nghiên cứu này tương đồng với nghiên cứu của Thoa & cs. (2016), đánh giá tổ hợp lai hỗn hợp giữa 04 quần đàn cá rô phi Đài Loan, Israel, Đài Loan và Thái Lan. Thoa & cs. (2016) đã chỉ ra rằng không có thành phần ưu thế lai đáng kể khi ghép sinh sản giữa các quần đàn cá rô phi trên

với nhau. Một số nghiên cứu khác trên đối tượng thủy sản cũng cho thấy ưu thế lai thấp khi thực hiện phép lai hỗn hợp giữa các quần đàn như cá rô phi GIFT (Bentsen & cs., 1998), cá trôi (Gjerde & cs., 2002), tôm càng xanh (Thanh & cs., 2010) và hàu Bồ Đào Nha (In & cs., 2017). Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu của chúng tôi về ưu thế lai giữa các quần đàn là thấp hơn đáng kể so với các loài cá khác như cá da trơn (Argue & cs., 2003), cá chép (Bakos & Gorda, 1995), cá rô phi đen (Maluwa & Gjerde, 2006). Giá trị ưu thế lai khác nhau giữa các quần đàn có thể còn do cấu trúc quần thể và sự kết hợp giữa các quần đàn với nhau. Ưu thế lai chủ yếu là do ảnh hưởng trội. Ảnh hưởng ưu thế lai trong nghiên cứu của chúng tôi cùng với những nghiên cứu được báo cáo trước đó đối với loài cá rô phi của Bentsen & cs. (1998), cho thấy chương trình chọn giống đối với loài này trong tương lai nên dựa vào đa dạng di truyền cộng gộp hơn là tận dụng ưu thế lai giữa các quần đàn (crossbreeding).

3.5. Ảnh hưởng của con mẹ

Nhìn chung, ảnh hưởng của di truyền theo mẹ lên tính trạng khối lượng đạt giá trị cao nhất ở quần đàn GIFT (GI), tiếp đến là quần đàn Philippines. Ảnh hưởng của di truyền theo

mẹ là không đáng kể ở 02 đàn cá rô phi NV và TQ. Tương tự, ảnh hưởng của di truyền theo mẹ lên tính trạng tỉ lệ sống là nhỏ và không đáng kể. Nghiên cứu của chúng tôi có kết quả tương đồng với nghiên cứu trên cá rô phi (Thoa & cs., 2016) và hàu Bồ Đào Nha (In & cs., 2017). Ảnh hưởng của di truyền theo mẹ là đáng kể đối với tính trạng khối lượng và rất nhỏ hay không đáng kể đối với tính trạng tỉ lệ sống. Do đó, trong các nghiên cứu tiếp theo ước tính các thông số di truyền đối với quần đàn cá rô phi này cần phải tính toán ảnh hưởng của di truyền theo mẹ và môi trường nuôi chung (common environment). Giá trị của ảnh hưởng di truyền theo mẹ lên khối lượng và tỉ lệ sống tại thời điểm thu hoạch được trình bày ở bảng 7.

4. KẾT LUẬN

Ảnh hưởng di truyền cộng gộp của các quần đàn cá rô phi nghiên cứu là lớn, điều này cho thấy tốc độ tăng trưởng và tỉ lệ sống của quần đàn ban đầu được hình thành từ các tổ hợp lai có thể hiệu quả cho chương trình chọn giống. Giá trị ưu thế lai thấp và không đáng kể đối với tính trạng khối lượng và tỉ lệ sống.

Bảng 6. Giá trị ưu thế lai của tính trạng khối lượng và tỉ lệ sống tại thời điểm thu hoạch

Trung bình	Khối lượng ± SE (g)	Tỷ lệ sống ± SE (%)	Giá trị P
	775,9 ± 3,846	0,86 ± 0,01	
Tổ hợp lai cùng quần đàn			
NV	-21,91	-0,01	< 0,001
TQ	-15,35	-0,02	< 0,001
GI	-26,52	-0,01	< 0,001
PH	-31,65	-0,004	< 0,001
Tổ hợp lai giữa các quần đàn			
NV × TQ	-8,65 ± 7,56	-0,024 ± 0,015	< 0,001
NV × GI	-33,09 ± 7,236	0,002 ± 0,015	< 0,001
NV × PH	-24,00 ± 7,336	-0,0011 ± 0,015	< 0,001
TQ × GI	-6,47 ± 7,49	-0,021 ± 0,015	< 0,001
TQ × PH	-30,94 ± 7,60	-0,005 ± 0,015	< 0,001
GI × PH	-40,00 ± 7,41	-0,005± 0,015	< 0,001

Ghi chú: NV: Đàn cá NOVIT, TQ: Đàn cá Trung Quốc, GI: Đàn cá GIFT, PH: Đàn cá từ Philippines, SE là sai số tiêu chuẩn.

Bảng 7. Ảnh hưởng của di truyền theo mẹ lên tính trạng khối lượng và tỉ lệ sống tại thời điểm thu hoạch

Trung bình	Khối lượng $\pm$ SE (g)	Tỷ lệ sống $\pm$ SE (%)	Giá trị P
	775,9 $\pm$ 3,846	0,86 $\pm$ 0,01	
Tổ hợp lai cùng quần đàn			
NV	-13,23	-0,01	0,001
TQ	-5,50	0,012	0,001
GI	10,72	-0,0033	0,001
PH	8,01	-0,0003	0,001
Tổ hợp lai giữa các quần đàn			
NV $\times$ TQ	9,82 $\pm$ 5,40	-0,015 $\pm$ 0,011	0,001
NV $\times$ GI	-19,62 $\pm$ 5,11	-0,012 $\pm$ 0,011	0,001
NV $\times$ PH	-29,87 $\pm$ 5,19	0,002 $\pm$ 0,011	0,001
TQ $\times$ GI	-4,87 $\pm$ 5,28	0,034 $\pm$ 0,011	0,001
TQ $\times$ PH	-1,83 $\pm$ 5,38	-0,013 $\pm$ 0,011	0,001
GI $\times$ PH	7,67 $\pm$ 5,28	0,012 $\pm$ 0,011	0,001

Ghi chú: NV: đàn cá NOVIT, TQ: đàn cá Trung Quốc, GI: đàn cá GIFT, PH: đàn cá từ Philippines, SE là sai số tiêu chuẩn.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ bởi Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn thông qua đề tài: “Nghiên cứu chọn giống nâng cao tốc độ sinh trưởng cá rô phi vằn, *Oreochromis niloticus*” thực hiện từ tháng 1/2018 tới tháng 12/2020. Nhóm tác giả cũng cảm ơn sự giúp đỡ của TS. Arthur Gilmour, tác giả của phần mềm ASReml (bang New South Wales, Úc) đã có những nhận xét và lời khuyên vô cùng giá trị trong việc xử lý số liệu bằng phần mềm ASReml 4.2 cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Argue B.J., Liu Z. & Dunham R.A. (2003). Dress-out and fillet yields of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, blue catfish, *Ictalurus furcatus*, and their F₁, F₂ and backcross hybrids. *Aquaculture*. 228: 81-90.
- Bakos J. & Gorda S. (1995). Genetic improvement of common carp strains using intraspecific hybridization. *Aquaculture*. 129: 183-186.
- Bentsen H.B., Eknath A.E., Palada-de Vera M.S., Danting J.C., Bolivar H.L., Reyes R.A., Dionisio E.E., Longalong F.M., Circa A.V. & Tayamen M.M. (1998). Genetic improvement of farmed tilapias: growth performance in a complete diallel cross experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*. 160: 145-173.
- Gilmour A., Gogel B., Cullis B., Welham S., Thompson R., Butler D., Cherry M., Collins D., Dutkowski G. & Harding S. (2021). ASReml-SA User Guide Release 4.2 Functional Specification. VSN International Ltd, Amberside House, Wood Lane, Paradise Industrial Estate, Hemel Hempstead, HP2 4TP, UK.
- Gjerde B., Reddy P.V., Mahapatra K.D., Saha J.N., Jana R.K., Meher P.K., Sahoo M., Lenka S., Govindassamy P. & Rye M. (2002). Growth and survival in two complete diallele crosses with five stocks of Rohu carp (*Labeo rohita*). *Aquaculture*. 209: 103-115.
- In V.V., Sang V.V., O'Connor W., Van P.T., Dove M., Knibb W. & Nguyen N. H. (2017). Are strain genetic effect and heterosis expression altered with culture system and rearing environment in the Portuguese oyster (*Crassostrea angulata*)? *Aquaculture Research*. 48: 4058-4069.
- Luan T.D., Olesen I. & Kolstad K. (2010). Genetic parameters and genotype by environment interaction for growth of Nile tilapia in low and optimal temperature. In “Proceedings of the 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Leipzig, Germany”.
- Luan T.D., Olesen I., Ødegård J., Kolstad K., Dan N.C. & Elghobashy H. (2008). Genotype by

- environment interaction for harvest body weight and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in brackish and fresh water ponds. In "Proceedings from the Eighth International Symposium on Tilapia Aquaculture". 1: 231-240.
- Maluwa A.O. & Gjerde B. (2006). Genetic evaluation of four strains of *Oreochromis shiranus* for harvest body weight in a diallel cross. *Aquaculture*. 259: 28-37.
- Thanh N.M., Nguyen N.H., Ponzoni R.W., Vu N.T., Barnes A.C. & Mather P.B. (2010). Estimates of strain additive and non-additive genetic effects for growth traits in a diallel cross of three strains of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in Vietnam. *Aquaculture*. 299: 30-36.
- Toha N.P., Ninh N.H., Hoa N.T., Knibb W., Diep N.H. & Nguyen N. H. (2016). Additive genetic and heterotic effects in a 4 × 4 complete diallel cross-population of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared in different water temperature environments in Northern Vietnam. *Aquaculture Research*. 47: 708-720.
- Tran L.D. (2010). Genetic studies of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) for farming in northern Vietnam: growth, survival and cold tolerance in different farm environments. Norwegian University of Life Sciences, Ås.
- Trong T.Q., Mulder H.A., van Arendonk J.A. & Komen H. (2013). Heritability and genotype by environment interaction estimates for harvest weight, growth rate, and shape of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) grown in river cage and VAC in Vietnam. *Aquaculture*. 384: 119-127.
- Whitlock M.C. (2000). Fixation of new alleles and the extinction of small populations: drift load, beneficial alleles, and sexual selection. *Evolution*. 54: 1855-1861.