

SO SÁNH ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI CỦA CÁ RÔ ĐẦU VUÔNG VÀ CÁ RÔ ĐỒNG TỰ NHIÊN (*Anabas testudineus*)

Dương Thúy Yên¹ và Trương Ngọc Trinh²

¹ Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

² Lớp cao học Nuôi trồng Thủy sản K18, Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 24/09/2013

Ngày chấp nhận: 23/12/2013

Title:

Morphological comparison between new phenotype and wild strains of climbing perch (*Anabas testudineus*)

Từ khóa:

Cá rô đồng, *Anabas testudineus*, hình thái, phân loại loài

Keywords:

Climbing perch, *Anabas testudienus*, morphology, species taxonomy

ABSTRACT

Climbing perch (*Anabas testudineus*) has been reported as only one species belonging to *Anabas* genus in Vietnam. Recently, a new phenotype of climbing perch that has faster growth and larger sizes than the normal ones has been found and was called square-head climbing perch (SHCP). This study aimed to investigate the taxonomy system of SHCP based on comparison of morphological characteristics between SHCP and wild climbing perch strains sampled in different provinces. Countable traits varied in similar ranges among climbing perch strains. Fifteen of 17 morphometric characteristics expressed as percent indices of body length or head length significantly varied among strains ($p < 0.01$). SHCP differed from wild strains in indices of head shape, mouth size, pre-dorsal length, and pre-pectoral length more obviously than other measurements. In addition, relative gut length (RGL, the ratio of intestine length to standard body length) of SHCP (1.84 ± 0.54) was significantly higher than that of wild strains (mean ranged 0.88-1.01 across populations). Differences in morphometric traits among strains also depended on body weight, sexes and sampling time. All morphometric indices were highly variable among individuals within strains, accounting for more than 92% of total variation. The results suggest that morphological differences between SHCP and wild strain could be within-species diversity and affected by different factors.

TÓM TẮT

Cá rô đồng (*Anabas testudineus*) được báo cáo là loài duy nhất trong giống *Anabas* phân bố ở Việt Nam. Gần đây, xuất hiện một kiểu hình cá rô mới tăng trưởng nhanh, kích cỡ lớn hơn cá rô thường và được gọi là cá rô đầu vuông (ĐV). Nghiên cứu này nhằm tìm hiểu đặc điểm phân loại cá rô ĐV dựa trên sự so sánh hình thái bên ngoài và bên trong giữa cá rô ĐV và cá rô tự nhiên thu ở các tỉnh khác nhau. Các chỉ tiêu đếm biến động trong những khoảng giống nhau giữa các dòng cá rô. Mười lăm trong tổng 17 chỉ tiêu đo được tính tỉ lệ so với chiều dài chuẩn hoặc chiều dài đầu của các dòng cá rô khác nhau rất có ý nghĩa ($p < 0,01$). Cá rô ĐV khác biệt với cá rô tự nhiên rõ ràng nhất ở các tỉ lệ về hình dạng đầu, cỡ miệng, khoảng cách trước vi lưng và vi ngực. Ngoài ra, tỉ lệ chiều dài ruột/dài chuẩn của cá rô ĐV ($1,84 \pm 0,54$) cao hơn có ý nghĩa so với cá rô tự nhiên (dao động trung bình giữa các quần thể từ 0,88-1,01). Khác biệt về các chỉ tiêu hình thái giữa các dòng cá phụ thuộc vào khối lượng cơ thể, giới tính và thời gian thu mẫu. Tất cả các chỉ tiêu hình thái đều biến động lớn giữa các cá thể trong cùng dòng, chiếm trên 92% tổng số biến động. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự khác biệt về hình thái giữa cá rô ĐV và cá rô tự nhiên có thể là sự đa dạng trong cùng một loài và chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố.

1 GIỚI THIỆU

Giống cá rô *Anabas* là một trong những giống có mức độ tiên hóa thấp, thể hiện ở số lượng loài trong giống ít. Trên thế giới, giống này có hai loài: *Anabas cobojius* và *Anabas testudineus* (www.fishbase.org và Intergrated Taxonomy Information System www.itis.gov). Loài *Anabas cobojius* phân bố ở Nepal và có rất ít thông tin. Riêng loài cá rô đồng *Anabas testudineus* phân bố ở các nước Đông Nam Á, Ấn độ và phía Nam Trung Quốc (www.fishbase.org). Theo tài liệu phân loại trong và ngoài nước, giống cá rô ở Việt Nam chỉ có một loài (Trương Thủ Khoa và Trần Thị Thu Hương, 1993; Rainboth, 1996). Song gần đây, ở Hậu Giang xuất hiện kiểu hình cá rô có sức tăng trưởng nhanh, khối lượng cá thể trưởng thành lớn hơn nhiều so với cá rô đồng thường và có hình dạng đầu hơi vuông nên được gọi là cá rô đầu vuông (Phương Thanh, 2010). Từ thực tế đó, vấn đề về phân loại cá rô đầu vuông được nhiều người quan tâm.

Công cụ truyền thống đơn giản mà hiệu quả trong phân loại cá là dựa vào đặc điểm hình thái. Tuy nhiên, các chỉ tiêu hình thái của loài thường thay đổi trong một khoảng nhất định và tùy theo các yếu tố môi trường bên ngoài (Shine, 1989; Biswas and Shah, 2009; Binning and Chapman, 2010), kích cỡ và giai đoạn phát triển (Biswas and Shah, 2009; Dwivedi and Dubey, 2013) và nguồn gốc di truyền của loài (Biswas and Shah, 2009; Janhunen *et al.*, 2009). Do đó, để có sự đánh giá chính xác khoảng biến động các chỉ tiêu hình thái đặc trưng của loài cần dựa trên số lượng mẫu thu lớn và từ nhiều môi trường khác nhau.

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm tìm hiểu về hệ thống phân loại cá rô đầu vuông thông qua việc so sánh đặc điểm hình thái bên ngoài và bên trong của cá rô đầu vuông và cá rô thường thu ở các vùng sinh thái khác nhau.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Thu mẫu

Thời gian và địa điểm thu mẫu: mẫu được thu hàng tháng, từ 2/2012 đến 1/2013. Địa điểm thu cá rô đầu vuông là các ao nuôi ở Hậu Giang. Cá rô tự nhiên được thu ở Hậu Giang và 2 nơi khác cách xa về mặt địa lý, đồng thời ít chịu ảnh hưởng của nghề nuôi, gồm Rừng U Minh Hạ - Cà Mau và vườn quốc gia Tràm Chim, Tam Nông - Đồng Tháp.

Phương pháp thu và số lượng mẫu: Cá rô tự nhiên được thu từ những vườn tràm của nông hộ

(Cà Mau), mua qua thương lái có uy tín (Hậu Giang) và thông qua cơ quan quản lý ở Vườn Quốc gia Tràm Chim. Ở những nơi này, cá được đánh bắt tự nhiên bằng các phương tiện như chài, giăng lưới, tát mương/ao... Mẫu được thu ngẫu nhiên với nhiều kích cỡ khác, số mẫu thu ít nhất là 30 mẫu/tháng/tỉnh. Tổng số mẫu được thu của cá Cà Mau 585 mẫu, Đồng Tháp 475 mẫu, Hậu Giang 498 mẫu và cá đầu vuông có 319 mẫu. Mẫu cá được giữ sống hoặc bảo quản lạnh và chuyển về phòng thí nghiệm phân tích.

2.2 Phương pháp phân tích các đặc điểm hình thái

Các chỉ tiêu hình thái được thực hiện trên mẫu tươi, dựa theo Trương Thủ Khoa và Trần Thị Thu Hương (1993) và Biwas và Shah (2009). Chỉ tiêu đo gồm 16 chỉ tiêu (Chiều dài tổng, dài chuẩn, chiều dài đầu, khoảng cách trước vi ngực, chiều cao thân tại vị trí gốc vi lưng và trước vi hậu môn, chiều cao cuống đuôi, chiều dài gốc vi lưng và gốc hậu môn, khoảng cách giữa 2 mắt, đường kính mắt, cao đầu sau mắt, rộng đầu, rộng miệng, dài hàm trên và hàm dưới). Chỉ tiêu cân gồm khối lượng thân có và không có nội quan. Các chỉ tiêu đếm gồm số tia vi hậu môn (A), tia vi ngực (P), vi bụng (V), vi lưng (D), vây đường bên, vây cuống đuôi, số gai trên xương nắp mang, số lược mang trên cung mang thứ I và số đốt sống. Ngoài ra, tỉ lệ chiều dài ruột (Li)/chiều dài chuẩn (SL) cũng được xác định nhằm tìm hiểu sự khác nhau về đặc điểm dinh dưỡng của cá rô đầu vuông và cá rô tự nhiên.

2.3 Phương pháp xử lý số liệu

Các chỉ tiêu đếm được tính khoảng dao động, trung bình, độ lệch chuẩn, giá trị thường gặp nhiều nhất (mode) và tần số xuất hiện của giá trị này trong mỗi dòng cá. Các chỉ tiêu đo được tính tỉ lệ so với chiều dài chuẩn, chiều dài đầu hoặc so với chiều dài hàm dưới nhằm loại trừ ảnh hưởng của kích cỡ cơ thể đến các chỉ tiêu (Strauss and Bond, 1993; Trương Thủ Khoa và Trần Thị Thu Hương, 1993). Sự khác biệt về tỉ lệ các số đo giữa các dòng cá được so sánh bằng phương pháp ANOVA một nhân tố và phép thử DUNCAN. Sau đó, ảnh hưởng đồng thời của dòng cá, kích cỡ cá, thời gian thu mẫu và sự tương tác hai chiều của các yếu tố này đến các chỉ tiêu hình thái được phân tích bằng phương pháp "General linear models" và sử dụng chương trình R (R Core Development Team, 2009). Thứ tự quan trọng của các chỉ tiêu hình thái đo giải thích sự khác biệt giữa các dòng cá được đánh giá dựa trên "Cluster analysis" trong chương trình SPSS 16.0.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 So sánh một số chỉ tiêu hình thái bên ngoài của các dòng cá rô

Kích cỡ của cá rô tự nhiên thu được ở các nơi có khoảng dao động lớn, khối lượng và chiều dài cá rô Cà Mau từ 2,2-127,7g và 5,0-18,2 cm; tương ứng cá rô Đồng Tháp là 4,9-96,2 g và 6,7-17,8 cm; cá rô Hậu Giang có kích cỡ 2,2-70,6 g và 5,0-17,5 cm. Cá rô đầu vuông trong điều kiện nuôi 3-10 tháng tuổi có khối lượng dao động từ 11,6-343 g và chiều dài từ 8,1-25,3 cm.

3.1.1 Một số chỉ tiêu đếm

Trong các chỉ tiêu đếm, chỉ tiêu số tia vi bụng của mỗi cá thể của các dòng cá rô đều có 1 tia cứng và 5 tia mềm. Các chỉ tiêu đếm khác có sự biến động giữa các cá thể trong cùng một dòng với

khoảng biến động và giá trị xuất hiện nhiều nhất giống nhau giữa các dòng cá (Bảng 1). Chỉ tiêu số lượng vây (đường bên, đường bên trên, đường bên dưới, quanh cuống đuôi) biến động lớn và giá trị xuất hiện nhiều nhất chiếm dưới 50%. Trong khi đó, chỉ tiêu về số lượng các tia vi (như vi lưng, vi hậu môn) và số lược mang trên cùng mang 1 ít biến động hơn và tập trung ở những giá trị nhất định (giá trị xuất hiện nhiều nhất chiếm trên 50%). Ít biến động nhất giữa các cá thể trong cùng một dòng và giữa các dòng là số lượng đốt sống, cá rô Cà Mau có 26-28 đốt, phổ biến nhất là 27 đốt chiếm 82%, n=30, cá rô Đồng Tháp (n=30) có 28 đốt và đầu vuông có 26-29 đốt, phổ biến là 28 đốt (82%, n=60). Ngược lại, số gai trên xương nắp mang có khoảng biến động lớn nhất và không có giá trị phổ biến rõ ràng của mỗi dòng cá, do đó, không thể dùng chỉ tiêu này trong phân loại cá rô.

Bảng 1: Khoảng biến động (KBĐ), giá trị xuất hiện nhiều nhất (GTXHNN), tần số xuất hiện (TSXH), trung bình (TB ± ĐLC) của một số chỉ tiêu đếm giữa các dòng cá rô đồng

		Cà Mau N = 206	Đồng Tháp N = 208	Hậu Giang N = 152	đầu vuông N = 105	Nghiên cứu trước*
Vây đường bên	KBĐ	23-32	24-32	24-32	24-31	24-34
	GTXHNN	29 (33,1)	28 (34,6)	28 (34,0)	28 (26,7)	
	TB	28,5±1,4	28,4±1,3	28,1±2,7	28,1±1,4	
Vây đường bên trên	KBĐ	3,5-5,5	3,5-5,5	3,5-5,5	3,5-5,5	-
	GTXHNN	4,5 (56,3)	4,5 (57,2)	4,5 (47,4)	4,5 (51,4)	
	TB	4,39±0,60	4,40±0,6	4,13±0,63	4,20±0,37	
Vây đường bên dưới	KBĐ	8,5-11,5	8,5-11,5	8,5-11,5	8,5-11,5	-
	GTXHNN	10,5 (40,3)	10,5 (47,6)	10,5 (43,4)	9,5 (25,7)	
	TB	9,9±0,7	10,0±0,6	9,9±0,7	9,8±0,1	
Vây quanh cuống đuôi	KBĐ	18-30	20-28	20-28	20-28	22-25
	GTXHNN	24 (44,2)	22 (45,2)	22 (45,4)	24 (50,5)	
	TB	22,9±1,7	22,3±1,7	22,7±1,7	24,0±1,6	
Tia vi lưng cứng	KBĐ	XV-XVIII	XVI-XVIII	XV-XVIII	XVI-XVIII	XVII-XVIII
	GTXHNN	XVII (83,3)	XVII (68,8)	XVII (78,3)	XVII (79,6)	
	TB	17,0±0,4	17,2±0,5	17,1±0,5	17,1±0,4	
Tia vi lưng mềm	KBĐ	8-12	8-11	8-11	8-12	9-10
	GTXHNN	10 (60,5)	10 (47,6)	10 (55,9)	10 (50,5)	
	TB	9,8±0,8	9,5±0,6	9,5±0,6	9,9±0,9	
Tia vi hậu môn cứng	KBĐ	VII-X	VIII-X	VIII-X	VIII-X	IX-X
	GTXHNN	IX (78,6)	IX (59,4)	IX (58,6)	IX (71,8)	
	TB	9,0±0,5	9,3±0,6	9,14±0,0	9,1±0,5	
Tia vi hậu môn mềm	KBĐ	8-12	8-11	9-12	9-12	10
	GTXHNN	11 (44,2)	10 (55,7)	10 (44,1)	11 (54,3)	
	TB	10,5±0,7	10,1±0,7	10,3±0,8	10,7±0,8	
Tia vi ngực mềm	KBĐ	11-16	11-16	12-16	12-16	12-13
	GTXHNN	14 (44,2)	14 (50,0)	14 (51,3)	15 (40,1)	
	TB	14,3±0,8	14,0±0,9	14,0±0,8	14,3±1,0	
Lược mang trên cùng mang thứ nhất	KBĐ	6-10	6-9	6-9	6-9	-
	GTXHNN	7 (50,0)	7 (50,4)	7 (58,1)	7 (48,2)	
	TB	7,4±0,7	7,3±0,7	7,1±0,7	7,4±0,7	
Số gai trên nắp mang	KBĐ	20-38	12-47	14-48	19-41	-
	GTXHNN	27 (14,7)	27 (9,1)	18 (11,0)	29 (20,0)	
	TB	27,3±4,1	27,8±7,8	24±7,8	27,9±5,7	

(*) Nghiên cứu của Trương Thủ Thu Khoa và Trần Thị Thu Hương (1993) trên cá rô đồng tự nhiên (n=48)

Nhìn chung khoảng biến động của các chỉ tiêu đếm của các dòng cá rô trong nghiên cứu này phù hợp với báo cáo của Mai Đình Yên (1992), Trương Thủ Khoa và Trần Thị Thu Hương (1993). Tuy nhiên, giá trị trung bình của số lượng vây và các tia vi (trừ vi bụng) khác biệt với kết quả nghiên cứu của Biswas và Shah (2009) trên cá rô địa phương và cá rô dòng Thái ở Bangladesh.

Biến động của các chỉ tiêu hình thái đếm của các dòng cá rô trong nghiên cứu này có thể là sự đa dạng tự nhiên của một loài. Sự đa dạng này là kết quả ảnh hưởng của các yếu tố di truyền của loài cùng với ảnh hưởng của môi trường và sự tương tác giữa kiểu gen và môi trường (Tave, 1993). Nghiên cứu của Biswas và Shah (2009) cho thấy cá rô đồng có nguồn gốc ở Thái Lan được di nhập vào Bangladesh và cá rô đồng bản địa Bangladesh khác nhau ($p < 0,05$) về một số chỉ tiêu hình thái đo, đếm, mặc dù cả 2 dòng cá được thu trong các ao của cùng một vùng (tỉnh Khulna, Bangladesh). Điều này chứng tỏ các chỉ tiêu hình thái có thể khác nhau do nguồn gốc di truyền của các quần thể khác nhau trong cùng một loài. Tuy nhiên, ảnh hưởng của các yếu tố không di truyền đối với các tính trạng đếm thường ít hơn so với các tính trạng cân, đo (như khối lượng, chiều cao thân,...), thể hiện qua hệ số di truyền (h^2) cao (Tave, 1993). Ví dụ, số tia mềm vi lưng của cá rô phi vằn (*Tilapia nilotica*) có $h^2 = 0,67 \pm 0,38$ (Tave, 1986), cá hồi vân có $h^2 = 0,9 \pm 0,27$ (Leary *et al.*, 1985 trích bởi Tave, 1993). Đặc biệt, số lượng đốm sổng có hệ số di truyền cao và ổn định ở nhiều loài. Chẳng hạn: số lượng đốm sổng của cá chép (*Cyprinus carpio*) có hệ số di truyền $h^2 = 0,9 \pm 0,07$ (Nenashev, 1970, trích bởi Tave, 1993), của cá hồi nâu ở (Brown trout) Châu Âu và Bắc Mỹ $h^2 = 0,9$ (Kirpichnikov, 1981, trích bởi Tave, 1993)... Trong nghiên cứu này, số lượng đốm sổng của các dòng cá rô tự nhiên tương đương với cá đầu vuông và ít thay đổi giữa các cá thể trong cùng một dòng, phù hợp với các nghiên cứu trên về tính tương đối ổn định của chỉ tiêu này trong cùng một loài.

Như vậy, sự biến động của các chỉ tiêu đếm của các dòng cá rô chứng tỏ các chỉ tiêu này thay đổi theo điều kiện môi trường và có sự khác biệt giữa các cá thể trong cùng một môi trường. Sự giống nhau về các khoảng biến động và giá trị xuất hiện nhiều nhất giữa cá rô đầu vuông và cá rô tự nhiên chứng tỏ chúng có thể cùng một loài.

3.1.2 Một số chỉ tiêu đo hình thái bên ngoài

So sánh tỉ lệ số đo hình thái bên ngoài giữa cá rô đầu vuông và cá rô tự nhiên cho thấy chúng giống nhau ở hai chỉ tiêu chiều cao cuống đuôi so với dài chuẩn và chiều dài hàm trên (HCP) so với hàm dưới. Các chỉ tiêu còn lại có sự khác biệt rất có ý nghĩa ($p < 0,01$) giữa các dòng cá (Bảng 2). Khác biệt rõ ràng giữa cá rô đầu vuông và cá rô tự nhiên là các chỉ tiêu ở phần đầu. Đúng như tên gọi “cá rô đầu vuông”, chiều dài đầu so với dài chuẩn (HL/SL) của chúng ngắn hơn, trong khi rộng đầu và cao đầu sau mắt so với chiều dài đầu lớn hơn các dòng cá tự nhiên. Khoảng cách hai mắt của cá đầu vuông lớn hơn nhưng đường kính mắt (so với chiều dài đầu) nhỏ hơn có ý nghĩa so với cá rô tự nhiên. Ngoài ra, các chỉ tiêu về kích cỡ miệng như chiều dài hàm trên, hàm dưới, độ rộng miệng của cá đầu vuông lớn hơn cá rô đồng tự nhiên.

Về phần thân, cá rô đầu vuông không thể hiện rõ những điểm khác biệt so với các dòng cá tự nhiên, chỉ có cao thân đo tại vị trí gốc vi hậu môn (BD2) của cá rô đầu vuông lớn hơn và chiều dài cuống đuôi nhỏ hơn cá tự nhiên. Tỉ lệ số đo khác thể hiện hình dạng thân (cao thân BD1 đo tại vị trí gốc vi lưng so với dài chuẩn) của cá rô đầu vuông tương đối giống với cá rô Cà Mau và lớn hơn so với cá rô Đồng Tháp và Hậu Giang (Bảng 2).

Đối với cá rô tự nhiên, cá thu ở các vùng khác nhau giống nhau ở một số tỉ lệ số đo so với dài chuẩn như chiều cao cuống đuôi, cao đầu sau mắt, chiều dài hàm trên, hàm dưới và độ rộng miệng (Bảng 2). Các tỉ lệ số đo còn lại khác biệt nhau có ý nghĩa thống kê nhưng mức độ chênh lệch không nhiều, chênh lệch giữa giá trị lớn nhất so với nhỏ nhất từ 0,8-5,5% (số liệu không trình bày).

Kết quả phân tích cụm (cluster analysis) cho thấy trong các chỉ tiêu đo thể hiện hình dạng thân (tính theo tỉ lệ so với dài chuẩn) thì chỉ tiêu chiều dài cuống đuôi (LCP/SL), chiều cao cuống đuôi (HCP/SL), chiều dài vi lưng (DL/SL) ít quan trọng nhất khi phân biệt sự khác biệt giữa các dòng. Hay nói cách khác, các chỉ tiêu này biến động không đáng kể giữa các dòng cá rô. Ba tỉ lệ quan trọng nhất bao gồm cao thân/dài chuẩn (BD1/SL, BD2/SL, khoảng cách trước vi lưng/ dài chuẩn (dFD/SL) và chiều dài đầu/ dài chuẩn (HL/SL). Trong các chỉ tiêu đo ở phần đầu (so với dài đầu), tỉ lệ rộng miệng/dài đầu và rộng đầu/ dài đầu là quan trọng nhất và đường kính mắt/ dài đầu ít quan trọng nhất trong giải thích sự khác biệt giữa các dòng.

Bảng 2: Trung bình (\pm ĐLC) tỉ lệ các số đo của các dòng cá rô đồng

Chỉ tiêu	Cà Mau N = 526	Đồng Tháp N = 414	Hậu Giang N = 454	Đầu vuông N = 319
So với SL (%)				
1. Chiều dài đầu (HL)	34,6 ^c \pm 2,9	34,6 ^c \pm 2,2	34,0 ^b \pm 2,1	32,6 ^a \pm 2,7
2. Chiều cao thân 1 (BD1)	34,7 ^b \pm 4,3	33,5 ^a \pm 3,6	33,1 ^a \pm 3,5	34,7 ^b \pm 2,9
3. Chiều cao thân 2 (BD2)	34,0 ^b \pm 4,3	32,7 ^a \pm 3,5	32,7 ^a \pm 3,9	35,4 ^c \pm 3,1
4. Chiều dài vây lưng (DL)	61,0 ^b \pm 3,3	60,5 ^a \pm 2,3	60,9 ^b \pm 2,5	61,9 ^c \pm 2,9
5. KC trước vây lưng (dFD)	37,2 ^b \pm 3,0	37,3 ^b \pm 2,4	36,4 ^a \pm 2,2	36,2 ^a \pm 2,8
6. KC trước vây ngực (dFP)	37,5 ^c \pm 3,1	37,0 ^b \pm 2,0	36,7 ^b \pm 3,0	35,6 ^a \pm 4,0
7. Chiều dài cuống đuôi (LCP)	5,63 ^b \pm 1,4	5,65 ^b \pm 1,4	5,94 ^c \pm 1,7	5,36 ^a \pm 1,1
8. Chiều cao cuống đuôi (HCP)	15,0 ^a \pm 1,3	14,9 ^a \pm 1,4	15,0 ^a \pm 1,1	15,1 ^a \pm 1,0
So với chiều dài đầu (HL)				
9. Cao đầu sau mắt (DE)	65,9 ^a \pm 6,9	65,6 ^a \pm 4,4	65,1 ^a \pm 5,3	67,1 ^b \pm 6,9
10. Rộng đầu (HW)	61,4 ^a \pm 7,9	62,5 ^b \pm 4,3	64,1 ^c \pm 5,3	66,1 ^d \pm 7,1
11. Khoảng cách mắt (OO)	34,3 ^a \pm 3,1	34,8 ^a \pm 2,9	35,2 ^b \pm 3,3	36,5 ^c \pm 3,8
12. Đường kính mắt (O)	23,5 ^b \pm 3,4	23,6 ^b \pm 2,7	24,5 ^c \pm 2,9	20,7 ^a \pm 3,8
13. Chiều dài hàm trên (UJ)	33,3 ^a \pm 3,3	33,1 ^a \pm 3,3	32,9 ^a \pm 3,2	34,4 ^b \pm 2,9
14. Chiều dài hàm dưới (LJ)	27,0 ^a \pm 3,0	26,9 ^a \pm 2,7	27,1 ^a \pm 3,3	28,0 ^b \pm 2,8
15. Độ rộng miệng (GW)	35,1 ^a \pm 3,4	35,6 ^b \pm 3,0	35,9 ^b \pm 3,6	37,4 ^c \pm 4,3
So với chiều dài hàm dưới (LJ)				
16. Chiều dài hàm trên (UJ)	123 ^a \pm 12	123 ^a \pm 14	123 ^a \pm 13	124 ^a \pm 13
17. Độ rộng miệng (GW)	131 ^a \pm 17	133 ^{ab} \pm 15	133 ^{ab} \pm 16	135 ^b \pm 19

Ghi chú: - Các giá trị trong cùng 1 dòng không cùng ký tự thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). KC là khoảng cách

Phân tích phương sai về sự biến động của các tỉ lệ số đo trong cùng và giữa các dòng cá cho thấy phần lớn biến động là do sự khác biệt giữa các cá thể trong cùng một dòng, giải thích trên 92% biến động về một chỉ tiêu số đo (số liệu không trình bày). Điều này nói lên mức độ đa dạng về tỉ lệ các số đo của cá rô trong cùng một môi trường sống.

So sánh một số tỉ lệ số đo quan trọng trong nghiên cứu này với một số nghiên cứu khác cho thấy có sự khác biệt nhưng không lớn. Tỉ lệ chiều dài đầu/dài chuẩn (HL/SL) trung bình của các dòng cá tự nhiên trong nghiên cứu này là 34,0% (Cá Hậu Giang) đến 34,6% (Cá Cà Mau và Đồng Tháp), lớn hơn kết quả của Trương Thủ Khoa và Trần Thị Thu Hương (1993) với trung bình HL/SL là 32,3% nhưng vẫn nằm trong khoảng dao động (28,6-35,7%). Tỉ lệ này ở cá tự nhiên cũng lớn hơn so với 2 dòng cá rô đồng ở Bangladesh, HL/SL của cá rô có nguồn gốc ở Thái Lan được di nhập vào Bangladesh và cá bản địa tương ứng là 32,1% và 33,0% (Biswas and Shah, 2009). Như vậy, tỉ lệ HL/SL của cá rô đầu vuông (32,6%) gần giống với cá rô đồng ở một số nghiên cứu trên (Trương Thủ Khoa và Trần Thị Thu Hương, 1993; Biswas and Shah, 2009). Cao thân là một chỉ tiêu quan trọng nói lên hình dạng cơ thể cá. Tỉ lệ cao thân so với dài chuẩn của cá rô đầu vuông và cá rô tự nhiên

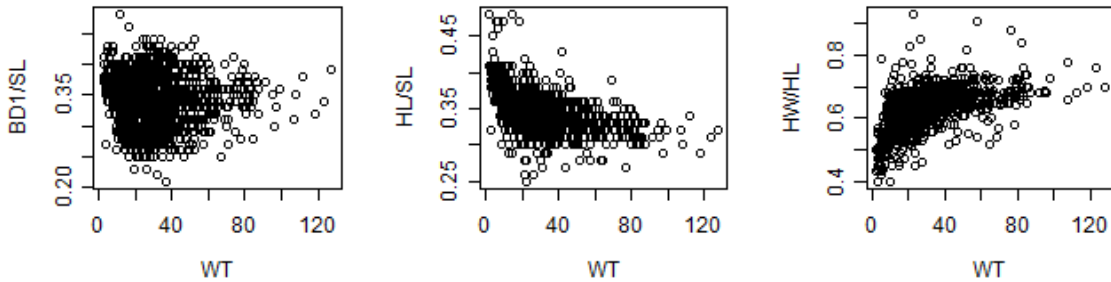
Cà Mau lớn hơn chứng tỏ chúng có khối lượng cao hơn cá Đồng Tháp và Hậu Giang khi có cùng chiều dài. Điều này thể hiện rõ qua hệ số phương trình chiều dài-khối lượng (số liệu chưa công bố), trong đó, cá rô Cà Mau có hệ số b (trung bình: 2,93, 95%CI: 2,88-2,98) cao hơn có ý nghĩa so với hai dòng cá tự nhiên còn lại (Hậu Giang 2,80; 95%CI: 2,73-2,88 và Đồng Tháp 2,75; 95%CI: 2,67-2,82) nhưng khác biệt không có ý nghĩa so với cá rô đầu vuông (trung bình: 2,88; 95%CI: 2,83-2,94).

3.1.3 Mối quan hệ giữa các tỉ lệ số đo hình thái và khối lượng của cá rô

Mặc dù các số đo đã được tính tỉ lệ theo dài chuẩn và dài đầu, nhưng chúng vẫn có thể thay đổi theo kích cỡ. Giả thiết này đã được kiểm chứng trên các tỉ lệ số đo quan trọng thể hiện sự khác biệt giữa các dòng cá rô tự nhiên (Xem mục 3.1.2). Kết quả cho thấy, tỉ lệ cao thân/dài chuẩn (Hình 1, trái) và dài hàm trên/dài đầu (UL/HL) gần như không thay đổi so với khối lượng cơ thể. Trong khi đó, khoảng cách hai mắt/dài đầu (OO/HL), dài đầu/dài chuẩn (HL/SL, Hình 1, giữa), khoảng cách trước vây lưng và vây ngực (tương ứng dFD/SL, dFP/SL) giảm theo dạng hàm mũ (không tuyến tính) với khối lượng. Ngược lại, tỉ lệ rộng đầu/dài đầu (HW/HL, Hình 1, phải) và rộng miệng/dài đầu

(GW/HL) tăng không tuyến tính với khối lượng. Xu hướng tương tự cũng thể hiện ở cá rô đầu vuông. Như vậy, khi cá rô càng lớn, dài đầu có xu hướng ngắn lại trong khi rộng đầu/dài đầu có xu

hướng tăng lên. Điều này có thể một phần giải thích sự khác biệt về các chỉ đo giữa cá rô đầu vuông và tự nhiên là do cá rô đầu vuông có kích thước to hơn.



Hình 1: Mối quan hệ giữa khối lượng cơ thể (WT) và tỉ lệ cao thân/dài chuẩn (trái), dài đầu/dài chuẩn (giữa) và rộng đầu/dài đầu (phải) của các dòng cá rô tự nhiên

Shine (1989) cho rằng sự khác nhau về đặc điểm hình thái của đầu giữa các cá thể là do khả năng thích nghi khác nhau đối với các điều kiện sinh thái, chủ yếu là yếu tố thức ăn và sự cạnh tranh. Ví dụ, kích thước tương đối của đầu thường to ở con đực ảnh hưởng đến tập tính bắt mồi và cạnh tranh giữa những con đực trong mùa sinh sản (Shine, 1989). Loài cá *Pagrus auratus* (Úc) cũng thể hiện sự khác biệt về hình thái đầu giữa 2 nhóm cá sống ở môi trường ven biển và ngoài khơi (Moran *et al.*, 1999). Sự khác biệt về hình thái đầu giữa các dòng cá rô cũng có thể do điều kiện môi trường sống, đặc biệt là yếu tố dinh dưỡng. Cá rô đầu vuông sống trong môi trường nhân tạo, được cung cấp thức ăn nhưng ở điều kiện nuôi mật độ cao có thể mức độ cạnh tranh sẽ cao hơn so với cá tự nhiên.

3.1.4 Sự biến động của các chỉ tiêu đo hình thái bên ngoài của cá rô tự nhiên theo thời gian

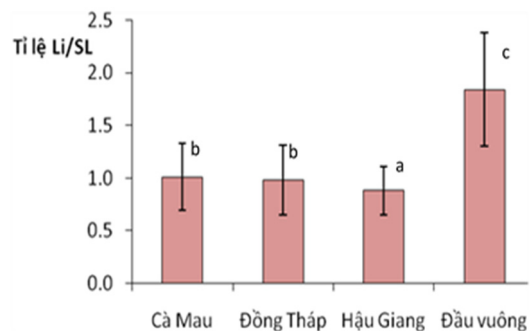
Các tỉ lệ số đo của cá rô tự nhiên không những thay đổi theo khối lượng cơ thể, môi trường phân bố mà còn thay đổi theo thời gian (Tháng thu mẫu). Ảnh hưởng đồng thời của các yếu tố này (khối lượng, dòng, và tháng) và sự tương tác hai chiều của chúng đến tỉ lệ các số đo quan trọng (nêu ở trên) đều rất có ý nghĩa ($p < 0,01$).

Yếu tố thời gian có liên quan chặt chẽ với điều kiện môi trường như thời tiết, khí hậu ảnh hưởng đến các yếu tố thủy, lý hóa nước, mức độ phong phú và đa dạng của thức ăn tự nhiên theo mùa... Các yếu tố này ảnh hưởng lên sự sinh trưởng và phát triển của cá, từ đó làm thay đổi các chỉ tiêu đo hình thái. Yếu tố thời gian còn liên quan đến giai đoạn phát triển và tình trạng sinh lý của cá. Từ tháng 1-3 là giai đoạn cá trưởng thành tích lũy

vật chất dinh dưỡng để chuẩn bị cho mùa vụ sinh sản, bắt đầu từ tháng 4 và tập trung là từ tháng 5 cho đến tháng 6 (Mai Đình Yên, 1983; Dương Nhứt Long, 2006). Trong khoảng thời gian từ tháng 7-12, số mẫu thu trong tự nhiên thường có những cá thể nhỏ (là đàn con được sinh sản đầu mùa) và cá trưởng thành. Như vậy, cá ở giai đoạn khác nhau sẽ tích lũy vật chất dinh dưỡng với mức độ và ở cơ quan tích lũy khác nhau, đó đó các chỉ tiêu đo hình thái cũng sẽ thay đổi theo.

3.2 Tỉ lệ dài ruột so với dài chuẩn

Tỉ lệ chiều dài ruột/dài chuẩn (Li/SL) khác biệt rất có ý nghĩa giữa các dòng cá ($p < 0,01$) và khác biệt rõ nhất là giữa cá đầu vuông và nhóm cá tự nhiên (Hình 2). Cá đầu vuông có Li/SL ($1,84 \pm 0,54$) cao hơn rất nhiều so với các dòng cá tự nhiên ($0,88-1,01$). Trong các dòng cá tự nhiên, Li/SL cũng khác biệt có ý nghĩa, cá Hậu Giang có Li/SL ($0,88 \pm 0,23$) thấp hơn có ý nghĩa so với cá Đồng Tháp ($0,98 \pm 0,33$) và cá Cà Mau ($1,01 \pm 0,32$).



Hình 2: Tỉ lệ dài ruột so với dài chuẩn (Li/SL) của các dòng cá rô

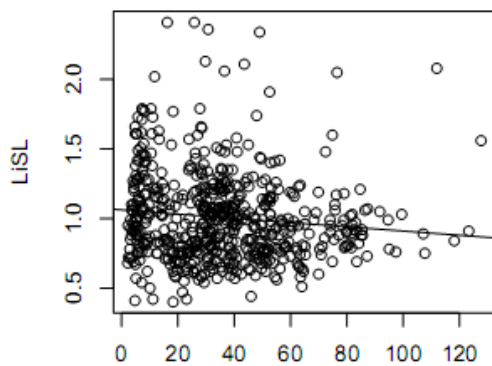
Tỉ lệ Li/SL còn thay đổi theo kích cỡ, giới tính, thời gian thu mẫu (đối với cá rô tự nhiên) hoặc theo ao nuôi (đối với cá rô đầu vuông) và sự thay đổi Li/SL theo các yếu tố này khác nhau tùy dòng (Tương tác giữa từng yếu tố với dòng là rất có ý nghĩa, $p < 0,01$). Tất cả các yếu tố trên giải thích 71% sự biến động Li/SL giữa các cá thể. Khi xét mối quan hệ đơn giữa kích cỡ và Li/SL ở từng dòng cá (Hình 3), kết quả cho thấy chỉ ở dòng Cà Mau, Li/SL có xu hướng giảm theo khối lượng (g) với tốc độ giảm (hệ số góc) nhỏ là $- 0,002$ ($p < 0,01$), ở các dòng cá khác, mối quan hệ tuyến tính giữa Li/SL và khối lượng cơ thể không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). So sánh tỉ lệ Li/SL giữa hai giới của từng dòng cá cho thấy Li/SL khác biệt không có ý nghĩa giữa cá đực và cá cái ở cá rô đầu

vuông, nhưng ở các dòng cá tự nhiên, Li/SL của cái lớn hơn cá đực ($p < 0,05$). Ở tất cả các dòng cá, tỉ lệ Li/SL của cá cái và đực đều nhỏ hơn có ý nghĩa ($p < 0,05$) so với giai đoạn cá nhỏ chưa phân biệt đực và cái (Bảng 3).

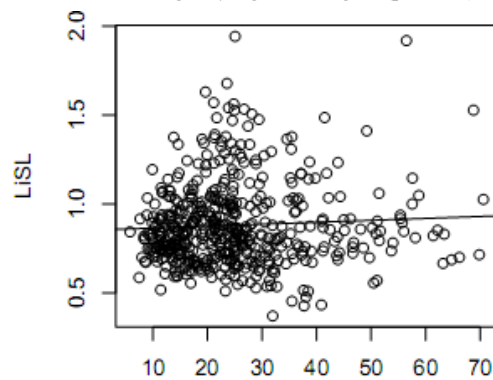
Bảng 3: Tỉ lệ dài ruột so với dài chuẩn theo giới tính của các dòng cá rô

Dòng cá	Cá cái	Cá đực	Cá nhỏ
Cà Mau	0,94±0,28 ^b	0,80±0,19 ^a	1,11±0,32 ^c
Đờng Tháp	0,91±0,25 ^b	0,77±0,22 ^a	1,31±0,29 ^c
Hậu Giang	0,87±0,20 ^b	0,80±0,17 ^a	1,01±0,28 ^c
Đầu vuông	1,57 ±0,61 ^a	1,69±0,50 ^a	2,02±0,45 ^b

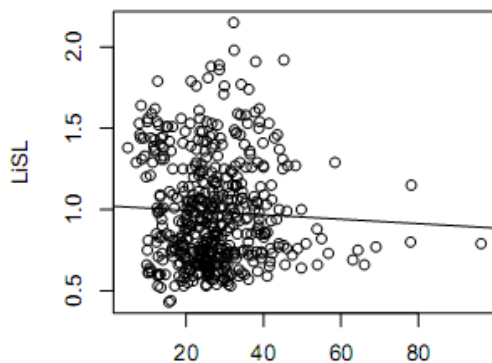
Các giá trị trong cùng một cột có cùng chữ cái thì khác biệt nhau không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$)



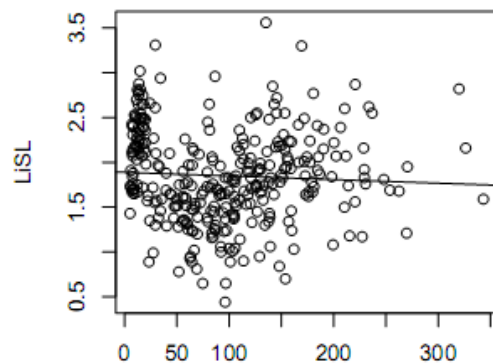
Khối lượng (g) – Cá Cà Mau



Khối lượng (g) – Cá Hậu Giang



Khối lượng (g) – Cá Đờng Tháp



Khối lượng (g) – Cá đầu vuông

Hình 3: Mối quan hệ giữa khối lượng và tỉ lệ dài ruột so với dài chuẩn (Li/SL) của các dòng cá

Tỉ lệ Li/SL được xem là một “chỉ thị” để dự đoán tính ăn của cá (Fryer and Iles 1972, Kapoor *et al.*, 1975, trích bởi Karachle and Stergiou, 2010; Kramer and Bryant, 1995b). Phù hợp với lý thuyết trên, kết quả phân tích trên nhiều loài cá của một số tác giả cho thấy tỉ lệ Li/SL của cá ăn động vật < cá ăn tạp < cá ăn thực vật (Kramer and Bryant,

1995b; Karachle and Stergiou, 2010). Trong cùng một loài, Li/SL cũng thay đổi theo sự thay đổi tính ăn giữa các giai đoạn (Kramer and Bryant, 1995a). Khảo sát trên 21 loài cá phân bố ở các con suối ở Panama, Kramer and Bryant (1995a) nhận thấy hầu hết các loài ở đây có Li/SL tăng theo kích cỡ cơ thể và dao động từ 1,09 đến 2,11. Mối quan hệ

tuyến tính thuận giữa Li/SL với kích cỡ thường thấy ở những loài chuyển từ ăn động vật ở giai đoạn nhỏ sang ăn tạp thiên về thực vật ở giai đoạn trưởng thành (Montgomery, 1977; German and Horn, 2006). Tuy nhiên, với những loài cá ăn tạp thiên về động vật ở giai đoạn trưởng thành như cá trê phi *Clarias gariepinus*, Li/SL ở cá trưởng thành ($0,78 \pm 0,04$) và cá hương ($0,87 \pm 0,07$) nhỏ hơn so với cá giống ($1,28 \pm 0,06$) (Ikpegbu *et al.*, 2012). Kết quả nghiên cứu trên cá rô đồng tương tự như cá trê phi, cá nhỏ có Li/SL lớn hơn so với cá trưởng thành. Sự khác biệt Li/SL giữa các giai đoạn thường liên quan đến sự chuyển tính ăn (Kramer and Bryant, 1995a). Theo Dương Nhựt Long (2006), cá rô đồng lúc nhỏ ăn thiên về thực vật bao gồm chất hữu cơ, tảo, phiêu sinh động vật... khi lớn cá ăn tạp thiên về động vật, thức ăn của chúng thường là các loài động vật không xương sống ở trong nước, côn trùng, sâu rầy, mùn bã hữu cơ, nhóm thực vật có hạt... Sự phát triển qua các giai đoạn của cá trong năm có tính mùa vụ cùng với sự thay đổi theo mùa vụ của thức ăn tự nhiên, do đó tỉ lệ Li/SL cũng thay đổi theo thời gian (Clements and Choat, 1993).

Tỉ lệ Li/SL của cá đầu vuông lớn hơn rất nhiều so với 3 dòng cá được thu ngoài tự nhiên. Sự khác biệt về Li/SL giữa các dòng cá rô có thể là do đặc điểm thích nghi của cá với các môi trường sống khác nhau, tương tự như một số loài cá khác (Ribble and Smith, 1983; Kishe-Machumu *et al.*, 2008). Yếu tố môi trường ảnh hưởng đến tỉ lệ Li/SL chủ yếu là yếu tố dinh dưỡng như thành phần các loại thức ăn, chất lượng thức ăn (Wagner *et al.*, 2009), tốc độ và lượng thức ăn lấy vào (Olsson *et al.*, 2007). Chiều dài của ruột sẽ thay đổi trên cơ sở đạt cân bằng giữa xu hướng tăng nhằm tăng khả năng hấp thu tối đa các chất dinh dưỡng và năng lượng có trong thức ăn và xu hướng giảm nhằm hạn chế tiêu hao năng lượng duy trì các mô của cơ quan tiêu hóa (Sibly 1981, trích bởi Wagner *et al.*, 2009). Cá rô tự nhiên sống ở các thủy vực tự nhiên với nguồn thức ăn đa dạng và phong phú, có nhiều khả năng để lựa chọn những loại thức ăn phù hợp với tính ăn của chúng (ăn tạp thiên về động vật) và lượng thức ăn lấy vào với tốc độ chậm tùy vào khả năng sẵn có nên tỉ lệ Li/SL dao động ~ 1 . Trong điều kiện nuôi, nguồn thức ăn của cá rô thường có tỉ lệ thực vật cao (như thức ăn tự chế, thức ăn viên,...) và được cung cấp cho cá với một lượng lớn trong thời gian ngắn. Do đó, chiều dài ruột của cá rô dần thay đổi theo hướng dài hơn, giúp cá tăng khả năng dự trữ thức ăn, tăng hiệu quả tiêu hóa và hấp thụ thức ăn.

Sự thay đổi chiều dài ruột là quá trình lâu dài, qua nhiều thế hệ. Mặc dù kiểu hình cá rô đầu vuông mới ghi nhận gần đây nhưng kết quả phân tích về hình thái cho thấy chúng có thể cùng một loài với cá rô thường. Vì vậy, tỉ lệ dài ruột/dài chuẩn (Li/SL) của cá rô đầu vuông lớn có thể là kết quả của quá trình thích nghi qua nhiều thế hệ của cá rô tự nhiên dưới tác động của chọn lọc tự nhiên và nhân tạo trong điều kiện nuôi. Với chiều dài ruột dài, cá rô đầu vuông có khả năng sử dụng hiệu quả hơn nguồn dinh dưỡng từ thức ăn có nguồn gốc khác nhau (thực và động vật), đồng thời có thể góp phần làm tăng tốc độ tăng trưởng. Một số nghiên cứu trên các loài cá khác cho thấy cá có tốc độ tăng trưởng nhanh thường có tỉ lệ Li/SL cao hơn so cá tăng trưởng chậm có cùng kích cỡ (Kramer and Bryant, 1995a; German and Horn, 2006). Sự thay đổi tỉ lệ Li/SL theo môi trường sống cũng được ghi nhận trên cá tra đầu (*Pangasianodon gigas*), Yamagishi *et al.* (2012) cho thấy phổ thức ăn và tỉ lệ Li/SL của cá sống trong môi trường nuôi và ở các hồ chứa tự nhiên ở phía bắc Thái Lan khác nhau. Cá sống trong ngoài ao hồ tự nhiên có phổ thức ăn rộng bao gồm động vật phù du (Branchiopoda chiếm 75%), thực vật phù du (Chlorophyceae chiếm 98%) ngoài ra còn có các thành phần không xác định khác, đối với nhóm cá này thì có tỉ lệ dài ruột/dài chuẩn (Li/SL) dao động trong khoảng 2,19-2,65. Trong khi đối với những cá tra đầu sống trong ao nuôi thì chỉ sử dụng một loại thức ăn viên thì tỉ lệ này có khoảng dao động lớn hơn rất nhiều (2,54-4,49).

Sự khác biệt về Li/SL giữa 2 giới đực và cái ở cá rất ít được đề cập, ngoại trừ loài cá *Rhodeus sericus amarus* (Dumitru and Mihal, 1962, trích bởi Ikpegbu *et al.*, 2012) và loài *Entomacrodus stellifer lighti* (Kennish, 1997). Ở loài *E. stellifer lighti* có tính ăn tạp thiên về thực vật, Kennish (1997) tìm thấy không có sự khác biệt về Li/SL giữa cá đực và cái. Trong nghiên cứu này, cá rô cái có tỉ lệ Li/SL lớn hơn có ý nghĩa so với cá đực và kết quả này giống nhau ở tất cả các dòng cá tự nhiên. Tuy nhiên, giá trị Li/SL ở hai giới đều < 1 , chứng tỏ tính ăn của chúng đều là thiên về động vật.

Đặc biệt, trong mỗi dòng cá có sự biến động rất lớn về tỉ lệ Li/SL giữa các cá thể (Hình 3). Biến động giữa các cá thể trong 1 dòng chiếm 28,1%, trong khi tổng ảnh hưởng của các yếu tố dòng, kích cỡ, giới tính, thời gian và sự tương tác 2 chiều giữa chúng chiếm khoảng 71%. Như vậy, khi phân tích Li/SL của 1 cá thể, khó hoặc không thể dựa vào tỉ lệ Li/SL để phân biệt các dòng cá rô

nói chung và giữa cá rô đầu vuông với cá rô tự nhiên nói riêng.

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

4.1 Kết luận

– Các chỉ tiêu đếm của các dòng cá rô có khoảng dao động và giá trị xuất hiện nhiều nhất giống nhau và phù hợp với kết quả của các nghiên cứu trước trên cá rô đồng. Trong cùng một dòng cá, có sự khác biệt về các chỉ tiêu đếm giữa các cá thể.

– Phần lớn tỉ lệ các chỉ tiêu đo về hình thái bên ngoài (so với dài chuẩn hoặc so với dài đầu) của cá rô thay đổi theo môi trường phân bố (dòng cá), giới tính, các tháng trong năm, khối lượng cơ thể và sự khác nhau giữa các dòng cá phụ thuộc vào các yếu tố trên. Chỉ tiêu đo khác rõ nhất giữa cá rô đầu vuông và cá rô tự nhiên là các tỉ lệ về hình dạng đầu, kích cỡ miệng, khoảng cách trước vi lưng và vi ngực. Tỉ lệ các chỉ tiêu đo giữa các cá thể trong cùng một dòng có sự khác biệt rất lớn, giải thích trên 92% biến động của mỗi chỉ tiêu đo.

– Tỉ lệ dài ruột so với dài chuẩn (Li/SL) của cá rô đầu vuông lớn gần gấp đôi so với các dòng cá rô tự nhiên. Tỉ lệ này của cá cái lớn hơn cá đực ở cá rô tự nhiên, nhưng không có sự khác biệt thống kê giữa hai giới ở cá rô đầu vuông. Tỉ lệ Li/SL cũng thay đổi theo thời gian trong năm đối với cá rô tự nhiên và có sự khác biệt có ý nghĩa giữa các ao nuôi đối với cá rô đầu vuông.

4.2 Đề xuất

Cần tiếp tục nghiên cứu sự biến động của các chỉ tiêu hình thái bên trong và bên ngoài của các dòng cá rô trong cùng môi trường nuôi. Đồng thời, cần nghiên cứu so sánh trình tự một số gen đặc trưng cho loài để có kết luận chính xác về hệ thống phân loại cá rô đầu vuông.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này là một nội dung trong đề tài khoa học công nghệ cấp Bộ (Mã số B2012-16-15) được tài trợ của Bộ Giáo Dục và Đào Tạo. Tác giả xin chân thành cảm ơn cô Nguyễn Bạch Loan đã hướng dẫn cách phân tích mẫu. Cảm ơn em Trần Quốc Lộc, học viên Cao học K17 và các em sinh viên khóa 35-36, Khoa Thủy sản, đã tham gia vào quá trình thu và phân tích mẫu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Binning, S.A., Chapman, L.J., 2010. Intraspecific variation in diet and morphology related to environmental

- gradients? Exploring Liem's paradox in a cichlid fish. *Integrative Zoology* 5, 241-255.
2. Biswas, B., Shah, M.S., 2009. Taxonomic comparison of local and Thai koi (*Anabas testudineus*, Bloch) from Khulna, Bangladesh. *SAARC J. Agri.*, 7 (1), 19-28: 2009 7, 19-28.
3. Clements, K.D., Choat, J.H., 1993. Influence of season, ontogeny and tide on the diet of the temperate marine herbivorous fish *Odax pullus* (Odacidae). *Marine Biology* 117, 213-220.
4. Dương Nhứt Long, 2006. Hệ thống nuôi thủy sản nội địa. Khoa Thủy Sản, Trường Đại học Cần Thơ. 221 trang
5. Dwivedi, A.K., Dubey, V.K., 2013. Advancements in morphometric differentiation: a review on stock identification among fish populations. *Rev Fish Biol Fisheries* 23, 23-39.
6. Fishbase. Website: www.fishbase.org.
7. German, D.P., Horn, M.H., 2006. Gut length and mass in herbivorous and carnivorous prickleback fishes (Teleostei: Stichaeidae): ontogenetic, dietary, and phylogenetic effects.
8. Ikegbu, E., Ezeasor, D., Uchenna, N., Okechukwu, N., 2012. Comparative intestine and weight morphometry of the farmed African catfish (*Clarias gariepinus* B.): An age related study. *New York Science Journal* 5, 167-169.
9. Intergrated Taxonomy Information System www.itis.gov
10. Janhunnen, M., Peuhkuri, N., Piironen, J., 2009. Morphological variability among three geographically distinct Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) populations reared in a common hatchery environment. *Ecology of Freshwater Fish* 18, 106-116.
11. Karachle, P.K., Stergiou, K.I., 2010. Gut length for several marine fish: relationships with body length and trophic implications. *Marine Biodiversity Records* 3.
12. Kennish, R., 1997. The feeding ecology of the intertidal blenny *Entomacrodus stellifer lighti* Herre, at Cape d'Aguilar, Hong Kong. In: Morton, B. (Ed.), *The Marine Flora and Fauna of Hong Kong and Southern China IV: Proceedings of the Eighth International Marine Biological*

- workshop: The Marine Flora and Fauna of Hong Kong and Southern China. Hong Kong University Press.
13. Kische-Machumu, M., Witte, F., Wanink, J.H., 2008. Dietary shift in benthivorous cichlids after the ecological changes in Lake Victoria. *Animal Biology* 58, 401-417.
 14. Kramer, D.L., Bryant, M.J., 1995a. Intestine length in the fishes of a tropical stream: 1. Ontogenetic allometry. *Environmental Biology of Fishes* 42, 115-127.
 15. Kramer, D.L., Bryant, M.J., 1995b. Intestine length in the fishes of a tropical stream: 2. Relationships to diet - the long and short of a convoluted issue. *Environmental Biology of Fishes* 42, 129-141.
 16. Mai Đình Yên, 1983. Cá kinh tế nước ngọt ở Việt Nam. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 168 trang.
 17. Mai Đình Yên, 1992. Định loại các loài cá nước ngọt Nam Bộ. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 351 trang.
 18. Montgomery, W.L., 1977. Diet and gut morphology in fishes with special reference to the monkeyface prickleback, *Cebidichthys violaceus* (Stichaeidae: Blennioidei). *Copeia* 1977, 178-182.
 19. Moran, M., Burton, C., Caputi, N., 1999. Sexual and local variation in head morphology of snapper, *Pagrus auratus*, Sparidae, in the Shark Bay region of Western Australia. *Marine and Freshwater Research* 50, 27-34.
 20. Olsson, J., Quevedo, M., Colson, C., Svanbäck, R., 2007. Gut length plasticity in perch: into the bowels of resource polymorphisms. *Biological Journal of the Linnean Society* 90, 517-523.
 21. Phương Thanh, 2010. Nuôi cá rô đầu vuông. Báo nông nghiệp Việt Nam <http://nongnghiep.vn/nongnghiepvvn/72/45/69/55737/Nuoi-ca-ro-dau-vuong.aspx>
 22. R Development Core Team (2009). 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>.
 23. Rainboth W. J. 1996. Fishes of the Cambodian Mekong. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.
 24. Ribble, D.O., Smith, M.H., 1983. Relative intestine length and feeding ecology of freshwater fishes. *Growth* 47, 292-300
 25. Shine, R., 1989. Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: A review of the evidence *The Quarterly Review of Biology* 64, 419-461.
 26. Tave, D., 1993. Genetics for fish hatchery managers. 2nd edition. Springer,
 27. Trương Thủ Khoa và Trần Thị Thu Hương. 1993. Định loại cá nước ngọt vùng Đồng Bằng Sông Cửu Long. Khoa Thủy Sản - Đại học Cần Thơ.
 28. Wagner, C.E., McIntyre, P.B., Buels, K.S., Gilbert, D.M., Michel, E., 2009. Diet predicts intestine length in Lake Tanganyika's cichlid fishes. *Functional Ecology* 23, 1122-1131.