



## ẢNH HƯỞNG TƯƠNG TÁC CỦA NHIỆT ĐỘ VÀ ĐỘ MẶN LÊN SỰ TĂNG TRƯỞNG VÀ HORMONE TĂNG TRƯỞNG CỦA CÁ TRA (*Pangasianodon hypophthalmus*) GIỐNG

Nguyễn Trọng Hồng Phúc<sup>2</sup>, Trần Thị Kiều Linh<sup>1</sup>, Nguyễn Minh Trí<sup>1</sup>, Thị Thê Phước<sup>2</sup>, Trần Thanh Trang<sup>2</sup> và Nguyễn Thanh Phương<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup> Khoa Sư phạm, Trường Đại học Cần Thơ

### Thông tin chung:

Ngày nhận: 02/07/2014

Ngày chấp nhận: 26/02/2015

### Title:

Effects of temperature and salinity interaction on growth performance and growth hormone level of tra catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) juvenile

### Từ khóa:

Cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*), nhiệt độ, độ mặn, IGF-1

### Keywords:

*Pangasianodon hypophthalmus*, temperature, salinity, IGF-1

### ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the effects of temperature, salinity and the interaction of temperature and salinity on the growth and expression of growth hormone on tra catfish in order to assess and predict the effects of global climate change on tra catfish farming in Vietnam. Tra catfish juveniles were acclimated in suitable time were distributed randomly to 9 treatments include three temperature treatments (25, 30, 35°C) and three salinity treatments (0, 6, 12‰). The results showed that temperature, salinity and their interaction had significant effects on growth, growth rate and feed efficiency of fish. In particular, at 35°C-6‰ conditions, the fish had better growth and growth rate in comparison with control and other treatments ( $p < 0.05$ ) with feed efficiency equivalent to the control condition ( $p > 0.05$ ). Salinity, temperature and their interaction did not affect the expression levels of growth hormone in 56 days of the experiment ( $p > 0.05$ ). However, in the early stages exposed to changing conditions of temperature and salinity (day 0 and day 1), IGF-1 levels of fish in all higher salinity and temperature were increased differed from normal conditions. After 4 days exposure, IGF-1 levels return to normal levels and the average ranged from  $11.95 \pm 4.04$  ng/mL at the end of the experiment.

### TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ, độ mặn và tương tác của nhiệt độ và độ mặn lên sự tăng trưởng và biểu hiện của hormone tăng trưởng của cá tra nhằm mục tiêu đánh giá và dự đoán ảnh hưởng của sự biến đổi khí hậu toàn cầu đối với nghề nuôi cá tra ở Việt Nam. Cá tra giống được thuần dưỡng theo thời gian thích hợp được bố trí ngẫu nhiên vào 9 nghiệm thức bao gồm 3 nghiệm thức nhiệt độ (25, 30, 35°C) và 3 nghiệm thức độ mặn (0, 6, 12‰). Kết quả cho thấy nhiệt độ, độ mặn và tương tác của chúng có ảnh hưởng rõ rệt lên sự tăng trưởng, tốc độ tăng trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá tra. Trong đó, ở điều kiện 35°C - 6‰, cá tra có tăng trưởng và tốc độ tăng trưởng cao hơn so với đối chứng và các nghiệm thức còn lại ( $p < 0,05$ ) với hiệu quả sử dụng thức ăn tương đương với điều kiện đối chứng ( $p > 0,05$ ). Độ mặn, nhiệt độ và tương tác giữa chúng không ảnh hưởng đến mức độ biểu hiện của hormone tăng trưởng trong 56 ngày thí nghiệm ( $p > 0,05$ ). Tuy nhiên, trong giai đoạn đầu tiếp xúc với điều kiện thay đổi của nhiệt độ và độ mặn (ngày 0 và ngày 1), nồng độ IGF-1 của cá tra trong các nghiệm thức có độ mặn và nhiệt độ cao khác biệt so với điều kiện bình thường. Sau 4 ngày tiếp xúc, nồng độ IGF-1 trở về mức bình thường và dao động trong khoảng trung bình  $11,95 \pm 4,04$  ng/mL cho đến kết thúc thí nghiệm.

## 1 GIỚI THIỆU

Cá tra (*P. hypophthalmus*) đã trở thành một trong những đối tượng nuôi phổ biến nhất ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) kể từ sau khi được nhân giống nhân tạo thành công từ giữa những năm 1990 (Bui *et al.*, 2010). Cùng với những tiến bộ về khoa học, kỹ thuật nuôi, các quy trình chế biến thức ăn và ứng dụng khoa học và thực tế sản xuất, sản lượng cá tra không ngừng được nâng lên và giá trị xuất khẩu của cá tra đạt 1,4 tỉ USD vào năm 2010 (De Silva & Phuong, 2011). Nghề nuôi cá tra không những đem về ngoại tệ mà còn thúc đẩy sự phát triển của kinh tế, đặc biệt là sự phát triển của hệ thống chế biến thủy sản và tạo được nhiều công ăn việc làm cho người dân ĐBSCL. Tuy nhiên, dưới sự ảnh hưởng của luật chống phá giá, các yếu tố y tế, môi trường và ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, mầm bệnh,... nghề nuôi cá tra đang bị ảnh hưởng nghiêm trọng. Sản lượng cá tra bắt đầu giảm và nhiều hộ nông dân nuôi thâm canh cá tra phải “treo ao”. Theo tổng cục thống kê (2014), sản lượng cá tra cả năm 2013 đạt 1,17 triệu tấn, giảm 6% so với năm 2012. Ngoài các nguyên nhân chủ quan, sự biến đổi khí hậu dẫn đến sự thay đổi về các yếu tố môi trường như đất, nước, nhiệt độ và độ mặn từ đó làm thay đổi đến hoàn cảnh sống bình thường của sinh vật. Sự biến đổi khí hậu tác động trực tiếp lên nghề nuôi cá tra thông qua việc biến động nhiệt độ của nước và sự xâm mặn. Theo tổ chức đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu thế giới – IPCC, ĐBSCL là một trong ba vùng chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của sự nóng lên toàn cầu và sự dâng lên của mực nước biển (IPCC, 2007). Các nghiên cứu khác cũng cho rằng nhiệt độ trung bình tăng lên hàng năm khoảng 0.6°C trong những năm sắp tới (IPCC, 2007). Bên cạnh đó, nước biển được dự đoán sẽ dâng 25 cm vào năm 2030 và 75 cm vào cuối thế kỷ này (Hallegatte *et al.*, 2009). Theo mô hình dự đoán, sự tăng lên của nhiệt độ toàn cầu làm mực nước biển dâng lên; nếu gia tăng thêm 50 cm nước biển, các vùng hạ lưu trũng ở An Giang, Đồng Tháp và Cần Thơ sẽ bị ngập sâu 3m (Nguyen *et al.*, 2014).

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ, độ mặn và sự tương tác giữa chúng trong khoảng chịu đựng của cá tra nhằm xem xét đến hiệu quả nuôi và sự tăng trưởng của cá trong điều kiện thí nghiệm, từ đó, cung cấp các cơ sở khoa học cho việc hoạch định vùng nuôi nhằm ứng phó với kịch bản biến đổi khí hậu toàn cầu. Ngoài ra, nghiên cứu cũng tìm hiểu sự thích ứng của cá tra nói riêng và thủy sinh động vật nói chung dưới sự thay đổi của yếu tố môi trường.

## 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Sinh vật thí nghiệm

Cá tra (*P. hypophthalmus*) khá đồng kích cỡ có cùng nguồn gốc mua từ trại cá giống Ô Môn – Thành phố Cần Thơ được thuần dưỡng môi trường nuôi bể trong 2 tuần trong các bể 2000 L tại WETLAB - Khoa Thủy sản – Trường Đại học Cần Thơ trước khi thí nghiệm. Tổng cộng 1350 cá thể có khối lượng 10 – 20 g được phân phối hoàn toàn ngẫu nhiên vào 27 bể thí nghiệm 500 L với 300 L nước thí nghiệm tương ứng với 9 nghiệm thức (3 bể lặp lại) gồm 3 nghiệm thức độ mặn (0‰, 6‰ và 12‰) kết hợp với 3 nghiệm thức nhiệt độ (25°C, 30°C và 35°C) tại WETLAB - Khoa Thủy sản của Trường Đại học Cần Thơ.

### 2.2 Phương pháp bố trí thí nghiệm

Phương pháp thuần nhiệt độ và độ mặn: các bể thí nghiệm thức có mức nhiệt độ và độ mặn cao sẽ được tiến hành thuần nhiệt độ và độ mặn trước, phương thức thuần độ mặn và nhiệt độ 2°C-2‰/ngày được thực hiện theo phương pháp của Selong *et al.* (2001). Nhiệt độ được điều chỉnh bằng các heater điều chỉnh nhiệt tự động. Các heater được bao bọc trong bể bởi các lưới nhựa để ngăn cách, tránh làm bỏng cá khi hệ thống mở có sự chênh lệch 0.5°C so với nhiệt độ thiết kế. Các sục khí được thiết kế gần heater có vai trò đối lưu nước nhằm làm đều nhiệt độ trong bể thí nghiệm. Độ mặn trong các bể thí nghiệm được tăng lên nhờ bổ sung thêm nước biển sâu vào bể theo thể tích được tính toán trước.

Nghiên cứu được thực hiện thông qua 2 thí nghiệm là (1) thí nghiệm 7 ngày (ngắn hạn) và (2) thí nghiệm nuôi tăng trưởng 56 ngày (dài hạn):

*Thí nghiệm (1):* 50 cá/bể được tiến hành thuần độ mặn và nhiệt độ cho đến khi đạt được nhiệt độ và độ mặn yêu cầu thì bắt đầu thu mẫu. Quá trình thu mẫu được tiến hành qua 5 thời điểm: Trước khi thuần, ngày 0, ngày 1, ngày 4, và ngày 7 của thí nghiệm. Mỗi lần thu mẫu thu 05 cá thể/bể.

Cá được bắt từ bể bằng vợt, cân, đo khối lượng. Trong quá trình thu mẫu máu cá, phần đầu của cá được đặt bởi một khăn ẩm để giảm thiểu sự căng thẳng ở cá (Snellgrove & Alexander, 2011). Máu cá được thu từ mạch đuôi bằng bơm kim tiêm 1 ml có tráng heparin theo phương pháp được sử dụng bởi Becker *et al.* (2011). Lượng máu thu được ở mỗi cá tối thiểu là 400 µl và máu được chuyển vào eppendorf 1,5ml. Máu cá được ly tâm 4000 vòng/phút để thu huyết tương. Máu huyết tương được dùng để xác định hormone tăng trưởng

IGF-1 thông qua phương pháp kháng nguyên kháng thể bằng bộ kit thương mại IGF-1 ELISA (EIA-4140 DGR®, USA), quy trình thực hiện tuân theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

**Thí nghiệm (2):** 50 cá/bể được tiến hành cân và đo khối lượng của từng cá thể rồi bố trí vào bể, tiến hành thuần và ghi nhận các số liệu tăng trưởng. Số liệu tăng trưởng được tính toán gồm: tỉ lệ sống (SR), sự tăng trọng (WG, g), tăng trưởng đặc biệt (SGR, %/ngày), tăng trưởng ngày (DWG, g/ngày) và hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) được tính toán theo các công thức phổ biến dùng trong nghiên cứu dinh dưỡng thủy sản (Bandyopadhyay & Das Mohapatra, 2009; Fagbenro & Arowosoge, 1991; Xu *et al.*, 2009). Trong quá trình nuôi tăng trưởng, ở thời điểm 28 và 56 ngày, 05 cá/bể/đợt được thu mẫu nhằm tiếp tục khảo sát ảnh hưởng dài hạn của nhiệt độ và độ mặn lên nồng độ hormone IGF-1 của cá.

Trong suốt quá trình thực hiện hai thí nghiệm, cá được cho ăn thức ăn viên nổi công nghiệp Aquafed (2mm, 25% đạm) 2 lần/ngày vào lúc 8 – 9 giờ và 15 – 16 giờ cho đến khi thỏa mãn. Sau 1 giờ cho ăn, thức ăn thừa được ghi nhận và loại khỏi bể để đảm bảo chất lượng nước. Trong quá trình thí nghiệm, các chỉ tiêu môi trường như pH, nhiệt độ, DO được theo dõi 2 lần mỗi ngày lúc 8 – 9 giờ và 15 – 16 giờ bằng máy đo cầm tay (YSI Profesional Plus, USA). Số lượng, khối lượng và chiều dài cá chết trong thời gian thí nghiệm được ghi nhận và được vớt ra tránh làm nhiễm bẩn môi trường thí nghiệm.

### 2.3 Phương pháp xử lý kết quả

Sự ảnh hưởng của nhiệt độ, độ mặn và tương tác của nhiệt độ và độ mặn lên cá được xác định thông qua phương pháp phân tích phương sai đa nhân tố (Multivariate Analysis of Variance – MANOVA) thông qua công cụ GLM (General linear model), trong đó, nhiệt độ và độ mặn đóng vai trò là fixed factor. Tất cả các so sánh được thực hiện thông qua phương pháp so sánh *post hoc* Duncan ở mức tin cậy 95%. Giá trị được trình bày trong bài viết là trung bình  $\pm$  độ lệch chuẩn. Tất cả các phép xử lý thống kê được thực hiện bằng phần mềm thống kê SPSS 21 dùng cho Windows.

## 3 KẾT QUẢ

### 3.1 Các yếu tố môi trường

Trong quá trình nghiên cứu các chỉ tiêu về môi trường được đo hàng ngày và kết quả cho thấy ngoài yếu tố nhiệt độ và độ mặn thì các chỉ tiêu còn lại đều đảm bảo phù hợp với điều kiện sinh trưởng

của cá tra. Sự khác biệt giữa các nghiệm thức và sự dao động giữa ngày và đêm là không đáng kể. Giá trị pH trong thời gian thí nghiệm tương đối ổn định, dao động từ khoảng 7,22 – 8,24 vào buổi sáng và từ 7,19 – 8,15 vào buổi chiều. Theo Boyd (1998), cá nước ngọt phát triển tốt trong điều kiện pH 6,5 – 9,0. Sự chênh lệch giữa sáng và chiều năm trong khoảng 1°C. Theo Boyd (1998), tốc độ thay đổi nhiệt độ khoảng 0,2°C/phút không sẽ ảnh hưởng đến sinh lý cá. Oxy hòa tan dao động từ 3,32 – 5,1 mg/L vào buổi sáng, 3,37 – 5,37 mg/L vào buổi chiều, mức chênh lệch oxy hòa tan trong ngày là 0,12 mg/L. Kết quả trên cho thấy rằng trong suốt quá trình nghiên cứu, ngoài yếu tố nhiệt độ và độ mặn, các yếu tố môi trường đều được đảm bảo nằm trong giới hạn thích hợp cho sự phát triển, sinh trưởng, phù hợp với điều kiện sống bình thường của cá tra.

### 3.2 Ảnh hưởng của nhiệt độ và độ mặn lên sự tăng trưởng của cá tra

Tác động riêng lẻ của nhiệt độ đến 35°C và độ mặn đến 12‰ không ảnh hưởng có ý nghĩa lên tỉ lệ sống của cá, tuy nhiên, sự tương tác giữa nhiệt độ và độ mặn lại có ảnh hưởng nhất định lên tỉ lệ sống của cá tra (Bảng 1). Yếu tố nhiệt độ, độ mặn và sự tương tác của nhiệt độ và độ mặn có ảnh hưởng rõ rệt lên sự tăng trọng và tốc độ tăng trưởng của cá tra (Bảng 1). Trong khi đó, yếu tố nhiệt độ và tương tác của nhiệt độ và độ mặn có ảnh hưởng nhất định lên sự tăng dài của cá. Bên cạnh đó, khối lượng thức ăn cá ăn mỗi ngày chủ yếu chỉ do yếu tố nhiệt độ của nước quyết định. Ngược lại, hiệu quả sử dụng thức ăn không chịu sự tác động tương tác của nhiệt độ và độ mặn mà chịu sự tác động riêng lẻ của từng yếu tố (Bảng 1).

Tỉ lệ sống của cá giảm khi điều kiện nhiệt độ môi trường tăng lên 35°C khi nuôi tăng trưởng trong 56 ngày, thấp hơn so với các nghiệm thức còn lại ( $p < 0,05$ ). Cũng trong điều kiện nhiệt độ cao, nếu có sự tương tác với độ mặn 6 và 12‰, tỉ lệ sống của cá được duy trì cao không khác biệt có ý nghĩa thống kê so với đối chứng. Ở các nghiệm thức nhiệt độ cao (35°C), tăng trưởng trung bình của cá là  $11,78 \pm 4,56g$ , cao khác biệt ( $p < 0,05$ ) so với các nghiệm thức có nhiệt độ thấp hơn. Ngược lại, độ mặn càng cao, tăng trưởng càng bị ảnh hưởng. Ở điều kiện nước ngọt và 6‰, tăng trưởng trung bình của cá là  $8,51 \pm 2,52$  và  $9,97 \pm 5,4g$  ( $p > 0,05$ ) cao khác biệt so với nghiệm thức có độ mặn cao (12‰) là  $5,91 \pm 1,88g$  ( $p < 0,05$ ). Tương tự, tốc độ tăng trưởng ngày và tốc độ tăng trưởng đặc biệt của cá tra cũng chịu ảnh hưởng của nhiệt độ và

độ mặn; ở nhiệt độ cao 35°C, cá tăng trưởng trung bình 0,21±0,08g/ngày trong khi DWG trung bình của cá ở nghiệm thức có nhiệt độ thấp hơn chỉ là 0,11±0,03g/ngày ( $p<0,05$ ). Ở độ mặn 6‰ có thể được xem như độ mặn tối ưu cho cá, tuy nhiên, tốc độ tăng trưởng của cá ở độ mặn 6‰ không khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng tuy chúng cao khác biệt so với nghiệm thức 12‰. Trong cùng một điều kiện nhiệt độ (25 và 30°C), sự tăng lên của độ mặn đến 2‰ không là

ảnh hưởng đến tăng trọng và tốc độ tăng trưởng của cá tra; tuy nhiên, sự tăng lên của độ mặn kéo theo sự tăng lên của giá trị FCR trong nhóm nhiệt độ này. Khi nhiệt độ tăng lên đến 35°C, sự thay đổi của độ mặn làm thay đổi rõ rệt các chỉ số tăng trưởng của cá (Bảng 2). Bên cạnh đó, khi so sánh trong cùng một nhóm độ mặn, sự thay đổi của nhiệt độ có ảnh hưởng rõ rệt đến các chỉ tiêu tăng trưởng của cá, đặc biệt có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê khi trong điều kiện nhiệt độ cao, 35°C (Bảng 2).

**Bảng 1: Bảng phân tích phương sai xác định ảnh hưởng nhiệt độ, độ mặn và sự tương tác nhiệt độ x độ mặn lên sự tăng trưởng của cá tra**

Nhân tố	Chỉ tiêu tăng trưởng	Độ tự do	Trung bình <sup>2</sup>	F	P-value
Nhiệt độ	SR	2	0,034	3,507	0,052
	WG	2	94,629	27,799	<0,001
	LG	2	3,807	20,756	<0,001
	DWG	2	0,03	27,825	<0,001
	SGR	2	0,57	25,074	<0,001
	FI	2	0,112	35,519	<0,001
	FCR	2	3,214	10,908	0,001
Độ mặn	SR	2	0,013	1,382	0,277
	WG	2	37,355	10,974	0,001
	LG	2	0,439	2,392	0,120
	DWG	2	0,012	11,037	0,001
	SGR	2	0,258	11,367	0,001
	FI	2	0,009	2,886	0,082
	FCR	2	4,858	16,488	<0,001
Nhiệt độ x độ mặn	SR	4	0,031	3,199	0,038
	WG	4	16,905	4,966	0,007
	LG	4	0,831	4,531	0,010
	DWG	4	0,005	4,969	0,007
	SGR	4	0,087	3,818	0,020
	FI	4	0,003	1,036	0,416
	FCR	4	0,593	2,013	0,136

**Bảng 2: Ảnh hưởng của sự tương tác giữa nhiệt độ x độ mặn lên sự tăng trưởng của cá tra**

Nghiệm thức	SR (%)	DWG				
		WG (g)	LC (cm)	(g/ngày)	SGR (%/ngày)	FCR
25°C-0‰	95.10±2.8 <sup>b</sup>	6,82±0,66 <sup>a</sup>	1,49±0,61 <sup>ab</sup>	0,12±0,01 <sup>a</sup>	0,75±0,06 <sup>ab</sup>	1,97±0,18 <sup>a</sup>
25°C-6‰	99.20±0.8 <sup>b</sup>	6,67±0,34 <sup>a</sup>	0,85±0,14 <sup>a</sup>	0,12±0,01 <sup>a</sup>	0,75±0,04 <sup>ab</sup>	2,40±0,28 <sup>ab</sup>
25°C-12‰	98.40±0.8 <sup>b</sup>	4,49±1,46 <sup>a</sup>	0,73±0,25 <sup>a</sup>	0,08±0,03 <sup>a</sup>	0,53±0,15 <sup>a</sup>	3,98±1,08 <sup>cd</sup>
30°C-0‰	98.40±0.8 <sup>b</sup>	7,43±2,21 <sup>ab</sup>	1,38±0,44 <sup>ab</sup>	0,13±0,04 <sup>ab</sup>	0,82±0,20 <sup>bc</sup>	3,04±0,80 <sup>bc</sup>
30°C-6‰	93.50±2.2 <sup>b</sup>	6,39±1,24 <sup>a</sup>	1,27±0,31 <sup>ab</sup>	0,11±0,02 <sup>a</sup>	0,71±0,13 <sup>ab</sup>	3,71±0,25 <sup>cd</sup>
30°C-12‰	82.93±14.7 <sup>ab</sup>	5,25±0,98 <sup>a</sup>	1,35±0,44 <sup>ab</sup>	0,09±0,02 <sup>a</sup>	0,61±0,10 <sup>ab</sup>	4,33±0,50 <sup>d</sup>
35°C-0‰	69.90±6.9 <sup>a</sup>	10,52±3,37 <sup>b</sup>	1,87±0,28 <sup>b</sup>	0,19±0,06 <sup>b</sup>	1,07±0,26 <sup>c</sup>	2,55±0,48 <sup>ab</sup>
35°C-6‰	93.50±2.2 <sup>b</sup>	16,85±2,88 <sup>c</sup>	3,11±0,78 <sup>c</sup>	0,30±0,05 <sup>c</sup>	1,50±0,17 <sup>d</sup>	1,89±0,20 <sup>a</sup>
35°C-12‰	92.67±2.4 <sup>b</sup>	7,98±0,97 <sup>ab</sup>	1,83±0,20 <sup>b</sup>	0,14±0,02 <sup>ab</sup>	0,82±0,12 <sup>bc</sup>	3,26±0,38 <sup>bc</sup>

Các giá trị trung bình±độ lệch chuẩn có các chữ cái khác nhau trong cùng cột thì khác biệt có ý nghĩa thống kê (Duncan,  $p<0,05$ )

Sự tương tác giữa nhiệt độ và độ mặn có ảnh hưởng rõ rệt lên sự tăng trọng và tăng dài của cá tra. Nghiệm thức 35°C-6‰ tạo điều kiện tối ưu cho sự tăng trọng và tăng dài của cá, khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại ( $p < 0,05$ ). Không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về tăng trưởng, tăng dài và tốc độ tăng trưởng giữa các nghiệm thức đối có nhiệt độ thấp hơn (25 và 30°C) cho dù kết hợp với điều kiện độ mặn khác nhau. Sự tương tác giữa nhiệt độ và độ mặn chỉ thể hiện rõ ở điều kiện nhiệt độ cao là 35°C. Ở nhiệt độ này, trong điều kiện 6‰ cho sự tăng trưởng khác biệt có ý nghĩa thống kê so với hai nghiệm thức còn lại. Bên cạnh đó, tuy sự khác biệt giữa nghiệm thức độ mặn 12‰ và nước ngọt trong điều kiện 35°C là không có ý nghĩa, điều kiện 12‰ có xu hướng bắt đầu ức chế sự tăng trưởng và tăng dài

của cá (Bảng 2).

Hiệu quả sử dụng thức ăn của cá tra tốt nhất ở điều kiện đối chứng (25°C-0‰) và 35°C-6‰, cao khác biệt so với các nghiệm thức còn lại (ngoại trừ nghiệm thức 35°C-0‰ và 25°C-6‰). Trong cùng một nhóm nhiệt độ, độ mặn tăng làm cá ăn nhiều hơn. Trong khi đó, trong cùng một nhóm độ mặn, hệ số tiêu tốn thức ăn không phụ thuộc vào quy luật tăng lên của nhiệt độ.

Khi tiến hành so sánh trung bình nồng độ hormone tăng trưởng IGF-1 của cá tra trong sáu đợt thu mẫu ở 9 nghiệm thức, một cách tổng quát, kết quả cho thấy nồng độ hormone tăng trưởng hoàn toàn không phụ thuộc và sự thay đổi của nhiệt độ, độ mặn cũng như sự tương tác của nhiệt độ và độ mặn lên cá.

**Bảng 3: Phân tích phương sai 2 nhân tố đánh giá ảnh hưởng nhiệt độ, độ mặn và sự tương tác nhiệt độ x độ mặn lên hormone tăng trưởng (IGF-1) của cá tra**

Nhân tố	Độ tự do	Trung bình <sup>2</sup>	F	P-value
Nhiệt độ	2	86,467	0,585	0,557
Độ mặn	2	39,439	0,267	0,766
Nhiệt độ x độ mặn	4	279,408	1,891	0,111

Tuy nhiên, trong quá trình nuôi 56 ngày, nồng độ IGF-1 trong các nghiệm thức có sự thay đổi theo thời gian. Đặc điểm chung của sự biến đổi này là ở thời gian đầu tiếp xúc với điều kiện thí nghiệm, cá có mức biểu hiện IGF-1 cao cho đến ngày thứ 1 sau khi tiếp xúc. Mức biểu hiện IGF-1 ngày thứ nhất ở các nghiệm thức đều cao hơn khác

biệt có ý nghĩa thống kê so với cá ngày còn lại (Bảng 4). Cao nhất là ở nghiệm thức 25°C – 12‰, khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại khi so sánh trong cùng một thời điểm. Mức biểu hiện IGF-1 sau đó được giảm xuống và duy trì ở mức từ 8,7±1,2 ng/ml đến 20,6±4,4 ng/ml.

**Bảng 4: Ảnh hưởng của nhiệt độ, độ mặn và tương tác giữa nhiệt độ và độ mặn lên nồng độ hormone IGF-1 (ng/ml) theo nghiệm thức (cột) và theo thời gian (hàng) trong 6 đợt thu mẫu**

Nghiệm thức	Ngày 0	Ngày 1	Ngày 4	Ngày 7	Ngày 28	Ngày 56
25°C-0‰	13,8±3,0 <sup>aAB</sup>	38,3±8,5 <sup>aC</sup>	13,4±1,8 <sup>cdAB</sup>	11,0±2,2 <sup>bA</sup>	13,5±1,6 <sup>cAB</sup>	16,0±6,3 <sup>cB</sup>
25°C-6‰	15,4±2,3 <sup>abB</sup>	36,7±7,1 <sup>aC</sup>	11,7±2,1 <sup>abcAB</sup>	10,1±1,9 <sup>abA</sup>	13,4±3,2 <sup>cAB</sup>	9,9±4,4 <sup>aA</sup>
25°C-12‰	16,5±1,0 <sup>abA</sup>	55,2±38,4 <sup>bB</sup>	12,4±1,9 <sup>abcdA</sup>	10,5±2,2 <sup>abA</sup>	11,2±1,2 <sup>bA</sup>	14,0±3,6 <sup>abcA</sup>
30°C-0‰	15,7±1,2 <sup>abC</sup>	30,2±3,5 <sup>aD</sup>	13,4±1,5 <sup>cdBC</sup>	10,7±2,6 <sup>bAB</sup>	9,7±2,3 <sup>abA</sup>	15,6±5,8 <sup>bcC</sup>
30°C-6‰	18,1±2,7 <sup>bcA</sup>	40,5±26,2 <sup>abB</sup>	12,5±3,9 <sup>abcdA</sup>	10,4±2,2 <sup>abA</sup>	8,7±1,8 <sup>aA</sup>	13,2±2,6 <sup>abcA</sup>
30°C-12‰	16,9±2,4 <sup>abB</sup>	33,3±8,8 <sup>aC</sup>	14,9±2,6 <sup>dB</sup>	10,2±2,7 <sup>abA</sup>	9,7±1,6 <sup>abA</sup>	15,6±2,0 <sup>bcB</sup>
35°C-0‰	23,1±6,9 <sup>cdB</sup>	33,8±5,4 <sup>aC</sup>	13,1±3,7 <sup>bcdA</sup>	15,0±7,3 <sup>cA</sup>	11,0±1,8 <sup>bA</sup>	20,6±4,4 <sup>dB</sup>
35°C-6‰	21,1±4,1 <sup>dc</sup>	37,1±4,6 <sup>aD</sup>	9,9±1,6 <sup>aA</sup>	8,5±1,9 <sup>abA</sup>	8,5±1,7 <sup>aA</sup>	14,9±6,6 <sup>bcB</sup>
35°C-12‰	18,2±3,3 <sup>bcd</sup>	29,3±3,5 <sup>aE</sup>	10,6±2,2 <sup>abBC</sup>	7,0±2,7 <sup>aA</sup>	8,5±1,2 <sup>aAB</sup>	11,2±1,3 <sup>abC</sup>

Các trung bình±độ lệch chuẩn có cùng chữ cái thường trong cùng một cột hay cùng chữ cái in trong cùng một hàng thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê (Duncan test,  $p > 0,05$ )

**4 THẢO LUẬN**

Sự tăng trưởng của sinh vật, cụ thể là động vật thủy sinh, luôn chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố. Trong các nhân tố vô sinh, độ mặn và nhiệt độ là hai trong các yếu tố động mạnh mẽ và thường xuyên lên sự tăng trưởng của sinh vật. Pörtner et

al. (2001), nghiên cứu trên cá thu Đại Tây Dương *Gadus morhua* và cá nheo *Zoarcetes viviparous*, đều cho thấy sự phụ thuộc của cá đối với nhiệt độ của môi trường. Sự tăng trưởng của cá luôn có điểm nhiệt độ cực thuận, ngoài điểm cực thuận này, sự tăng trưởng bắt đầu bị ảnh hưởng. Bên cạnh đó, yếu tố độ mặn không những ảnh hưởng lên sự tăng

trường mà còn ảnh hưởng lên sự phát triển và tỷ lệ sống của cá. Nghiên cứu của Tandler *et al.* (1995) cho thấy, tỉ lệ sống và tăng trưởng cá tráp biển *Sparus aurata* giống bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi của độ mặn từ 15-40‰. Landaeta *et al.* (2012) đánh giá sự thay đổi của môi trường sống nước ngọt của cá ở các vịnh hẹp và nhận thấy rằng khi điều kiện về độ mặn thay đổi sẽ ảnh hưởng lớn đến sự tồn tại và phân bố của các loài cá. Cụ thể hơn nữa, Tipsmark *et al.* (2004) nghiên cứu trên cá hồi vân *Morone saxatilis* và báo cáo rằng năng lượng và vật chất của cá thông qua hoạt động tiêu hóa được sử dụng nhiều trong việc tổng hợp các kênh ở mang, ruột và thận trong điều kiện cá sống dưới sự thay đổi của yếu tố độ mặn. Đỗ Thị Thanh Hương & Trần Nguyễn Thế Quyên (2012) nghiên cứu trên cá tra giống *P. hypophthalmus* cũng thấy rằng độ mặn có ảnh hưởng nhất định lên sự phát triển của phôi và khả năng điều hòa áp suất của cá. Nhiều nghiên cứu về tương tác nhiệt độ và độ mặn lên sinh vật thủy sinh cũng được thực hiện. Imsland *et al.* (2001) thực hiện nghiên cứu trên *Scophthalmus maximus* cũng nhận thấy nhiệt độ và độ mặn tương tác nhau và ảnh hưởng lên cá. Theo dự đoán của tổ chức biến đổi khí hậu toàn cầu thì nhiệt độ nước hàng năm sẽ tăng lên ở các khu vực biến đổi khí hậu trong đó có Việt Nam, với mức tăng đến 35°C trong thí nghiệm này, tỉ lệ sống của cá tra giảm khác biệt so với đối chứng và so với các nghiệm thức khác (Bảng 2). Bên cạnh đó, trong nghiên cứu này, sự tương tác giữa nhiệt độ và độ mặn bước đầu cho thấy tỉ lệ sống của cá được tăng lên khi cá được nuôi trong môi trường có độ mặn trung gian, lợ nhẹ. Kemp (2011) ghi nhận rằng tỉ lệ ăn mỗi của cá tăng lên khi nhiệt độ môi trường tăng kết hợp các điều kiện độ mặn khác nhau, từ đó làm gia tăng sự tăng trưởng, gia tăng hiệu quả trao đổi chất và tỉ lệ sống của cá. Nhiều nghiên cứu cũng cho thấy rằng cá nước ngọt sống trong điều kiện có độ mặn thấp sẽ hạn chế được một số bệnh ký sinh, làm tăng tỉ lệ sống mà không làm ảnh hưởng đến tăng trưởng (Aihua & Buchmann, 2001; Plumb & Shoemaker, 1995; Waltman *et al.*, 1986).

Nhiệt độ cao thúc đẩy sự tăng trọng nhanh của cá nhưng khi kèm theo sự tăng lên của độ mặn thì sự tăng trưởng này bị kiềm hãm lại. Trong nghiên cứu này, nhiệt độ, độ mặn và tương tác nhiệt độ và độ mặn đều ảnh hưởng lên sự tăng trưởng, tốc độ tăng trưởng của cá tra (Bảng 1). Trong đó, sự tăng lên của nhiệt độ kéo theo sự tăng lên của tăng trưởng (Bảng 2). Ngược lại, độ mặn 6‰ lại là độ mặn tối ưu cho sự tăng trưởng của cá (Bảng 2). Cá tra là cá nước ngọt thích nghi sống trong vùng

nhiệt đới ở ĐBSCL (Phuong & Oanh, 2010). Nhiệt độ nước trong ngày thay đổi rất thấp trong khoảng 2-3°C. Trong nghiên cứu này, tăng trưởng và tốc độ tăng trưởng của cá tra đạt cao nhất ở nghiệm thức 35°C-6‰ là thuận theo nguyên lý tăng lên của nhiệt độ kéo theo sự tăng lên của hiệu quả trao đổi chất. Hơn nữa, cá tra là cá nước ngọt, độ mặn 6‰ là tương đối gần với điểm đẳng áp của cá tra (Nguyễn Loan Thảo *et al.*, 2013). Ficke *et al.* (2007) ghi nhận rằng mỗi loài cá có một khoảng nhiệt độ tối ưu cho sự tăng trưởng; đối với cá ở vùng nước ấm và nhiệt đới, nhiệt độ tối ưu cho đại đa số các loài nằm trong khoảng 20 đến 32° C (Ficke *et al.*, 2007; McLarney, 1998). Cá tra có khoảng tối ưu cao hơn, 35°C; nếu độ mặn không quá cao thì sự tăng trưởng và tốc độ tăng trưởng của cá sẽ không bị ảnh hưởng.

Cá tăng dài tốt trong điều kiện có nhiệt độ cao và không chịu ảnh hưởng quá lớn bởi sự thay đổi độ mặn trong điều kiện thí nghiệm. Yếu tố nhiệt độ luôn được cho là có ảnh hưởng đến cá, nhóm sinh vật mà đại đa số các loài đều là động vật biến nhiệt (Kemp, 2009). Cũng theo nhận định này, sự tăng dài của cá lệ thuộc nhiều vào yếu tố nhiệt độ hơn nếu yếu tố độ mặn còn nằm trong khoảng chịu đựng của cá (Nguyễn Loan Thảo *et al.*, 2013). Tuy nhiên, đối với cá tra, một loài cá kinh tế, tỷ lệ tiêu tốn thức ăn là một trong những mối quan tâm hàng đầu của người nuôi, từ đó mới có thể đánh giá được hiệu quả nuôi. Trong nghiên cứu này, sự thay đổi của nhiệt độ cũng như độ mặn đều làm tăng lên hệ số FCR. Duy chỉ có nghiệm thức 35°C-6‰ là có tỉ lệ FCR khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với đối chứng, sự tăng lên của nhiệt độ và độ mặn làm tăng lên giá trị FCR. Tuy tốc độ tăng trưởng của hai nghiệm thức có nhiệt độ cao là 35°C-0‰ và 35°C-12‰ đều cao hơn khác biệt so với đối chứng, cá phải tiêu tốn nhiều thức ăn hơn để có thể lớn nhanh hơn. Điều này không có lợi về mặt kinh tế. Ở nhóm nhiệt độ 30°C, sự tăng trưởng và tốc độ tăng trưởng của cá không khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng nhưng cá lại tiêu tốn một lượng thức ăn nhiều hơn để tăng trọng. Trong quá trình thí nghiệm, cá ở các nghiệm thức nhiệt độ cao được ghi nhận có dấu hiệu bơi lội nhiều hơn. Bên cạnh đó, khi độ mặn vượt quá điểm đẳng áp, cá phải tiêu tốn nhiều năng lượng hơn cho việc duy trì sự cân bằng áp suất thẩm thấu (Sardella *et al.*, 2004; Varsamos *et al.*, 2005).

Sự tăng trưởng tăng lên theo chiều gia tăng của nhiệt độ dưới sự tương tác với yếu tố độ mặn (Bảng 1, bảng 2); tuy nhiên, sự biểu hiện của chung hormone tăng trưởng IGF-1 trong 56 ngày ở

6 đợt thu mẫu của nghiên cứu này lại không phụ thuộc vào yếu tố nhiệt độ, độ mặn, cũng như sự tương tác giữa chúng (Bảng 3). Tuy nhiên, Bảng 4 cho thấy sự thay đổi nồng độ hormone IGF-1 của cá theo thời gian và qua đó, cũng thể hiện được sự biến đổi và thích ứng của cá trước sự thay đổi của môi trường. Qua nhiều nghiên cứu, McCormick khẳng định IGF-1 có vai trò quan trọng trong việc tổng hợp các kênh trao đổi ion ở mang, ruột và thận của cá (McCormick & Bradshaw, 2006; McCormick, 2001, 2011). Trong các điều kiện thay đổi cân bằng nội môi, IGF-1, cortisol, hormone tăng trưởng và prolactin đều được tiết ra, tham gia vào quá trình điều hòa áp suất thẩm thấu này. Hầu hết các loài sinh vật đều có khả năng điều hòa áp suất thẩm thấu và đối với cá, thông thường, sự điều hòa áp suất thẩm thấu được thực hiện bởi các tuyến nội tiết. Trong khi các loại hormone như cortisol, arginine, mineralocorticoid thì đáp ứng cấp tính đối với sự thay đổi của áp suất thẩm thấu môi trường thì prolactin, hormone tăng trưởng GH và IGF-1 lại đáp ứng chậm hơn cho sự thích ứng từng ngày của cá (McCormick & Bradshaw, 2006). Trong nghiên cứu này, cá tra ở thời điểm ngày 0 thì ở các nghiệm thức nhiệt độ 35°C, 30°C và độ mặn cao hơn là 12‰ và 6‰ thì cá đã được tiếp xúc với điều kiện nhiệt độ và độ mặn được 4 và 2 ngày, trong khi cá ở điều kiện đối chứng thì vẫn đang ở điều kiện bình thường. Nồng độ IGF-1 ở cá trong các nghiệm thức ở thời điểm ngày 0 có sự khác biệt với nhau; trong đó, các cá ở nghiệm thức nhiệt độ và độ mặn cao có xu hướng cao hơn ở nghiệm thức đối chứng. Sự biểu hiện này càng rõ ở ngày 1; trong đó, cá ở nghiệm thức nhiệt độ bình thường với độ mặn 12‰ cho nồng độ IGF-1 cao nhất, khác biệt có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại ngoại trừ nghiệm thức 30°C-6‰. Trục nội tiết GH/IGF-1 được nhiều nghiên cứu cho rằng là được tuyến nội tiết tiết ra nhằm kích thích sự gia tăng về kích thước cũng như số lượng của các thể bào tiết ione Chlor ở mang cá hồi (Sakamoto *et al.*, 1993) và cá rô phi *Oreochromis niloticus* (Xu *et al.*, 1997) trong thời gian từ 1-14 ngày. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, sau giai đoạn thích ứng, nồng độ IGF-1 của cá ở tất cả các nghiệm thức đều giảm, điều này phù hợp với nhiều nghiên cứu trên các đối tượng cá khác như cá khác (McCormick & Bradshaw, 2006). Sau khi thích ứng từ ngày 4, nồng độ IGF-1 trung bình của cá là 11,95±4,04 ng/ml (n=324), là tương đối thấp hơn so với một số loài cá xương khác như cá rô phi *Oreochromis niloticus*, 15 ng/ml (Eppler *et al.*, 2007), trong đương với cá hồi *Oncorhynchus mykiss*, 11,5 ng/ml (Gabillard *et al.*, 2003) hay 5-25 ng/ml (Taylor *et al.*, 2008). Tuy

nhien, theo nhận định của Reinecke (2010), nồng độ IGF-1 trong huyết tương cá rất khác nhau, thay đổi tùy theo nhiều điều kiện, và nồng độ IGF-1 này phản ánh các giá trị sinh lý của cá khác nhau như độ tuổi, trạng thái dinh dưỡng (no/đói), mùa hay nhiệt độ, độ mặn của môi trường.

## 5 KẾT LUẬN

Yếu tố nhiệt độ, độ mặn và sự tương tác giữa chúng có ảnh hưởng rõ rệt lên sự tăng trưởng, tốc độ tăng trưởng của cá tra ở giai đoạn giống. Nhiệt độ tăng làm tăng trưởng và tốc độ tăng trưởng tăng lên trong khi sự tăng lên của độ mặn đến 12‰ kéo theo sự tiêu tốn nhiều thức ăn. Nhiệt độ 35°C kết hợp độ mặn 6‰ tạo điều kiện tối ưu cho sự phát triển của cá tra. Trong điều kiện này cá tra ăn nhiều hơn và mau lớn hơn; tăng trọng và tốc độ tăng trưởng tăng gấp 2,5 lần, trong khi giá trị FCR khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với điều kiện đối chứng. Nghề nuôi cá tra sẽ không bị ảnh hưởng tiêu cực nếu điều kiện nhiệt độ và độ mặn không vượt quá 35°C và 6‰.

Yếu tố nhiệt độ, độ mặn và tương tác giữa chúng nhìn chung tác động không có ý nghĩa lên sự tiết hormone IGF-1 của cá, tuy nhiên, cá trong giai đoạn mới tiếp xúc với điều kiện thí nghiệm có biểu hiện đáp ứng với sự thay đổi môi trường sống bằng sự tăng lên của nồng độ IGF-1 ở các nghiệm thức có nhiệt độ và độ mặn cao. Sau 4 ngày, sự biểu hiện của IGF-1 trở lại bình thường và cá thích nghi với điều kiện thí nghiệm cho đến lúc kết thúc thí nghiệm.

## LỜI CẢM TẠ

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn PGS. TS Đỗ Thị Thanh Hương, cùng cán bộ Bộ môn Dinh dưỡng và Chế biến Thủy sản đã tạo điều kiện thuận lợi, hỗ trợ vật tư, thiết bị cho thí nghiệm này được thực hiện. Cảm ơn quỹ học bổng chính phủ Úc (ADS Scholarship) đã hỗ trợ kinh phí cho đề tài.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Aihua, L., & Buchmann, K. (2001). Temperature-and salinity-dependent development of a Nordic strain of *Ichthyophthirius multifiliis* from rainbow trout. *Journal of Applied Ichthyology*, 17(6), 273-276.
2. Bandyopadhyay, P., & Das Mohapatra, P.K. (2009). Effect of a probiotic bacterium *Bacillus circulans* PB7 in the formulated diets: on growth, nutritional quality and

- immunity of *Catla catla* (Ham.). *Fish Physiology and Biochemistry*, 35(3), 467-478.
3. Becker, A.G., Parodi, T.V., Heldwein, C.G., Zeppenfeld, C.C., Heinzmann, B.M., & Baldisserotto, B. (2011). Transportation of silver catfish, *Rhamdia quelen*, in water with eugenol and the essential oil of *Lippia alba*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 1-8.
  4. Boyd, Claude E. (1998). *Pond aquaculture water quality management*. Boston, London: Kluwer Academic.
  5. Bui, Tam M., Phan, Lam T., Ingram, Brett A., Nguyen, Thuy T. T., Gooley, Geoff J., Nguyen, Hao V., Nguyen, Phuong T., & De Silva, Sena S. (2010). Seed production practices of striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* in the Mekong Delta region, Vietnam. *Aquaculture*, 306(1-4), 92-100. doi: 10.1016/j.aquaculture.2010.06.016
  6. De Silva, S. S., & Phuong, N. T. (2011). Striped catfish farming in the Mekong Delta, Vietnam: a tumultuous path to a global success. *Reviews in Aquaculture*, 3(2), 45-73. doi: 10.1111/j.1753-5131.2011.01046.x
  7. Đỗ Thị Thanh Hương, & Trần Nguyễn Thế Quyên. (2012). Ảnh hưởng của độ mặn lên sự phát triển phôi và điều hòa áp suất thẩm thấu của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) giai đoạn cá bột và hương. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 21(b), 29-37.
  8. Eppler, Elisabeth, Caelers, Antje, Shved, Natallia, Hwang, Guylin, Rahman, Azizur M, Maclean, Norman, Zapf, Jürgen, & Reinecke, Manfred. (2007). Insulin-like growth factor I (IGF-I) in a growth-enhanced transgenic (GH-overexpressing) bony fish, the tilapia (*Oreochromis niloticus*): indication for a higher impact of autocrine/paracrine than of endocrine IGF-I. *Transgenic research*, 16(4), 479-489.
  9. Fagbenro, O.A., & Arowosoge, I.A. (1991). Growth response and nutrient digestibility by *Clarias isheriensis* (Sydenham, 1980) fed varying levels of dietary coffee pulp as replacement for maize in low-cost diets. *Bioresource technology*, 37(3), 253-258.
  10. Ficke, Ashley D, Myrick, Christopher A, & Hansen, Lara J. (2007). Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 17(4), 581-613.
  11. Gabillard, Jean-Charles, Weil, Claudine, Rescan, Pierre-Yves, Navarro, Isabel, Gutiérrez, Joaquim, & Le Bail, Pierre-Yves. (2003). Effects of environmental temperature on IGF1, IGF2, and IGF type I receptor expression in rainbow trout (< i>Oncorhynchus mykiss</i>). *General and Comparative Endocrinology*, 133(2), 233-242.
  12. Hallegatte, S., Patmore, N., Mestre, O., Dumas, P., Corfee-Morlot, J., Herweijer, C., & Wood, R.M. (2009). Assessing Climate Change Impacts, Sea Level Rise and Storm Surge Risk in Port Cities. *OECD Environment Working Papers, No. 3*.
  13. Imsland, A.K., Foss, A., Gunnarsson, S., Berntssen, M.H.G., FitzGerald, R., Bonga, S.W., Ham, E., Nævdal, G., & Stefansson, S.O. (2001). The interaction of temperature and salinity on growth and food conversion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 198(3-4), 353-367.
  14. IPCC. (2007). Intergovernmental Panel on Climate Change: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Cambridge: Cambridge University Press*.
  15. Kemp, J. O. G. (2009). Effects of temperature and salinity on resting metabolism in two South African rock pool fish: the resident gobiid *Caffrogobius caffer* and the transient sparid *Diplodus sargus capensis*. *African Zoology*, 44(2), 151-158.
  16. Landaeta, Mauricio F, López, Gisela, Suárez-Donoso, Nicolás, Bustos, Claudia A, & Balbontín, Fernando. (2012). Larval fish distribution, growth and feeding in Patagonian fjords: potential effects of freshwater discharge. *Environmental biology of fishes*, 93(1), 73-87.
  17. McCormick, Stephen, & Bradshaw, Don. (2006). Hormonal control of salt and water balance in vertebrates. *General and Comparative Endocrinology*, 147(1), 3-8. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ygcen.2005.12.009>
  18. McCormick, Stephen D. (2001). Endocrine control of osmoregulation in teleost fish. *American Zoologist*, 41(4), 781-794.
  19. McCormick, Stephen D. (2011). The Hormonal Control of Osmoregulation in Teleost Fish. In Anthony P. Farrell (Ed.),



- Encyclopedia Of Fish Physiology: From Genome To Environment* (Vol. 2, pp. 1466-1473): Academic Press.
20. McLarney, W. (1998). Freshwater aquaculture. *Hartley and Marks Publishers, Point Roberts, WA*.
  21. Nguyen, Anh L, Dang, Vinh H, Bosma, Roel H, Verreth, Johan AJ, Leemans, Rik, & De Silva, Sena S. (2014). Simulated Impacts of Climate Change on Current Farming Locations of Striped Catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*; Sauvage) in the Mekong Delta, Vietnam. *Ambio*, 1-10.
  22. Nguyễn Loan Thảo, Võ Minh Khỏe, Hồ Văn Tòà, Nguyễn Hồng Ngân, Nguyễn Thị Kim Hà, Nguyễn Thanh Phương, & Nguyễn Trọng Hồng Phúc. (2013). Ảnh hưởng của độ mặn lên sự tăng trưởng và hàm lượng cortisol của cá tra nuôi (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Tap chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 25b(b), 1-10.
  23. Phuong, Nguyen Thanh, & Oanh, Dang Thi Hoang. (2010). Striped Catfish Aquaculture in Vietnam: A Decade of Unprecedented Development Success Stories in Asian Aquaculture. In Sena S. Silva & F. Brian Davy (Eds.), (pp. 131-147): Springer Netherlands.
  24. Plumb, J.A., & Shoemaker, C. (1995). Effects of temperature and salt concentration on latent *Edwardsiella ictaluri* infections in channel catfish. *Diseases of aquatic organisms*, 21(3), 171-175.
  25. Pörtner, H. O., Berdal, B., Blust, R., Brix, O., Colosimo, A., De Wachter, B., Giuliani, A., Johansen, T., Fischer, T., Knust, R., Lannig, G., Naevdal, G., Nedenes, A., Nyhammer, G., Sartoris, F. J., Serendero, I., Sirabella, P., Thorkildsen, S., & Zakhartsev, M. (2001). Climate induced temperature effects on growth performance, fecundity and recruitment in marine fish: developing a hypothesis for cause and effect relationships in Atlantic cod (*Gadus morhua*) and common eelpout (*Zoarces viviparus*). *Continental Shelf Research*, 21(18-19), 1975-1997. doi: 10.1016/s0278-4343(01)00038-3
  26. Reinecke, M. (2010). Influences of the environment on the endocrine and paracrine fish growth hormone–insulin-like growth factor-I system. *Journal of Fish Biology*, 76(6), 1233-1254.
  27. Sakamoto, Tatsuya, McCormick, Stephen D, & Hirano, Tetsuya. (1993). Osmoregulatory actions of growth hormone and its mode of action in salmonids: a review. *Fish Physiology and Biochemistry*, 11(1-6), 155-164.
  28. Sardella, Brian A., Cooper, Jill, Gonzalez, Richard J., & Brauner, Colin J. (2004). The effect of temperature on juvenile Mozambique tilapia hybrids (*Oreochromis mossambicus* x *O. urolepis hornorum*) exposed to full-strength and hypersaline seawater. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 137(4), 621-629. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cbpb.2003.12.003>
  29. Snellgrove, D.L., & Alexander, L.G. (2011). Haematology and plasma chemistry of the red top ice blue mbuna cichlid (*Metriaclima greshakei*). *British Journal of Nutrition*, 106(S1), S154-S157.
  30. Tandler, A., Anav, F.A., & Choshniak, I. (1995). The effect of salinity on growth rate, survival and swimbladder inflation in gilthead seabream, *Sparus aurata*, larvae. *Aquaculture*, 135(4), 343-353.
  31. Taylor, JF, Porter, Mark JR, Bromage, Niall R, & Migaud, Herve. (2008). Relationships between environmental changes, maturity, growth rate and plasma insulin-like growth factor-I (IGF-I) in female rainbow trout. *General and Comparative Endocrinology*, 155(2), 257-270.
  32. Tipsmark, C.K., Madsen, S.S., & Borski, R.J. (2004). Effect of salinity on expression of branchial ion transporters in striped bass (*Morone saxatilis*). *Journal of Experimental Zoology Part A: Comparative Experimental Biology*, 301(12), 979-991.
  33. Tổng cục thống kê, GSO. (2014). Báo cáo tổng kết tình hình sản xuất Nông, Lâm, Thủy và hải sản năm 2013. *Tổng cục Thống Kê*.

34. Varsamos, S., Nebel, C., & Charmantier, G. (2005). Ontogeny of osmoregulation in postembryonic fish: a review. *Comparative Biochemistry and Physiology-Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 141(4), 401-429.
35. Waltman, WD, Shotts, EB, & Hsu, TC. (1986). Biochemical characteristics of *Edwardsiella ictaluri*. *Applied and environmental microbiology*, 51(1), 101-104.
36. Xu, B, Miao, H, Zhang, P, & Li, D. (1997). Osmoregulatory actions of growth hormone in juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 17(1-6), 295-301.
37. Xu, B., Wang, Y., Li, J., & Lin, Q. (2009). Effect of prebiotic xylooligosaccharides on growth performances and digestive enzyme activities of allogynogenetic crucian carp (*Carassius auratus gibelio*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 35(3), 351-357.