

ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ MẶN Ở GIAI ĐOẠN PHÁT TRIỂN PHÔI ĐẾN KHẢ NĂNG CHỊU MẶN VÀ HOẠT TÍNH CÁC ENZYME TIÊU HÓA CỦA CÁ TRA (*Pangasianodon hypophthalmus*) GIAI ĐOẠN CÁ HƯƠNG

EFFECTS OF SALINITY AT THE EMBRYONIC STAGE ON SALINITY TOLERANCE AND DIGESTIVE ENZYME ACTIVITIES OF STRIPED CATFISH (*Pangasianodon hypophthalmus*) IN THE FRY STAGE

Đào Minh Hải*, Nguyễn Thị Kim Hà, Nguyễn Thanh Hiệu,
Nguyễn Hồng Quyết Thắng và Đỗ Thị Thanh Hương

Khoa Công Nghệ Nuôi Trồng Thủy Sản, Trường Thủy Sản, Trường Đại Học Cần Thơ
Tác giả liên hệ: Đào Minh Hải; Email: dmhai@ctu.edu.vn.

Ngày nhận bài: 26/09/2024; Ngày phân biên thông qua: 08/11/2024; Ngày duyệt đăng: 10/12/2024

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của việc tiếp xúc độ mặn ở giai đoạn phát triển phôi lên khả năng chịu mặn của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) ở giai đoạn cá hương. Thí nghiệm được thiết kế với 2 nhân tố (độ mặn ấp và ương), gồm 12 nghiệm thức và 4 lần lặp lại. Trứng cá tra sau khi thụ tinh được ấp ở các độ mặn 0‰, 1‰, và 2‰, sau khi nở cá bột được ương ở các độ mặn 0‰, 4‰, 8‰ và 12‰. Sau 35 ngày ương, kết quả cho thấy độ mặn ấp và ương không ảnh hưởng đến tăng trưởng, nhưng ảnh hưởng đến tỷ lệ sống, khả năng điều hòa áp suất thẩm thấu (ASTT), và hoạt tính của các enzyme tiêu hóa (pepsin, trypsin, chymotrypsin và amylase). Độ mặn làm giảm tỷ lệ sống của cá ương, nhưng nhóm cá được ấp ở độ mặn cao 2‰ có xu hướng chịu mặn tốt hơn khi ương ở mức độ mặn 12‰ ($p < 0,05$). ASTT của cá ương tăng khi độ mặn tăng, và nhóm cá được ấp ở độ mặn 2‰ có mức tăng ASTT lớn nhất khi ương ở độ mặn 12‰ ($p < 0,05$). Hoạt tính enzyme tiêu hóa của cá ương có xu hướng tăng khi độ mặn ương tăng. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự tiếp xúc sớm với độ mặn sẽ làm tăng khả năng chịu mặn của cá ở giai đoạn cá hương.

Từ khóa: Cá tra, áp suất thẩm thấu, khả năng chịu mặn, tỷ lệ sống, enzyme tiêu hóa.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of salinity exposure during the embryonic development stage on the salinity tolerance of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) at the fry stage. The experiment was designed with 2 factors (salinity level at incubation and nursery stage), including 12 treatments and 4 repetitions. After fertilization, eggs were incubated at different salinities 0‰, 1‰, and 2‰, after hatching, larva were nursed at different salinities 0‰, 4‰, 8‰ and 12‰. The results showed that after 35 days of nursing, the salinity level of incubation and nursery did not show to have an effect on the larval growth, but affected on the survival rate, osmolality, and activity of some digestive enzymes such as pepsin, trypsin, chymotrypsin and amylase. Salinity reduces the survival rate of nursed fish, but the group of fish incubated at high salinity (2‰) tends to tolerate salinity better than when reared at high salinity (12‰) ($p < 0.05$). The osmolality of nursed fish increased as salinity increased, and the group of fish incubated at 2‰ salinity had the largest increase in osmolality while rearing at high salinity of 12‰ ($p < 0.05$). The enzymatic activity of nursery fish tends to increase as salinity increases. This study shows that early exposure of fish to salinity can increase the salinity tolerance of fish at the fry stage.

Keywords: Striped catfish, osmolality, salinity tolerance, survival rate, digestive enzymes.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) là một trong các loài thủy sản được nuôi chủ lực của Việt Nam, đặc biệt ở Đồng Bằng Sông Cửu Long (ĐBSCL). Năm 2023, giá trị xuất khẩu

của cá tra đạt 1,9 tỷ USD [6]. Cá tra được nuôi phổ biến tại các vùng nước ngọt truyền thống như Cần Thơ, Đồng Tháp, An Giang và Vĩnh Long. Trong thời gian gần đây, vùng nuôi cá tra dần được mở rộng tại các tỉnh ven biển như

Tiền Giang, Bến Tre, Sóc Trăng, Trà Vinh [5]. Do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu (BĐKH) và việc xây dựng các đập trên thượng nguồn sông Mekong, ngành nuôi cá tra ở ĐBSCL, đặc biệt tại các tỉnh ven biển, đang và sẽ chịu nhiều ảnh hưởng tiêu cực từ xâm nhập mặn [7], [17]. ĐBSCL đã được dự đoán là một trong ba khu vực bị ảnh hưởng nghiêm trọng nhất trên thế giới và mực nước biển cũng được dự đoán sẽ tăng 1 m trong thế kỷ này [17]. Nếu những dự báo về BĐKH trong tương lai thành hiện thực sẽ khiến 5.000 đến 20.000 km² diện tích ĐBSCL có khả năng bị ngập trong nước biển, mất 76% diện tích đất canh tác [12].

Độ mặn là một trong các nhân tố quan trọng ảnh hưởng đến quá trình trao đổi chất cũng như sự phân bố của các loài thủy sản, bởi vì hầu hết các loài thủy sản cần điều hòa áp suất thẩm thấu và duy trì sự cân bằng áp suất thẩm thấu trong nội bào cơ thể cho dù ở trong nước ngọt hay nước lợ [24]. Cá tra không phải là loài điều hòa thẩm thấu hiệu quả và khả năng sống sót trong điều kiện nước mặn bị hạn chế do không có sự bài tiết chất điện giải hiệu quả [21]. Nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng, cá tra có khả năng phát triển tốt ở độ mặn dưới 10‰, nhưng bắt đầu giảm ở độ mặn 12‰ [14], [23]. Một trong những giải pháp để thích ứng với sự xâm nhập mặn của ngành nuôi cá tra là phát triển nguồn cá giống có khả năng chịu mặn [15]. Ngoài phương pháp chọn lọc, khả năng chịu mặn của cá tra có thể được tăng lên thông qua quá trình tiếp xúc với môi trường nước mặn ở giai đoạn phát triển sớm của cá tra, đặc biệt là giai đoạn phát triển phôi khi quá trình phân cắt và hình thành các tế bào của các cơ quan trong cơ thể bắt đầu, thông qua cơ chế ngoại di truyền (epigenetics) [8],[13]. Việc nâng cao khả năng chịu mặn của cá tra giống sẽ góp phần quan trọng cho sự phát triển bền vững của ngành công nghiệp cá tra tại vùng ĐBSCL, đặc biệt là ở các tỉnh bị ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn. Tuy nhiên việc nghiên cứu ảnh hưởng của việc tiếp xúc sớm với độ mặn ở giai đoạn phát triển phôi lên khả năng chịu mặn của cá ở giai đoạn sau chưa được thực hiện. Do đó, nghiên cứu này nhằm xác định ảnh hưởng

của việc tiếp xúc với độ mặn ở giai đoạn phát triển phôi lên khả năng chịu mặn của cá tra ở giai đoạn ương. Thông tin từ nghiên cứu sẽ góp phần hoàn thiện quy trình sản xuất giống cá tra nước lợ.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 06/2023 đến tháng 5/2024. Tại trại giống thủy sản ODA, Trường Thủy sản – Trường Đại học Cần Thơ.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Trứng cá tra sau khi thụ tinh được ấp ở độ mặn (0‰, 1‰, 2‰) bằng hệ thống bình Jar riêng lẻ tương ứng với từng độ mặn. Cá bột nở ra sau 20h ở từng độ mặn được ương ở các độ mặn khác nhau bao gồm 0‰, 4‰, 8‰ và 12‰. Thí nghiệm ương được bố trí 12 nghiệm thức mỗi nghiệm thức lặp lại 4 lần trong khay nhựa 50 L (20 L nước). Mật độ cá bột bố trí là 10 con/L. Sau bố trí 1 ngày (trong môi trường nước ngọt) tiến hành nâng độ mặn, với mức nâng mỗi ngày là: 1,2‰ cho nghiệm thức 12‰; 0,8‰ cho nghiệm thức 8‰ và 0,4‰ cho nghiệm thức 4‰. Để tránh làm sốc cho cá, độ mặn được nâng 3 lần trên ngày. Sau 10 ngày, các nghiệm thức đạt độ mặn ở mức mong muốn, tổng thời gian ương là 35 ngày (bao gồm 10 ngày nâng mặn). Độ mặn được nâng lên bằng nước ót (90%) đã xử lý bằng chlorine 30 mg/L.

2.3 Chăm sóc và quản lý bể nuôi

Sau khi hết noãn hoàng bắt đầu cho cá ăn luân trùng với mật độ luân trùng 1-2 con/mL. Ngày thứ 2 và thứ 3 tăng mật độ luân trùng lên 2-3 con/mL và kết hợp cho ăn trứng nước (moina) mật độ 500-700 con/L. Mỗi ngày chia làm 4 lần từ 6:00 sáng đến 18h:00 chiều, mỗi lần cho ăn cách nhau 3 giờ. Ngày thứ 4 đến ngày thứ 35 chỉ cho ăn moina với mật độ 600-1.000 con/L. Tiến hành siphon loại bỏ cá chết và cặn, kết hợp với thay nước hàng ngày (10%) cho các bể ương. Lượng thức ăn của từng bể được điều chỉnh theo nhu cầu của cá hàng ngày.

2.4 Phương pháp thu và phân tích mẫu

2.4.1 Các chỉ tiêu sinh trưởng

Sau khi kết thúc thí nghiệm, tất cả các cá

thể được đếm và cân để xác định tỷ lệ sống và tăng trưởng.

Công thức tốc độ tăng trưởng tương đối theo khối lượng (%/ngày):

$$- SGR_w (\%/ngày) = \frac{\ln(Wđ) - \ln(Wc)}{t} \times 100$$

Công thức tính tốc độ tăng trưởng tương đối theo chiều dài (%/ngày):

$$- SGR_L (\%/ngày) = \frac{\ln(Lđ) - \ln(Lc)}{t} \times 100$$

Trong đó: W_d , W_c là khối lượng cá trước và sau thí nghiệm (g), L_d là chiều dài cá lúc bắt đầu thí nghiệm, L_c là chiều dài cá lúc thu hoạch, t : thời gian thí nghiệm

$$- \text{Tỷ lệ sống (\%)} = \frac{\text{Số cá thu hoạch}}{\text{Số cá ban đầu}} \times 100$$

2.4.2 Các chỉ tiêu sinh lý

Sau kết thúc thí nghiệm, cá được thu mẫu để đánh giá áp suất thẩm thấu (ASTT) và hoạt tính enzyme tiêu hóa. Cá (3-5 con/bể) được thu và rửa lại bằng nước cất sau đó dùng giấy thấm khô mẫu. Mẫu cá sau đó được tách hệ tiêu hóa (dạ dày và ruột) để phân tích enzyme tiêu hóa. Mẫu ruột và dạ dày được nghiền trong buffer KH_2PO_4 20 mM và NaCl 6 mM ở pH 6,9 và ly tâm với tốc độ 4.200 vòng/phút, trong 30 phút ở 4°C, thu phần dịch nổi phân tích enzyme tiêu hóa. Chymotrypsin và pepsin phân tích theo phương pháp của Worthington (1982) [29]; trypsin theo phương pháp của Tseng & cộng sự. (1982) [25] và amylase theo phương pháp của Bernfeld (1951) [9].

Mẫu cá sau đó được cắt bỏ phần đầu và đuôi, lấy phần cơ đem nghiền nhỏ bằng que nhựa trong ống eppendorf (không bổ sung nước cất hoặc bất kỳ dung dịch nào khác) và ly tâm với tốc độ 6.000 vòng/phút trong 6 phút ở nhiệt độ 4°C, thu phần dịch nổi phân tích

ASTT. ASTT được đo bằng máy Advanced Instruments Osmometer (Model 3320, Mỹ).

2.4.3 Các chỉ tiêu môi trường

Trong quá trình ương các chỉ tiêu môi trường: oxy hòa tan, nhiệt độ, pH và độ mặn được ghi nhận 2 lần/ngày vào 8:00h buổi sáng và 14:00h buổi chiều bằng máy đo đa chỉ tiêu (DKK-TOA, WQC-24, Japan). Định kỳ 7 ngày thu mẫu nước ở mỗi bể (trước khi thay nước) và phân tích hàm lượng NO_2^- và TAN bằng test kit SERA (Germany).

2.5 Xử lý số liệu

Giá trị trung bình và sai số chuẩn của số liệu được tính bằng công thức của phần mềm Excel 2016. Sự khác biệt giữa giá trị trung bình của các nghiệm thức được so sánh bằng phân tích ANOVA một nhân tố và hai nhân tố với phép thử DUNCAN sử dụng phần mềm SPSS 16.0 với mức ý nghĩa $p < 0,05$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Các chỉ tiêu môi trường

Trong quá trình thí nghiệm, độ mặn luôn được theo dõi và duy trì theo từng nghiệm thức. Nhiệt độ nước trong khoảng 27,2- 29,8°C; pH nước trong khoảng 8,0 - 8,85; TAN là 0,31 - 0,72 mg/L và NO_2^- là 0,25 - 0,52 mg/L. Oxy hòa tan dao động 4,91 - 5,94 mg/L (Bảng 1). Theo Boyd (1998) pH phù hợp hầu hết các loài cá từ 7 - 9 và khoảng nhiệt độ thích hợp cho các loài cá nhiệt đới là 26 - 32°C [10]. Theo Trương Quốc Phú (2006) hàm lượng TAN thích hợp cho nuôi thủy sản là 0,2 - 2 mg/L và NO_2^- nhỏ hơn 1 mg/L [4]. Các yếu tố môi trường nước trong thí nghiệm được kiểm soát trong giới hạn phù hợp cho sinh trưởng bình thường của cá.

Bảng 1. Các yếu tố pH, nhiệt độ và Oxy hòa tan trong quá trình thí nghiệm

Áp	Độ mặn		Nhiệt độ (°C)		pH		Oxy (mg/L)	
	Ương	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều	
0‰	0‰	27,57 ± 0,33	29,08 ± 0,58	8,26 ± 0,18	8,48 ± 0,20	5,26 ± 0,23	5,36 ± 0,26	
	4‰	27,59 ± 0,34	28,87 ± 0,55	8,33 ± 0,21	8,53 ± 0,21	5,27 ± 0,26	5,31 ± 0,22	
	8‰	27,54 ± 0,23	29,12 ± 0,54	8,28 ± 0,18	8,55 ± 0,20	5,23 ± 0,23	5,33 ± 0,23	
	12‰	27,36 ± 0,15	29,10 ± 0,60	8,36 ± 0,19	8,56 ± 0,18	5,24 ± 0,24	5,37 ± 0,24	
1‰	0‰	27,45 ± 0,20	28,97 ± 0,61	8,19 ± 0,17	8,42 ± 0,22	5,16 ± 0,21	5,41 ± 0,30	
	4‰	27,45 ± 0,21	28,88 ± 0,59	8,23 ± 0,20	8,51 ± 0,21	5,21 ± 0,30	5,35 ± 0,27	

	8‰	27,47 ± 0,21	29,07 ± 0,59	8,17 ± 0,14	8,46 ± 0,22	5,25 ± 0,32	5,37 ± 0,31
	12‰	27,39 ± 0,14	28,96 ± 0,64	8,29 ± 0,17	8,47 ± 0,22	5,31 ± 0,34	5,44 ± 0,34
	0‰	27,43 ± 0,21	29,03 ± 0,63	8,15 ± 0,14	8,47 ± 0,27	5,05 ± 0,19	5,36 ± 0,34
2‰	4‰	27,42 ± 0,20	29,05 ± 0,64	8,16 ± 0,18	8,49 ± 0,24	5,05 ± 0,18	5,29 ± 0,27
	8‰	27,44 ± 0,20	29,00 ± 0,54	8,15 ± 0,16	8,48 ± 0,23	5,11 ± 0,27	5,26 ± 0,29
	12‰	27,45 ± 0,22	29,18 ± 0,58	8,21 ± 0,19	8,53 ± 0,22	5,13 ± 0,27	5,42 ± 0,29

Ghi chú: Số liệu thể hiện là trung bình ± Độ lệch chuẩn.

3.2. Tăng trưởng về khối lượng và chiều dài

Kết quả cho thấy không có ảnh hưởng đồng thời giữa độ mặn giai đoạn ấp và ương, cũng như ảnh hưởng riêng lẻ của từng nhân tố lên sinh trưởng về khối lượng và chiều của cá ($p > 0,05$). Khối lượng (W_c) của cá khi kết thúc thí nghiệm dao động từ 0,18 - 0,33g. Cá đạt khối lượng cao nhất ở nghiệm thức có độ mặn ấp 1‰ và ương 4‰ ($0,33 \pm 0,06g$) và thấp nhất ở nghiệm thức có độ mặn ấp và ương là 0‰ (0,18

$\pm 0,04g$) (Bảng 2). Xét về yếu tố độ mặn khi ương, cá đạt khối lượng lớn nhất ở độ mặn 4‰ và sự khác biệt có ý nghĩa thống kê so với 0‰ ($p < 0,05$). Bên cạnh đó tốc độ tăng trưởng tương đối về khối lượng (SGR_w) ở các nghiệm thức dao động từ 20,7-23,2 %/ngày và đạt giá trị cao nhất ở nghiệm thức áp độ mặn 1‰ và ương ở độ mặn 4‰. Chiều dài của cá dao động từ 2,33 tới 2,93cm, tốc độ tăng trưởng về chiều dài tương đối dao động từ 7,93 - 8,78 (%/ngày) và khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$).

Bảng 2: Tăng trưởng về khối lượng và chiều dài của cá tra ở các mức độ mặn ấp và ương khác nhau

	Độ mặn ấp	Độ mặn ương	W_c (g)	SGR_w (%/ngày)	L_c (cm)	SGR_L (%/ngày)
0‰		0‰	0,18±0,04	20,68±1,05	2,33±0,12	7,93±0,20
		4‰	0,30±0,16	22,40±2,40	2,93±0,77	8,75±1,08
		8‰	0,25±0,03	22,13±0,50	2,87±0,21	8,78±0,29
		12‰	0,27±0,07	22,41±1,04	2,80±0,23	7,35±2,82
1‰		0‰	0,26±0,09	22,14±1,38	2,60±0,36	8,35±0,55
		4‰	0,33±0,06	23,16±0,81	2,88±0,24	8,78±0,34
		8‰	0,29±0,06	22,62±1,08	2,89±0,45	8,78±0,61
		12‰	0,29±0,07	22,60±1,17	2,61±0,23	8,38±0,35
2‰		0‰	0,25±0,03	22,16±0,50	2,55±0,10	8,31±0,17
		4‰	0,27±0,09	22,37±1,27	2,80±0,62	8,61±0,83
		8‰	0,23±0,04	21,74±0,88	2,44±0,16	8,12±0,27
		12‰	0,27±0,08	22,34±1,20	2,52±0,23	8,24±0,36
Ấp		0%	0,25±0,09	21,90±1,48	2,61± 0,68	8,20±1,49
		1%	0,29±0,07	22,63±1,08	2,74±0,33	8,57±0,48
		2%	0,26±0,06	22,15±0,94	2,58±0,34	8,32±0,47
Ương		0‰	0,23±0,06 ^a	21,66±1,19	2,49±0,24	8,20±0,37
		4‰	0,30±0,10 ^b	22,64±1,53	2,87±0,54	8,71±0,74
		8‰	0,26±0,05 ^{ab}	22,16±0,86	2,74±0,35	8,56±0,50
		12‰	0,28±0,07 ^{ab}	22,45±1,04	2,48±0,61	7,99±1,57
P-value		Độ mặn ấp	0,306	0,225	0,593	0,352
		Ương	0,153	0,212	0,153	0,117
		Ấp*Ương	0,885	0,772	0,831	0,530

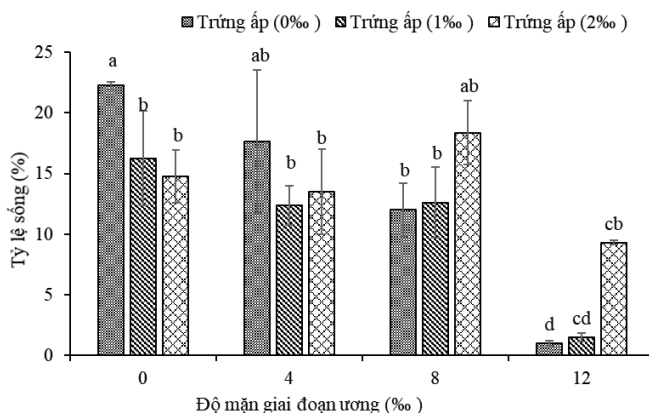
Ghi chú: Số liệu thể hiện là trung bình ± Độ lệch chuẩn.

Kết quả hiện tại tương đồng với các nghiên cứu trước đây về ảnh hưởng độ mặn lên tăng trưởng của cá tra. Cụ thể, nghiên cứu của Phuc (2015) cho thấy độ mặn từ 0‰ đến 10‰ không có ảnh hưởng đến tăng trưởng của cá, tăng trưởng khối lượng đạt cao nhất ở 10‰ giảm khi độ mặn 14‰ khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) [20]. Trong nghiên cứu của Hieu (2022), khi cho cá tra bột 10 ngày tuổi được thuần hóa ở các độ mặn 0, 5, 10, 15 và 20‰ trong 10 ngày cho thấy khối lượng của cá ở các độ mặn 0, 5 và 10‰ gần như tương đương nhau, khi độ mặn tăng lên 15 - 20‰ thì khối lượng của cá thấp hơn ($p < 0,05$). Đối với cá tra giai đoạn giống, sau 20 ngày thuần hóa với các độ mặn như trên và tiếp tục nuôi trong 14 ngày thì khối lượng cao nhất ở độ mặn 5‰ [16].

3.3. Tỷ lệ sống

Sau 35 ngày ương tỷ lệ sống của cá ở các nghiệm thức giảm dần theo độ mặn, dao động

từ 1-22,25% (Hình 1) và chịu ảnh hưởng tương tác của độ mặn ương và áp ($p < 0,05$). Bên cạnh đó, kết quả cũng cho thấy có sự khác biệt về tỷ lệ sống ở các mức độ mặn giữa các nhóm cá. Khi ương ở nước ngọt, nhóm cá nở trong nước ngọt có tỷ lệ sống ($22,25 \pm 0,64\%$) cao hơn có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nhóm cá nở trong 1‰ ($16,25 \pm 7,7\%$) và 2‰ ($14,75 \pm 4,3\%$). Tuy nhiên khi độ mặn ương càng tăng thì tỷ lệ sống của nhóm cá được áp trong nước lợ có xu hướng cao hơn so với nhóm cá có trứng được áp trong nước ngọt. Cụ thể ở nghiệm thức ương 8‰, tỷ lệ sống của nhóm cá có trứng được áp ở 2‰ có tỷ lệ sống ($18,3 \pm 5,25\%$) cao hơn hai nhóm còn lại, nhưng sự khác biệt này không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Tuy nhiên, sự khác biệt này càng rõ nét (có ý nghĩa thống kê: $p < 0,05$) ở mức ương 12‰, với tỷ lệ sống của nhóm áp ở 2‰, 1‰ và 0‰ lần lượt là $9,3 \pm 0,3\%$, $1,5 \pm 0,7\%$ và $1,0 \pm 0,4\%$.



Hình 1: Tỷ lệ sống của cá khi áp và ương ở những độ mặn khác nhau.

Kết quả từ nghiên cứu này phù hợp với kết quả của Ha & cs., (2021) khi ương cá tra trong các điều kiện độ mặn khác nhau, tỷ lệ sống cá ương không khác biệt từ 0 - 9‰, nhưng giảm ở mức 12‰ ($p < 0,05$) [14]. Tương tự nghiên cứu của Phuc (2015) trên cá tra giống cho rằng tỷ lệ sống của cá không khác biệt từ 0 - 10‰, nhưng giảm mạnh ở 14‰ ($p < 0,05$) [21]. Kết quả nghiên cứu hiện tại cũng cho thấy việc tiếp xúc với độ mặn từ sớm (ở giai đoạn phôi) có ảnh hưởng đáng kể lên khả năng chống chịu của cá tra với độ mặn khi trưởng thành. Kết quả nghiên cứu được trình bày ở Hình 1 cho

thấy, nhóm cá được áp trong điều kiện mặn sớm, sẽ có khả năng chống chịu với điều kiện độ mặn tốt hơn so với nhóm còn lại. Kết quả này tương đồng với kết quả trước đó từ nghiên cứu của Hieu (2022) cho thấy cá tra tiếp xúc sớm (sóc) với môi trường nước mặn 5‰ ở giai đoạn cá bột trong 5 ngày có sự thay đổi mức độ biểu hiện gen liên qua đến điều hòa áp suất thẩm thấu, miễn dịch, stress dẫn đến tăng tỷ lệ sống và tăng trưởng khi cá tiếp xúc với độ mặn ở giai đoạn giống [16]. Trên thế giới, một số nghiên cứu cho thấy khi sinh vật tiếp xúc với điều kiện môi trường khắc nghiệt ở giai đoạn

sớm thì chúng có khả năng chống chịu với môi trường đó tốt hơn ở các giai đoạn phát triển sau [13], [19]. Trên ấu trùng của hàu, khi sống trong môi trường có pH thấp ở giai đoạn ấu trùng, thì ở giai đoạn trưởng thành sẽ có khả năng chống chịu tốt hơn trong môi trường pH thấp [8].

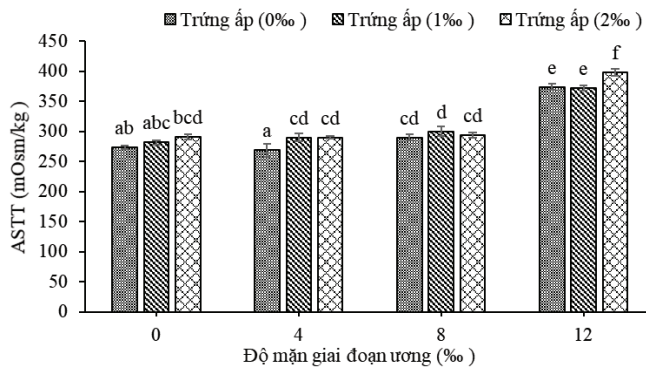
Hiện tượng này có thể được giải thích thông qua cơ chế ngoại di truyền [13], [19]. Ngoại di truyền được định nghĩa là các quá trình chuyển hóa dưới cấp độ phân tử có thể dẫn đến sự thay đổi kiểu hình thông qua sự thay đổi biểu hiện gene mà không làm thay đổi vật liệu di truyền của sinh vật (DNA) và đôi khi yếu tố ngoại di truyền này có thể được truyền lại cho thế hệ sau [22]. Không giống như vật liệu di truyền DNA, các yếu tố ngoại di truyền có bị ảnh hưởng bởi các tác nhân kích thích ngoài môi trường như ánh sáng, độc tố, nhiệt độ, và cả độ mặn [28], [8]. Trên cá tra, các nghiên cứu của Hieu (2022) [16] cho thấy, có sự ảnh hưởng của độ mặn lên sự thay đổi các yếu tố ngoại di truyền ở giai đoạn phát triển sớm của cá tra, từ khi

trứng thụ tinh đến 6 ngày tuổi. Nghiên cứu của Hieu (2022) cũng cho thấy, khi gây sốc cá bột với nước mặn 5‰ trong 5 ngày, sẽ làm thay đổi mức độ biểu hiện gen liên qua đến điều hòa áp suất thẩm thấu, miễn dịch, stress dẫn đến tăng tỷ lệ sống và tăng trưởng khi cá tiếp xúc với độ mặn ở giai đoạn sau [16].

3.4. Áp suất thẩm thấu

Kết quả thí nghiệm cho thấy độ mặn áp, độ mặn ương và sự tương tác của 2 yếu tố này có ảnh hưởng đến ASTT của cá tra sau 35 ngày ương ($p < 0,05$) (Hình 2). Cụ thể, ASST trung bình tăng dần khi ương cá từ độ mặn 0‰ ($282 \pm 8,5$ mOsm/kg) đến 12‰ ($381 \pm 14,5$ mOsm/kg). Trong cùng độ mặn ương các nhóm cá khi trứng được ấp ở 1‰ và 2‰ có ASTT cao hơn khi được ấp 0‰. Ở nghiệm thức ương 12‰, nhóm cá có trứng được ấp ở độ mặn 2‰ có ASST cao nhất ($398 \pm 12,8$ mOsm/kg) ASTT, khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nhóm cá có trứng được ấp ở 0‰ ($374 \pm 9,8$ mOsm/kg) và 1‰ ($372 \pm 7,5$ mOsm/kg).

Các nghiên cứu khác cũng cho thấy rằng



Hình 2: Áp suất thẩm thấu (mOsm/kg) của cá tra ấp và ương các độ mặn khác nhau.

ASTT của cá tra tăng với sự gia tăng của độ mặn. Trong nghiên cứu của Trần Thị Khánh Linh (2015), ASTT của cá tra giống ở 0‰ ($265,83$ mOsm/kg) khác biệt đáng kể so với cá ở nghiệm thức 2‰ và 4‰ lần lượt là $284,50$ mOsm/kg và $287,67$ mOsm/kg, và tăng đột ngột khi độ mặn lên đến 10 và 12‰ ($328,83$ và $335,67$ mOsm/kg) ($p < 0,05$) [3]. Nghiên cứu của Đỗ Thị Thanh Hương và Trần Nguyễn Thế Uyên (2012) ở cá tra giai đoạn từ bột lên giống cho thấy ASTT trung bình của máu cá tăng dần từ nước ngọt 0‰ ($225 \pm 42,68$ mOsm/

kg) đến độ mặn 23‰ ($506 \pm 43,76$ mOsm/kg), điểm đẳng áp là 9‰ ($283 \pm 34,66$ mOsm/kg) [2]. Theo Hieu (2022) ASTT của cá tra cao nhất ở 20‰ ($510 \pm 33,7$ mOsmol/kg) và thấp nhất ở 0‰ ($216 \pm 9,3$ mOsmol/kg) ($p < 0,001$), sự khác biệt giữa các nghiệm thức 0‰ và 5‰ là không đáng kể [16]. Kết quả từ thí nghiệm này cũng cho thấy xu hướng các nhóm cá ấp ở độ mặn cao thì ASTT sẽ cao hơn khi ương trong môi trường nước lợ, đặc biệt là ở độ mặn 12‰. Nghiên cứu của Hai & cs. (2022) cũng cho thấy khi nuôi ở 15-20‰, nhóm cá tra từ

đàn cá bố mẹ sống trong điều kiện nước lợ có ASTT cao hơn và khả năng sinh trưởng tốt hơn so với nhóm cá có bố mẹ sống trong điều kiện nước ngọt [15]. Theo Hai & cs. (2022) và Varsamos & cs. (2005) trong cùng điều kiện độ mặn, nhóm cá có ASST thâm thấu cao hơn sẽ tiêu hao ít năng lượng hơn cho quá trình điều hòa ASTT dẫn tới tăng khả năng thích nghi và sống sót trong môi trường có độ mặn cao [15], [27]. Kết quả này phần nào giải thích cho khả năng sống sót tốt hơn của nhóm cá được áp ở 2‰ khi ương ở 12‰ (Hình 1).

3.5. Hoạt tính enzyme tiêu hóa trong ruột và dạ dày

Hoạt tính các enzyme tiêu hóa của cá được trình bày trong Bảng 3. Kết quả cho thấy hoạt tính trypsin, pepsin, amylase không bị ảnh

hưởng tương tác giữa độ mặn áp và độ mặn ương ($p > 0,05$). Tuy nhiên sau 35 ngày ương thì các hoạt tính bị ảnh hưởng bởi độ mặn ương ($p < 0,05$). Hoạt tính enzyme trypsin, pepsin, amylase có xu hướng tăng ở các độ mặn ương và có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở 12‰ ($p < 0,05$). Hoạt tính chymotrypsin chịu ảnh hưởng của độ mặn áp và độ mặn ương cũng như sự tương tác giữa 2 nhân tố này ($p < 0,05$). Hoạt tính chymotrypsin tăng khi độ mặn tăng, giao động từ $140 \pm 37,6$ U/phút/mg protein đến $471 \pm 127,3$ U/phút/mg protein. Khi áp cùng một độ mặn các nghiệm thức ương 12‰ và 8‰ có hoạt tính enzyme cao khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức khi ương ở các độ mặn 0‰ và 4‰.

Bảng 3: Hoạt tính enzyme tiêu hóa (Pepsin, Trypsin, Chymotrypsin Amylase) của cá tra khi áp và ương ở các độ mặn khác nhau (U/phút/mg protein).

Độ mặn áp	Độ mặn ương	Pepsin	Trypsin	Chymotrypsin	Amylase
0‰	0‰	0,395±0,082	0,032±0,011	140 ± 37,6 ^a	2,93±0,23
	4‰	0,372±0,111	0,027±0,002	200±43,5 ^{ab}	2,81±0,62
	8‰	0,390±0,046	0,032±0,010	154± 22,7 ^a	2,58±0,86
	12‰	0,388±0,102	0,055±0,022	305± 47,1 ^{bcd}	3,98±0,99
1‰	0‰	0,351±0,131	0,043±0,012	151± 68,3 ^a	2,62±0,32
	4‰	0,381±0,051	0,034±0,020	140 ± 37,0 ^a	3,09±0,54
	8‰	0,380±0,054	0,029±0,017	382± 97,2 ^{dc}	3,38±0,77
	12‰	0,548±0,157	0,093±0,030	471±127,3 ^c	4,45±0,59
2‰	0‰	0,354±0,131	0,039±0,015	207± 59,8 ^{ab}	3,30±0,54
	4‰	0,364±0,067	0,041±0,024	246±104,3 ^{abc}	3,26±0,44
	8‰	0,357±0,082	0,033±0,011	346± 139,6 ^{cd}	3,15±0,62
	12‰	0,464±0,043	0,069±0,038	252±122,5 ^{abc}	3,55±0,23
Áp	0%	0,386±0,083 ^A	0,036±0,016 ^A	200±74,8	3,07±0,88 ^A
	1%	0,416±0,131 ^A	0,050±0,033 ^A	286±166,0	3,39±0,87 ^A
	2%	0,385±0,094 ^A	0,045±0,026 ^A	263±58,7	3,31±0,47 ^A
Ương	0‰	0,366±0,112 ^A	0,038±0,012 ^A	166±36,3	2,95±0,46 ^A
	4‰	0,372±0,077 ^A	0,034±0,017 ^A	195±53,1	3,04±0,54 ^A
	8‰	0,375±0,061 ^A	0,031±0,012 ^A	294±122,0	3,30±0,80 ^A
	12‰	0,467±0,124 ^B	0,072±0,034 ^B	342±114,0	4,02±0,75 ^B
P-value	Áp	0,485	0,072	0,009	0,196
	Ương	0,007	0,000	0,000	0,000
	Áp*Ương	0,248	0,262	0,001	0,060

Ghi chú: Số liệu thể hiện là trung bình ± Độ lệch chuẩn. Các ký tự khác nhau (A, B) (a, b, c, d, e) trong cùng một cột thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Theo Hieu (2022) hoạt động của enzyme tiêu hóa trên cá tra giai đoạn giống có xu hướng tăng theo độ mặn, amylase tăng ở nghiệm thức 15‰ và 20‰ khác biệt so với nghiệm thức 0‰ và 5‰ [16]. Nghiên cứu của Nguyễn Diệu Ái và ctv, (2024) trên cá tra giống sau 60 ngày nuôi thì amylase bị ảnh hưởng bởi độ mặn và hoạt tính có xu hướng tăng khi độ mặn tăng [1]. Cụ thể, khi cá được nuôi ở độ mặn 3‰ có hoạt tính amylase là $0,89 \pm 0,12$ U/phút/mg protein thấp hơn so với độ mặn 9‰ ($1,06 \pm 0,04$ U/phút/mg protein). Ngoài ra, pepsin và amylase ở cá lóc (*Channa striata*) thể hiện xu hướng tăng từ nước ngọt đến 9‰ [18]. Sự gia tăng này có thể giải thích bởi hoạt động phân giải protein bằng axit (chủ yếu được tạo ra bởi hoạt động enzyme như pepsin) yếu hơn trong môi trường có độ mặn thấp [26]. Hoạt động của enzyme ở cá tra có thể liên quan đến sự tăng hấp thu nước nhằm điều chỉnh quá trình phân giải protein bằng axit trong đường ruột. Nhiều nghiên cứu cho thấy độ mặn gây ra sự gia tăng hoạt động của enzyme và cũng có thể ức chế hoạt động của enzyme nếu vượt quá phạm vi độ mặn thích hợp của loài [11],[30]. Enzyme tiêu hóa ảnh hưởng đến sự hấp thụ và chuyển hóa chất dinh dưỡng, còn độ mặn có ảnh hưởng đến hoạt động và hiệu quả của quá trình này. Ảnh hưởng của độ mặn đến hoạt động của các enzyme tiêu hóa ở cá phụ thuộc vào loài, giai

đoạn sống, phạm vi độ mặn và thời gian tiếp xúc của cá [27].

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1 Kết luận

Độ mặn áp và ương không ảnh hưởng đến tăng trưởng của cá tra ở giai đoạn cá hương, nhưng tác động lên tỷ lệ sống, ASTT và một số enzyme tiêu hóa. Tỷ lệ sống của nhóm cá có trứng ấp trong nước lợ cao hơn so với nhóm cá có trứng được ấp trong nước ngọt khi độ mặn ương tăng. ASTT của cá chịu tác động độ mặn áp và ương cũng như sự tương tác của chúng. Nhóm cá được ấp ở độ mặn 2‰ có xu hướng tăng ASTT và tỷ lệ sống khi tiếp xúc với môi trường mặn ở giai đoạn ương. Hoạt tính trypsin, pepsin, amylase không bị ảnh hưởng của độ mặn áp nhưng bị ảnh hưởng bởi độ mặn ương. Kết quả này cho thấy khi cá tiếp xúc sớm với độ mặn (ở giai đoạn phôi) sẽ làm tăng khả năng điều hòa áp ASTT cũng như là tăng khả năng thích ứng với độ mặn ở giai đoạn ương.

4.2 Kiến nghị

Cần tiếp tục nghiên cứu về biểu hiện gen, cơ chế ngoại di truyền để đánh giá sâu hơn về ảnh hưởng của tiếp xúc sớm với độ mặn lên khả năng thích ứng với độ mặn ở giai đoạn sau của cá tra.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại Học Cần Thơ (Mã số: T2023-165).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Nguyễn Diệu Ái, Nguyễn Thị Kim Hà, Nguyễn Thanh Phương và Đỗ Thị Thanh Hương (2024). Ảnh hưởng kết hợp của nước phèn và độ mặn lên tăng trưởng và enzym tiêu hóa của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) giống. CTU J. Sci. 60, 190–202.
2. Đỗ Thị Thanh Hương và Trần Nguyễn Thế Quyên (2012). Nghiên cứu ảnh hưởng của độ mặn lên sự phát triển phôi và điều hòa áp xuất thẩm thấu của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) giai đoạn cá bột và cá hương. Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Số 21b (2012) Trang: 29-37.
3. Trần Thị Khánh Linh (2015). Ảnh hưởng kết hợp nhiệt độ và độ mặn lên một số chỉ tiêu sinh lý và tăng trưởng của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) giống. Luận văn tốt nghiệp cao học ngành nuôi trồng thủy sản Trường Đại Học Cần Thơ.
4. Trương Quốc Phú (2006). Giáo trình Quản lý chất lượng nước nuôi thủy sản. Khoa thủy sản Đại học Cần Thơ. 178 trang.
5. Dương Thúy Yên, Đào Minh Hải, Đặng Quang Hiếu, Bùi Minh Tâm, Phạm Thanh Liêm, Bùi Thị Bích

Hằng, Đỗ Thị Thanh Hương, Patrick Kestemont, Frédéric Farnir và Nguyễn Thanh Phương (2022). Phát triển dòng cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) chịu mặn thích ứng với biến đổi khí hậu. *Can Tho Univ. J. Sci.* 58, 79–90.

- VASEP (2024). Xuất khẩu cá tra dự báo tăng trưởng mạnh nửa cuối năm 2024. <https://vasep.com.vn/san-pham-xuat-khau/ca-tra/xuat-nhap-khau/xuat-khau-ca-tra-du-bao-tang-truong-manh-nua-cuoi-nam-2024-30282.html>. Ngày truy cập 15/07/2024.

Tiếng Anh

- Anh N.A., Truong, M.H., Verreth, J.A.J., Leemans, R., Bosma (2015). Exploring the climate change concerns of striped catfish producers in the Mekong Delta, Vietnam. *Springerplus* 4, 1–8.
- Artemov, A. V.; Mugue, N.S.; Rastorguev, S.M.; Zhenilo, S.; Mazur, A.M.; Tsygankova, S. V., 2017. Genome-Wide DNA Methylation Profiling Reveals Epigenetic Adaptation of Stickleback to Marine and Freshwater Conditions. *Mol. Biol. Evol.* 34, 2203–2213.
- Bernfeld, P. (1951). Enzymes of starch degradation and synthesis. *Advances in enzymology and related areas of molecular biology*, 12, 379-428.
- Boyd, C.E., 1998. Water quality for ponds Aquaculture. Research and Development Series No.43, August 1998, Alabama, 37 pps.
- Chen, P. (1998). Effects of salinity on digestive enzyme activity of *Pagrosomus major* young fish. *Journal Xiamen University Natural Science*, 37, 756-761. (English Abstract).
- De Silva, S.S., Soto, D., 2009. Climate change and aquaculture: potential impacts, adaptation and mitigation. In: *Climate change implications for fisheries and aquaculture: Overview of current scientific knowledge*. Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 583. FAO, Rome. 10–13.
- Gavery, M.R.; Roberts, S.B (2017). Epigenetic Considerations in Aquaculture. *PeerJ* 2017.
- Ha, N.T.K., Nguyen, T.E., Nguyen, M.N., Yasuaki, T., Nguyen, T.P., Do, T.T.H (2021). Effects of salinity on growth performance, survival rate, digestive enzyme activities and physiological parameters of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) at larval stage. *Can Tho Univ. J. Sci.* 13, 1–9.
- Hai, D.M., Duong Thuy, Y., Pham Thanh, L., Bui Minh, T., Kestemont, P., Nguyen Thanh, P., Farnir, F., (2022). Selective breeding of saline-tolerant striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) for sustainable catfish farming in climate vulnerable Mekong Delta, Vietnam. *Aquac. Reports* 25, 101263.
- Hieu, D. Q. (2022). Impact of salinity on striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) and strategies to improve its adaptation to brackish water (Doctoral dissertation). University of Namur, Belgium.
- IPCC, 2007. *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 University Press, Cambridge, UK. 976pp.
- Lan, T. T. P., Hien, T. T. T., Tu, L. T. C., Khanh, N. V., Haga, Y., & Phu, T. M. (2020). Salinization intensifies the effects of elevated temperatures on *Channa striata*, a common tropical freshwater aquaculture fish in the Mekong Delta, Vietnam. *Fisheries science*, 86, 1029-1036.
- Moghadam, H.; Mørkøre, T.; Robinson, N. Epigenetics-Potential for Programming Fish for Aquaculture? *J. Mar. Sci. Eng.* 2015, 3, 175–192.
- Phuc, N. T. H. (2015). Effects of temperature and salinity on growth performance in cultured tra catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) in Vietnam (Doctoral dissertation). Queensland University of Technology, Brisbane, Australia.

21. Schmitz, M., Mandiki, S.N.M., Douxfils, J., Ziv, T., Admon, A., Kestemont, P., 2016. Synergic stress in striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) exposed to chronic salinity and bacterial infection: Effects on kidney protein expression profile. *J. Proteomics* 142, 91–101.
22. Senaldi, L.; Smith-Raska, M. Evidence for Germline Non-Genetic Inheritance of Human Phenotypes and Diseases. *Clin. Epigenetics* 2020, 12, 1–12.
23. Thao, N.L., Ha, N.T.K., Phuong, N.T., Phuc, N.T.H., 2013. Effects of salinity of growth and cortisol of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Can Tho Univ. J. Sci.* 25, 1–10.
24. Taugbol, A., Arntsen, T., Ostbye, K., Vøllestad, L.A., 2014. Small changes in gene expression of targeted osmoregulatory genes when exposing marine and freshwater threespine stickleback (*gasterosteus aculeatus*) to abrupt salinity transfers. *PLoS One* 9, e106894.
25. Tseng, H.C., Grendell, J.H. & Rothman, S. S. (1982). Food, duodenal extracts, and enzyme secretion by the pancreas. *Am. J. Physiol.*, 243, 304–312.
26. Vargas-Chacoff L, Saavedra E, Oyarzún R et al (2015) Effects on the metabolism, growth, digestive capacity and osmoregulation of juvenile of Sub-Antarctic Notothenioid fish *Eleginops maclovinus* acclimated at different salinities. *Fish Physiol Biochem* 41:1369–1381.
27. Varsamos, S., Nebel, C., Charmantier, G., 2005. Ontogeny of osmoregulation in postembryonic fish: a review. *Comp. Biochem. Physiol. - A Mol. Integr. Physiol.* 141, 401–429.
28. Wang, Z.; Gerstein, M.; Snyder, M. RNA-Seq a Revolutionary Tool for Transcriptomics. 2009, 10, 57–63.
29. Worthington, T.M. (1982). *Enzymes and Related Biochemicals*. Biochemical Products Division, Worthington Diagnostic System, Freehold, NJ, USA.
30. Yin, F., Peng, S. M., Sun, P. & Shi, Z. H. (2010). Effects of low salinity on digestive enzyme activity in intestinal tract of juvenile silver pomfret (*Pampus argenteus*). *Journal of Marine Fisheries*, 2.