

ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ KẾT HỢP ĐỘ MẶN LÊN SINH LÝ, TĂNG TRƯỞNG VÀ MEN TIÊU HÓA CỦA CÁ LÓC (*Channa striata*) GIAI ĐOẠN CÁ BỘT LÊN CÁ GIỐNG

Đỗ Thị Thanh Hương*, Nguyễn Thị Kim Hà, Nguyễn Tinh Em,

Nguyễn Thanh Phương

Trường Đại học Cần Thơ

* Tác giả liên hệ: dtthuong@ctu.edu.vn

Nhận bài: 26/11/2021

Hoàn thành phản biện: 08/01/2022

Chấp nhận bài: 12/01/2022

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng kết hợp của nhiệt độ và độ mặn lên sinh lý, tăng trưởng và hoạt tính enzyme tiêu hoá của cá lóc (*Channa striata*) giai đoạn cá bột lên cá giống. Cá bột được ương ở 3 mức nhiệt độ (27°C, 30°C và 33°C) kết hợp với 3 mức độ mặn (0, 5 và 10‰). Kết quả cho thấy độ mặn và nhiệt độ không ảnh hưởng đến các chỉ tiêu hồng cầu, hemoglobin và hematocrit của cá. Tuy nhiên, số lượng bạch cầu giảm ở nghiệm thức độ mặn 27°C-5‰, 30°C-5‰ và nhóm nhiệt độ 33°C. Nồng độ glucose giảm có ý nghĩa ở nhóm độ mặn 5‰ so với 0‰ ($p < 0,05$). Nồng độ ion Cl^- của cá tăng khi nhiệt độ và độ mặn tăng nhưng điều hòa áp suất thẩm thấu và Na^+ không bị ảnh hưởng. Độ mặn và nhiệt độ không làm thay đổi hoạt tính amylase, trypsin và pepsin nhưng chymotrypsin trong ruột cá giảm ở nghiệm thức độ mặn và nhiệt độ cao. Cá đạt khối lượng cao nhất ở 27°C-0‰ và tỷ lệ sống cao nhất ở 33°C-0‰. Như vậy, độ mặn kết hợp nhiệt độ cao có ảnh hưởng đến tăng trưởng của cá lóc ở giai đoạn này.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu, Pepsin, Chymotrypsin, Amylase, Áp suất thẩm thấu

THE COMBINED EFFECTS OF TEMPERATURE AND SALINITY ON PHYSIOLOGICAL PARAMETERS, DIGESTIVE ENZYME ACTIVITIES AND GROWTH PERFORMANCE OF STRIPED SNAKEHEAD FISH (*Channa striata*) FROM LARVAE TO JUVENILE STAGE

Do Thi Thanh Huong*, Nguyen Thi Kim Ha, Nguyen Tinh Em,

Nguyen Thanh Phuong

Can Tho University

ABSTRACT

The combined effects of elevated temperature and salinity on physiological parameters, growth and enzymatic activities of striped snakehead (*Channa striata*) from larvae to juvenile stage were investigated. Larvae were reared at three temperature levels (27°C, 30°C and 33°C) in combination with three salinities (0, 5 and 10‰). The results showed that temperature and salinity did not influence the haematological parameters of fish such as red blood cells, haemoglobin concentration and haematocrit value. The number of white blood cells decreased at treatments 27°C-5‰, 30°C-5‰ and 33°C treatments. Glucose concentration decreased significantly at 5‰ treatment compared to those at 0‰ treatment ($p < 0,05$). The Cl^- ion concentration in plasma raised with the increase of temperatures and salinities, while osmolality and Na^+ ion concentration were not affected by these two environmental factors. Temperature and salinity did not show their impacts on the amylase, trypsin and pepsin activities, however, the chymotrypsin activities in intestine were reduced at high temperature and salinity. The highest weight was shown at the 27°C-0‰ treatment with the highest survival rate being recorded at the 33°C-0‰ treatment. This study proves that the combination of temperature and salinity potentially influences the striped snakehead at the larvae to juvenile stage.

Keywords: Climate change, Pepsin, Chymotrypsin, Amylase, Osmolality

1. MỞ ĐẦU

Cá lóc (*Channa striata*) là loài nước ngọt phổ biến ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), cá được nuôi với nhiều hình thức khác nhau như nuôi ao, bể lót bạt, giai lưới,... Nghề nuôi cá lóc đang phát triển rất nhanh ở một số tỉnh vùng ĐBSCL như An Giang, Đồng Tháp và Trà Vinh,... với sản lượng 238.850 tấn năm 2016 (Huỳnh Văn Hiền và cs., 2018). Cá lóc có cơ quan hô hấp khí trời, sống tốt trong điều kiện môi trường khắc nghiệt, nước lợ hoặc nhiệt độ cao trên 30°C (Dương Nhựt Long và cs., 2017). Trong bối cảnh biến đổi khí hậu thì sự thay đổi nhiệt độ, độ mặn đã trở thành vấn đề quan tâm của nghề nuôi trồng thủy sản cả nước, đặc biệt là vùng ĐBSCL do vùng này được IPCC (2007) dự đoán là một trong những vùng chịu ảnh hưởng nặng bởi biến đổi khí hậu toàn cầu. Theo Bộ Tài Nguyên và Môi Trường (2016) thì mực nước biển sẽ dâng 75 cm (dao động 52 - 106 cm) vào cuối thế kỷ này sẽ có sự xâm nhập mặn vào khu vực nội đồng. Bên cạnh, sự ấm lên toàn cầu do nhiệt độ tăng cao hơn nhiệt độ trung bình của bề mặt trái đất 3 - 4°C (IPCC, 2018), ở Việt Nam thì nhiệt độ trung bình sẽ tăng lên 33°C vào cuối thế kỷ 21 (IPCC, 2014) sẽ ảnh hưởng đến nghề nuôi thủy sản.

Các nghiên cứu gần đây cho thấy nhiệt độ và độ mặn ảnh hưởng đến các yếu tố sinh lý và tăng trưởng của một số loài cá. Huong và cs. (2021) cho rằng cá lóc bột có khả năng chịu đựng nhiệt độ khá rộng từ 10 - 40°C, nhiệt độ tăng làm tăng số lượng hồng cầu và hemoglobin, tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá cao nhất ở 30°C. Heath (1995) cho rằng nhiệt độ cũng sẽ trở thành yếu tố bất lợi khi tăng hoặc giảm quá vượt ngưỡng thích hợp. Nhiệt độ quá thấp hoặc quá cao gây stress cho cá biểu hiện qua tăng cortisol hoặc glucose trong huyết tương (Ha và cs., 2017, Đỗ Thị Thanh Hương và cs., 2020a và Huong và cs., 2021). Ảnh hưởng của độ mặn lên cá nước ngọt cũng được nghiên cứu trên nhiều loài cá nước ngọt như cá tra (Đỗ Thị Thanh Hương và Trần Nguyễn Thế Quyên, 2012 và Ha và cs., 2021), cá lóc (Đỗ Thị Thanh Hương và cs.,

2020b), cá rô đồng (Đỗ Thị Thanh Hương và cs., 2013), cá trê vàng lai (Phạm Thành Nam và Đỗ Thị Thanh Hương, 2011). Độ mặn có ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình điều hòa áp suất thẩm thấu (ASTT), ion, tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá. Theo Đỗ Thị Thanh Hương và cs. (2020b), độ mặn từ 0 đến 9‰ không ảnh hưởng đến các chỉ tiêu huyết học, sự điều hòa ASTT và ion của cá lóc bột sau 90 ngày ương; nhưng hoạt tính enzyme tiêu hóa trypsin giảm khi độ mặn cao hơn 6‰; tăng trưởng cá tốt nhất ở độ mặn từ 0 - 3‰. Theo Ha và cs. (2021) thì ASTT của cá tra bột sau 60 ngày ương không thay đổi ở độ mặn dưới 9‰; nồng độ ion Na⁺, K⁺ và Cl⁻ tăng ở độ mặn từ 6‰; và tăng trưởng của cá tăng ở độ mặn từ 0 - 9‰. Nguyễn Trường Tịnh (2013) ghi nhận cá lóc giống tăng trưởng tốt nhất khi nuôi ở độ mặn 6‰ và thấp nhất ở 12‰. Theo Lan và cs. (2020) thì nhiệt độ và độ mặn có ảnh hưởng tương tác lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá lóc giai đoạn giống; cá tăng trưởng cao nhất ở 31°C-0‰ và tỷ lệ sống cao nhất ở 28°C-6‰; tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá giảm thấp khi nhiệt độ tăng lên 34°C kết hợp với 6‰ và 9‰.

Nghiên cứu này tìm hiểu ảnh hưởng kết hợp của nhiệt độ và độ mặn lên các chỉ số sinh lý và sinh trưởng của cá lóc giai đoạn bột, giai đoạn nhạy cảm với các yếu tố môi trường để dự báo ảnh hưởng khi nhiệt độ và độ mặn thay đổi do biến đổi khí hậu.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguồn cá thí nghiệm

Trứng cá lóc (*Channa striata*) từ cùng một cặp cá bố mẹ được mua từ một cơ sở sản xuất giống tại thành phố Cần Thơ sau đó được ấp trong bể nhựa 1 m³ đến khi cá nở để thí nghiệm tại Khoa Thủy sản - Trường Đại học Cần Thơ.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Cá bột sau khi nở 24 giờ được bố trí ngẫu nhiên vào các bể composite có thể tích 500 L (chứa 250 L nước). Cá được ương 300 con/bể với 27 bể (9 nghiệm thức) gồm 3 độ mặn (0, 5 và 10‰) kết hợp với 3 nhiệt độ (27, 30 và 33°C) trong 90 ngày. Độ mặn và nhiệt

độ của các nghiệm thức được nâng 2‰ và 2°C/ngày. Độ mặn được nâng lên bằng nước ót (90%) đã xử lý bằng chlorine 30 mg/L, nhiệt độ 30 và 33°C sử dụng máy tăng nhiệt (EHEIM professionnel 4+ 350T), riêng nhiệt độ 27°C được duy trì ổn định bằng máy làm lạnh (Teco Seachill TR 10). Các nghiệm thức có độ mặn và nhiệt độ cao được nâng trước để tất cả các nghiệm thức đạt đến độ mặn và nhiệt độ thí nghiệm cùng lúc và bắt đầu thí nghiệm.

2.3. Chăm sóc và quản lý bể nuôi

Cá được cho ăn theo nhu cầu 4 lần/ngày (lúc 7:00, 11:00, 14:00 và 18:00). Trong 10 ngày đầu cho cá ăn *Moina* (mật độ 16 - 20 con/mL), ngày 11 đến 30 cho ăn *Moina* và có bổ sung thức ăn công nghiệp dạng bột 42% đạm (mật độ *Moina* được giảm dần từ 10 - 16 con/mL đến 5 - 10 con/mL và 0 - 5 con/mL) và tỷ lệ thức ăn công nghiệp tăng dần đến ngày 30. Ngày thứ 30 đến 60 cho cá ăn hoàn toàn thức ăn dạng bột 42% đạm (15% - 25% khối lượng cá) và sau ngày 60 đến ngày 90 cho cá ăn thức ăn viên nổi 40% đạm (cỡ viên 0,8 mm). Thức ăn thừa được vớt ra để hạn chế ô nhiễm môi trường trong bể ương. Làm sạch (siphon) đáy bể 3 ngày/lần và thay 30% nước bể ương nước hàng tuần. Số lượng cá chết được vớt ra và ghi nhận hằng ngày để ước tính lượng thức ăn và tỉ lệ sống.

2.4. Phương pháp thu và phân tích mẫu

Các chỉ tiêu sinh trưởng: Khối lượng cá ban đầu được xác định bằng cách cân 30 cá bằng cân phân tích (Sartorius CP2245, độ chính xác 0,0001 g). Sau 30, 60 và 90 ngày nuôi thì tất cả cá của từng bể được đếm và cân để xác định tỷ lệ sống và tăng trưởng. Tỷ lệ sống (SR), tốc độ tăng trưởng theo ngày (DWG) được tính theo các công thức:

$$SR (\%) = \frac{\text{Số cá cuối thí nghiệm}}{\text{Số cá ban đầu}} \times 100$$

$$DWG (\text{g/ngày}) = \frac{W_t - W_0}{t}$$

Trong đó: W_0 : Khối lượng cá ban đầu (g); W_t : Khối lượng cá khi kết thúc thí nghiệm (g); và t : thời gian nuôi (ngày)

Các chỉ tiêu sinh lý: Cuối thí nghiệm thu máu 3 cá/bể thí nghiệm. Máu cá được thu nhanh khoảng 1 phút để tránh gây stress cá. Sử dụng ống tiêm nhựa 1 mL có tráng heparin để thu 0,3 - 0,4 mL máu từ tĩnh mạch đuôi. Một phần mẫu được dùng để đo các chỉ tiêu huyết học là hồng cầu, bạch cầu, hemoglobin (Hb) và hematocrit (Hct); phần còn lại được ly tâm 6 phút (6.000 vòng/phút) để thu huyết tương phân tích glucose, ASTT, ion Cl^- và Na^+ .

Mật độ hồng cầu được xác định bằng cách nhuộm và pha loãng mẫu máu trong dung dịch Natt-Herrick và đếm bằng buồng đếm Neubauer (Natt-Herrick, 1952). Hemoglobin được đo bằng thuốc thử Drabkin (Oser, 1965). Hematocrit được xác định bằng ống hematocrit qua ly tâm 12.000 vòng/phút trong 3 phút. ASTT được đo bằng máy Advanced Instruments Osmometer (Model 3320, Mỹ); ion Na^+ được đo bằng máy Model Flame Photometer 420 (Anh); và Cl^- được đo bằng máy MKII Chloride Analyzer 926 (Anh). Hàm lượng glucose được phân tích theo phương pháp của Hugget và Nixon (1957).

Enzyme tiêu hóa: Cá sau khi thu mẫu máu thì thu mẫu ruột và dạ dày để phân tích men tiêu hóa (pepsin ở dạ dày, trypsin, chymotrypsin và amylase ở ruột). 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. Chymotrypsin và pepsin phân tích theo phương pháp Worthington (1982); trypsin theo phương pháp của Tseng cs. (1982) và amylase theo phương pháp của Bernfeld (1951).

Các yếu tố môi trường: Nhiệt độ, độ mặn, oxy hòa tan và pH ở mỗi bể thí nghiệm được ghi nhận 2 lần/ngày. Nhiệt độ và oxy hòa tan được đo bằng máy WTW Multi Oxi 3206. pH đo bằng máy WTW Multi 3510, độ mặn đo bằng khúc xạ kế RES-10ATC. Định kỳ 7 ngày thu mẫu nước ở mỗi bể (trước khi thay nước) và phân tích hàm lượng NO_2^- và TAN bằng phương pháp Indophenol blue và Griess lossway, Diazonium.

2.5. Xử lý số liệu

Các số liệu được tính giá trị trung bình và sai số chuẩn bằng phần mềm Excel 2013. 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 yếu tố môi trường bể ương

Nhiệt độ và độ mặn luôn được theo dõi và duy trì theo từng nghiệm thức trong suốt thời gian thí nghiệm. pH nước trong khoảng 7,38 - 7,83; TAN là 0,62 - 0,80 mg/L và NO_2^- là 0,45 - 0,61 mg/L. Oxy hòa dao động 5,71 đến 6,44 mg/L. Theo Trương Quốc Phú (2006) hàm lượng TAN thích hợp cho ao nuôi thủy sản là 0,2 - 2 mg/L và NO_2^- nhỏ hơn 1 mg/L. 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. Mật độ hồng cầu, bạch cầu, hemoglobin (Hb), hemaocrit (Hct) và glucose của cá lóc ương ở nhiệt độ và độ mặn khác nhau

Nghiệm thức	Hồng cầu (triệu tb/mm ³)	Bạch cầu (nghìn tb/mm ³)	Hb (g/100 mL)	Hct (%)	Glucose (mg/100 mL)	
27°C	0‰	3,49 ± 0,04	227 ± 22,7 ^{bc}	14,2 ± 3,40	42,7 ± 3,46	129 ± 12,2
	5‰	3,74 ± 0,02	182 ± 13,1 ^{ab}	12,6 ± 1,36	40,7 ± 4,01	91,5 ± 19,2
30°C	0‰	3,38 ± 0,26	272 ± 18,8 ^c	12,3 ± 1,64	39,9 ± 5,46	123 ± 5,37
	5‰	3,15 ± 0,52	193 ± 18,8 ^b	8,75 ± 1,66	35,1 ± 5,40	84,6 ± 4,79
33°C	0‰	3,34 ± 0,29	132 ± 8,61 ^a	11,4 ± 0,13	42,5 ± 2,03	146 ± 15,5
	5‰	3,70 ± 0,08	178 ± 17,1 ^{ab}	8,96 ± 1,08	32,2 ± 3,13	61,0 ± 8,20
Nhiệt độ	27°C	3,61 ± 0,06	204 ± 38,1	13,4 ± 2,37	41,7 ± 3,41	113 ± 12,4
	30°C	3,26 ± 0,27	232 ± 52,3	10,5 ± 1,85	37,5 ± 5,09	107 ± 7,93
	33°C	3,52 ± 0,16	155 ± 33,0	10,2 ± 1,04	37,4 ± 4,01	104 ± 20,6
Độ mặn	0‰	3,40 ± 0,12	210 ± 22,5	12,7 ± 2,02	41,7 ± 3,47	133 ± 6,87 ^a
	5‰	3,53 ± 0,18	184 ± 8,55	10,1 ± 1,62	36,0 ± 4,29	82,8 ± 8,32 ^b
P nhiệt độ	0,431	0,002	0,19	0,509	0,745	
P độ mặn	0,571	0,086	0,115	0,115	<0,001	
P nhiệt độ*độ mặn	0,524	0,009	0,867	0,604	0,075	

Số liệu thể hiện là $TB \pm SE$. Các giá trị trong cùng cột có chữ cái ^{a, b, c} khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

3.3. Áp suất thẩm thấu và các ion (Na^+ , Cl^-)

ASTT và ion Na^+ của cá lóc sau 90 ngày ương có xu hướng tăng theo nhiệt độ và độ mặn nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) giữa các nghiệm thức. Nồng độ

3.2. Các chỉ tiêu huyết học và nồng độ glucose

Sau 90 ngày ương, tất cả cá ở nghiệm thức 10‰ tăng trưởng rất chậm, chỉ đạt khối lượng trung bình $2,89 \pm 0,39$ g nên không thể thu được máu phân tích các chỉ tiêu sinh lý.

Bảng 1 cho thấy các chỉ tiêu huyết học (hồng cầu, Hb và Hct) cá không bị ảnh hưởng ở các nhiệt độ (27°C, 30°C và 33°C) và độ mặn (0 và 5‰) sau 90 ngày ương ($p > 0,05$). Riêng bạch cầu chịu sự tương tác của nhiệt độ và độ mặn, bạch cầu cao nhất ở nghiệm thức 30°C-0‰, khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức khác (trừ nghiệm thức 27°C-0‰) (Bảng 1). Nồng độ glucose của cá chỉ bị ảnh hưởng bởi độ mặn; cá ương ở nhóm 5‰ có nồng độ glucose giảm thấp ($82,8 \pm 8,32$ mg/100 mL) có ý nghĩa so với nhóm đối chứng ($133 \pm 6,87$ mg/100 mL) ($p < 0,05$).

ion Cl^- chịu ảnh hưởng tương tác của nhiệt độ và độ mặn ($p < 0,05$). Nồng độ ion Cl^- tăng ở nghiệm thức 30°C-5‰ và 33°C-5‰ lần lượt là $117 \pm 6,56$ mM và $116 \pm 1,01$ mM, khác có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$) (Bảng 2).

Bảng 2. Áp suất thẩm thấu và các ion (Na⁺ và Cl) của cá ương ở nhiệt độ và độ mặn khác nhau

Thử nghiệm		ASTT (mOsm/kg)	Na ⁺ (mM)	Cl ⁻ (mM)
27°C	0‰	284 ± 3,18	132 ± 0,81	101 ± 1,20 ^a
	5‰	288 ± 2,73	138 ± 4,71	103 ± 2,02 ^a
30°C	0‰	290 ± 3,18	137 ± 1,58	100 ± 2,61 ^a
	5‰	291 ± 1,86	140 ± 9,19	117 ± 6,56 ^b
33°C	0‰	283 ± 5,90	130 ± 5,16	95 ± 3,31 ^a
	5‰	298 ± 5,81	142 ± 4,24	116 ± 1,01 ^b
	27°C	286 ± 2,08	135 ± 2,62	102 ± 1,15
Nhiệt độ	30°C	291 ± 1,87	139 ± 4,20	109 ± 4,86
	33°C	292 ± 5,00	136 ± 4,00	105 ± 5,00
	0‰	285 ± 2,40	133 ± 1,96	99 ± 1,65
Độ mặn	5‰	292 ± 2,41	140 ± 3,26	112 ± 2,95
	P nhiệt độ		0,441	0,764
P độ mặn		0,061	0,118	0,000
P nhiệt độ x độ mặn		0,257	0,637	0,036

Số liệu thể hiện là TB ± SE. Các số liệu trong một cột có chữ cái ^{a, b} khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05)

3.4. Hoạt tính enzyme tiêu hoá

Hoạt tính chymotrypsin ở ruột cá chịu ảnh hưởng tương tác của nhiệt độ và độ mặn (p < 0,05). Hoạt tính chymotrypsin cao ở các thử nghiệm (27°C-0‰, 27°C-5‰ và 30°C-0‰) và giảm ở các thử nghiệm 27°C-10‰,

30°C-5‰ và 33°C-10‰. Chymotrypsin cao nhất ở 27°C-0‰ (49,8 ± 5,89 U/phút/mg protein) khác có ý nghĩa so với các thử nghiệm còn lại (p < 0,05). Hoạt tính của amylase, trypsin trong ruột và pepsin trong dạ dày cá không bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ và độ mặn (p > 0,05) (Bảng 3).

Bảng 3. Hoạt tính enzyme tiêu hóa ở ruột (amylase, trypsin, chymotrypsin) và dạ dày (pepsin) của cá ương ở nhiệt độ và độ mặn khác nhau

Thử nghiệm		Amylase (U/phút/mg protein)	Trypsin (mU/phút/mg protein)	Chymotrypsin (U/phút/mg protein)	Pepsin (U/phút/mg protein)
27°C	0‰	3,62 ± 0,14	2,56 ± 0,59	49,8 ± 5,89 ^d	0,53 ± 0,06
	5‰	4,10 ± 0,62	3,41 ± 0,84	44,6 ± 6,75 ^{cd}	0,48 ± 0,06
	10‰	3,12 ± 0,38	1,09 ± 0,19	28,9 ± 6,19 ^{ab}	0,59 ± 0,12
30°C	0‰	3,77 ± 0,37	2,45 ± 0,17	41,2 ± 0,21 ^{bcd}	0,49 ± 0,08
	5‰	3,39 ± 0,48	2,48 ± 0,05	23,2 ± 4,35 ^a	0,44 ± 0,03
	10‰	2,93 ± 0,24	2,67 ± 0,14	37,2 ± 1,02 ^{abcd}	0,56 ± 0,003
33°C	0‰	2,95 ± 0,58	2,80 ± 0,27	35,5 ± 5,30 ^{abcd}	0,78 ± 0,19
	5‰	2,17 ± 0,33	2,61 ± 1,00	39,5 ± 0,64 ^{bcd}	0,43 ± 0,06
	10‰	3,39 ± 0,06	2,13 ± 0,35	34,4 ± 3,07 ^{abc}	0,60 ± 0,21
Nhiệt độ	27°C	3,61 ± 0,26	2,35 ± 0,45	41,1 ± 4,45	0,53 ± 0,04
	30°C	3,36 ± 0,22	2,54 ± 0,07	33,9 ± 3,01	0,49 ± 0,03
	33°C	2,84 ± 0,26	2,51 ± 0,33	37,6 ± 2,20	0,60 ± 0,10
Độ mặn	0‰	3,45 ± 0,24	2,61 ± 0,20	42,2 ± 3,09	0,60 ± 0,08
	5‰	3,22 ± 0,37	2,83 ± 0,40	36,9 ± 4,13	0,45 ± 0,03
	10‰	3,14 ± 0,15	1,96 ± 0,26	33,5 ± 2,36	0,58 ± 0,07
P nhiệt độ		0,076	0,895	0,160	0,493
P độ mặn		0,633	0,124	0,070	0,246
P nhiệt độ*độ mặn		0,101	0,184	0,018	0,625

Số liệu thể hiện là TB ± SE. Các số liệu trong một cột có chữ cái ^{a, b, c, d} khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05).

3.5. Tăng trưởng và tỉ lệ sống

a. Tăng trưởng

Cá có khối lượng trung bình ban đầu là 3,8 mg thì sau 30 ngày ương cá đạt 0,36 g ở độ mặn 0 và 5‰, cao hơn có ý nghĩa so với 10‰ ($0,30 \pm 0,01$ g) ($p < 0,05$). Sau 60 ngày, khối lượng cá cao ở nhiệt độ 30 và 33°C kết hợp với 0 và 5‰ và 27°C-0‰. Các nghiệm thức

27°C kết hợp 5 và 10‰, 30°C-10‰ và 33°C-10‰ khối lượng cá giảm có ý nghĩa so với nghiệm thức khác ($p < 0,05$). Sau 90 ngày thì khối lượng của cá chỉ bị ảnh hưởng bởi độ mặn, thấp ở nhóm độ mặn 5 và 10‰ ở cả 3 mức nhiệt độ và khác biệt có ý nghĩa với 0‰ ($p < 0,05$). Cá có khối lượng cao ở nghiệm thức 27°C-0‰ và 30°C-0‰ và khối lượng cá thấp nhất ở nghiệm thức 27°C-10‰ (Bảng 4).

Bảng 4. Tăng trưởng khối lượng cá ương ở nhiệt độ và độ mặn khác nhau.

Nghiệm thức	W ₃₀ (g)	W ₆₀ (g)	W ₉₀ (g)	DWG (g/ngày)	
27°C	0‰	0,38 ± 0,02	3,94 ± 0,20 ^{de}	16,47 ± 2,11	0,18 ± 0,02
	5‰	0,38 ± 0,03	2,14 ± 0,46 ^{ab}	11,98 ± 4,84	0,13 ± 0,05
	10‰	0,32 ± 0,01	1,27 ± 0,15 ^a	2,55 ± 0,47	0,03 ± 0,01
30°C	0‰	0,35 ± 0,01	3,60 ± 0,30 ^{cd}	16,18 ± 2,84	0,18 ± 0,03
	5‰	0,37 ± 0,05	4,40 ± 0,59 ^{de}	8,33 ± 3,77	0,09 ± 0,04
	10‰	0,31 ± 0,01	2,72 ± 0,04 ^{bc}	3,12 ± 0,33	0,03 ± 0,04
33°C	0‰	0,36 ± 0,04	4,86 ± 0,51 ^e	12,70 ± 2,20	0,14 ± 0,02
	5‰	0,34 ± 0,03	4,31 ± 0,12 ^{de}	8,70 ± 2,34	0,10 ± 0,03
	10‰	0,29 ± 0,01	2,05 ± 0,45 ^{ab}	4,76 ± 0,71	0,03 ± 0,001
Nhiệt độ	27°C	0,36 ± 0,01	2,45 ± 0,42	10,33 ± 6,70	0,11 ± 0,07
	30°C	0,34 ± 0,01	3,57 ± 0,31	9,21 ± 6,16	0,10 ± 0,07
	33°C	0,33 ± 0,02	3,74 ± 0,47	8,72 ± 3,81	0,09 ± 0,05
Độ mặn	0‰	0,36 ± 0,01 ^b	4,14 ± 0,26	15,12 ± 2,76 ^c	0,17 ± 0,03 ^c
	5‰	0,36 ± 0,02 ^b	3,62 ± 0,43	9,67 ± 3,71 ^b	0,11 ± 0,04 ^b
	10‰	0,30 ± 0,01 ^a	2,01 ± 0,25	3,48 ± 1,10 ^a	0,03 ± 0,004 ^a
P nhiệt độ	0,356	0,001	0,227	0,227	
P độ mặn	0,015	<0,001	<0,001	<0,001	
P nhiệt độ*độ mặn	0,914	0,014	0,394	0,387	

Số liệu thể hiện là Mean ± SE. Các số liệu cùng một cột có chữ cái (a, b, c) khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

b. Tỷ lệ sống

Tỷ lệ sống của cá sau 90 ngày ương không bị ảnh hưởng của nhiệt độ nhưng bị ảnh hưởng của độ mặn. Tỷ lệ sống của cá giảm khi độ mặn tăng; cá ở nhóm độ mặn 5‰ và 10‰ có tỷ lệ sống lần lượt là $1,37 \pm 0,38\%$ và $3,85 \pm 0,39\%$ thấp hơn có ý nghĩa ($p < 0,05$) so với nhóm độ mặn 0‰ ($6,15 \pm 1,14\%$). Tỷ lệ sống thấp nhất ở nghiệm thức 27°C-10‰ ($1,00 \pm 0,19\%$) và cao nhất ở nghiệm thức 33°C-0‰ ($7,89 \pm 2,72\%$).

Các chỉ tiêu huyết học (hồng cầu, bạch cầu và Hct) của cá sau 90 ngày ương không bị ảnh hưởng của nhiệt độ và độ mặn. Mặc dù sự thay đổi không có ý nghĩa thống kê ($p >$

0,05) giữa các nghiệm thức nhưng nồng độ Hb và chỉ số Hct có xu hướng giảm khi nhiệt độ và độ mặn tăng. Số lượng bạch cầu giảm khi ương cá ở độ mặn 5‰ và nhiệt độ 33°C. Ảnh hưởng của độ mặn lên các chỉ số huyết học khác nhau giữa các loài và phụ thuộc vào khoảng độ mặn tiếp xúc, thời gian tiếp xúc và khả năng thích nghi của mỗi loài (Jahan và cs., 2019). Sự thay đổi các chỉ số huyết học do sự rối loạn điều hòa ASTT của cá ở độ mặn cao (Fazio và cs., 2013). Theo Hosseini và cs. (2011) khi cá tiếp xúc với độ mặn thì ASTT trong máu cá bắt đầu tăng dẫn đến thể tích hồng cầu giảm là tỷ lệ Hct cũng giảm. Tuy

nhiên, kết quả của nghiên cứu cho thấy ASTT của cá tăng theo độ mặn và nhiệt độ nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) và cũng phù hợp với kết quả về số lượng hồng cầu, Hb và Hct sau 90 ngày ương không bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ và độ mặn. Khi cá tiếp xúc với nhiệt độ và độ mặn trong thời gian dài làm cho các chỉ số huyết học của cá đã hồi phục. Theo Đỗ Thị Thanh Hương và cs. (2020b) thì các chỉ số huyết học của cá lóc bột sau 90 ngày ương không bị ảnh hưởng của độ mặn 0 - 9%.

Số lượng bạch cầu của cá sau 90 ngày ương bị ảnh hưởng tương tác của nhiệt độ và độ mặn, bạch cầu của cá giảm ở độ mặn 5‰ và ở nhiệt độ 33°C. Kết quả này phù hợp với Al-Hilali và Al-Khshali (2016) là số lượng bạch cầu của cá chép tăng dần khi cá tiếp xúc độ mặn từ 0, 1‰ đến 10‰ nhưng giảm ở độ mặn 15‰. Sự giảm số lượng bạch cầu ở nhiệt độ cao 33°C do cá không thích ứng được với sự tăng quá cao của nhiệt độ (Đỗ Thị Thanh Hương và cs., 2020b). Tuy nhiên, số lượng bạch cầu của cá lóc bột không bị ảnh hưởng đơn của độ mặn (Đỗ Thị Thanh Hương và cs., 2020b) hoặc nhiệt độ (Huong và cs., 2021). Như vậy, sự kết hợp giữa nhiệt độ và độ mặn trong nghiên cứu này làm giảm số lượng bạch cầu, ảnh hưởng không tốt đến hệ miễn dịch ở cá.

Sự tăng nồng độ cortisol và glucose được xem là yếu tố chỉ thị cá bị stress (Mommsen và cs. 1999; Wendelaar (1997) và Huong và cs., 2021). Thông thường, khi cá bị stress sẽ gây ra phản ứng đầu tiên liên quan đến sự kích thích thần kinh nội tiết dẫn đến sự tăng tiết corticosteroid và catecholamine (KarŞi và Yildiz, 2005). Phản ứng ban đầu này gây ra các đáp ứng thứ cấp như thay đổi một số yếu tố sinh lý (Foo và Lam 1993) và sự tăng đường huyết được xem như chỉ thị của đáp ứng thứ cấp (Mommsen và cs., 1999). Thêm vào đó, sự ức chế hệ thống miễn dịch không đặc hiệu khi cá bị stress cũng

được quan sát ở cá hồi (*Salmo trutta labrax*) (Balta và cs., 2017) và điều này phù hợp với sự giảm số lượng bạch cầu của cá được nêu ở trên. Kết quả nghiên cứu cũng ghi nhận nồng độ glucose huyết tương của cá không bị tác động bởi nhiệt độ nhưng giảm có ý nghĩa ở nhóm độ mặn 5‰ so với nhóm độ mặn 0‰. Sarma và cs. (2013) nghiên cứu trên cá trê trắng (*Clarias batrachus*) cũng có kết quả tương tự là nồng độ glucose của cá tăng ở độ mặn 4‰ nhưng giảm ở 8‰ so với 0‰. Sự giảm nồng độ glucose là biểu hiện của việc tăng sử dụng đường (Martínez-Álvarez và cs., 2002) hoặc do cá giảm bắt mồi ở môi trường nước mặn (Usher và cs., 1991; Plaut, 1998).

Hầu hết cá nước ngọt cần điều hòa nồng độ thẩm thấu máu trong khoảng 280 - 360 mOsm/kg để duy trì cân bằng nội môi và độ mặn đẳng áp của cá nước ngọt thường trong khoảng 10 - 12‰ (Varsamos và cs., 2005). Kết quả về ASTT của cá sau 90 ngày ương chỉ tăng nhẹ theo nhiệt độ và độ mặn; nhưng ion Cl^- bị ảnh hưởng tương tác của nhiệt độ và độ mặn, ion Cl^- tăng khi nhiệt độ và độ mặn tăng. Nồng độ ion Cl^- ở 30°C-5‰ và 33°C-5‰ tăng cao hơn so với 27°C-0‰ ($p < 0,05$). Một số tác giả cho rằng độ mặn từ 0 đến 9‰ (Đỗ Thị Thanh Hương và cs., 2020b) và nhiệt độ từ 27 đến 36°C (Huong và cs., 2021) không làm tăng ASTT, ion Na^+ và Cl^- của cá lóc bột sau 90 ngày ương. Đỗ Thị Thanh Hương và Ngô Tú Trinh (2013) cho biết điểm đẳng áp của cá lóc giai đoạn giống (8 - 10 g) là 12‰; độ mặn từ 0 đến 9‰ ASTT của cá chỉ dao động nhẹ nhưng khi độ mặn cao hơn điểm đẳng áp thì ASTT cá tăng rõ rệt. Ảnh hưởng đơn của độ mặn (dưới điểm đẳng áp) và nhiệt độ (từ 27 đến 33°C) trong các nghiên cứu trước và ảnh hưởng kết hợp của nhiệt độ và độ mặn trong nghiên cứu hiện tại không có sự thay đổi ASTT của cá lóc. Nhưng sự kết hợp giữa độ mặn và nhiệt độ cao trong nghiên cứu này nhận thấy sự tăng

ion Cl^- trong máu cá. Sự tăng ion Cl^- trong môi trường độ mặn ở cá lóc tương tự như trên cá *Oreochromis aureus* (Semra và cs., 2013), cá *O. mossambicus* (Morgan và cs., 1997) và *Perca fluviatilis* (Overton và cs., 2008). Tuy vậy, sự thay đổi ASTT của nghiên cứu này khác với nhận định của một số tác giả trước như Imsland và cs. (2003) và Sardella và cs. (2008) cho rằng điểm đẳng áp của cá có thể thay đổi theo nhiệt độ. Theo Handeland và cs. (2000) thì hàm lượng chloride và hoạt tính Na^+ , K^+ -ATPase của cá hồi Đại Tây Dương khi chuyển từ nước ngọt sang nước mặn ở nhiệt độ 18,9°C tăng cao hơn so với ở 4,6 và 9,1°C. Qiang và cs. (2013) cho rằng ASTT của máu cá cá *Oreochromis niloticus* thay đổi theo nhiệt độ và độ mặn, rõ nhất ở nhiệt độ giữa 18 và 29°C ở độ mặn 10‰, theo đó ASTT giảm khi nhiệt độ nước tăng và ASTT bắt đầu tăng khi nhiệt độ lớn hơn 29°C; ở 27,5°C và độ mặn giữa 0 và 6‰ thì ASTT giảm khi độ mặn tăng, nhưng khi độ mặn cao hơn 6‰ ASTT bắt đầu tăng.

Sự kết hợp của nhiệt độ và độ mặn có tác động lên hoạt tính enzyme tiêu hoá trong ruột cá sau 90 ngày ương. Hoạt tính chymotrypsin cao ở độ mặn 0‰ và giảm khi kết hợp độ mặn tăng và nhiệt độ tăng. Đỗ Thị Thanh Hương và cs. (2020b) cũng ghi nhận hoạt tính của trypsin ở cá lóc giảm khi độ mặn tăng từ 0 đến 9‰. Các nghiên cứu trước đây đều cho thấy nhiệt độ tăng trong khoảng thích hợp sẽ làm tăng hoạt tính của enzyme tiêu hoá ở cá lóc (Huong và cs., 2021) và cá tra (Đỗ Thị Thanh Hương và cs., 2020a). Tuy nhiên, nghiên cứu này nhận thấy hoạt tính của chymotrypsin có xu hướng giảm ở nhiệt độ 30 và 33°C ($p > 0,05$).

Tăng trưởng của cá bị ảnh hưởng rõ rệt khi nuôi ở nhiệt độ và độ mặn cao. Sau 90 ngày nuôi ở nhiệt độ và độ mặn cao thì tăng trưởng cá giảm, cá tăng trưởng cao nhất ở 27°C-0‰ và 30°C-0‰ và giảm khi nhiệt độ và độ mặn cao hơn. Sự tăng hoạt tính enzyme

chymotrypsin trong ruột ở các nghiệm thức 27°C-0‰ và 30°C-0‰ thúc đẩy cá tiêu hóa và hấp thu tốt thức ăn có nguồn gốc protein giúp cá tăng trưởng nhanh hơn. Sự giảm hoạt tính enzyme tiêu hóa ở các nghiệm thức khác làm ảnh hưởng đến sự tiêu hóa của cá. Bên cạnh, cá ở các nghiệm thức này chịu thay đổi về chỉ số sinh lý như số lượng bạch cầu và ion Cl^- ; ở nhiệt độ cao cá tiêu tốn nhiều năng lượng hơn cho trao đổi chất, hoạt động bơi lội và tăng nhu cầu oxy nên tăng trưởng của giảm. Sự sử dụng nhiều năng lượng hơn thể hiện qua sự giảm nồng độ glucose trong máu cá ở nhóm độ mặn 5‰ so với 0‰. Nhu cầu oxy của cá gia tăng khi nhiệt độ tăng được chứng minh trên một số loài như cá thát lát (Tuong và cs., 2018) và cá *Sphoeroides annulatu* (Reyes và cs., 2011). Tăng trưởng của cá phù hợp với kết quả của Đỗ Thị Thanh Hương và cs. (2020b), cá lóc bột sau 90 ngày ương tăng trưởng tốt ở độ mặn từ 0 đến 3‰ và giảm ở các độ mặn cao hơn. Khi cá chỉ bị tác động bởi nhiệt độ thì Huong và cs. (2021) nhận thấy cá lóc bột tăng trưởng tốt ở 27-33°C, tốt nhất ở 30°C. Nghiên cứu của Lan và cs. (2020) trên cá lóc giai đoạn giống cho thấy tăng trưởng tốt nhất ở 31°C-0‰ và giảm thấp ở nhiệt độ 34°C kết hợp với 6‰ và 9‰.

Tỷ lệ sống của cá cao hơn ở nghiệm thức 33°C-0‰ và 30°C-0‰ và giảm ở tất cả các nghiệm thức khác. Sự giảm tỷ lệ sống trong môi trường độ mặn có liên quan đến việc giảm bắt mồi và giảm sự thèm ăn của cá (Ha và cs., 2021 và Nahar và cs., 2015). Theo Lan và cs. (2020) thì tỷ lệ sống cá lóc giai đoạn giống bị ảnh hưởng tương tác của nhiệt độ và độ mặn, tỷ lệ sống cao nhất khi nuôi ở 28°C-6‰ (98,9%) và giảm thấp ở 34°C kết hợp với 6‰ và 9‰ (lần lượt 68,9% và 66,7%).

4. KẾT LUẬN

Các chỉ tiêu huyết học (hồng cầu, Hb và Hct) và ASTT của cá lóc bột sau 90 ngày ương không bị tác động bởi nhiệt độ và độ

mặn. Số lượng bạch cầu giảm, ion Cl⁻ tăng khi nhiệt độ và độ mặn tăng. Nồng độ glucose giảm ở cá nuôi trong độ mặn 5‰. Hoạt tính enzyme tiêu hóa chymotrypsin của cá lóc giảm khi nhiệt độ và độ mặn tăng. Tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá giảm khi độ mặn tăng. Sự tăng nhiệt độ và độ mặn do biến đổi khí hậu có thể tác động không tốt đến sự sinh trưởng của cá lóc giai đoạn này.

LỜI CẢM ƠN

Đề tài này được tài trợ bởi Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14-P6 bằng nguồn vốn vay ODA từ Chính phủ Nhật Bản.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu tiếng Việt

- Bộ Tài Nguyên và Môi Trường. (2016). *Tóm tắt kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*. 31 trang.
- Đỗ Thị Thanh Hương và Ngô Tú Trinh. (2013). Ảnh hưởng của độ mặn lên điều hòa áp suất thẩm thấu và tăng trưởng của cá lóc (*Channa striata*). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 25, 247-254
- Đỗ Thị Thanh Hương, Nguyễn Thị Kim Hà, Nguyễn Minh Ngọc, Nguyễn Tinh Em, Toyoji Kaneko và Nguyễn Thanh Phương. (2020a). Ảnh hưởng của nhiệt độ lên chỉ tiêu sinh lý, tăng trưởng và hoạt tính men tiêu hóa của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) giai đoạn cá bột lên cá hương. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 56(Số chuyên đề: Thủy sản) (1), 1-11.
- Đỗ Thị Thanh Hương, Tăng Minh Kỳ, Nguyễn Thị Kim Hà, Nguyễn Tinh Em, Takagi Yasuaki và Nguyễn Thanh Phương. (2020b). Ảnh hưởng của độ mặn lên chỉ tiêu sinh lý, tăng trưởng và hoạt tính men tiêu hóa của cá lóc (*Channa striata*) giai đoạn cá bột lên cá hương. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 56(Số chuyên đề: Thủy sản) (1), 11-19.
- Đỗ Thị Thanh Hương và 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 Trường Đại học Cần Thơ*, 21b, 29-37.
- Đỗ Thị Thanh Hương, Trần Việt Toàn và Nguyễn Thị Kim Hà. (2013). Ảnh hưởng của độ mặn khác nhau lên sự điều hòa áp suất thẩm thấu và tăng trưởng của cá rô đồng (*Anabas*

testudineus). *Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Phần B: Nông nghiệp, Thủy sản và Công nghệ Sinh học*, (26), 55-63.

- Dương Nhật Long, Lam Mỹ Lan và Nguyễn Anh Tuấn. (2017). *Sinh học và kỹ thuật nuôi một số loài cá nước ngọt ở vùng đồng bằng Sông Cửu Long*. Nhà xuất bản Lao Động Thành phố Hồ Chí Minh. 195 trang.
- Huỳnh Văn Hiền, Trần Thị Thanh Hiền, Phạm Minh Đức và Robert S. Pomeroy. (2018). Phân tích hiệu quả sản xuất mô hình nuôi cá lóc (*Channa striata*) trong ao ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 3(88).
- Nguyễn Trường Tịnh. (2013). *Ảnh hưởng của độ mặn đến hoạt tính men tiêu hóa và tốc độ tăng trưởng của cá lóc (Channa striata)*. Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Cần Thơ.
- Phạm Thành Nam và Đỗ Thị Thanh Hương. (2011). Ảnh hưởng của độ mặn lên khả năng điều hòa áp suất thẩm thấu, ion và tăng trưởng của cá trê vàng lai (*Clarias Macrocephalus Gunther X Clarias Gariepinus*) giai đoạn giống. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 20b, 39-47.
- ### 2. Tài liệu tiếng nước ngoài
- Al-Hilali, H. A. & Al-Khshali, M. S. (2016). Effect of water salinity on some blood parameters of common carp (*Cyprinus carpio*). *International Journal of Applied Agricultural Sciences*, 2(1), 17-20.
- Balta, Z. D., Akhan, S., & Balta, F. (2017). The physiological stress response to acute thermal exposure in Black Sea trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1814). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 41(3), 400-406.
- Bernfeld, P. (1951). Enzymes of starch degradation and synthesis. *Advances in enzymology and related areas of molecular biology*, 12, 379-428.
- Fazio, F., Marafioti, S., Arfuso, F., Piccione, G., & Faggio, C. (2013). Influence of different salinity on haematological and biochemical parameters of the widely cultured mullet, *Mugil cephalus*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 46, 211-218.
- Foo, J. T. W., & Lam, T. J. (1993). Serum cortisol response to handling stress and the effect of cortisol implantation on testosterone level in tilapia, *Oreochromis mossambicus*. *Aquaculture*, 115, 145-158.
- Ha, N. T. K., Bieu, N. T. X., Phuong, N. T. & Huong, D. T. T. (2017). Effect of CO₂ on

- blood physiological parameters and growth performance of basa catfish (*Pangasius bocourti*). *Can Tho University Journal of Science*, 54(2), 18-26.
- Ha, N. T. K., Em, N. T., Ngoc, N. M., Takagi, Y., Phuong, N. T., & Huong, D. T. T. (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 University Journal of Science*, 13, *Special issue on Aquaculture and Fisheries (2021)*, 1-9.
- Handeland, S.O., Berge, Å., Bjornsson, B.T., Lie, O., & Stefansson, S.O. (2000). Seawater adaptation by out-of season Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts at different temperatures. *Aquaculture*, 181, 377-396.
- Heath, A. G. (1995). *Water Pollution and Fish Physiology*. Second edition. CRC Press, Inc. 359 pages.
- Hosseini, P., Vahabzadeh Roodsari, H., Sayyad Bourani, M., & Kazemi, R. (2011). *The effect of salinity stress on hematocrite and hemoglobin in fingerling Rainbow trout (Onchorhynchus mykiss)*. International Conference on Medical, Biological and Pharmaceutical Sciences, (ICMBPS'2011) Pattaya.
- Hugget, A.S.G. & Nixon, D.A. (1957). Use of glucose oxidase, peroxidase and o-dianisidine in determination of blood and urinary glucose. *The Lancet*, 270 (6991), 368-370
- Huong, D. T. T., Ha, N. T. K., Em, N. T., Trung, L. Q., Ky, T. M., Takagi, Y., & Phuong, N. T. (2021). Effects of temperature on growth performance, survival rate, digestive enzyme activities and physiological parameters of striped snakehead (*Channa striata*) at fry stage. *Can Tho University Journal of Science*, Vol. 13, *Special issue on Aquaculture and Fisheries (2021)*, 10-20
- Imsland, A.K., Gunnarsson, S., Foss, A., & Stefansson, S.O. (2003). Gill Na⁺, K⁺-ATPase activity, plasma chloride and osmolality in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) reared at different temperatures and salinities. *Aquaculture*, 218, 671-683.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.). IPCC, Geneva, Switzerland. pp 104.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis report summary for policymakers*.
- IPCC (2018). *Intergovernmental Panel on Climate Change 2018. Global warming of 1,5°C. Summary for Policymakers*.
- Jahan, A., Nipa, T. T., Islam, S. M., Uddin, M. H., Islam, M. S., & Shahjahan, M. (2019). Striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) could be suitable for coastal aquaculture. *Journal of Applied Ichthyology*, 35(4), 994-1003.
- Karşi, A., & Yildiz, H. Y. (2005). Secondary stress response of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, after direct transfer to different salinities. *Tarim Bilimleri Dergisi*, 11(2), 139-141.
- Lan, T. T. P., Hien, T. T. T., Tu, T. L. C., Van Khanh, N., 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(6), 1029-1036.
- Martínez-Álvarez, R. M., Hidalgo, M. C., Domezain, A., Morales, A. E., García-Gallego, M., & Sanz, A. (2002). Physiological changes of sturgeon *Acipenser naccarii* caused by increasing environmental salinity. *Journal of experimental biology*, 205(23), 3699-3706.
- Mommsen, T.P., Vijayan, M., & Moon, T.W. (1999) Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. *Rev Fish Biol Fish*, 9, 211-268.
- Morgan, J. D., Sakamoto, T., Grau, E. G., & Iwama, G. K. (1997). Physiological and respiratory responses of the Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*) to salinity acclimation. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 117(3), 391-398.
- Nahar, F., Haque, W., Ahsan, D.A., & Mustafa, M. D. G. (2015). Effects of salinity changes on growth performance and survival of Climbing perch, *Anabas testudineus* (Bloch, 1795). *Dhaka University Journal of Biological Science*, 25(1), 65-73.
- Natt, M. P. & C.A. Herrick (1952). A new blood diluent for counting erythrocytes and leukocytes of the chicken. *Poultry Science*, 31, 735-738.

- Oser, B. L. (1965). *Hawk's Physiological Chemistry*. (14th ed.) McGraw-Hill, New York, 1472 pp.
- Overton, J. L., Bayley, M., Paulsen, H., & Wang, T. (2008). Salinity tolerance of cultured Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L.: effects on growth and on survival as a function of temperature. *Aquaculture*, 277(3-4), 282-286.
- Plaut, I. (1998). Comparison of salinity tolerance and osmoregulation in two closely related species of blennies from different habitats. *Fish Physiol Biochem*, 19, 181-188
- Qiang, J., Wang, H., Kpundeh, M. D., He, J., & Xu, P. (2013). Effect of water temperature, salinity, and their interaction on growth, plasma osmolality, and gill Na⁺, K⁺-ATPase activity in juvenile GIFT tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Journal of Thermal Biology*, 38(6), 331-338.
- Reyes, I., Díaz, F., Re, A. D., & Pérez, J. (2011). Behavioral thermoregulation, temperature tolerance and oxygen consumption in the Mexican bullseye puffer fish, *Sphoeroides annulatus* Jenyns (1842), acclimated to different temperatures. *Journal of Thermal Biology*. 36(3), 200-205.
- Sardella, B.A., Kültz, D., Cech Jr., J.J., & Brauner, C.J. (2008). Salinity-dependent changes in Na⁺/K⁺-ATPase content of mitochondria-rich cells contribute to differences in thermal tolerance of Mozambique tilapia. *Journal of Comparative Physiology*, 178, 249-256.
- Sarma, K., Prabakaran, K., Krishnan, P., Grinson, G. & Kumar, A. A. (2013). Response of a freshwater air-breathing fish, *Clarias batrachus* to salinity stress: an experimental case for their farming in brackishwater areas in Andaman, India. *Aquaculture International*, 21(1), pp.183-196.
- Semra, K., Karul, A., Yildirim, Ş., & Gamsiz, K. (2013). Effects of salinity on growth and metabolism in blue tilapia (*Oreochromis aureus*). *African Journal of Biotechnology*, 12(19).
- 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.
- Tuong, D. D., Ngoc, T. B., Huynh, V.T.N., Huong, D. T. T., Phuong, N. T., Hai, N. T., Wang, T., & Bayley, M. (2018). Clown knifefish (*Chitala ornata*) oxygen uptake and its partitioning in present and future temperature environments. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 216A, 52-59.
- Usher, M.L., Talbot, C., & Eddy, F.B. (1991). Effects of transfer to seawater on growth and feeding in Atlantic salmon smolts (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 94, 309-326.
- 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
- Wendelaar Bonga, S. E. (1997). The stress response in fish. *Physiological Reviews*, 77(3), 591-625.
- Worthington, T.M. (1982). *Enzymes and Related Biochemicals*. Biochemical Products Division, Worthington Diagnostic System, Freehold, NJ, USA.