

THỬ NGHIỆM KHẢ NĂNG CHỊU MẶN CỦA CÁ TRẮM ĐEN (*Mylopharyngodon piceus*) GIAI ĐOẠN GIỐNG

Kim Văn Vạn*, Đoàn Thị Ninh, Trịnh Thị Trang

Khoa Thủy sản, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

Email*: kvvan@vnua.edu.vn

Ngày gửi bài: 18.08.2015

Ngày chấp nhận: 22.01.2016

TÓM TẮT

Hai thí nghiệm được thực hiện nhằm đánh giá khả năng chịu mặn của cá trắm đen (*Mylopharyngodon piceus*) giai đoạn giống. Trong thí nghiệm 1, khả năng chịu mặn của cá trắm đen thực hiện bằng cách chuyển cá trực tiếp từ nước ngọt vào các lô thí nghiệm có độ mặn 0, 10, 13, 15, 17, 20‰ trong khi thí nghiệm 2 được bố trí ở các độ mặn tương tự thí nghiệm 1 nhưng cá đã được thuần hóa bằng cách tăng dần độ mặn cho tới khi đạt tới độ mặn thí nghiệm. Cá thí nghiệm có kích cỡ $45 \pm 0,3$ gam/con được bố trí trong các thùng nhựa có dung tích 120 lít với số lượng 15 con/thùng. Kết quả thí nghiệm 1 cho thấy trong điều kiện cá không được thuần hóa độ mặn thì cá sống 100% ở ngưỡng 13‰, trong khi đó cá chết 100% sau khoảng 102 giờ ở 15‰; sau 12 giờ ở 17‰ và sau 4 giờ ở 20‰. Tương tự, kết quả thí nghiệm 2 cho thấy trong điều kiện cá được thuần hóa độ mặn thì cá sống 100% cũng ở 13‰ và có hiện tượng chết nhanh ở các ngưỡng độ mặn cao hơn. So sánh kết quả của hai thí nghiệm cho thấy cá có khả năng sống tốt trong môi trường có độ mặn 13‰, trong khi đó ở độ mặn 15‰ cá được thuần hóa sống lâu hơn cá không được thuần hóa, còn ở độ mặn từ 17‰ cá chết nhanh và không có sự khác biệt ở cả 2 điều kiện. Tốc độ tăng trưởng của cá cao nhất ở lô thí nghiệm độ mặn 0‰ là $7,9^a \pm 0,61$ (gam/con/tuần) và thấp nhất ở lô thí nghiệm độ mặn 13‰ với $5,6^c \pm 1,12$ (gam/con/tuần). Qua kiểm tra mô học, không thấy có sự biến đổi về hình dạng cấu trúc mô mang và mô thận của cá ở các lô có độ mặn 0, 10, 13‰, riêng cá thí nghiệm ở độ mặn 15‰ thấy có biểu hiện mô mang bị co rúm, mất nước, mô thận xuất hiện các khoảng không bào lớn.

Từ khóa: Cá trắm đen, chịu mặn, thuần hóa, tốc độ tăng trưởng.

Salinity Tolerance of Black Carp (*Mylopharyngodon piceus*) at The Fingerling Stage

ABSTRACT

To test the culturability in brackish water the experiment was carried out to evaluate the salinity tolerance of Black carp (*Mylopharyngodon piceus*) at the fingerling stage. Fish at size of $45 \pm 0,3$ gram/individual were stocked in several 120L-buckets with stocking density of 15 fish/bucket. The experiment included in 2 trials: trial 1 was conducted to assess salinity tolerance without acclimation when putting Black carp fingerlings directly from fresh water into treatments with different salinity concentration of 0, 5, 10, 13, 15, 17, 20‰; trial 2 was designed similar to trial 1 but fish was acclimated in brackish water before putting into different salinity concentration treatments. The results showed that non-acclimation black carp have 100% survival rate at the salinity of 13‰, but 100% mortality after 102 hours at 15‰, 12 hours at 17‰ and 4 hours at 20‰. Similarly, in the trial 2 with acclimation condition, Black carp were alive 100% at the salinity 13‰ and died quickly at higher salinity levels. Comparison of trial 1 and trial 2 in both condition revealed that Black carp could adapt and grow well in the arrange of salinity from 0-13‰, but quickly died without acclimation at 15‰ and showed no significant differences at 17 or 20‰. The growth rate of Black carp fingerlings in salinity 0‰ was highest with $7,9^a \pm 0,61$ (gram/fish/week) and in lowest in 13‰ salinity ($5,6^c \pm 1,12$ (gram/fish/week). Histological observation indicated that there was no change in shape and structure of gills and kidney at the salinity of 0, 5, 10, 13‰, but at the 15‰ fish gills were dehydrated and shrunk and the kidney was clustered.

Keywords: Acclimation, black carp, growth rate, salinity tolerance.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá trắm đen *Mylopharyngodon piceus* (Richardson, 1846) là loài cá có giá trị kinh tế cao, thịt cá thơm ngon, là nguồn thực phẩm bổ dưỡng được người dân Việt Nam và Trung Quốc ưa chuộng (Nguyễn Văn Hảo và Ngô Sỹ Vân, 2001). Hiện nay, tại Việt Nam, cá trắm đen thường được nuôi ghép với một số đối tượng cá nước ngọt khác như mè, trắm cỏ, chép, trôi, rô phi, sử dụng nguồn ốc tự nhiên trong ao làm thức ăn. Tuy nhiên, gần đây mô hình nuôi cá trắm đen thương phẩm sử dụng thức ăn công nghiệp kết hợp với thức ăn truyền thống là ốc, don, dất đã được nuôi ở một số tỉnh Hải Dương, Thái Bình, Nam Định tạo hướng phát triển mới cho loài cá này. Cá trắm đen cũng đã được nuôi theo mô hình bán thâm canh sử dụng thức ăn công nghiệp, đem lại hiệu quả cao (Kim Văn Vạn và cs., 2010).

Để đa dạng hóa các loài nuôi nước mặn lợ, thay thế các đối tượng nuôi truyền thống, tạo thêm nhiều lựa chọn cho người nuôi thì cần thực hiện các nghiên cứu thuần hóa và thử nghiệm khả năng chịu mặn của các loài cá nước ngọt tiềm năng. Trên thế giới, cá chép đã được nuôi thành công và sinh trưởng tốt ở độ mặn 7,5‰ (Garg, 1996). Nhiều loài cá khác cùng trong họ cá Chép cũng đã được thử nghiệm khả năng chịu mặn như cá trắm cỏ, cá mè, cá trôi, cá diếc (Kilambi and Zdinak 1980; Garcia et al., 1999; Von Gertzen, 1985; Luz et al., 2008). Ở Việt Nam, đã có một số loài cá nước ngọt được thuần hóa và nuôi trong môi trường nước mặn lợ; cá rô phi có thể nuôi trong môi trường độ mặn 30‰ (Lê Minh Toán và cs., 2012; Phạm Anh Vũ và Nguyễn Minh Thành, 2014). Cá rô phi khi được nuôi trong nước mặn đã thể hiện nhiều đặc tính tốt như ít bệnh, chất lượng thịt thơm ngon, vị đậm đà, màu sắc cá thương phẩm đẹp mắt và đã trở thành đối tượng nuôi ghép quan trọng trong các vùng nuôi ven biển. Tuy nhiên, cho đến nay chưa có công trình nghiên cứu nào được thực hiện trên loài cá trắm đen. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định khả năng chịu mặn, những biến đổi về tổ chức mô khi thuần hóa và khả năng sinh trưởng của cá trắm đen ở các độ mặn khác nhau. Qua đó, xác định khả năng nuôi cá

trắm đen trong môi trường nước lợ mặn, góp phần ứng phó với tình hình biến đổi khí hậu.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu, địa điểm và thời gian

Cá trắm đen sử dụng trong nghiên cứu này có kích cỡ trung bình $45 \pm 0,3$ gam/con, có nguồn gốc từ ao ương nuôi cá giống của Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Cá thí nghiệm hoàn toàn khỏe mạnh, không thấy xước, không mắc bệnh.

Thí nghiệm được bố trí và phân tích tại Khoa Thủy sản, Học viện Nông nghiệp Việt Nam và Viện nghiên cứu Nuôi trồng thủy sản 1 trong thời gian từ tháng 06/2013 đến tháng 06/2014.

2.2. Bố trí thí nghiệm

2.2.1. Thí nghiệm khả năng chịu mặn của cá không qua thuần hóa

Với thí nghiệm xác định ngưỡng chịu mặn của cá trắm đen giống không qua thuần hóa thì cá được thả trực tiếp từ nước ngọt vào trong các lô thí nghiệm với độ mặn khác nhau 0, 10, 13, 15, 17, 20‰. Cá thí nghiệm được bố trí trong các thùng nhựa 120 lít với số lượng 15 con/thùng. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Số lượng cá chết được ghi lại hàng giờ trong khoảng 12 giờ đầu và cứ sau 12 giờ trong khoảng thời gian 84 giờ sau đó. Trong thời gian thí nghiệm, nước được thay với tỉ lệ 30% thể tích/ngày bằng nước mới có độ mặn tương ứng với độ mặn ở từng lô thí nghiệm. Các lô thí nghiệm được sục khí liên tục và có chế độ chiếu sáng tự nhiên. Nhiệt độ tại thời điểm bố trí thí nghiệm dao động trong khoảng 25-30°C. Cá được cho ăn bằng thức ăn viên (Aquaxcel, Cargill) chứa 30% protein, mỗi ngày cho ăn 2 lần vào lúc (8h30 và 16h), tỷ lệ cho ăn là 3%/khối lượng thân.

2.2.2. Thí nghiệm khả năng chịu mặn của cá thông qua thuần hóa

Thí nghiệm được thực hiện để xác định ngưỡng chịu mặn của cá trắm đen giống thông qua thuần hóa ở các độ mặn 0; 10; 13; 15; 17; 20‰. Cá thí nghiệm bắt đầu được thả nuôi trong nước ngọt và độ mặn được điều chỉnh tăng dần

nồng độ ở mức 3‰/2 ngày cho đến khi đạt tới các độ mặn thí nghiệm. Bố trí thí nghiệm và chế độ chăm sóc tương tự thí nghiệm 1. Số lượng cá chết được ghi lại hàng giờ trong khoảng 12 giờ đầu và sau 12 giờ trong khoảng 84 giờ tiếp theo.

2.3. Theo dõi tốc độ tăng trưởng của cá

Sau 96 giờ, cá còn sống ở 3 lô thí nghiệm độ mặn 0; 10; 13‰ được tiếp tục nuôi trong điều kiện độ mặn trên trong thời gian 4 tuần để theo dõi tốc độ tăng trưởng. Hàng tuần bắt ngẫu nhiên 10 con cá ở mỗi lô thí nghiệm (với 3 lần lặp tương ứng với thí nghiệm trên) để cân khối lượng, từ đó xác định tốc độ tăng trưởng qua từng tuần.

2.4. Thu mẫu và kiểm tra mô học

Kiểm tra sự biến đổi mô của cá trắm đen khi nuôi ở các độ mặn khác nhau: mô mang và mô thận cá ở các lô có độ mặn 0, 10, 13, 15‰ của thí nghiệm 2 được thu mẫu. Các mẫu mô mang và mô thận được cố định trong dịch dịch buffer formalin 10%, xử lý mẫu, đúc parafin, cắt mô và nhuộm bằng thuốc nhuộm Mayer Hematoxyline và Eosin (HE) theo quy trình và phương pháp của Mumford et al. (2007) tại Trung tâm Quan trắc Cảnh báo môi trường và Phòng ngừa dịch bệnh thủy sản miền Bắc - Viện Nghiên cứu Nuôi trồng thủy sản 1. Các mẫu mô được phân tích ở độ phóng đại 40X và 100X để phát hiện và so sánh biến đổi mô học của cá nuôi thử nghiệm ở các độ mặn khác nhau.

2.5. Phân tích số liệu

Ngưỡng chịu mặn được tính theo số liệu ở thí nghiệm 1, 2 dựa theo tài liệu của Watanabe et al. (1990). Hai thông số được xác định:

Thời điểm chết 50% là thời gian mà 50% số cá thí nghiệm trong mỗi nghiệm thức bị chết.

Thời điểm chết 100% là thời gian mà 100% số cá thí nghiệm trong mỗi nghiệm thức bị chết

Tốc độ tăng trưởng (gam/con/tuần): Tốc độ tăng trưởng (WG) tại thường điểm t được tính như sau:

$$\text{Tốc độ tăng trưởng của cá} = \frac{(\text{Khối lượng cá thời điểm } t - \text{Khối lượng cá ban đầu})}{\text{Thời gian nuôi } t}$$

Tỉ lệ chết (%) được tính theo công thức sau:

$$\text{Tỷ lệ chết (t)} = \frac{\text{Số cá thời điểm } t}{\text{Số cá thả ban đầu}} \times 100$$

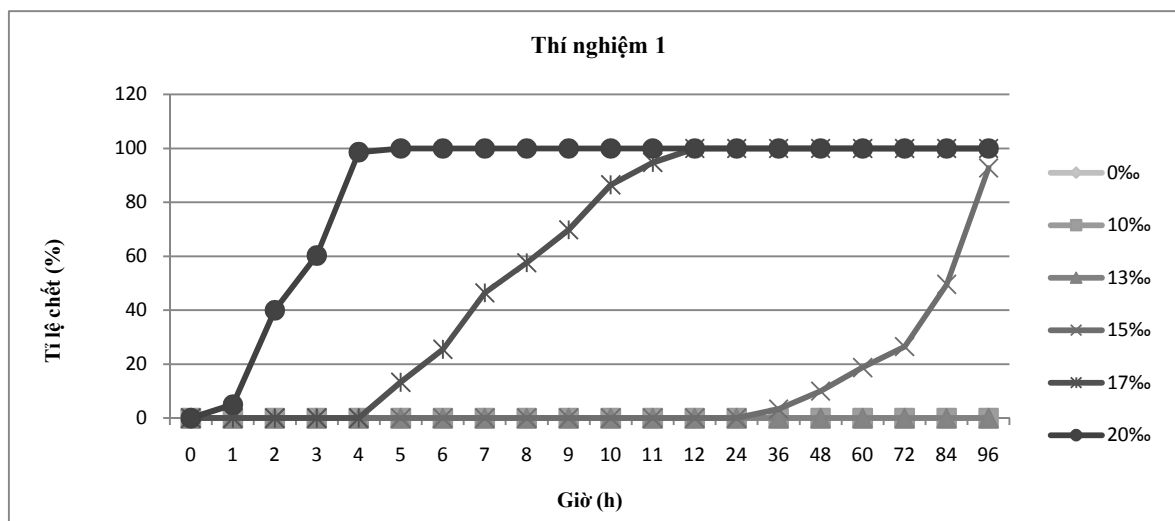
Các số liệu được xử lý bằng phần mềm thống kê Excel. Riêng đối với tốc độ tăng trưởng của cá, số liệu được phân tích phương sai bằng phần mềm SAS 9.1, so sánh các giá trị trung bình theo Tukey.

3. KẾT QUẢ

3.1. Khả năng chịu mặn của cá trắm đen giống không qua thuần hóa

Độ mặn là yếu tố ảnh hưởng rất lớn đến tỷ lệ sống và quyết định đến phân bố của loài thông qua khả năng điều hòa áp suất thẩm thấu trong cơ thể cá (Varsamos et al., 2005). Khả năng chịu mặn của cá trắm đen giống khi đưa trực tiếp cá từ môi trường nước ngọt vào các lô thí nghiệm có độ mặn khác nhau được trình bày ở hình 1. Hình 1 cho thấy cá chết không được ghi nhận ở khoảng độ mặn từ 13‰ trở xuống trong suốt thời gian thí nghiệm. Ở độ mặn 15‰, cá bắt đầu chết sau 36 giờ và chết 50% ở khoảng 85 giờ. Ở lô thí nghiệm độ mặn 17‰, cá bắt đầu chết sau 6 giờ và chết hoàn toàn sau 12 giờ. Tương tự, ở độ mặn 20‰, chỉ sau 1 giờ cá đã bắt đầu chết và toàn bộ cá chết sau 4 giờ thí nghiệm. Như vậy, sau 96 giờ thí nghiệm, cá trắm đen giống có khả năng sống sót 100% trong khoảng độ mặn từ 0-13‰, cá không có khả năng thích ứng với điều kiện độ mặn cao hơn 15‰.

Khi đưa cá trực tiếp từ nước ngọt vào nước mặn ở các lô thí nghiệm, cá có một số biểu hiện như bơi lên gần bề mặt nước, gần vị trí có sục khí. Đối với độ mặn thấp dưới 13‰, sau một thời gian ngắn cá trở lại hoạt động bình thường nhưng đối với độ mặn trên 15‰, cá tiếp tục có các biểu hiện bơi không định hướng, ngoi lên mặt nước đập không khí, cơ thể mất thăng bằng, chìm xuống đáy nằm bất động và chết sau thời gian ngắn. Khi chết cơ thể tiết nhiều dịch nhầy, một số cá bị bong tróc vảy, mờ mắt nhưng mang vẫn đỏ tươi.



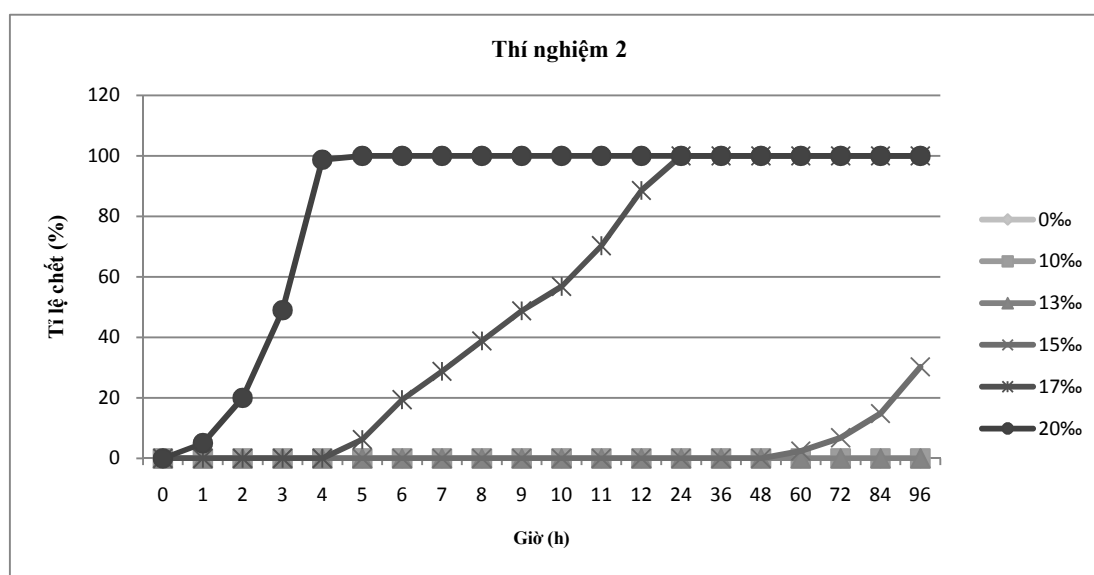
Hình 1. Khả năng chịu mặn của cá trắm đen giống không qua thuần hóa

Như vậy, không qua quá trình thuần hóa, cá trắm đen có khả năng chịu mặn tương đương với cá Trắm cỏ - 12‰ (Kilambi and Zdinak, 1980), cao hơn cá vàng (gold fish) - 10‰ (Du Jiayin, 1986), cá Mè - 9‰ (Von Oertzen, 1985) và cá chép - 8,5‰ (Du Jiayin, 1986).

3.2. Khả năng chịu mặn của cá trắm đen giống qua thuần hóa

Thí nghiệm được thực hiện để xem xét khả năng tự điều chỉnh áp suất thẩm thấu trong cơ

thể cá khi được tăng dần độ mặn và so sánh với khi được đưa trực tiếp vào nước mặn không qua quá trình tăng mặn. Kết quả thí nghiệm 2 cho thấy trong khoảng thời gian 96 giờ ở khoảng độ mặn từ 0-13‰ cá không chết. Ở độ mặn 15‰ cá bắt đầu chết sau 60 giờ và chết 30,25% sau 96 giờ thí nghiệm. Ở độ mặn 17‰ cá bắt đầu chết sau 5 giờ và chết toàn bộ sau 14 giờ, trong khi đó ở lô thí nghiệm 20‰ thì cá chết ngay từ giờ đầu tiên và chết nhanh chóng 100% ở giờ thứ 4 (Hình 2). Biểu hiện của cá chết ở các lô thí nghiệm được ghi nhận tương tự như thí nghiệm 1.



Hình 2. Khả năng chịu mặn của cá trắm đen giống qua thuần hóa

Bảng 1. So sánh khả năng chịu mặn của cá trắm đen ở các điều kiện khác nhau

Độ mặn (‰)	Thời gian cá chết 50% (giờ)		Thời gian cá chết 100% (giờ)	
	Cá không thuần hóa	Cá đã qua thuần hóa	Cá không thuần hóa	Cá đã qua thuần hóa
0	-	-	-	-
10	-	-	-	-
13	-	-	-	-
15	84,86	118,55	102,02	168,01
17	7,85	9,05	11,86	14,00
20	2,88	3,01	3,97	4,10

Sau 96 giờ, thí nghiệm được tiếp tục với các lô thí nghiệm có cá sống sót. So sánh khả năng chịu mặn của cá trắm đen khi không có sự thuần hóa cá (thí nghiệm 1) và thuần hóa trước khi thí nghiệm (thí nghiệm 2) được trình bày ở Bảng 1.

Kết quả ở bảng 1 cho thấy ở độ mặn trong khoảng 0-13‰, cá có khả năng sống sót 100% ở cả hai điều kiện thuần hóa và không thuần hóa. Ở nồng độ muối 15‰ và 17‰, thời gian cá chết 50% và 100% khác biệt có ý nghĩa giữa hai điều kiện thí nghiệm. Cá chết nhanh trong điều kiện không được thuần hóa so với cá đã được thuần hóa, chứng tỏ cá có khả năng điều chỉnh áp suất thẩm thấu và thích nghi với điều kiện môi trường có độ mặn cao. Tuy nhiên, khi nâng độ mặn lên 20‰ thì không có sự khác biệt có ý nghĩa về thời gian cá chết. Điều này có thể lý giải do các ngưỡng độ mặn quá cao nên cá không có khả năng thích nghi để sống sót được cho dù được tăng từ từ độ mặn. Vậy khả năng thích nghi của cá trắm đen trong môi trường nâng độ mặn từ từ cao hơn trong môi trường tăng độ mặn đột ngột.

3.3. Tốc độ tăng trưởng của cá trắm đen ở các độ mặn khác nhau

Sau 96 giờ, các lô ở độ mặn 0, 10, 13‰ của thí nghiệm 2 không có cá chết được ghi nhận nên tiếp tục được nuôi thử nghiệm trong 4 tuần để theo dõi tốc độ tăng trưởng và kết quả cho thấy ở độ mặn càng cao, tốc độ tăng trưởng của cơ thể cá càng thấp. Cụ thể sau 4 tuần thí nghiệm cá tăng trưởng 7,9 gam/con/tuần là nhanh nhất khi nuôi trong nước ngọt 0‰; tăng trưởng 5,6 gam/con/tuần là chậm nhất ở lô thí nghiệm độ mặn 13‰. Điều này có thể giải thích ở độ mặn càng cao, cá càng giảm khả năng hoạt động và tiêu thụ thức ăn. Kết quả tương đồng với nghiên cứu của Trương Văn Đàn và Võ Điều (2014) về ảnh hưởng của độ mặn lên khả năng sử dụng và chuyển hóa thức ăn trên đối tượng cá Nâu.

3.4. Sự biến đổi mô của cá trắm đen

Quá trình biến đổi mô mang và mô thận của cá thí nghiệm ở độ mặn 0, 10, 13 và 15‰ thể hiện trong các hình 3 và 4. Đối với mô mang

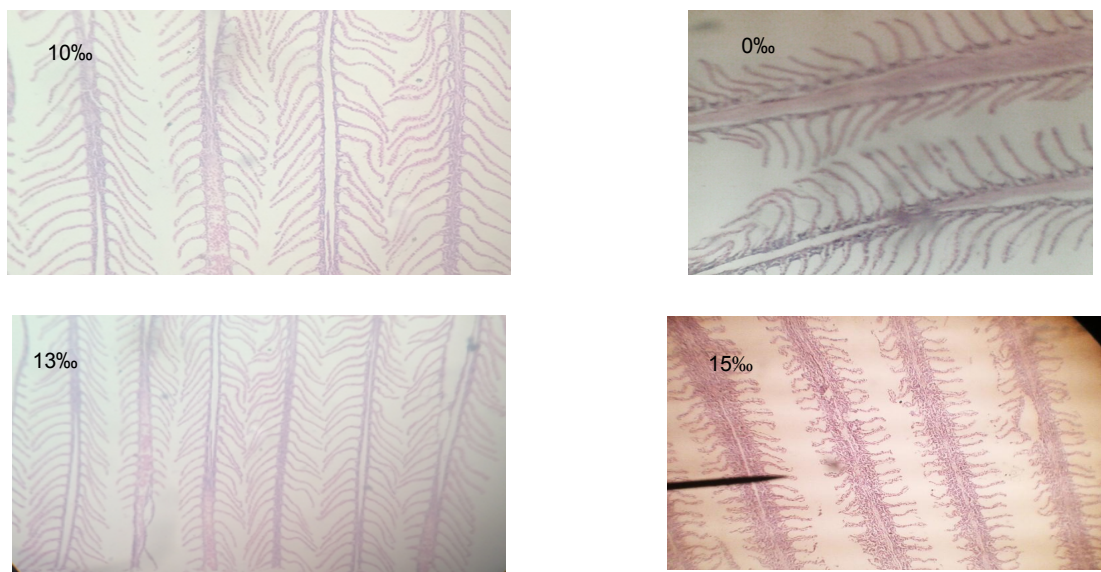
Bảng 2. Tốc độ tăng trưởng của cá trắm đen khi nuôi thí nghiệm

Thời gian theo dõi (tuần)	Tốc độ tăng trưởng (gam/con/tuần)		
	0‰	10‰	13‰
1	7,3	7,4	6,8
2	7,6	6,6	6,4
3	8,1	5,8	5,1
4	8,8	5,2	4,2
Trung bình $\pm$ SD	7,9 ^a $\pm$ 0,61	6,3 ^b $\pm$ 0,95	5,6 ^c $\pm$ 1,12

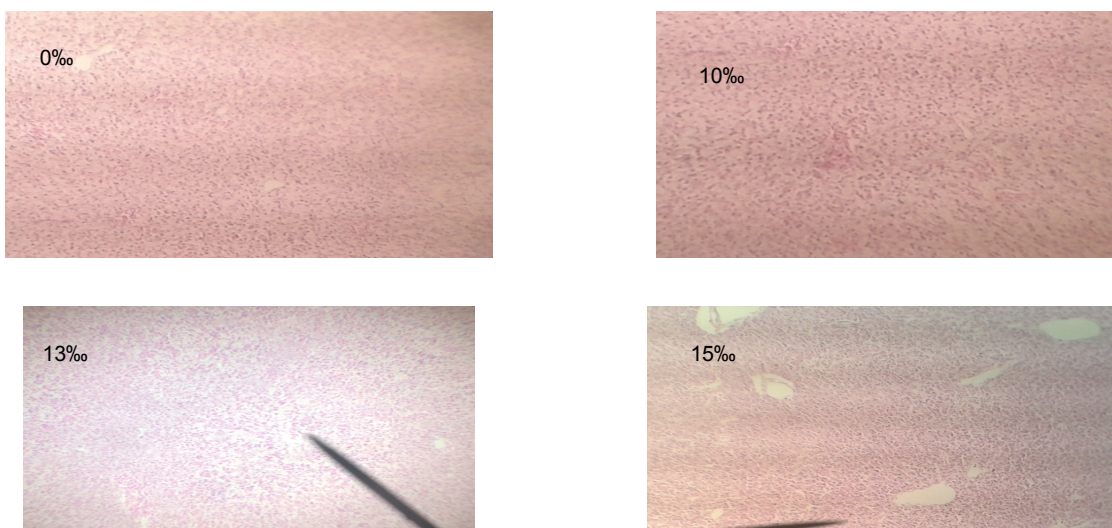
Ghi chú: Các chữ cái khác nhau trong cùng một hàng thể hiện sai khác có ý nghĩa ($P > 0,05$)

của cá ở độ mặn 10, 13‰ không sai khác so với mô mang của cá nuôi trong nước ngọt, không có dấu hiệu bị co, mất nước. Nhưng ở độ mặn 15‰ các tơ mang có biểu hiện bị mất nước và co lại rất rõ ràng. Mô thận cũng thể hiện dấu hiệu tương tự, một số vùng trong mô tế bào co cụm lại và tạo các khoảng không bào lớn, điều này không xảy ra

ở độ mặn 0, 10 và 13‰. Kết quả biến đổi mô được so sánh với báo cáo của Trương Đình Hoài và cs. (2014) cho thấy những biến đổi mô học ở mang, thận của cá trắm đen trong nghiên cứu này hoàn toàn là do độ mặn gây ra mà không có sự xuất hiện của các tác nhân gây bệnh như ký sinh trùng, vi khuẩn, vi rút.



Hình 3. Biến đổi mô mang cá trắm đen khi nuôi ở các độ mặn khác nhau
(Ảnh chụp ở độ phóng đại 10x10)



Hình 4. Biến đổi mô thận cá trắm đen khi nuôi ở các độ mặn khác nhau
(Ảnh chụp ở độ phóng đại 10x10)

4. KẾT LUẬN

Cá trắm đen có khả năng chịu đựng và sống sót tốt trong khoảng độ mặn 0‰ đến 13‰ ở cả hai điều kiện thuần hóa và không thuần hóa độ mặn. Ở độ mặn 15, 17, 20‰ cá không có khả năng sống sót.

Độ mặn có ảnh hưởng tới tốc độ tăng trưởng của cá trắm đen. Ở trong nước ngọt, tốc độ tăng trưởng của cá trắm đen là $7,9^a \pm 0,61$ gam/con/tuần và có xu hướng giảm dần khi độ mặn tăng từ 10‰ ($6,3^b \pm 0,95$ gam/con/tuần) đến 13‰ ($5,6^c \pm 1,12$ gam/con/tuần).

Ở độ mặn 15‰, cá có hiện tượng mô mang bị co, mất nước và mô thận có các khoảng không bào do độ mặn môi trường vượt quá khả năng điều tiết.

5. ĐỀ XUẤT

Cần có thêm các nghiên cứu thử nghiệm nuôi cá trắm đen thương phẩm ở các độ mặn thấp và tăng dần đến 13‰ trong điều kiện thực tế với thời gian nuôi dài hơn để đánh giá rõ hơn khả năng sống sót và tăng trưởng.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí từ dự án ACCCU, Hà Lan để hoàn thành nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Du Jiayin (1986). Theory and Practice of Transplant and Decimation of Aquatic Animals. Science Press, Peking, pp. 82-191.

Garg SK. (1996). Brackishwater carp culture in potentially waterlogged areas using animal wastes as pond fertilizers. Department of Zoology, Haryana Agricultura University, Hisar-125 004, India. Aquaculture International, 4: 145-155

Kilambi, R.V. and Zdinak, A. (1980). Effect of acclimation on the salinity tolerance of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val). J. Fish Biol., 116: 171-175.

Garcia, L.M.B. C.M.H. Garcia, A.F.S. Pineda, E.A. Gammad, J. Canta, S.P.D. Simon, G.V. Hilomen-

Garcia, A.C. Gonzal and C.B. Santiago (1999). Survival and growth of bighead carp fry exposed to low salinities. Aquaculture International, 7: 241-250.

Luz, R. K., martinez-Alvarez, R. M., Pedro, De. and Delgado, N. (2008). Growth, Food intake and metabolic adaptations in gold fish (*Carassius auratus*) exposed to different salinities. Aquaculture, 276: 171-178.

Mumford, S., Heidel, J., Smith, C., Morrison, J., MacConnell, B. and Blazer, B. (2007). Fish Histology and Histopathology, U.S. Fish and Wildlife Services (USFWS). National Conservation Training Center (NCTC).

Trương Văn Đàn và Võ Điều (2014). Nghiên cứu khả năng thích ứng độ mặn của cá Nâu (*Scatophagus argus*) trong điều kiện biến đổi khí hậu ở tỉnh Thừa Thiên Huế. Khoa Thủy sản, Trường Đại học Nông Lâm Huế.

Nguyễn Văn Hào và Ngô Sỹ Vân (2001). Cá nước ngọt Việt Nam (Tập 1) Họ cá chép *Cyprinidae*. Nhà xuất bản Nông nghiệp.

Lê Minh Toán, Vũ Văn Sáng, Trịnh Đình Khuyến (2012). Ảnh hưởng của độ mặn đến khả năng sinh sản của cá rô phi vằn chọn giống trong môi trường lợ mặn (*Oreochromis niloticus*). Tạp chí khoa học và phát triển, 10(7): 993-996.

Varsamos S., Nebel C., Charmantier G. (2005). Ontogeny of osmoregulation in postembryonic fish: A review. Comp Biochem Physiol A Mol Integr PhysiolMol Integr Physiol., 141: 401-429.

Kim Văn Vạn, Trần Ánh Tuyết, Trương Đình Hoài & Kim Tiến Dũng (2010). Kết quả bước đầu nuôi đơn cá trắm đen thương phẩm trong ao tại tỉnh Hải Dương. Tạp chí Khoa học & Phát triển, 8(3): 481-487. ISSN: 1859-0004

Von Gertzen, J.A. (1985). Resistance and capacity for adaptation of juvenile silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* to temperature and salinity. Aquaculture, 44: 321-332.

Phạm Anh Vũ và Nguyễn Minh Thành (2014). Ảnh hưởng của độ mặn lên sự tăng trưởng và chuyển hóa thức ăn của rô phi vằn (*Oreochromis niloticus*) và cá diêu hồng (*Oreochromis* sp.). Khoa Công nghệ sinh học, Trường đại học Quốc tế - Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.

Trương Đình Hoài, Nguyễn Vũ Sơn, Nguyễn Thị Hoài, Nguyễn Thị Mai Phương và Nguyễn Thị Hậu (2014). Đặc điểm mô bệnh học của cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) nhiễm *Streptococcus* sp. nuôi tại một số tỉnh miền bắc Việt Nam. Tạp chí Khoa học và Phát triển, 12(3): 360-371.