

# ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ MẶN LÊN SỰ TĂNG TRƯỞNG VÀ CHUYỂN HÓA THỨC ĂN CỦA RÔ PHI VẦN (*Oreochromis niloticus*) VÀ CÁ ĐIỀU HỒNG (*Oreochromis sp.*)

THE EFFECTS OF SALINITY ON THE GROWTH AND FEED UTILIZATION OF NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) AND RED TILAPIA (*Oreochromis sp.*)

Phạm Anh Vũ\*, Nguyễn Minh Thành

Khoa Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Quốc tế - Đại học Quốc gia TP HCM

E-mail: [nmthanh@hcmiu.edu.vn](mailto:nmthanh@hcmiu.edu.vn)

## ABSTRACT

Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and red tilapia (*Oreochromis ssp.*) are important aquaculture species in Vietnam. The aim of the current study was to assess the growth performance and feed utilization of Nile and red tilapias under different salinity conditions. The experiments were designed with salinities of 0, 15 and 25 ppt in 500-L tanks. The growth performance was evaluated using various indices, including weight gain (WG), specific growth rate (SGR), food conversion rate (FCR) and daily food intake (DFI). Results after a 55 days experiment showed that WG, SGR were highest at 0 ppt and lowest at 25 ppt for Nile tilapia while these values were highest at 25ppt and lowest at 0 ppt for red tilapia. The same pattern also observed for DFI. There were no significant differences for FCR among the treatments of Nile and red tilapias, except a significant high FCR was observed for Nile tilapia at 25 ppt. Possibility of Nile and red tilapias culture in saline water were discussed.

## ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá rô phi là loài cá có giá trị kinh tế cao, được nuôi rộng rãi ở vùng nước ngọt trên 75 nước (Fitzsimmons, 2000, Josupeit, 2005). Năm 2010, sản lượng cá rô phi trên thế giới đạt khoảng 3,7 triệu tấn (FAO, 2011). Rô phi được nuôi rộng rãi ở Việt Nam, đặc biệt là ở đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Tuy nhiên, nuôi trồng thủy sản đang đối mặt với nhiều thách thức lớn từ ảnh hưởng của biến đổi khí hậu. Mực nước biển toàn cầu đang tăng từ 10 đến 20 cm trong vòng một thế kỉ qua, và xâm nhập mặn được dự báo là sẽ xảy ra nhanh hơn so với thời gian trước (Parry et al., 2007). Dưới ảnh hưởng của thay đổi khí hậu và nước biển dâng cao, khu vực bị xâm nhập mặn ở ĐBSCL ngày càng mở rộng. Do đó tìm kiếm đối tượng thủy sản thích nghi với độ mặn cao để thay thế cho các đối tượng nước ngọt ở các vùng bị xâm nhập mặn là nhu cầu cấp thiết.

Rô phi là loài cá sống ở nhiều độ mặn khác nhau từ nước ngọt đến nước biển (Stickney, 1986, Watanabe và ctv, 1987, Kamal & Mair, 2005). Trong đó loài *Oreochromis mossambicus* có thể sống bình thường ở độ mặn 49 ppt (Whitfield & Blaber, 1979) và *O. aureus* có thể chịu đựng nồng độ muối lên tới 44 ppt (Balarin & Haller, 1982); Tuy nhiên tốc độ tăng trưởng của chúng bị giảm khi nồng độ muối cao hơn 36 ppt (McGeachin et al., 1987). Nhiều báo cáo cho rằng các dòng rô phi lai có khả năng chịu mặn cao vì thụ hưởng đặc tính chịu mặn từ các bố mẹ *O. mossambicus* (Suresh & Lin, 1992, Romana-Eguia & Eguia, 1999).

Hiện nay có nhiều dòng rô phi vằn và điều hồng được nuôi ở ĐBSCL và nhiều nghiên cứu khả năng chịu mặn của rô phi và các dòng lai được báo cáo. Tuy nhiên chưa có nghiên cứu so sánh về khả năng chịu mặn của rô phi và điều hồng. Mục tiêu của nghiên cứu này là so sánh tác động của thay đổi độ mặn lên tốc độ tăng trưởng và mức độ chuyển hóa thức ăn của cá rô phi và điều hồng trong cùng một điều kiện nuôi.

## PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành tại Khu thí nghiệm Công nghệ sinh học, trường Đại học Quốc tế TP HCM từ 10/10/2012 đến 10/2/2013. Thí nghiệm được bố trí với ba nghiệm thức độ mặn

khác nhau bao gồm: 0, 15 và 25 ppt, mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Cá giống rô phi vằn và diêu hồng (trọng lượng trung bình ban đầu 3 – 5 g/con) được bố trí vào hệ thống bể nuôi hờ thay nước. Bể 500L được ngăn thành hai phần bằng tấm lưới đặt giữa bể, mỗi ngăn bể nuôi 30 cá diêu hồng hoặc 30 cá rô phi vằn nhằm đảm bảo sự đồng nhất môi trường nuôi ở mỗi nồng độ muối. Cá được nâng độ mặn từ từ ở mức 5 ppt/ngày đến khi đạt độ mặn thí nghiệm. Cá được cho ăn bằng thức ăn viên (Aquaxcel, Cargill) chứa 30% protein, mỗi ngày cho ăn 2 lần (8h30 và 16h00), tỷ lệ cho ăn là 3%/trọng lượng thân. Thức ăn dư được thu sau 30 phút cho ăn để tính lượng thức ăn đã tiêu thụ. Thời gian nuôi là 55 ngày.

### Phân tích số liệu

#### Tốc độ tăng trưởng

Tăng trưởng (weight gain – WG) là sự khác nhau giữa trọng lượng cuối lúc thu hoạch và trọng lượng ban đầu của cá trong một khoảng thời gian.

$$WG (\%) = \frac{\text{Trọng lượng cuối} - \text{Trọng lượng ban đầu}}{\text{Trọng lượng ban đầu}} \times 100$$

Tăng trưởng riêng (Specific growth rate – SGR) là tốc độ tăng trưởng của cá trong 1 ngày.

$$SGR (\%/ngày) = \frac{\ln \text{trọng lượng cuối} - \ln \text{trọng lượng ban đầu}}{\text{Số ngày nuôi}} \times 100$$

Hệ số chuyển hóa thức ăn (Feed conversion rate - FCR)

$$FCR = \frac{F}{(W_f - W_i)}$$

F = lượng thức ăn đã cung cấp cho cá ăn trong suốt thí nghiệm

W<sub>i</sub> = khối lượng của cá khi mới bắt đầu thí nghiệm.

W<sub>f</sub> = khối lượng cá khi kết thúc thí nghiệm.

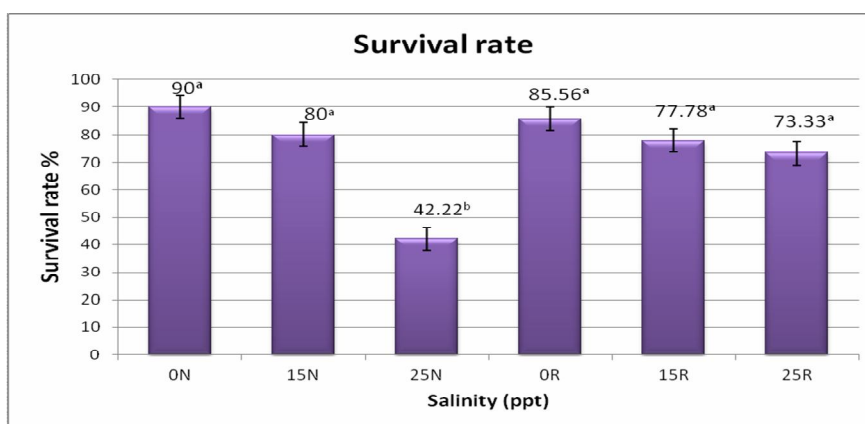
$$\text{Tỉ lệ sống (\%)} = \frac{\text{Số cá còn lại sau thí nghiệm}}{\text{Số cá ban đầu thí nghiệm}} \times 100$$

Các chỉ tiêu được phân tích thống kê bằng phương pháp two-way ANOVA, sử dụng phần mềm SPSS v20.0.0 (SPSS Inc., Chicago, IL).

## KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### Tỉ lệ sống

Tỉ lệ sống của rô phi vằn và diêu hồng sau 55 ngày nuôi thí nghiệm được trình bày ở Hình 1. Trong thí nghiệm này, cá rô phi vằn chết khá nhiều ở nghiệm thức 25 ppt (tỉ lệ sống 42,22%). Tỷ lệ sống cao nhất ở nồng độ 0 ppt là 90%. Nồng độ muối thay đổi ảnh hưởng rõ rệt tới tỉ lệ sống rô phi vằn (P < 0,05) theo khuynh hướng độ mặn càng cao thì tỉ lệ sống càng giảm. Ngược lại, tỉ lệ sống không sai khác rõ rệt giữa các nghiệm thức của cá diêu hồng (P > 0,05), dao động từ 85,56% (0 ppt) giảm xuống 73,33% (25 ppt). So sánh tỉ lệ sống giữa hai dòng cá, tỉ lệ sống của rô phi vằn sai khác có ý nghĩa thống kê so với diêu hồng ở độ mặn 25 ppt (P < 0,05).



**Hình 1.** Tỷ lệ sống của rô phi vằn và diêu hồng ở các độ mặn khác nhau. N (Nile tilapia – rô phi vằn), R (Red tilapia – diêu hồng). Ký tự khác nhau cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,05$ )

### Tốc độ tăng trưởng

Bảng 1 và 2 cho thấy tốc độ tăng trưởng (WG) và tăng trưởng riêng (SGR) của rô phi vằn và cá diêu hồng. Tốc độ tăng trưởng của rô phi vằn đạt cao nhất ở môi trường nước ngọt ( $184,78 \pm 6,17\%$ ) và thấp nhất ở độ mặn 25 ppt ( $133,34 \pm 8,08\%$ ). Trong khi đó cá diêu hồng nuôi ở độ mặn 25 ppt có tốc độ tăng trưởng cao nhất ( $173,69 \pm 2,12\%$ ) và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức 0 và 15 ppt ( $P < 0,05$ ).

**Bảng 1.** Ảnh hưởng của nồng độ muối lên tăng trưởng của rô phi vằn

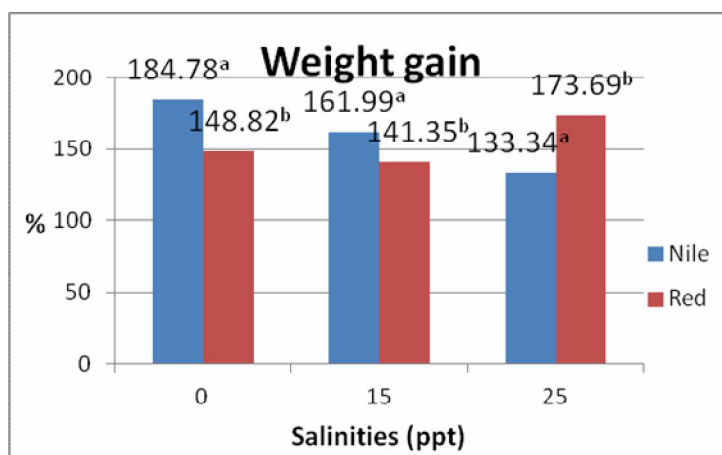
Nghiệm thức	WG (%)	SGR(%/day)
0 ppt	$184,78 \pm 3,56^a$	$2,22 \pm 0,04^a$
15 ppt	$161,99 \pm 1,34^b$	$2,05 \pm 0,04^{ab}$
25 ppt	$133,34 \pm 8,08^c$	$1,75 \pm 0,04^b$

Số liệu được trình bày ở dạng *means*  $\pm$  SE. Ký tự khác nhau trong cùng một cột cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ( $P < 0,05$ )

**Bảng 2.** Ảnh hưởng của nồng độ muối lên tăng trưởng của cá diêu hồng

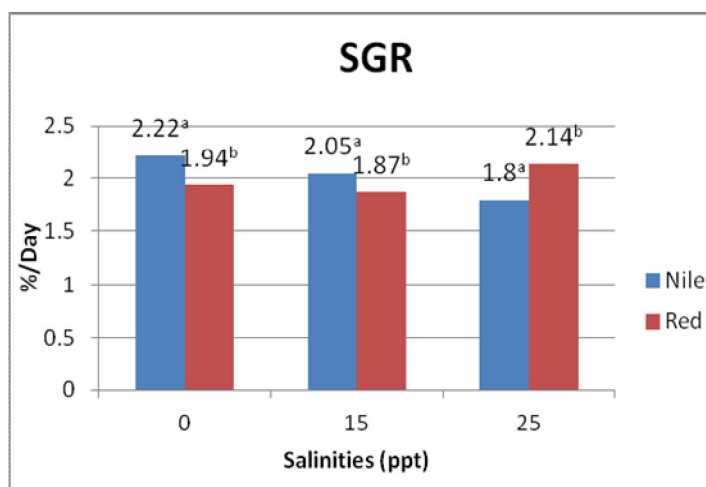
Nghiệm thức	WG (%)	SGR(%/day)
0 ppt	$148,82 \pm 3,07^a$	$1,94 \pm 0,04^a$
15 ppt	$141,35 \pm 3,49^a$	$1,87 \pm 0,04^a$
25 ppt	$173,69 \pm 2,12^b$	$2,14 \pm 0,04^b$

Số liệu được trình bày ở dạng *means*  $\pm$  SE. Ký tự khác nhau trong cùng một cột cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ( $P < 0,05$ )



**Hình 2.** So sánh tốc độ tăng trưởng (WG) của rô phi vằn và cá diêu hồng ở các nghiệm thức độ mặn. Ký tự khác nhau cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 2 dòng cá ( $P < 0.05$ )

Khi so sánh tốc độ tăng trưởng giữa rô phi vằn và cá diêu hồng (Hình 2) cho thấy ở môi trường nước ngọt rô phi vằn tăng trưởng nhanh hơn cá diêu hồng ( $184,78 \pm 3,56$  % so với  $148,82 \pm 3,07$ ). Tuy nhiên tốc độ tăng trưởng của rô phi vằn ( $133,34 \pm 8,08$  %) thấp hơn có ý nghĩa thống kê so với cá diêu hồng ( $173,69 \pm 2,12$  %) khi nuôi ở độ mặn 25 ppt ( $P < 0,05$ ). Tương tự đối với tốc độ tăng trưởng riêng, rô phi vằn tăng trưởng cao hơn có ý nghĩa thống kê so với diêu hồng ở độ mặn 0 ppt và thấp hơn có ý nghĩa thống kê ở độ mặn 25 ppt ( $P < 0,05$ ) (Hình 3).



**Hình 3.** So sánh tốc độ tăng trưởng riêng (SWG) rô phi vằn và diêu hồng các nghiệm thức độ mặn. Ký tự khác nhau cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 2 dòng cá ( $P < 0,05$ )

### Hệ số chuyển hóa thức ăn

**Bảng 3.** Ảnh hưởng của độ mặn lên FCR của rô phi vằn

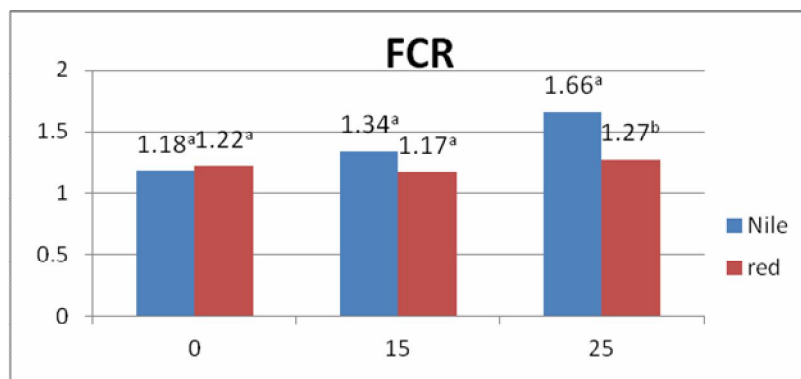
Nghiệm thức	FCR
0 ppt	$1,18 \pm 0,04^a$
15 ppt	$1,34 \pm 0,06^{ab}$
25 ppt	$1,66 \pm 0,13^b$

Số liệu được trình bày ở dạng *means*  $\pm$  SE. Ký tự khác nhau cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ( $P < 0,05$ )

**Bảng 4.** Ảnh hưởng của độ mặn lên mức độ chuyển hóa thức ăn của cá điêu hồng. Ký tự khác nhau cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ( $P < 0,05$ )

Nghiệm thức	FCR
0 ppt	1,22 ± 0,06 <sup>a</sup>
15 ppt	1,17 ± 0,04 <sup>a</sup>
25 ppt	1,27 ± 0,02 <sup>a</sup>

Số liệu được trình bày ở dạng means ± SE. Ký tự khác nhau cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ( $P < 0,05$ )



**Hình 4.** So sánh FCR giữa rô phi vằn và điêu hồng ở các độ mặn khác nhau. Ký tự khác nhau cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 2 dòng cá ( $P < 0,05$ )

Bảng 3 cho thấy hệ số chuyển hóa thức ăn của rô phi vằn bị tác động rõ rệt của thay đổi độ mặn, đạt thấp nhất ở độ mặn 0 ppt (1,18 ± 0,04) và sai khác có ý nghĩa thống kê so với độ mặn 25 ppt (1,66 ± 0,13). Đối với cá điêu hồng, FCR dao động từ 1,17 đến 1,27 và không sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức (Bảng 4). Khi so sánh FCR giữa 2 dòng cá ở các độ mặn khác nhau (Hình 4), FCR không sai khác có ý nghĩa thống kê giữa 2 dòng cá khi nuôi ở độ mặn 0 và 15 ppt ( $P > 0,05$ ). Tuy nhiên, chỉ số này sai khác có ý nghĩa thống kê giữa 2 dòng cá khi độ mặn tăng lên 25 ppt ( $P < 0,05$ ).

### Thảo luận

#### Ảnh hưởng của độ mặn lên tỉ lệ sống

Trong nghiên cứu của chúng tôi, số cá chết xuất hiện phần lớn ở nghiệm thức độ mặn 25 ppt của rô phi vằn. Ở nghiệm thức này, rô phi xuất hiện các vết loét ở khắp cơ thể, chủ yếu ở vùng mang và gần đuôi. Vine (1980) báo cáo sự hình thành các vết loét trên cá xuất hiện sau 2 tháng nuôi trong nước biển. Quan sát tương tự được báo cáo đối với *O. aureus* nuôi trong nước biển (McGeachin và ctv, 1987). Al-Ahmad và ctv (1988) công bố rằng *O. spilurus* nuôi trong nước biển dễ bị stress và dễ dàng mắc bệnh. Ngoài ra, Kamal & Mair (2005) cho rằng sức sống của *O. niloticus* ở nồng độ muối 22,5 và 30 ppt giảm đi là do giảm sự đề kháng với bệnh tật kết hợp với stress với môi trường xung quanh. Villegas (1990) quan sát được sự suy giảm sức sống liên tục của *O. niloticus* khi nồng độ muối tăng dần từ 0 đến 32 ppt trong thời gian thí nghiệm kéo dài 45 ngày. Likongwe và ctv (1996) nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ và nồng độ muối tới sinh trưởng của *O. niloticus*. Tác giả đã tìm thấy rằng nồng độ muối 16 ppt kết hợp với nhiệt độ 28°C làm tăng tỉ lệ chết ở cá thí nghiệm. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi hoàn toàn phù hợp với những nghiên cứu trước đây khi xem xét độ mặn ảnh hưởng lên tỉ lệ sống của cá.

#### Ảnh hưởng của độ mặn lên tốc độ tăng trưởng

Nhìn chung, kết quả từ nghiên cứu này cho thấy rô phi vằn có tốc độ tăng trưởng giảm khi nuôi ở độ mặn cao hơn 15 ppt. Chowdhury và ctv (2006) công bố rô phi vằn nuôi ở độ mặn 8 ppt, mật độ 20 con/m<sup>2</sup> có tốc độ tăng trưởng cao nhất so với cá nuôi ở độ mặn 15 và 25 ppt.

Kết quả nghiên cứu của Pruginin và ctv (1990) cho thấy khi nuôi trong môi trường nước lợ *O. niloticus* có tốc độ tăng trưởng nhanh hơn so với diều hồng Singapore. Villegas (1990) báo cáo rằng *O. niloticus* tăng trưởng tốt ở 0 -10 ppt và chậm hơn ở 25 – 32 ppt, trong đó tăng trưởng tối ưu ở độ mặn 7,5 ppt. Popma & Lovshin (1996) công bố rô phi vẫn có thể được nuôi ở 30 ppt nhưng sinh trưởng bị hạn chế khi nồng độ muối cao hơn 15 ppt. Ridha (2008) cũng khuyến cáo nuôi rô phi vẫn chỉ nên hạn chế ở nồng độ muối nhỏ hơn 20 ppt. Nghiên cứu hiện tại tìm được kết quả tương tự với những phát hiện trước đây về tăng trưởng của rô phi vẫn khi nuôi ở các độ mặn khác nhau.

Ngược lại, độ mặn 25 ppt cải thiện sự sinh trưởng của diều hồng. Các nghiên cứu trước đây cho thấy diều hồng có nguồn gốc Florida và Đài Loan đều phát triển tốt hơn trong môi trường nước biển so với nước ngọt (Watanabe và ctv, 1997; Liao & Chang, 1983). Người ta giải thích diều hồng có thể thích nghi với môi trường nước mặn là được di truyền đặc tính này từ bố mẹ có khả năng chịu mặn (Suresh & Lin, 1992, Romana-Eguia & Eguia, 1999). Kamal & Mair (2005) thực hiện thí nghiệm so sánh tăng trưởng của tám dòng cá diều hồng khác nhau cho thấy tất các dòng diều hồng có tốc độ tăng trưởng cao hơn so với *O. niloticus* khi nuôi ở độ mặn 22,5 và 30 ppt.

Đối với chỉ số SGR, nghiên cứu hiện tại cũng phản ánh tốc độ tăng trưởng tốt của rô phi vẫn ở độ mặn thấp và của diều hồng ở độ mặn cao hơn. Tương tự, Ridha (2008) cho rằng SGR của diều hồng cao hơn có ý nghĩa so với rô phi đen thuần chủng ở nồng độ muối 37 – 40 ppt khi nuôi cá có kích cỡ khác nhau là 1, 20 và 200 g. Theo García-Ulloa và ctv (2001), SGR của diều hồng cao nhất ở độ mặn 30 ppt.

*Ảnh hưởng của độ mặn lên sự chuyển hóa thức ăn.*

Trong thí nghiệm hiện tại ở độ mặn 25 ppt, diều hồng có chỉ số FCR thấp hơn có ý nghĩa thống kê so với rô phi vẫn. Ridha (2008) báo cáo FCR của diều hồng nuôi ở độ mặn 37 ppt thấp hơn FCR của rô phi đen. Ngoài ra Kamal & Mair (2005) cũng công bố FCR tối ưu cho diều hồng đạt được ở nồng độ muối 15 và 22,5 ppt. Kết quả đạt được trong thí nghiệm của chúng tôi tương tự với những nghiên cứu trước đây.

## **KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ**

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy tốc độ tăng trưởng và FCR của rô phi vẫn không bị ảnh hưởng khi nuôi ở độ mặn lên tới 15 ppt, trong khi đó độ mặn cao hơn cải thiện tăng trưởng của diều hồng. Điều này cho thấy diều hồng có thể là đối tượng nuôi phù hợp ở các vùng bị xâm nhập mặn.

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi chỉ là kết quả ở qui mô phòng thí nghiệm. Kết quả này cần phải được khẳng định trong môi trường ao nuôi thực tế và giai đoạn nuôi phải kéo dài đến khi đạt kích thước thương phẩm.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- AL-AHMAD, T. A., RIDHA, M. & AL-AHMED, A. A. 1988. Production and feed ration of the tilapia *Oreochromis spilurus* in seawater. *Aquaculture*, 73, 111-118.
- AL-AMOUDI, M. 1987. Acclimation of commercially cultured *Oreochromis* species to sea water—an experimental study. *Aquaculture*, 65, 333-342.
- BALARIN, J. D. & HALLER, R. D. 1982. The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages. *Muir, J.F and Roberts, R.J. (eds) Recent advances in Aquaculture. Croom Helm, London and Canberra, West view Press, Boulder Colorado, pp 267-355*
- BLABER, S. & WHITFIELD, A. 1977. The feeding ecology of juvenile mullet (Mugilidae) in south-east African estuaries. *Biological Journal of the Linnean Society*, 9, 277-284.

- CHOWDHURY, K., YI, Y., LIN, C. & EL-HAROON, E. 2006. Effect of salinity on carrying capacity of adult Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. in recirculating systems. *Aquaculture Research*, 37, 1627-1635.
- DITRICH, H. 2007. The origin of vertebrates: a hypothesis based on kidney development. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 150, 435-441.
- EL GAMAL, A. R. A. L. 1987. *Reproduction performance, sex ratios, gonadal development, cold tolerance, viability and growth of red and normally pigmented hybrids of Tilapia aurea and T. nilotica*. Auburn University.
- FAO 2011. The State of World Fisheries and Aquaculture, Food and Agriculture Organization.
- FITZSIMMONS, K. 2000. Future trends of tilapia aquaculture in the Americas. *Tilapia aquaculture in the Americas*, 2, 252-264.
- FRYER, G. & ILES, T. D. 1972. The Cichlid fishes of the Great Lakes of Africa: their biology and evolution. *Oliver & Boyd, Croythorn House, 23 Ravelston Terrace, Edinburgh EH 4 3 TJ, UK*. 656, 1972.
- GARCÍA-ULLOA, M., VILLA, R. L. & MARTÍNEZ, T. M. 2001. Growth and Feed Utilization of the Tilapia Hybrid *Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus* Cultured at Different Salinities under Controlled Laboratory Conditions. *Journal of the world Aquaculture Society*, 32, 117-121.
- JOSUPEIT, H. 2005. *World market of tilapia*, FAO.
- KAMAL, A. H. M. M. & MAIR, G. C. 2005. Salinity tolerance in superior genotypes of tilapia, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus* and their hybrids. *Aquaculture*, 247, 189-201.
- KONSTANTINOV, A. & MARTYNOVA, V. 1993. Effect of salinity fluctuations on energetics of juvenile fish. *JOURNAL OF ICHTHYOLOGY C/C OF VOPROSY IKHTIOLOGII*. 33, 1-1.
- KUWAYE, T. T., OKIMOTO, D. K., SHIMODA, S. K., HOWERTON, R. D., LIN, H.-R., PANG, P. K. & GRAU, E. G. 1993. Effect of 17 $\alpha$ -methyltestosterone on the growth of the euryhaline tilapia, *Oreochromis mossambicus*, in fresh water and in sea water. *Aquaculture*, 113, 137-152.
- LIAO, I. C. & CHANG, S. L. 1983. Studies on the feasibility of red tilapia culture in saline water. *Proceedings of the First International Symposium on Tilapia in Aquaculture*, pp. 524–533.
- LIKONGWE, J. S., STECKO, T. D., STAUFFER JR, J. R. & CARLINE, R. F. 1996. Combined effects of water temperature and salinity on growth and feed utilization of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus). *Aquaculture*, 146, 37-46.
- LUZ, R. K., MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, R. M., DE PEDRO, N. & DELGADO, M. J. 2008. Growth, food intake regulation and metabolic adaptations in goldfish (*Carassius auratus*) exposed to different salinities. *Aquaculture*, 276, 171-178.
- MCGEACHIN, R. B., ROBINSON, E. H. & NEILL, W. H. 1987. Effect of feeding high levels of androgens on the sex ratio of *Oreochromis aureus*. *Aquaculture*, 61, 317-321.
- NAM, S., TONG, E., NORNG, S. & HORTLE, K. 2007. Use of freshwater low value fish for aquaculture development in the Cambodia's Mekong basin. *Low value and trash fish in the Asia-Pacific region*, 186.
- PARRY, M. L., CANZIANI, O. F., PALUTIKOF, J. P., VAN DER LINDEN, P. J. & HANSON, C. E. 2007. *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability*, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- PHILIPPART, J.-C. & RUWET, J.-C. 1982. Ecology and distribution of tilapias. *The biology and culture of tilapias*, 7, 15-60.



- POPMA, T. J. & LOVSHIN, L. L. 1996. Worldwide Prospects for Commercial Production of Tilapia. *R and D Series 41, International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn University, Alabama 36849, USA.*
- PRUGININ, Y., FISHELSON, L. & KOREN, A. Intensive tilapia farming in brackishwater from an Israeli desert aquifer. Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture, 1990. The WorldFish Center, 16-20.
- PULLIN, R. S. V., BHUKASWAN, T., MANAGEMENT, I. C. F. L. A. R., TONGUTHAI, K. & MACLEAN, J. L. 1988. *The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture*, Department of Fisheries.
- RIDHA, M. T. 2008. Preliminary Observation on Salinity Tolerance of Three Sizes of the GIFT and Non-Improved Strains of the Nile Tilapia *Oreochromis Niloticus*. *European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X Vol.24 No.3 (2008), pp.373-377.*
- ROMANA-EGUIA, M. R. R. & EGUIA, R. V. 1999. Growth of five Asian red tilapia strains in saline environments. *Aquaculture*, 173, 161-170.
- SMITH, H. W. 1932. Water regulation and its evolution in the fishes. *The Quarterly Review of Biology*, 7, 1-26.
- STAUFFER JR, J. R. 1986. EFFECTS OF SALINITY ON PREFERRED AND LETHAL TEMPERATURES OF THE MOZAMBIQUE TILAPIA, OREOCHROMIS MOSSAMBICUS (PETERS) 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 22, 205-208.
- STICKNEY, R. R. 1986. Tilapia tolerance of saline waters: a review. *The Progressive Fish-Culturist*, 48, 161-167.
- SURESH, A. V. & LIN, C. K. 1992. Tilapia culture in saline waters: a review. *Aquaculture*, 106, 201-226.
- VILLEGAS, C. 1990. Evaluation of the salinity tolerance of *Oreochromis mossambicus*, *O. niloticus* and their F<sub>1</sub> hybrids. *Aquaculture*, 85, 281-292.
- VINE, P. Cultivation of fishes in the family Cichlidae in the Red Sea. Proc. Symp. on the Coastal and Marine Environment of the Red Sea, Gulf of Aden and Tropical Western Indian Ocean, 1980. 389-399.
- WASSMANN, R., HIEN, N. X., HOANH, C. T. & TUONG, T. P. 2004. Sea level rise affecting the Vietnamese Mekong Delta: Water elevation in the flood season and implications for rice production. *Climatic Change*, 66, 89-107.
- WATANABE, W., FRENCH, K., ELLINGSON, L., WICKLUND, R. & OLLA, B. The effects of salinity on growth food consumption and conversion in juvenile, monosex male Florida red tilapia. Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture, 1987. 16-20.
- WATANABE, W. O., CLARK, J. H., DUNHAM, J. B., WICKLUND, R. I. & OLLA, B. L. 1990. Culture of Florida red tilapia in marine cages: the effect of stocking density and dietary protein on growth. *Aquaculture*, 90, 123-134.
- WATANABE, W. O., KUO, C.-M. & HUANG, M.-C. 1985. The ontogeny of salinity tolerance in the tilapias *Oreochromis aureus*, *O. niloticus*, and an *O. mossambicus* × *O. niloticus* hybrid, spawned and reared in freshwater. *Aquaculture*, 47, 353-367.
- WATANABE, W. O., OLLA, B., WICKLUND, R., HEAD, W., COSTA PIERCE, B. & RAKOCY, J. 1997. Saltwater culture of the Florida red tilapia and other saline-tolerant tilapias: A review. *Tilapia aquaculture in the Americas*, 1, 54-141.
- WHITFIELD, A. K. & BLABER, S. J. 1979. The distribution of the freshwater cichlid *Sarotherodon mossambicus* in estuarine systems. *Environmental Biology of Fishes*, 4, 77-81.