

QUAN TRẮC KHẢ NĂNG DI CHUYỂN CỦA TÔM CÀNG XANH Ở CÁC LƯU TỐC NƯỚC TRONG ĐIỀU KIỆN THÍ NGHIỆM THỦY LỰC, VỚI LIÊN HỆ THỰC TẾ CHO ĐƯỜNG DI CƯ QUA ĐẬP PHƯỚC HÒA

MONITORING OF MOVING PERFORMANCE OF GIANT FRESHWATER PRAWN IN HYDRAULIC LABORATORY, WITH PRACTICAL LINK TO PHUOC HOA FISH-PASSAGE

Vũ Văn Hiếu¹, Vũ Cẩm Lương², Nguyễn Nghĩa Hùng¹

¹ Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

² Trường Đại học Nông lâm Thành phố Hồ Chí Minh

Tác giả liên hệ: Vũ Văn Hiếu (email: vuhieubio@gmail.com)

Ngày nhận bài: 22/06/2020; Ngày phản biện thông qua: 12/07/2020; Ngày duyệt đăng: 31/08/2020

TÓM TẮT

Tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii*) được đánh giá là loài thủy sản di cư bị ảnh hưởng trực tiếp bởi đập Phước Hòa trên sông Bé. Nghiên cứu này là tiền đề để đề xuất chế độ vận hành lưu tốc nước phù hợp cho tôm càng xanh (TCX) di cư ở đường di cư qua đập (ĐDCQĐ) Phước Hòa. Nội dung nghiên cứu bao gồm: (1) Khảo sát hiện trạng vận hành lưu tốc nước và các thông số thiết kế của ĐDCQĐ Phước Hòa; (2) Quan trắc tỷ lệ và tốc độ TCX di chuyển qua kênh nước hở ở các lưu tốc nước; (3) Quan trắc tỷ lệ TCX duy trì phía đầu kênh ở các lưu tốc nước trong các khoảng thời gian kéo dài. Nghiên cứu được thực hiện trên hai cỡ TCX là 7,5-9,5 cm (TCX cỡ I) và 13,5-15,5 cm (TCX cỡ II), với kênh tạo lưu tốc nước dài 18 m trong điều kiện phòng thí nghiệm thủy lực. Kết quả khảo sát hiện trạng vận hành lưu tốc nước của ĐDCQĐ Phước Hòa ghi nhận mức lưu tốc nước trung bình vào mùa khô, mùa mưa và lưu tốc nước tối đa vào mùa mưa của ĐDCQĐ Phước Hòa lần lượt là 0,26, 0,59 và 0,90 m/s, làm cơ sở cho ba mức bố trí lưu tốc nước (0,3, 0,6 và 0,9 m/s) trong điều kiện thí nghiệm. Kết quả quan trắc tỷ lệ TCX di chuyển qua kênh dài 18 m trong 10, 20 và 30 phút ở lưu tốc nước 0,3 m/s lần lượt là 13,33, 68,33, 94,17% cho TCX cỡ I; và 21,66, 76,00, 98,33% cho TCX cỡ II; ở lưu tốc nước 0,6 m/s lần lượt là 2,50, 50,83, 79,16% cho TCX cỡ I; và 9,16, 61,66, 90,83% cho TCX cỡ II; ở lưu tốc nước 0,9 m/s, tỷ lệ TCX di chuyển qua kênh dài 18 m là 0%. Tốc độ TCX di chuyển qua kênh dài 18 m ở lưu tốc nước 0,3 và 0,6 m/s lần lượt là 1,15 và 0,92 m/phút cho TCX cỡ I; 1,18 và 0,96 m/phút cho TCX cỡ II, cho thấy TCX cỡ I và II cần tối thiểu lần lượt là 11,81 và 11,51 giờ ở lưu tốc nước 0,3 m/s; 14,76 và 14,15 giờ ở lưu tốc nước 0,6 m/s để di chuyển giữa các hồ nghỉ xa nhất trên ĐDCQĐ Phước Hòa. Tỷ lệ TCX duy trì trên kênh trong 5, 10 và 15 giờ ở lưu tốc nước 0,3 m/s lần lượt là 88,33, 69,17, 30,83% cho TCX cỡ I; và 91,67, 83,33, 47,50% cho TCX cỡ II; ở lưu tốc nước 0,6 m/s lần lượt là 70,83, 36,67, 0% cho TCX cỡ I; và 82,50, 48,33, 12,50% cho TCX cỡ II. Kết quả của nghiên cứu được liên hệ thực tế cho ĐDCQĐ Phước Hòa với đề xuất chế độ vận hành lưu tốc nước xung quanh 0,6 m/s và bổ sung thêm hồ nghỉ dọc ĐDCQĐ để tăng hiệu quả di chuyển của TCX qua ĐDCQĐ Phước Hòa.

Từ khóa: Khả năng di chuyển, lưu tốc nước, tôm càng xanh, đường di cư qua đập, Phước Hòa.

ABSTRACT

The giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, was assessed as a migratory aquatic species directly affected by Phuoc Hoa dam on Be river. The purpose of this study was to propose a suitable operation regime of water velocity for *M. rosenbergii* to migrate on Phuoc Hoa fish-passage. The research contents included: (1) Surveying the current conditions of the water velocity operation and design parameters of the fish-passage; (2) Monitoring the prawn ratio and speed of passing through an open-flume at water velocities; (3) Observing the prawn ratio of maintaining at the head of the flume at water velocities for extended periods of time. The study was conducted on the two prawn's sizes of 7.5-9.5 cm (Prawn size I) and 13.5-15.5 cm (Prawn size II), with an 18 m long flume creating water velocities in hydraulic laboratory. The results recorded

that the average water velocities in the dry and rainy seasons and the maximum water velocity in the rainy season in Phuoc Hoa fish-passage were 0.26, 0.59 and 0.90 m/s respectively, as a basis for three levels of water velocity arrangements (0.3, 0.6 and 0.9 m/s) under experimental conditions. The monitoring results showed that the prawn ratio of moving through the 18 m flume for 10, 20 and 30 minutes at the water velocity of 0.3 m/s was 13.33, 68.33, 94.17% for Prawn size I; and 21.66, 76.00, 98.33% for Prawn size II respectively; at the water velocity of 0.6 m/s was 2.50, 50.83, 79.16% for Prawn size I; and 9.16, 61.66, 90.83% for Prawn size II respectively; at the water velocity of 0.9 m/s, the prawn ratio of moving through the 18 m channel was 0%. The prawn speed of moving through the 18 m channel at the water velocities of 0.3 and 0.6 m/s was 1.15 and 0.92 m/min for Prawn size I; 1.18 and 0.96 m/min for Prawn size II respectively, showing that Prawn sizes I and II need at least 11.81 and 11.51 hours at the water velocity of 0.3 m/s; 14.76 and 14.15 hours at the water velocity of 0.6 m/s to move between the farthest resting pools on the fish-passage. The prawn ratio of maintaining at the head of the flume for 5, 10 and 15 hours at the water velocity of 0.3 m/s was 88.33, 69.17, 30.83% for Prawn size I; and 91.67, 83.33, 47.50% for Prawn size II; at the water velocity of 0.6 m/s, it was 70.83, 36.67, 0% for Prawn size I; and 82.50, 48.33, 12.50% for Prawn size II respectively. The results of the study were practically linked to Phuoc Hoa fish-passage with the proposed operating regime of the surrounding water velocity of 0.6 m/s and the addition of resting pools along Phuoc Hoa fish-pass to increase the movement efficiency of *M. rosenbergii* through the fish-passage.

Key words: Moving performance, water velocity, the giant freshwater prawn, fish passage, Phuoc Hoa.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

ĐDCQĐ được xây dựng ở hồ chứa nước Phước Hòa (năm 2012) nằm trên địa bàn xã An Thái, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương là công trình ĐDCQĐ đầu tiên và duy nhất ở Việt Nam hiện nay. Theo Vũ Vi An và các cộng sự (2013), ĐDCQĐ Phước Hòa được thiết kế theo dạng “kênh tự nhiên” với chiều dài 1,9 km, độ dốc dọc theo ĐDCQĐ thay đổi từ 0,7 - 1,43% và lưu tốc nước được giới hạn dưới 0,6 m/s [3]. Tuy nhiên, có nhiều vấn đề còn tồn tại khi xây dựng công trình ĐDCQĐ Phước Hòa do chưa xác định được loài mục tiêu ưu tiên trong số khoảng 25 loài thủy sản kinh tế bị ảnh hưởng bởi đập Phước Hòa theo nghiên cứu của Vũ Vi An và các cộng sự (2012) [2]. Sau khi xây đập Phước Hòa, nhiều loài thủy sản di cư trong khu vực bị ảnh hưởng, đáng kể nhất là loài tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii*) vốn là đối tượng bản địa có tập tính di cư sinh sản giữa các vùng nước ngọt và nước lợ; theo nghiên cứu của Upadhyay *et al*, (2014), TCX có khả năng di cư xa đến hơn 200 km [5]. Có nhiều câu hỏi được đặt ra đối với khả năng di cư của TCX tại ĐDCQĐ ở Phước Hòa: (1) Mức lưu tốc nước phù hợp để TCX di chuyển ở ĐDCQĐ Phước Hòa?; (2) Khả năng di chuyển hết chiều

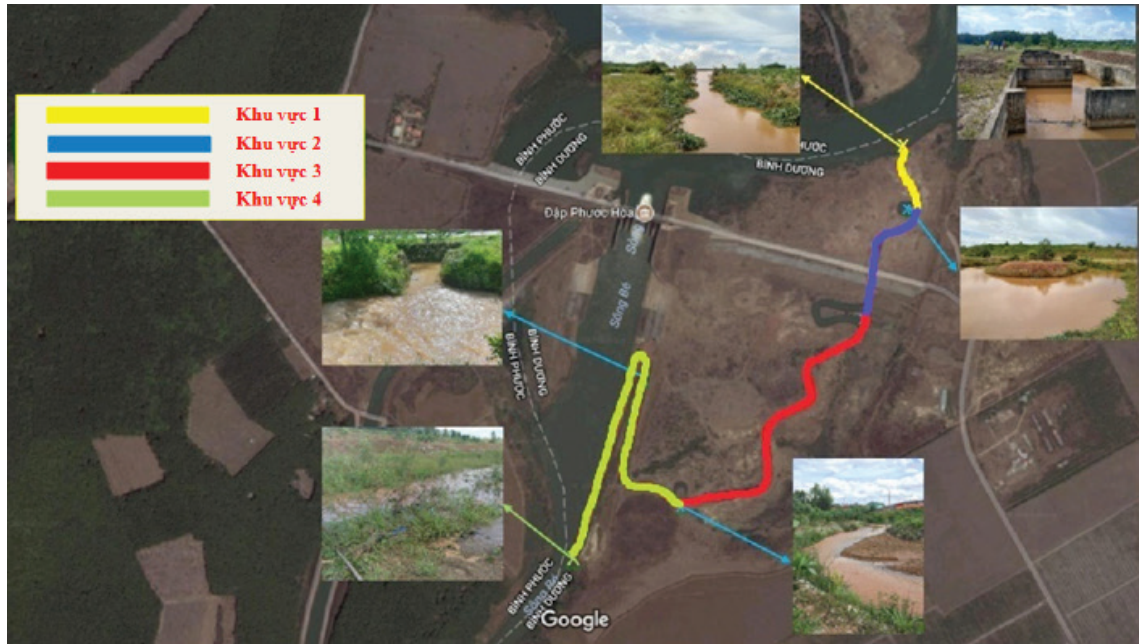
dài ĐDCQĐ ở Phước Hòa của TCX?; và (3) Khả năng bố trí thêm các hồ nghỉ để rút ngắn khoảng cách di chuyển của TCX trên ĐDCQĐ Phước Hòa?.

Chính vì vậy, nghiên cứu quan trắc khả năng di chuyển của tôm càng xanh ở các lưu tốc nước trong điều kiện phòng thí nghiệm thủy lực, với liên hệ thực tế cho ĐDCQĐ Phước Hòa được thực hiện nhằm đề xuất các giải pháp nâng cao hiệu quả hoạt động công trình ĐDCQĐ Phước Hòa, hỗ trợ cho hoạt động di cư sinh sản của loài mục tiêu là TCX, qua đó góp phần góp phần bảo vệ và phát triển bền vững nguồn lợi thủy sản.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Khảo sát hiện trạng vận hành lưu tốc nước và các thông số thiết kế của ĐDCQĐ Phước Hòa

Nghiên cứu đã tiến hành 08 đợt khảo sát thực địa đại diện cho mùa mưa (từ tháng 5 - 11/2017) và mùa khô (từ tháng 1 - 4/2018), thủy vực khảo sát trên ĐDCQĐ Phước Hòa được chia thành 04 khu vực gồm: (1) *Khu vực 1*: Từ cửa ra phía trên tới hồ nghỉ thứ nhất (tính từ trên xuống dưới); (2) *Khu vực 2*: Từ hồ nghỉ thứ nhất tới hồ nghỉ thứ hai; (3) *Khu vực 3*: Từ hồ nghỉ thứ hai đến



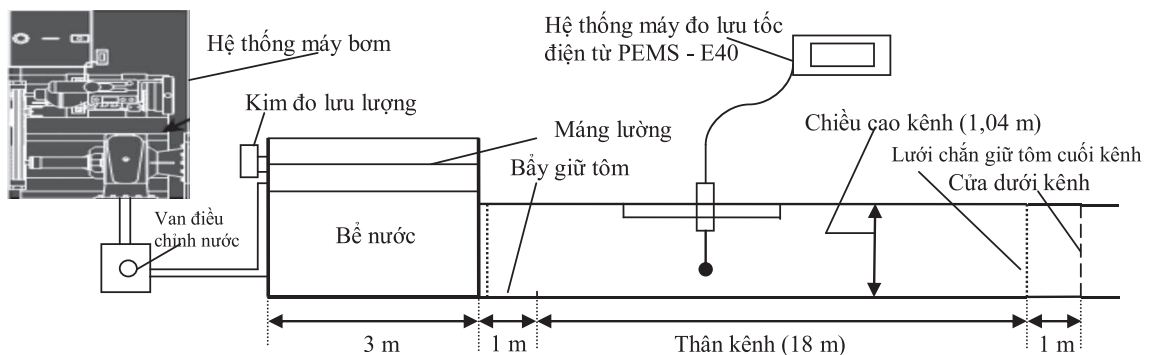
Hình 1. Các khu vực khảo sát trên công trình ĐDCQĐ ở hồ chứa nước Phước Hòa.

hồ nghỉ thứ ba; (4) Khu vực 4: Từ hồ nghỉ thứ ba đến cửa vào phía dưới ĐDCQĐ. Trong các đợt khảo sát thực địa, tiến hành đo đạc nhanh trực tiếp tại hiện trường trên ĐDCQĐ Phước Hòa các thông số lưu tốc nước, chiều dài, chiều rộng, độ sâu, độ dốc của ĐDCQĐ (hình 1).

2. Thiết kế kênh nước hở và chăm sóc TCX trong phòng thí nghiệm thủy lực

- *Thiết kế kênh nước hở:* Một kênh nước hình chữ nhật (chiều dài 18 m, chiều rộng $B_{kn} = 0,55$ m, chiều cao $H_{kn} = 1,04$ m, độ dốc $i_{kn} = 1,45\%$) được kế thừa và sửa chữa để đảm bảo dòng chảy trong kênh là dòng chảy ổn định đều không áp. Theo Trần Ngọc Hùng (2005), để tạo ra dòng chảy ổn định đều không áp cần

đảm bảo các yếu tố sau: (1) Lưu lượng được duy trì cố định theo thời gian: $Q_{0,3m/s} = 0,049$ m³/s; $Q_{0,6m/s} = 0,102$ m³/s; $Q_{0,9m/s} = 0,147$ m³/s; (2) Hình dạng mặt cắt, chu vi ($P_{kn} = 1,15$ m) và diện tích mặt cắt ướt ($A_{kn} = 0,16$ m²) không đổi dọc theo dòng chảy trong kênh nên độ sâu mực nước không đổi: $h_{kn} = 0,3$ m; (3) Độ dốc đáy được giữ cố định: $i_{kn} = 1,45\%$; (4) Hệ số nhám cũng không đổi (hai bờ kênh mica với $n_{bk} = 0,008$ mm, nền đáy kênh bê tông với $n_{dk} = 0,2 - 0,8$ mm); (5) Hai bờ kênh được làm bằng các tấm mica nhẵn bóng và trong suốt gắn trong khung sắt để đảm bảo sự phân bố lưu tốc nước trên các mặt cắt là không đổi dọc theo dòng chảy [1].



Hình 2. Sơ đồ thiết kế (mặt cắt dọc) kênh nước hở được sử dụng trong thử nghiệm.

- *Tôm càng xanh*: TCX kích cỡ chiều dài 7,5 - 9,5 cm (TCX cỡ I) đại diện cho nhóm kích cỡ TCX trước sinh sản, di cư lên thượng lưu sau giai đoạn phát triển ở vùng cửa sông; TCX kích cỡ chiều dài 13,5 - 15,5 cm (TCX cỡ II) đại diện cho nhóm kích cỡ TCX bố mẹ, di cư sinh sản xuống vùng cửa

sông và sau đó di cư lên vùng thượng lưu để sinh trưởng và phát triển. Các chỉ tiêu chất lượng nước trong quá trình thử nghiệm đều được theo dõi và điều chỉnh cho phù hợp với TCX (bảng 1); tôm được cho ăn 3 - 4 cử/ngày, được sục khí và theo dõi sức khỏe thường xuyên.

Bảng 1. Kết quả đo đạc một số chỉ số chất lượng nước nuôi dưỡng TCX trong Phòng thí nghiệm

STT	Chỉ số chất lượng nước	Chỉ số chất lượng nước đo đạc tại Phòng thí nghiệm	Giới hạn điều kiện môi trường sống thích hợp với TCX
1	Độ mặn (‰)	0	0 - 16
2	Nhiệt độ (°C)	25,5 - 26	24 - 30
3	pH	6,8	6,5 - 8,5
4	DO (mg/l)	5,4	>= 4

3. Phương pháp thử nghiệm khả năng di chuyển chủ động của TCX ở kênh nước hở

Trong thời gian từ 06/9 - 15/10/2018, nghiên cứu đã thực hiện 48 lần thử nghiệm theo phương pháp thử nghiệm khả năng di chuyển chủ động được tổng kết bởi Katopodis và Gervais (2016) [4] áp dụng cho đối tượng TCX (20 con/lần) ở các lưu tốc nước trong kênh nước hở dài 18 m tại Phòng thí nghiệm thủy lực, thuộc cơ sở 2 của Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, thị xã Thuận An, tỉnh Bình Dương.

- *Quy trình thử nghiệm quan trắc tỷ lệ và tốc độ TCX di chuyển qua kênh dài 18 m trong 30 phút*: Trước khi bắt đầu thử nghiệm, tôm có thời gian 30 phút để làm quen với môi trường nước mới ở lưu tốc nước 0,2 m/s. Sau 30 phút, lưu tốc nước được đưa lên lưu tốc cần thiết, lưới chắn tôm được mở và bắt đầu thử nghiệm. Trong quá trình thử nghiệm, toàn bộ quá trình di chuyển của TCX trong kênh đều được quan trắc và ghi nhận thời gian khi tôm di chuyển qua toàn bộ chiều dài kênh 18 m; tỷ lệ tôm di chuyển thành công được ghi nhận tại các mốc thời gian 10, 20 và 30 phút. Kết thúc 30 phút thử nghiệm, toàn bộ tôm sẽ được đưa ra khỏi kênh và ghi nhận kết quả.

- *Quy trình thử nghiệm quan trắc tỷ lệ TCX duy trì phía đầu kênh ở các lưu tốc nước trong các khoảng thời gian kéo dài 5, 10 và 15 giờ*: Tôm cũng có thời gian 30 phút để làm quen

môi trường nước mới ở lưu tốc nước 0,2 m/s trước khi bắt đầu thử nghiệm. Trong quá trình thử nghiệm, tiến hành quan trắc đặc điểm về tập tính di chuyển ngược dòng của TCX ở các lưu tốc nước; ghi nhận tỷ lệ tôm duy trì đầu kênh (đoạn kênh từ 12 m đến 18 m) đối với những tôm di chuyển qua kênh dài 18 m trong các khoảng thời gian 5, 10 và 15 giờ. Kết thúc 15 giờ thử nghiệm, tôm sẽ được đưa ra nghỉ và ghi nhận kết quả.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Hiện trạng vận hành lưu tốc nước và các thông số thể kế của ĐDCQĐ Phước Hòa

Kết quả khảo sát tại công trình ĐDCQĐ Phước Hòa cho thấy, (1) *lưu tốc nước* trung bình của ĐDCQĐ vào mùa mưa và mùa khô lần lượt là 0,59 m/s (trong đó, lưu tốc cao nhất là 0,90 m/s và thấp nhất là 0,31 m/s) và 0,26 m/s (lưu tốc cao nhất là 0,54 m/s và thấp nhất là 0,03 m/s); (2) *độ sâu mực nước* trung bình vào mùa mưa và mùa khô lần lượt là 0,95 m (độ sâu lớn nhất là 1,9 m và nhỏ nhất là 0,33 m) và 0,26 m (độ sâu lớn nhất là 0,8 m và nhỏ nhất là 0,07 m); (3) *độ dốc* trung bình là 1,48% (độ dốc lớn nhất là 6,65% và thấp nhất là 0,7%); (4) *chiều dài khoảng cách* giữa các vị trí nghỉ xa và ngắn nhất lần lượt là 815 m (khu vực 4) và 125 m (khu vực 1); (iv) *chiều rộng mặt nước* trong kênh trung bình vào mùa mưa và mùa khô lần lượt là 3,99 (chiều rộng



Hình 3. Kiểm tra lưu tốc nước và quan trắc TCX di chuyển ở kênh nước hồ.

lớn nhất là 8 m và nhỏ nhất là 2,50 m) và 0,83 m (chiều rộng lớn nhất là 3,60 m và nhỏ nhất là 0,21 m. Ngoài ra, chiều rộng mặt nước trung bình khu vực 3 và 4 lần lượt là 0,55 và 0,57 m) (bảng 2).

Từ kết quả khảo sát trên, nghiên cứu đã chọn lựa các thông số lưu tốc nước và thiết

kế kênh nước hồ thử nghiệm như sau: (i) Các lưu tốc nước gồm: 0,3, 0,6 và 0,9 m/s; (ii) Độ sâu mực nước là 0,3 m; (iii) Độ dốc cố định là 1,45%; (iv) Chiều rộng kênh nước hồ là 0,55 m; (v) Các khoảng thời gian kéo dài là 5,10 và 15 giờ.



Hình 4. ĐDCQĐ Phước Hòa vào mùa mưa (7/2017) (bên trái) và mùa khô (3/2018) (bên phải).

Bảng 2. Các thông số lưu tốc nước và thiết kế được đo đạc thực tế trên công trình ĐDCQĐ Phước Hòa

TT	Thông số đo đạc trên ĐDCQĐ	Khu vực 1		Khu vực 2		Khu vực 3		Khu vực 4		Trung bình mùa mưa	Trung bình mùa khô
		Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô		
1	Lưu tốc nước (m/s)	0,48 ± 0,03	0,22 ± 0,16	0,64 ± 0,26	0,24 ± 0,21	0,55 ± 0,05	0,27 ± 0,20	0,68 ± 0,11	0,32 ± 0,24	0,59 ± 0,09	0,26 ± 0,04
2	Độ sâu (m)	1,08 ± 0,52	0,43 ± 0,32	0,87 ± 0,55	0,29 ± 0,18	1,00 ± 0,78	0,16 ± 0,08	0,83 ± 0,68	0,16 ± 0,10	0,95 ± 0,12	0,26 ± 0,13
3	Độ dốc (%)	0,72 ± 0,07		2,73 ± 3,39		1,08 ± 0,33		1,40 ± 0,95		1,48 ± 0,88	
4	Chiều dài (m)	125		180		780		815		475	
5	Chiều rộng mặt nước (m)	5,17 ± 1,50	1,20 ± 1,82	4,10 ± 2,35	1,07 ± 1,67	3,50 ± 3,04	0,55 ± 0,65	3,20 ± 2,14	0,57 ± 0,64	3,99 ± 0,87	0,83 ± 0,36

2. Kết quả kiểm tra các điều kiện thủy lực trong kênh nước hở thử nghiệm

Trong 48 lần thử nghiệm với kênh nước hở, kết quả kiểm tra giới hạn sai số ở các lưu tốc nước 0,3, 0,6 và 0,9 m/s nhìn chung đều nằm trong phạm vi sai số cho phép (TCVN 8214: 2009) (bảng 3). Bên cạnh đó, cũng có sự khác biệt giữa lưu tốc mặt và đáy kênh, cụ thể: Lưu tốc nước mặt kênh thường cao hơn

lưu tốc nước đáy kênh là 0,04 m/s ở lưu tốc nước 0,3 m/s; 0,08 m/s ở lưu tốc nước 0,6 m/s; và 0,09 m/s ở lưu tốc nước 0,9 m/s. Tuy nhiên, nghiên cứu sử dụng dữ liệu lưu tốc nước mặt kênh để tính toán nên sự khác biệt trên không ảnh hưởng tới kết quả nghiên cứu; lưu tốc nước đáy kênh chỉ có ý nghĩa đối chiếu do TCX là loài di chuyển đáy.

Bảng 3. Kết quả kiểm tra các giới hạn sai số lưu tốc nước ở kênh nước hở

Lưu tốc nước cài đặt trong kênh nước hở (m/s)		Lưu tốc nước đo thực tế trong kênh nước hở (m/s)			
		Đầu kênh	Giữa kênh	Cuối kênh	Lưu tốc nước trung bình
0,3	Lưu tốc nước mặt	0,31 ± 0,01	0,30 ± 0,01	0,29 ± 0,01	0,30 ± 0,01
	Lưu tốc nước đáy	0,27 ± 0,01	0,26 ± 0,01	0,25 ± 0,01	0,26 ± 0,01
0,6	Lưu tốc nước mặt	0,62 ± 0,01	0,60 ± 0,01	0,63 ± 0,01	0,62 ± 0,01
	Lưu tốc nước đáy	0,55 ± 0,01	0,52 ± 0,01	0,55 ± 0,01	0,54 ± 0,01
0,9	Lưu tốc nước mặt	0,87 ± 0,02	0,90 ± 0,02	0,92 ± 0,02	0,90 ± 0,02
	Lưu tốc nước đáy	0,79 ± 0,02	0,82 ± 0,02	0,83 ± 0,02	0,81 ± 0,02

Mặt khác, kết quả kiểm tra giới hạn trạng thái chảy thông qua chỉ số Renold và Froude cho thấy, dòng chảy trong kênh ở các lưu tốc nước 0,3, 0,6 và 0,9 m/s đều thỏa mãn điều kiện là dòng chảy ổn định đều (chỉ số $R < 1$) và thuộc kiểu chảy rối, không đồng nhất (chỉ số $Re > 2320$). Bên cạnh đó, độ sâu mực

nước trong kênh ở các thử nghiệm với lưu tốc nước 0,3, 0,6 và 0,9 m/s đều được duy trì là 0,3 m, song có sự chênh lệch giữa vị trí đầu, giữa và cuối kênh theo xu hướng tại những vị trí có lưu tốc nước cao thì độ sâu mực nước giảm và ngược lại (bảng 3 và 4).

Bảng 4. Các thông số thủy lực và nhiệt độ được đo đạc trong kênh nước hở

Lưu tốc nước (m/s)	Lưu lượng nước (m ³ /s)	Độ sâu mực nước trong kênh nước hở (m)				Nhiệt độ nước (°C)	Số Reynolds (Re)	Số Froude (Fr)
		Mực nước đầu kênh	Mực nước giữa kênh	Mực nước cuối kênh	Mực nước trung bình			
0,3	0,049 ± 0,02	0,32 ± 0,02	0,32 ± 0,02	0,33 ± 0,02	0,32 ± 0,02	25,5 - 26	2479,18 ± 27,54	0,17 ± 0,01
0,6	0,102 ± 0,02	0,29 ± 0,02	0,30 ± 0,02	0,29 ± 0,02	0,30 ± 0,02	25,5 - 26	3829,38 ± 42,18	0,36 ± 0,01
0,9	0,147 ± 0,02	0,33 ± 0,02	0,30 ± 0,02	0,27 ± 0,03	0,30 ± 0,02	25,5 - 26	5603,51 ± 160,60	0,52 ± 0,02

3. Tỷ lệ và tốc độ TCX di chuyển qua kênh dài 18 m ở các lưu tốc nước

3.1. Tỷ lệ TCX di chuyển qua kênh dài 18 m ở các lưu tốc nước

Kết quả quan trắc tỷ lệ TCX di chuyển qua kênh dài 18 m trong 10, 20 và 30 phút ở lưu tốc nước 0,3 m/s lần lượt là 13,33, 68,33, 94,17% cho TCX cỡ I; và 21,66, 76,00, 98,33% cho TCX cỡ II; ở lưu tốc nước 0,6 m/s lần lượt là 2,50, 50,83, 79,16% cho TCX cỡ I; và 9,16, 61,66, 90,83% cho TCX cỡ II; ở lưu tốc nước 0,9 m/s, tỷ lệ TCX di chuyển qua kênh dài 18 m là 0% (bảng 5). Trong đó, tỷ lệ TCX cỡ II di chuyển thành công qua kênh dài 18 m trong 10, 20 và 30 phút cao hơn TCX cỡ I lần lượt là 8,33, 7,67, 4,16% ở lưu tốc nước 0,3 m/s; và 6,66, 10,83, 11,67% ở lưu tốc nước 0,6 m/s.

Bên cạnh đó, mặc dù TCX có thể di chuyển qua kênh dài 18 m ở lưu tốc nước 0,3 và 0,6 m/s; nhưng tỷ lệ TCX di chuyển thành công ở lưu tốc nước 0,3 m/s trong 10, 20 và 30 phút luôn cao hơn ở lưu tốc nước 0,6 m/s lần lượt

là 10,83, 17,50, 15,02% cho TCX cỡ I; và 12,50, 14,34, 7,50% cho TCX cỡ II. Đồng thời, cũng có sự khác nhau về đặc điểm tập tính di chuyển ở lưu tốc nước 0,3 và 0,6 m/s, cụ thể như: (1) *Đối với lưu tốc nước 0,3 m/s*: TCX di chuyển chủ yếu bằng cách sử dụng chân ngực kết hợp khua chân bụng giúp tôm bơi lơ lửng trong nước gần nền đáy với đầu tôm hướng về phía trước; (2) *Đối với lưu tốc nước 0,6 m/s*: Đa số tôm lại di chuyển bằng cách sử dụng chân ngực kết hợp khua chân bụng bò sát nền đáy với đầu tôm hướng về phía sau (ngoại trừ, một số trường hợp tôm vẫn di chuyển với đầu tôm hướng về phía trước hoặc gập thân mình bật phóng) (hình 3). Với đặc điểm về tập tính di chuyển như trên cho thấy, lưu tốc nước 0,6 m/s có sự tác động nhất định tới khả năng di chuyển của TCX, buộc TCX phải có sự thay đổi về kiểu di chuyển từ bơi lơ lửng trong nước với đầu tôm hướng về phía trước sang kiểu di chuyển bò lùi ngược dòng nước với đầu tôm hướng về phía sau.

Bảng 5. Tỷ lệ và tốc độ TCX di chuyển qua kênh dài 18 m ở các lưu tốc nước

Cỡ tôm	Lưu tốc nước (m/s)	Số lần thử nghiệm (lần)	Số TCX tham gia thử nghiệm (con)	Tốc độ TCX di chuyển qua kênh dài 18 m (m/phút)	Tỷ lệ TCX di chuyển qua kênh dài 18 m ở các lưu tốc nước trong 10, 20 và 30 phút (%)		
					10 phút	20 phút	30 phút
TCX cỡ I	0,3	4	80	1,15 ± 0,07	13,33 ± 8,75	68,33 ± 6,83	94,17 ± 4,91
	0,6	4	80	0,92 ± 0,06	2,50 ± 2,74	50,83 ± 7,36	79,16 ± 7,36
	0,9	4	80	0	0	0	0
TCX cỡ II	0,3	4	80	1,18 ± 0,08	21,66 ± 6,83	76,00 ± 5,84	98,33 ± 2,58
	0,6	4	80	0,96 ± 0,09	9,16 ± 4,91	61,66 ± 9,31	90,83 ± 2,04
	0,9	4	80	0	0	0	0

3.2. Tốc độ TCX di chuyển qua kênh dài 18 m ở các lưu tốc nước

Kết quả quan trắc tốc độ TCX di chuyển qua kênh dài 18 m ở lưu tốc nước 0,3 và 0,6 m/s lần lượt là 1,15, 0,92 m/phút cho TCX cỡ I; và 1,18, 0,96 m/phút cho TCX cỡ II. Trong đó, tốc độ TCX di chuyển ở lưu tốc nước 0,3 m/s nhanh hơn ở lưu tốc nước 0,6 m/s lần lượt là 0,23 m/phút cho TCX cỡ I và 0,22 m/phút cho TCX cỡ II. Đồng thời, TCX cỡ II cũng di chuyển nhanh hơn TCX cỡ I ở lưu tốc nước

0,3 và 0,6 m/s lần lượt là 0,03 và 0,04 m/phút. Đối với lưu tốc nước 0,9 m/s, do tôm không di chuyển thành công qua kênh dài 18 m và tôm có xu hướng bám giữ vị trí, ít di chuyển nên nghiên cứu không tính tốc độ di chuyển cho TCX ở lưu tốc nước này. Kết quả trên cho thấy, TCX cỡ I và II cần tối thiểu lần lượt là 11,81, 11,51 giờ ở lưu tốc nước 0,3 m/s; và 14,76, 14,15 giờ ở lưu tốc nước 0,6 m/s để di chuyển giữa các hồ nghỉ xa nhất trên ĐDCQĐ Phước Hòa.



Hình 5. TCX di chuyển ở lưu tốc nước 0,3 m/s (bên trái) và 0,6 m/s (bên phải).

4. Tỷ lệ TCX duy trì phía đầu kênh ở các lưu tốc nước trong các khoảng thời gian kéo dài

Kết quả quan trắc tỷ lệ TCX duy trì phía đầu kênh trong 5, 10 và 15 giờ ở lưu tốc nước 0,3 m/s lần lượt là 88,33, 69,17, 30,83% cho TCX cỡ I; và 91,67, 83,33, 47,50% cho TCX cỡ II; ở lưu tốc nước 0,6 m/s lần lượt là 70,83, 36,67, 0% cho TCX cỡ I; và 82,50, 48,33, 12,50% cho TCX cỡ II (bảng 6). Đối với lưu tốc 0,9 m/s, do TCX không di chuyển qua kênh dài 18 m nên không tính tỷ lệ TCX duy trì phía đầu kênh ở lưu tốc nước này (chiều dài khoảng cách xa nhất được ghi nhận đối với TCX cỡ I và II lần

lượt là 3,85 và 8,21 m). Trong đó, tỷ lệ TCX duy trì phía đầu kênh ở lưu tốc nước 0,3 m/s trong 5, 10 và 15 giờ lớn hơn so với lưu tốc nước 0,6 m/s lần lượt là 17,50, 30,50, 30,83% cho TCX cỡ I; và 9,17, 35,00, 35,00% cho TCX cỡ II. Tỷ lệ TCX cỡ II duy trì phía đầu kênh trong 5, 10 và 15 giờ cũng lớn hơn TCX cỡ I lần lượt là 3,34, 14,16, 16,67% ở lưu tốc nước 0,3 m/s; và 11,67, 11,66, 12,50% ở lưu tốc nước 0,6 m/s. Kết quả trên cho thấy, TCX cỡ I và II có thể di chuyển qua chiều dài khoảng cách xa nhất lần lượt là 1035, 1062 m ở lưu tốc nước 0,3 m/s; và 552, 864 m ở lưu tốc 0,6 m/s.

Bảng 6. Tỷ lệ TCX duy trì phía đầu kênh nước hồ ở các lưu tốc nước

Cỡ tôm	Lưu tốc nước (m/s)	Số lần thử nghiệm (lần)	Số TCX tham gia thử nghiệm (con)	Tỷ lệ TCX duy trì phía đầu kênh trong 5, 10 và 15 giờ (%)		
				5 giờ	10 giờ	15 giờ
TCX cỡ I	0,3	4	80	88,33 ± 7,53	69,17 ± 7,36	30,83 ± 7,36
	0,6	4	80	70,83 ± 8,61	36,67 ± 8,76	0
	0,9	4	80	0	0	0
TCX cỡ II	0,3	4	80	91,67 ± 6,06	83,33 ± 6,83	47,50 ± 6,12
	0,6	4	80	82,50 ± 8,22	48,33 ± 8,16	12,50 ± 7,58
	0,9	4	80	0	0	0

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

- Lưu tốc nước 0,3 m/s là lưu tốc nước thuận lợi nhất (trong số 03 lưu tốc nước thử nghiệm) để TCX di chuyển trong điều kiện phòng thí nghiệm thủy lực. Ở lưu tốc nước này, TCX cỡ I và II đều có khả năng di chuyển qua chiều dài khoảng cách xa nhất giữa hai vị trí nghỉ trên ĐDCQĐ là 815 m (khu vực 4). Do đó, lưu tốc nước 0,3 m/s là lưu tốc phù hợp nhất để vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa với khoảng cách bố trí các hồ nghỉ như hiện nay trên ĐDCQĐ ở Phước Hòa.

- Lưu tốc nước 0,6 m/s cũng là lưu tốc nước phù hợp để TCX di chuyển trong điều kiện phòng thí nghiệm, nhưng không thuận lợi bằng lưu tốc nước 0,3 m/s. Ở lưu tốc nước này, TCX cỡ II có khả năng di chuyển qua chiều dài khoảng cách 815 m, trong khi TCX cỡ I không thể vượt qua chiều dài khoảng cách trên. Do đó, để vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa ở lưu tốc nước 0,6 m/s, cần bố trí thêm các hồ nghỉ trong khu vực 3 và 4 nhằm đảm bảo TCX cỡ I và II đều có thể di cư qua đập.

- Lưu tốc nước 0,9 m/s là lưu tốc nước hạn chế khả năng di chuyển của TCX với một chiều dài khoảng cách nhất định (xa nhất đối với TCX cỡ I và II lần lượt là 3,85 và 8,21 m) trong điều kiện phòng thí nghiệm thủy lực. Do đó, đây là lưu tốc nước không phù hợp để vận hành công trình ĐDCQĐ ở Phước Hòa; song có thể được xem xét để áp dụng đối với các loại hình công trình ĐDCQĐ dạng "hồ" khi được xây dựng mới cho đối tượng mục tiêu là TCX.

2. Kiến nghị

- Cần tiếp tục triển khai thử nghiệm khả năng di chuyển của TCX với các lưu tốc nước 0,3, 0,6 và 0,9 m/s trong điều kiện thực tế tại công trình ĐDCQĐ ở hồ chứa nước Phước Hòa để có kết quả thực nghiệm tốt hơn.

- Bố trí thêm các thử nghiệm trong điều kiện phòng thí nghiệm thủy lực đối với các lưu tốc nước trong khoảng từ 0,3 m/s đến 0,6 m/s và từ 0,6 m/s đến 0,9 m/s nhằm giới hạn phạm vi lưu tốc nước phù hợp với khả năng di chuyển của TCX cũng như xác định lưu tốc nước mà ở đó TCX có sự chuyển đổi từ kiểu di chuyển bơi với đầu tôm hướng về phía trước sang kiểu di chuyển bò với đầu tôm hướng về phía sau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Trần Ngọc Hùng (2005). *Giáo trình Thủy lực công trình*. Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ.
2. Vũ Vi An, Nguyễn Minh Niên và Nguyễn Nguyễn Du (2012). *Hiện trạng và kế hoạch quản lý nguồn lợi thủy sản hồ Phước Hòa*. Gói thầu MT4, Dự án Thủy Lợi Phước Hoà. Viện Nghiên Cứu Nuôi Trồng Thủy Sản 2.
3. Vũ Vi An, Nguyễn Minh Niên và Nguyễn Nguyễn Du (2013). *Đánh giá kết quả bước đầu về đường dẫn cá ở đập Phước Hòa*. Gói thầu MT4, Dự án Thủy Lợi Phước Hoà. Viện Nghiên Cứu Nuôi Trồng Thủy Sản 2.

Tiếng Anh

4. Katopodis, C. and Gervais, R. (2016). "Fish swimming performance database and analyses". DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/002. vi + 550 p.
5. Santos, HA, Pompeu, PS, Vicentini, GS, and Martinez, CB. (2008). "Swimming performance of the freshwater neotropical fish: *Pimelodus maculatus* Lacepedè". *Braz. J. Biol.*, 68(2): 433-439, 2008.
6. Upadhyay A. S, Kulkarni B. G and Pandey A. K. (2014). "Migration in prawns with special reference to light and water current as inducers in *Macrobrachium rosenbergii*". *J. Exp. Zool. India* Vol. 17, No. 1, pp. 33-48, 2014.