

# ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC NUÔI CÁ DA TRƠN TRONG BÈ ĐẾN CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG NƯỚC Ở HUYỆN HỒNG NGỰ, TỈNH ĐỒNG THÁP

Trương Quốc Phú<sup>1</sup> Yang Yi<sup>2</sup>

## ABSTRACT

*The purposes of this study were to investigate the cage culture system and its related environmental conditions, to determine the quality and quantity of pollutants produced by cages, to detect the fate of pollutants in the river, and to recommend methods for pollution mitigation in cage culture. The cage culture area was divided into three equal sections (upstream, middle and downstream) in both So Thuong Canal and the Mekong River. Nine cages, one in So Thuong Canal and two in Mekong River, were randomly selected from each section for measurement of water quality and determination of nutrients in fish, feed and sediments. Water quality measurements in the present study showed that there were no significant differences in all water quality parameters among cages in different locations (upstream, middle stream and downstream), between cage water and open water, or between the water in front and downstream from the cage culture areas. Waste loadings from cage culture do not appear to have significant impact on fish production and water quality.*

**Keyword:** *Catfish, Mekong River, water quality*

**Title:** *The effects of catfish cage-culture on water quality in Hong ngu District, Dong thap Province*

## TÓM TẮT

*Mục đích của nghiên cứu là đánh giá mối quan hệ giữa nuôi cá da trơn trong bè và các điều kiện môi trường vùng nuôi như chất lượng và số lượng các sản phẩm thải gây ô nhiễm từ bè nuôi, dự báo khả năng gây ô nhiễm và đề xuất các phương pháp hạn chế ô nhiễm. Cả hai vùng nuôi trên sông Sở Thượng và trên sông Tiền được chia thành 3 mặt cắt (đầu, giữa và cuối nguồn). Chín bè, 1 bè trên sông Sở Thượng và 2 bè trên sông Tiền cho mỗi mặt cắt được chọn ngẫu nhiên để đo chất lượng nước và xác định các chất dinh dưỡng trong cá, thức ăn và chất lắng tụ. Chất lượng nước trong suốt thời gian nghiên cứu cho thấy không có sự khác biệt có ý nghĩa giữa các bè thuộc 3 nhóm bè nằm ở đầu, giữa và cuối nguồn nước, giữa bè nuôi và môi trường nước bên ngoài bè, giữa nước ở trước và sau khu vực bè nuôi. Chất thải từ bè nuôi không có ảnh hưởng đến năng suất cá nuôi và chất lượng nước.*

**Từ khóa:** *Cá da trơn, môi trường, ô nhiễm*

## 1 GIỚI THIỆU

Mô hình nuôi bè đã được áp dụng rộng khắp trên thế giới trong môi trường nước ngọt và cả nước mặn, bao gồm các vùng cửa biển, cửa sông, hồ, hồ chứa, ao và sông (Beveridge, 1987), ở Nam á, Việt nam, Cambodia, Indonesia và Thái Lan hình thức nuôi bè đóng vai trò quan trọng trong việc tăng năng suất (Liao and Lin, 2000). Tuy nhiên sự tác động đến môi trường thường bỏ qua và ít khi được đầu tư nghiên cứu.

Nuôi cá da trơn trong bè (*Pangasius catfish*) đã được thực hiện nhiều năm qua ở Cambodia và được mở rộng ra vùng Đông Dương. Khu vực được biết nhiều nhất áp dụng nuôi thịt cá da trơn thâm canh là tỉnh An Giang và Đồng Tháp nơi có sản lượng lớn 42,000 tấn và 20.000 tấn. Tổng sản lượng cá tăng lên 5 lần trong năm 2000 so với năm 1995. ở Đồng Tháp, hầu hết các bè cá thường tập trung dọc theo bờ sông Tiền gần thị xã

<sup>1</sup> Bộ môn Thủy Sinh học ứng dụng, Khoa Thủy sản.

<sup>2</sup> Viện Công nghệ Châu Á (AIT), Bangkok, Thái Lan.

Châu Đốc và thị trấn Hồng Ngự, nơi cung cấp phần lớn cá giống cho hoạt động nuôi bè. Loài chính được nuôi là cá Ba sa (*Pangasius bocourti*) và cá tra (*P. hypophthalmus*) một số ít bè nuôi cá lóc bông (*Chana micropelte*) và cá he vàng (*Barbonymus altus*).

Nuôi cá bè hoàn toàn phụ thuộc vào thức ăn chế biến (N.T. Phuong, 1998), và chất thải từ thức ăn liên quan trực tiếp đến nước sông. Hệ quả của các hoạt động nuôi bè trên sông như cung cấp thức ăn, vật chất hữu cơ lắng đọng do thức ăn thừa, độ đục thường là nguyên nhân gây giảm chất lượng nước và hệ sinh vật ở vùng hạ lưu (Pillay, 1992). Số lượng chất thải thải ra từ các bè cá tùy thuộc vào số lượng và chất lượng thức ăn dùng cho cá ăn (Cho *et al*, 1991). Thức ăn dùng cho cá da trơn (*Pangasius*) thường có hàm lượng đạm thấp và cacbohydrate cao, do vậy chất dinh dưỡng cá không tiêu thụ thấp. Tuy nhiên các chất thải dạng vật chất hữu cơ, vật chất lơ lửng có thể dẫn đến sự tích tụ mùn bã và nhu cầu oxy sinh học cao (BOD) gần vị trí bè nuôi. Sự phát triển nuôi cá bè trên sông có thể dẫn đến nguồn nước bị ô nhiễm và là nguyên nhân làm cho cá bị nhiễm bệnh hàng loạt khi nước sông thấp và vận tốc nước chảy chậm trong suốt mùa khô. Mục đích của nghiên cứu này nhằm:

- Điều tra hệ thống nuôi bè và sự ảnh hưởng của nó đến điều kiện môi trường.
- Xác định số lượng và chất lượng chất nhiễm bản sinh ra từ các bè nuôi.
- Phát hiện tác hại của chất nhiễm bản trong nước sông.
- Đề xuất những phương pháp làm giảm bớt sự nhiễm bản do nuôi bè.

Kết quả nghiên cứu sẽ là cơ sở cần thiết cho việc quy hoạch nghề nuôi cá bè trên sông hướng đến làm giảm tác động xấu của nghề nuôi lên môi trường và cải tiến chất lượng nước nhằm đảm bảo tính bền vững của nghề nuôi.

## 2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Nghiên cứu này đã được tiến hành trên hai cụm bè ở thị trấn Hồng Ngự, Tỉnh Đồng Tháp từ tháng 11/ 2001 đến tháng 11/ 2002. Bè nuôi phân bố cả hai bờ kênh Sở Thượng và phía nam sông Tiền, trải dài trên 5.252m (kênh Sở Thượng) và 2.530m (sông Tiền). Nghiên cứu này bao gồm điều tra về kỹ thuật nuôi và kết quả thu mẫu ngoài hiện trường.

Thu mẫu định kỳ hàng tháng từ tháng 11/2001 đến tháng 11/2002. Vùng nuôi bè ở cả kênh Sở Thượng và sông Tiền được chia ra làm ba mặt cắt: đầu nguồn, giữa nguồn và cuối nguồn nước. Hai bè được chọn ngẫu nhiên từ mỗi mặt cắt ở sông Tiền và một bè từ mỗi mặt cắt kênh Sở thượng (Bảng 1). Dòng chảy cả đối với nước trong bè và ngoài bè được đo mỗi tháng. Mẫu nước được thu vào buổi sáng trên cả ba độ sâu (trên mặt, giữa và đáy bè) cho từng vị trí nước chảy vào, nước bên trong, nước chảy ra cho từng bè và 200m sau mỗi cụm bè. Mẫu nước dùng phân tích các chỉ tiêu tổng vật chất lơ lửng (TSS), vật chất hữu cơ lơ lửng (OSS), vật chất vô cơ lơ lửng (ISS), tổng đạm Kieldahl (TKN) tổng đạm amonia (TAN), đạm nitrate (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), đạm nitrite (N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), lân hòa tan (SRP) và tổng lân (TP) theo phương pháp chuẩn (APHA *et al*, 1985; Egna *et al*, 1987). Oxy hòa tan, pH, và nhiệt độ được đo ở ba độ sâu tại vị trí trước bè, trong bè và sau bè. Mẫu bùn đáy được lấy 2 tháng một lần tại vị trí cách bè 20m về phía dưới dòng chảy, mẫu cá và thức ăn cũng được thu từ mỗi bè nuôi để phân tích ẩm độ, hữu cơ, đạm tổng số, là lân tổng số (Yoshida *et al*, 1976). Tổng lượng thức ăn, thức ăn tích tụ trong cá và lượng thức ăn mất đi trong môi trường nước được xác định dựa vào phương trình cân bằng khối lượng. Chương trình MS Excel đã được sử dụng để trữ số liệu, xử lý, sắp xếp và vẽ đồ thị.

Các thông số phân tích mẫu nước thu ngoài hiện trường được phân tích thống kê theo ANOVA (Steele và Torrie, 1980) sử dụng chương trình thống kê SPSS (phiên bản 10.0) phần mềm thống kê (SPSS Inc., Chicago). Sự khác biệt có ý nghĩa ở mức alpha 0,05. Tất cả giá trị trung bình được tính với ± độ lệch chuẩn (S.E.).

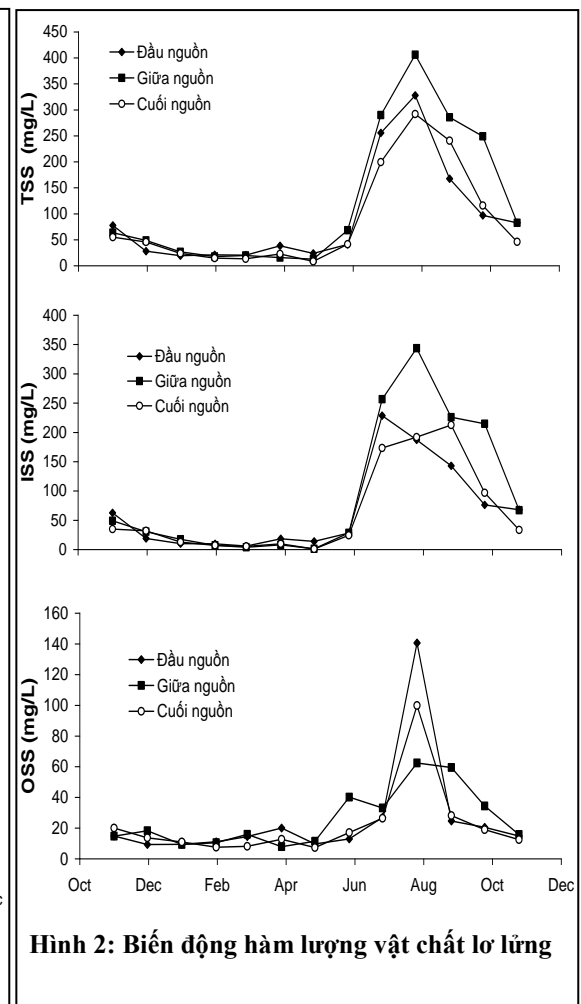
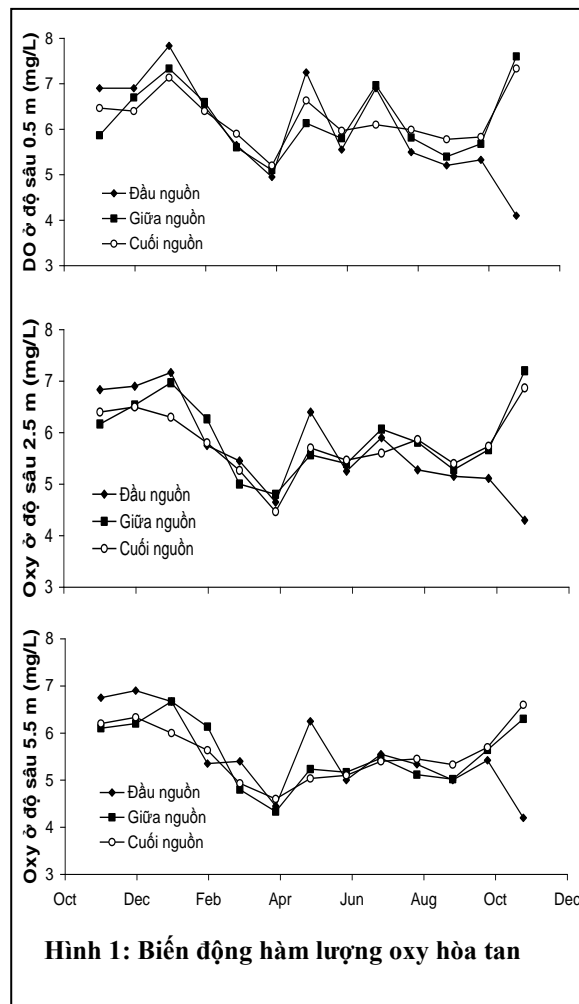
Vị trí của các bè trong nghiên cứu bằng máy định vị MLR-SP24 (sai số 3m)

**Bảng 1: Vị trí bè chọn thu mẫu**

Địa điểm	Vị trí	Vị trí địa lý	Bè thu mẫu	Kích thước bè	
Kênh Sở Thượng	Đầu nguồn	10°49.892N 105°20.329E	1	18x8x5.5 m	
	Giữa nguồn	10°49.380N 105°20.386E	2	16x7x5 m	
	Cuối nguồn	10°48.735N 105°20.332E	3	18x9x5 m	
Sông Tiền	Đầu nguồn	10°48.778N 105°19.752E	4A	14x6x5.5 m	
		10°48.778N 105°19.752E	4B	14x6x5.5 m	
	Giữa nguồn	10°48.538N 105°19.954E	5A	8x5x4 m	
		10°48.538N 105°19.954E	5B	8x4x4 m	
		Cuối nguồn	10°47.776N 105°20.174E	6A	10x4x3.5 m
			10°47.776N 105°20.174E	6B	8x4x3.5 m

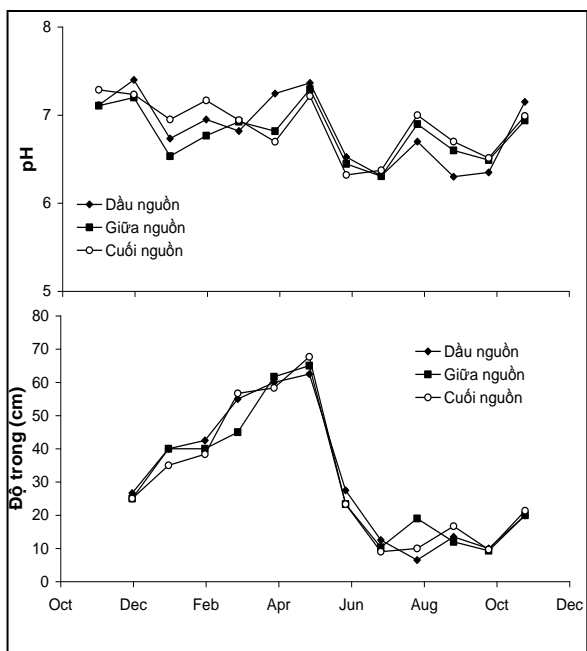
**3 KẾT QUẢ**

**3.1 Các thông số chất lượng nước**

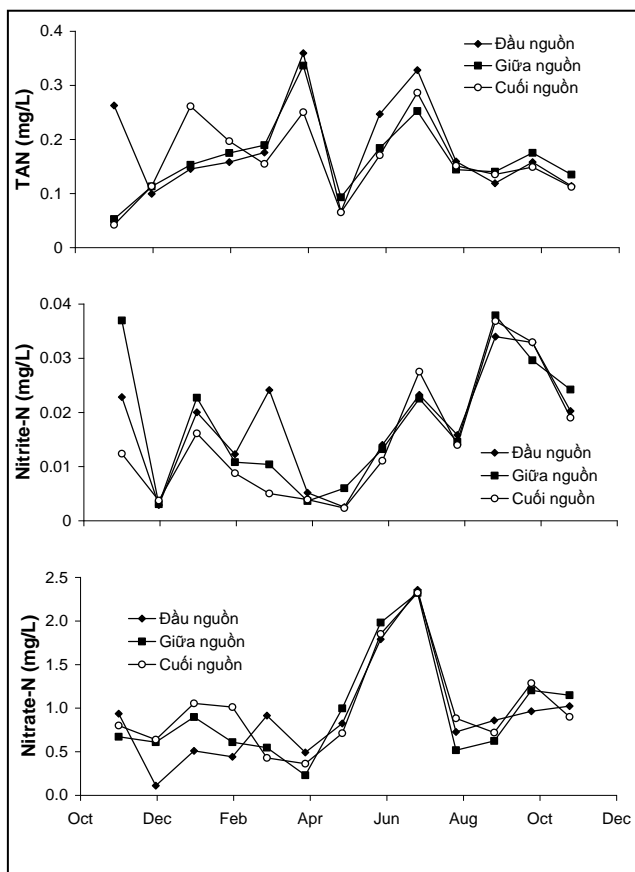


Các thông số về chất lượng nước ở các mặt cắt khác nhau của vùng nuôi bè được tổng kết trong Bảng 2. Chất lượng nước sai khác không ý nghĩa ở đầu, giữa và cuối nguồn trong

suốt giai đoạn nghiên cứu (phương sai  $P > 0,05$ ; Bảng 2). Các thông số về chất lượng nước phía trước bè nuôi và ở vị trí cách cụm bè 200m về phía cuối nguồn cũng sai khác không ý nghĩa trong suốt thời gian nghiên cứu (phương sai  $P > 0,05$ ; Bảng 2). Giá trị của tất cả thông số về chất lượng nước nằm trong khoảng yêu cầu bình thường cho nuôi cá.



Hình 3: Biến động pH và độ trong



Hình 4: Biến động hàm lượng ammonia, nitrite và nitrat

Hàm lượng oxy hòa tan (DO) được đo vào buổi sáng dao động từ 5,5 đến 6,7 mg/L ở ba độ sâu. Có sự biến động theo chiều thẳng đứng nhưng sai khác không có ý nghĩa thống kê, hàm lượng oxy hòa tan của nước chảy vào bè nhìn chung cao hơn nước trong bè và nước từ bè chảy ra, ở tất cả các độ sâu (Bảng 2). Hàm lượng oxy hòa tan trong bè dao động từ 4-8 mg/L suốt thời gian thu mẫu, hàm lượng oxy hòa tan thấp nhất được ghi nhận vùng cuối nguồn vào tháng 11 năm 2002 (Hình 1).

Hàm lượng các vật chất vô cơ và hữu cơ lơ lửng (TSS, ISS và OSS) trong bè ở mức thấp suốt mùa khô, tăng lên khi bắt đầu mùa mưa, đạt đỉnh cao nhất vào giữa mùa mưa, và giảm bằng mức ban đầu vào đầu mùa khô (Hình 2). Phần trăm

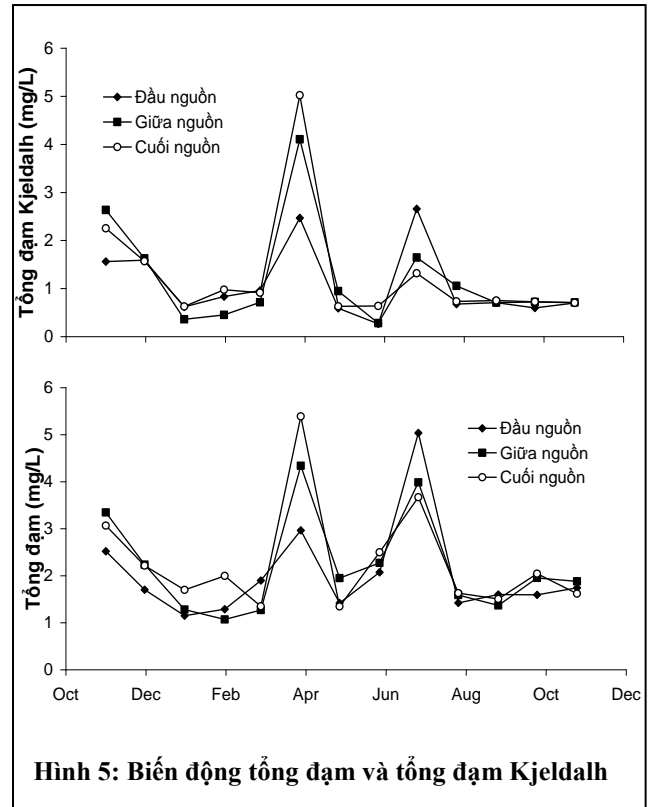
vật chất hữu cơ lơ lửng (OSS) chứa trong tổng vật chất lơ lửng (TSS) biến động từ 36,6 đến 48,9% cho thấy các phân tử hữu cơ có nguồn gốc từ thức ăn đã làm tổng vật chất hữu cơ lơ lửng tăng lên.

Độ trong của nước trong bè thấp hơn độ trong nước ngoài bè, có thể do có sự hiện diện của thức ăn và các sản phẩm thải từ cá (Bảng 2). Độ trong trong bè tăng dần lên suốt mùa khô (tháng 11-4), giảm mạnh từ 70 còn 10 cm lúc bắt đầu mùa mưa, và duy trì ổn định suốt mùa mưa (Hình 3). pH nước trong bè, dao động từ 6,3-7,4, quy luật biến động giống nhau ở tất cả các nơi và giảm mạnh bắt đầu vào mùa mưa (tháng 5-11). pH thấp nhất ở thời gian vào giữa mùa mưa, sau đó tăng như mức ban đầu vào cuối mùa mưa (Hình 3). Tổng đạm ammonia (TAN), biến động từ 0,17 đến 0,27 mg/L, kết quả không sai khác đối với nước chảy vào bè, nước trong bè và nước chảy ra khỏi bè (Bảng 2). Hàm lượng đạm ammonia trong bè không sai

khác giữa vùng đầu nguồn, giữa nguồn và cuối nguồn trong suốt thời gian nghiên cứu. Tổng đạm ammonia đạt cao nhất vào cuối mùa khô, giảm nhanh tới mức thấp nhất đầu mùa mưa, kế đó đạt cao nhất lần nữa vào giữa mùa mưa (Hình 4).

Hàm lượng đạm Nitrite biến động không rõ ràng suốt giai đoạn nghiên cứu. Đạm Nitrate thay đổi rõ rệt theo mùa, thấp vào mùa khô và cao vào mùa mưa (Hình 4). Tổng đạm Kjeldahl (TKN) và tổng đạm (TN) biến động trong khoảng hẹp suốt thời gian nghiên cứu ngoại trừ lúc bắt đầu và giữa mùa mưa (Hình 6).

Hàm lượng lân tổng số cho thấy khuynh hướng tăng ở cuối nguồn (Bảng 2). Lân tổng số (TP) trong bèo duy trì hoàn toàn ổn định nhưng ở mức thấp suốt cuối mùa mưa và cả mùa khô, nhưng sớm đạt cao nhất vào lúc bắt đầu mùa mưa (Hình 6).



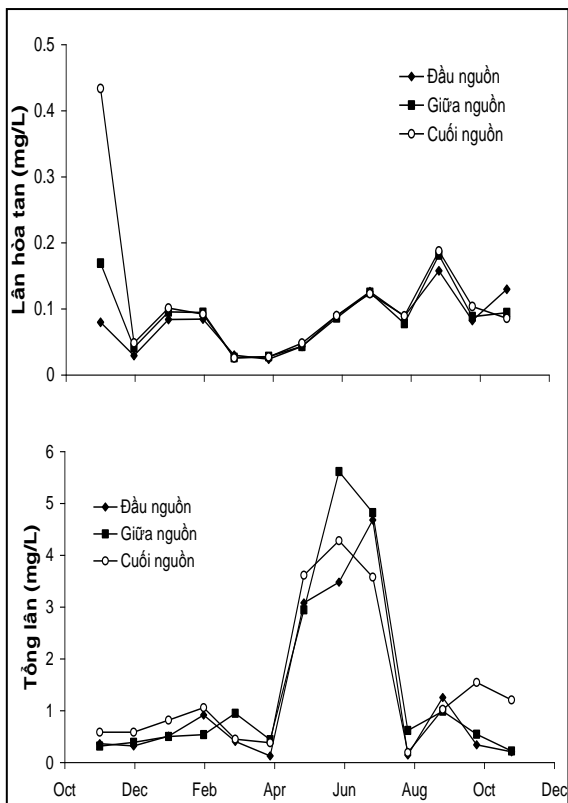
Vận tốc nước ngoài bè là  $0,338 \pm 0,0681$  m/s và vận tốc này giảm do lực cản của bè, vận tốc trung bình khoảng  $0,072 \pm 0,0128$  m/s trước khi vào bè;  $0,010 \pm 0,0030$  m/s trong bè. Vận tốc nước ngoài bè là  $0,338 \pm 0,0681$  m/s và vận tốc này giảm do lực cản của bè, vận tốc trung bình khoảng  $0,072 \pm 0,0128$  m/s trước khi vào bè;  $0,010 \pm 0,0030$  m/s trong bè, và  $0,037 \pm 0,0066$  m/s sau khi qua bè. Vận tốc nước hoàn toàn ổn định gần bè, và nó tăng lên có ý nghĩa ngoài bè suốt mùa mưa so với mùa khô (Hình 7). Nước chảy ra từ sông Tiền ước tính khoảng  $2.362$  m<sup>3</sup>/s trong mùa mưa và  $60.697$  m<sup>3</sup>/s trong mùa khô (Vũ Trung Tạng, 1994).

### 3.2 Đặc điểm của bùn đáy

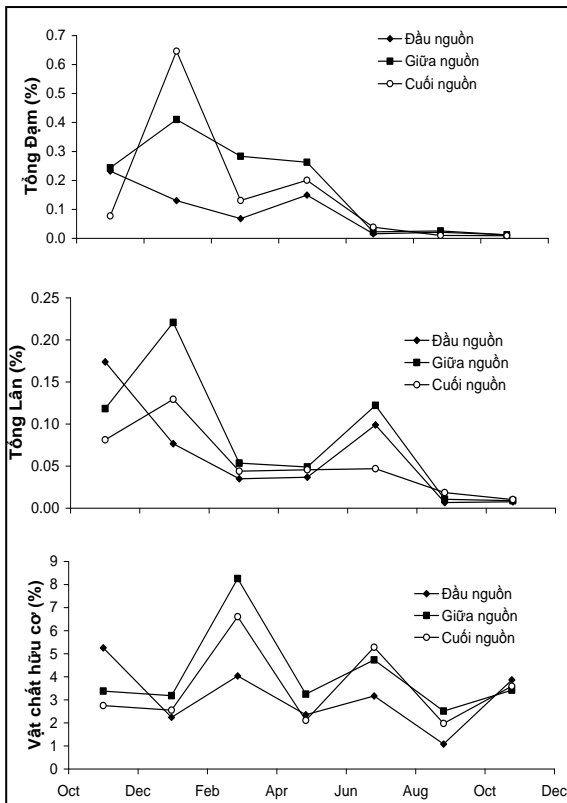
Kết quả phân tích mẫu bùn đáy lấy ở sau bè 20m tại các khu vực đầu nguồn, giữa nguồn, cuối nguồn và 200m cách điểm thu cuối nguồn cũng được trình bày ở Bảng 3. Tổng lân và vật chất hữu cơ không sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các khu vực khác nhau ( $P > 0,05$ ). Tuy nhiên, tổng đạm lớp bùn đáy ở khu vực cuối nguồn cao hơn có ý nghĩa so với giữa và đầu nguồn, kết quả lấy mẫu cách bè 200m cũng tương tự ( $P < 0,05$ ). Tổng đạm và tổng lân trong lớp bùn đáy cao vào mùa khô và thấp vào mùa mưa, trong khi vật chất hữu cơ biến động suốt thời gian nghiên cứu và đạt cao nhất vào mùa khô (Hình. 8).

### 3.3 Chất thải tích tụ

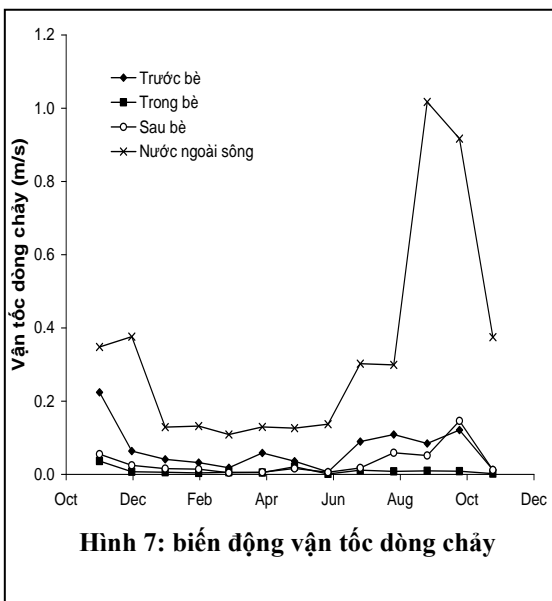
Thành phần đạm thô của cá và thức ăn được tổng kết trong Bảng 3. Trong tổng số 204 bè tại khu vực điều tra, tổng đạm, tổng lân và vật chất hữu cơ được đưa vào từ thức ăn là 416 tấn, 88 tấn và 10.706 tấn.



**Hình 6: Biến động hàm lượng lân hòa tan và tổng lân**



**Hình 8: Hàm lượng tổng đạm (TN), tổng lân (TP) và vật chất hữu cơ (OM) trong bùn đáy**



**Hình 7: biến động vận tốc dòng chảy**

Bao gồm 121 tấn đạm, 13 tấn lân và 1.976 tấn chất hữu cơ được cá tiêu thụ (Bảng 4). Vì vậy hàng năm lượng sản phẩm thải từ các bè nuôi là 295 tấn đạm, 75 tấn lân và 8.730 tấn hữu cơ. Hàng năm, dự đoán hàm lượng đạm, lân và vật chất hữu cơ thải vào môi trường bởi các bè nuôi theo thứ tự là 2,08mg/m<sup>3</sup>, 0,53 mg/m<sup>3</sup> và 61,76 mg/m<sup>3</sup> trên cả khối nước sông Tiền.

Dựa vào sự khác biệt vận tốc giữa nước vào và nước ra, kích cỡ trung bình của bè, tốc độ dòng chảy trung bình, lượng vật chất lơ lửng hàng năm thải ra từ bè 10.978 tấn từ đó ước tính được lượng trung bình thải vào sông là 77,62 mg/m<sup>3</sup> (Bảng 4).



**Bảng 3: Thành phần vật chất khô (DM), đạm, lân và vật chất hữu cơ (tính bằng vật chất khô) trong thức ăn, cá và bùn đáy, Giá trị trung bình với ký tự khác nhau trong cùng cột trong mỗi chỉ tiêu là khác biệt có ý nghĩa (P<0,05)**

Thông số	Đạm (%)	Lân (%)	Vật chất hữu cơ (%)	Vật chất khô (%)
<b>Thức ăn</b>				
Thức ăn tự chế	3,5±0,3	0,8±0,1	88,3±1,1	43,1±1,8
Thức ăn công nghiệp	3,3±0,0	0,2±0,0	91,5±0,0	92,7±0,0
<b>Cá</b>				
<i>P. hypothalamus</i>	6,0±0,1	0,7±0,3	92,1±2,3	30,7±1,0
<i>P. hypothalamus</i> (juvenile)	5,6±0,4	0,7±0,1	89,0±1,8	31,8±3,1
<i>P. conchophilus</i>	5,2±0,0	0,4±0,0	95,6±0,0	26,0±0,0
<i>B. altus</i>	5,2±0,0	0,5±0,2	92,9±0,4	40,6±1,9
<i>P. bocourti</i>	5,7±0,7	0,5±0,0	95,4±0,8	46,5±0,3
<i>P. bocourti</i> (juvenile)	5,7±0,4	0,8±0,1	89,8±0,9	28,4±1,7
<b>Bùn đáy</b>				
Đầu nguồn	0,08±0,02 <sup>a</sup>	0,06±0,02	3,23±0,47	62,87±2,38
Giữa nguồn	0,16±0,05 <sup>a</sup>	0,07±0,02	4,02±0,51	56,12±2,60
Cuối nguồn	0,41±0,07 <sup>b</sup>	0,05±0,01	3,56±0,56	60,76±2,04
200 m về cuối nguồn	0,10±0,04 <sup>a</sup>	0,03±0,01	3,08±0,75	60,63±1,71

**Bảng 4: Ước lượng cân bằng vật chất cho 204 bè ở huyện Hồng Ngự, tỉnh Đồng Tháp**

Vật chất đầu vào, đầu ra	Tổng đạm	Tổng lân	Vật chất hữu cơ	Vật chất lơ lửng
Tổng lượng thức ăn đưa vào (t/năm)	416	88	10.706	--
Tổng lượng vật chất tích lũy trong cá (t/năm)	121	13	1,976	--
Tổng lượng chất thải thải vào môi trường (t/năm)	295	75	8.730	10.978
Trung bình hàm lượng chất thải thải vào toàn bộ khối nước (mg/m <sup>3</sup> )	2,08	0,53	61,72	77,62

#### 4 THẢO LUẬN

Các kết quả đo đặc chất lượng nước trong bài báo cáo này cho thấy rằng không có sự sai khác có ý nghĩa giữa các vùng nuôi khác nhau (đầu, giữa và cuối nguồn nước), giữa nước trong và ngoài bè, và giữa nước chảy vào bè và nước đi ra khỏi bè. Nguyên nhân chính do sự giao thoa dòng chảy giữa các nhánh sông và dẫn đến lượng lớn nước thay đổi đối với bè. Chất thải tích tụ từ thức ăn thừa có ý nghĩa trong nghiên cứu này. Nếu tổng lượng bè ở sông Mekong ước tính khoảng 4.000 (Phuong, 1998), chất thải tích tụ sẽ tăng lên 20 lần so với bảng ước tính trong bảng 4. Thành phần chất thải bao gồm 5.784 tấn đạm, 1.470 tấn lân, 171.176 tấn chất hữu cơ và 215.255 tấn chất lơ lửng hàng năm. Điều này dẫn đến kết quả chất thải thải vào sông hàng năm theo thứ tự là 41 mg đạm/m<sup>3</sup>, 10 mg lân/m<sup>3</sup>, 1,210 mg chất hữu cơ /m<sup>3</sup>, và 1.522 mg chất lơ lửng/m<sup>3</sup>.

Thức ăn chế biến có nhiều triển vọng từ vài năm nay, nhưng sự thích ứng của nó chậm chạp. Thức ăn chế biến chỉ chiếm khoảng 2% tổng lượng thức ăn, và tỉ lệ phần trăm khoảng 1% đã được N.T. Phuong (1996) báo cáo trong 7 năm qua. Người nuôi thường sử dụng các nguyên liệu địa phương giá rẻ để làm thức ăn nhưng có nhiều bất lợi như giá trị dinh dưỡng, chất lượng và nguyên liệu cung cấp không ổn định. Đây là nguyên nhân làm cá chậm lớn, mở tích tụ cao và những vấn đề khác. Sử dụng thức ăn công nghiệp không chỉ là vấn đề về lợi nhuận mà còn giảm áp lực đánh bắt cá ngoài tự nhiên (cá tạp là thành phần của thức ăn tự chế), giảm dinh dưỡng, vật chất hữu cơ, chất thải ra sông, đồng thời



cũng giảm các sản phẩm khác như tro bụi và xăng dầu sản sinh ra trong quá trình chế biến thức ăn. Nếu nông dân chấp nhận sử dụng thức ăn chế biến thì có nhiều triển vọng hơn.

Dòng nước chảy qua bè bị ảnh hưởng bởi lực cản của khung và thanh bè, do vậy cấu tạo bè tác động đến dòng chảy (Wee, 1979; Beveridge, 1987). Vận tốc chảy chậm có ý nghĩa là nguyên nhân làm lắng đọng nhiều hơn, làm các phân tử nhỏ dày lên ở vùng lân cận bè (Beveridge, 1987). Phù sa cũng là một vấn đề được báo cáo ở nhiều quốc gia áp dụng nuôi bè như Ai cập, Ấn độ, Mã Lai, Singapore, Sri Lanka and Thái Lan (IDRC-SEAFDEC, 1979). Trong nghiên cứu này, không đo lượng phù sa, nhưng trong tương lai sẽ thực hiện.

## 5 KẾT LUẬN

- Chất lượng nước sai khác không ý nghĩa ở đầu, giữa và cuối nguồn trong suốt giai đoạn nghiên cứu. Các thông số về chất lượng nước phía trước bè nuôi và ở vị trí cách cụm bè 200m về phía cuối nguồn cũng sai khác không ý nghĩa. Giá trị của tất cả thông số về chất lượng nước nằm trong khoảng yêu cầu bình thường cho nuôi cá.
- Hàm lượng các vật chất lơ lửng (TSS, ISS và OSS) ở mức thấp suốt mùa khô, tăng lên khi bắt đầu mùa mưa, đạt đỉnh cao nhất vào giữa mùa mưa, và giảm bằng mức ban đầu vào đầu mùa khô (Hình 2). Phần trăm vật chất hữu cơ lơ lửng (OSS) chứa trong tổng vật chất lơ lửng (TSS) khá cao, biến động từ 36,6 đến 48,9%, các phân tử hữu cơ có nguồn gốc từ thức ăn đã làm tổng vật chất hữu cơ lơ lửng tăng lên.
- Độ trong của nước trong bè thấp hơn độ trong nước ngoài bè, có sự hiện diện của thức ăn và các sản phẩm thải từ cá.
- PH giảm vào đầu mùa mưa, thấp nhất ở thời gian vào giữa mùa mưa, sau đó tăng như mức ban đầu vào cuối mùa mưa
- Vận tốc nước ngoài bè cao nhất ( $0,338 \pm 0,0681$  m/s) và vận tốc này giảm trước khi vào bè ( $0,072 \pm 0,0128$  m/s); vận tốc nước trong bè thấp nhất ( $0,010 \pm 0,0030$  m/s) và hơi tăng lên khi ra khỏi bè ( $0,037 \pm 0,0066$  m/s).
- Tổng đạm của lớp bùn đáy ở khu vực cuối nguồn cao hơn có ý nghĩa so với giữa và đầu nguồn, kết quả lấy mẫu cách bè 200m cũng tương tự ( $P < 0.05$ ). Tổng đạm và tổng lân trong lớp bùn đáy cao vào mùa khô và thấp vào mùa mưa.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Andriesz, P., 2000. Aquaculture in Vietnam. *Global Aquaculture Advocate* 3:36-38.
- APHA, AWWA, and WPCF, 1985. Standard methods for the examination of water and wastewater. 16th edn., American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation, Washington, DC, 1268 p.
- Beveridge, M., 1987. Cage aquaculture. Fishing News Books Ltd., England.
- Cho, C. Y., J. D. Hynes, K. R. Wood, and H. K. Yoshida, 1991. Quantification of fish culture wastes by biological (nutritional) and chemical (limnological) methods; the development of high nutrient dense (HND) diets. Pages 37-50 in C. B. Cowey and C. Y. Cho, Editors. *Nutritional Strategies and Aquaculture Waste. Proceedings of the First International Symposium on nutritional strategies in management of aquaculture waste (NSMAW)*. University of Guelph, Canada.
- Egna, H.S., N. Brown, and M. Leslie, 1987. Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Data Reports, Volume 1: General reference: site descriptions, material and methods for the global experiment. Oregon State University, Corvallis, OR. 84 p.
- IDRC/Aquaculture Department SEAFDEC, 1979. International workshop on pen and cage culture of fish. 11-22 February 1979. Tigbauan, Iloilo, Philippines. Iloilo, Philippines, SEAFDEC, 064 p.

- Liao, I-C. and C. K. Lin, 2000. Cage culture in Asia. Proceedings of international symposium on cage aquaculture in Asia. Asian Fisheries Society and World Aquaculture Society, Manila, Philippines.
- Phuong, N.T., 1996. On-farm prepared feed and feeding regimes for the Pangasius catfish (*Pangasius bocourti*) cultured in cages in the Mekong River in Vietnam. Paper presented at the EIFAC Workshop on Fish and Crustacean Nutrition Methodology and Research for Semi-Intensive Pond-Based Farming Systems. 3-5 April 1996, Szarvas, Hungary.
- Phuong, N.T., 1998. Cage culture of *Pangasius* catfish in the Mekong delta, Vietnam: current situation analysis and studies for feed improvement. Unpublished Ph.D. thesis, National Institute Polytechnique of Toulouse, France.
- Pillay, T.V.R., 1992. Aquaculture and environment. Blackwell Scientific Publications Inc., Cambridge, England.
- Vũ Trung Tạng, 1994. Các hệ sinh thái cửa sông Việt Nam. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 271 p.
- Wee, K.L., 1979. Ventilation of floating cages. Unpublished M.Sc. Thesis, University of Stirling, Scotland, 38 p.