

# NGHIÊN CỨU SỰ TÍCH LŨY ĐẠM LÂN TRONG AO NUÔI TÔM SÚ THÂM CANH MÙA MƯA Ở SÓC TRĂNG

Tạ Văn Phương, Trần Văn Việt và Trương Quốc Phú<sup>1</sup>

## ABSTRACT

*Black Tiger Shrimp (Penaeus monodon) is one of the species cultured in many regions of the coastal area in Vietnam; intensification caused problems about environment for sustainable development. The research was carried out in Soc Trang province. The experiment on the wet season by two shrimp ponds with 4000m<sup>2</sup>/pond, and stocking densities were 20 ind/m<sup>2</sup>, initial size of postlarvae at stocking was PL<sub>15</sub>, depth water level was 1,2 m and culture duration was four months. The result showed that concentration of TAN was 1.36 ppm and accumulation of TAN was 16,4 kg/ha/crop, they are gradually increased from early to the end of the culturing time, and NO<sub>2</sub> and NO<sub>3</sub> were 1.47 ppm and 0,29 ppm respectively, accumulation of NO<sub>2</sub> and NO<sub>3</sub> were 17.61 kg/ha/crop and 3.43 kg/ha/crop respectively. However, PO<sub>4</sub> concentration 0.1 ppm, and deposit of PO<sub>4</sub> was 1.18 kg/ha/crop, whereas concentration TP was 1.08 ppm accumulation of TP was 13.01 kg/ha/crop; concentration TN was 2.89 ppm accumulation of TN was 34.70 kg/ha/crop.*

**Keywords:** TAN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, TN, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, TP, Black tiger shrimp

**Title:** *Research on accumulation of ammonia and phosphate in shrimp pond with intensive shrimp system (Penaeus monodon) on rainy season in Soc Trang province*

## TÓM TẮT

Tôm sú là loài được nuôi phổ biến ở các tỉnh ven biển Việt Nam, nuôi tôm với mức độ thâm canh là nguyên nhân ảnh hưởng môi trường của nghề nuôi. Thí nghiệm được thực hiện tại tỉnh Sóc Trăng. Thí nghiệm được tiến hành trong mùa mưa với hai ao (4000 m<sup>2</sup>/ao); mật độ 20 con/m<sup>2</sup> PL<sub>15</sub>; độ sâu mực nước ao nuôi 1,2 m và thời gian nuôi 4 tháng. Kết quả cho thấy hàm lượng TAN trong nước là 1,36 ppm và lượng tích lũy là 16,4 kg/ha/vụ. Hàm lượng NO<sub>2</sub><sup>-</sup> và NO<sub>3</sub><sup>-</sup> hòa tan trong nước lần lượt là 1,47 ppm và 0,29 ppm; hàm lượng tích lũy qua vụ nuôi là 17,61 kg/ha/vụ và 3,43 kg/ha/vụ. Đối với Lân hòa tan (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) trong ao nuôi là rất thấp 0,1 ppm và hàm lượng tích lũy là 1,18 kg/ha/vụ; Tổng lân hòa tan trong nước là 1,08 ppm và lượng tích lũy là 13,01 kg/ha/vụ. Trong khi đó tổng đạm trong nước tương đối cao là 2,89 ppm và lượng tích lũy là 34,70 kg/ha/vụ.

**Từ khóa:** TAN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, TN, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, TP, Tôm sú

## 1 GIỚI THIỆU

Tôm sú (*Penaeus monodon*) là một trong những loài giáp xác đã được nuôi ở nhiều quốc gia châu Á, không những đem về nguồn ngoại tệ quốc gia mà nó còn góp phần nâng cao thu nhập cho các cộng đồng ven biển (Kongkeo, 2001), mô hình nuôi tôm quảng canh truyền thống được thay thế dần bởi nuôi thâm canh và bán thâm canh ở vùng Đông Nam Á (Dierberg & Kiattisimkul, 1996), khuynh hướng này đang phổ biến ở nhiều địa phương và mang lại nguồn thu nhập cho cộng đồng ven biển (Yi *et al.*, 2002). Tuy nhiên, sự thâm canh hóa trong nuôi tôm đã tạo ra những vấn đề về môi trường nước, sự tự ô nhiễm, điều này đã góp phần đặc biệt

<sup>1</sup> Khoa Thủy sản, Đại học cần thơ

vào việc phá hủy hệ sinh thái vùng ven biển (Macintosh & Phillips, 1992), với quy mô thâm canh hoá thì khả năng gây ô nhiễm cao hơn mô hình thâm canh và bán thâm canh (Whetson *et al.* 2002). Các vùng nuôi tôm ven biển hiện nay đang phải đương đầu với ô nhiễm môi trường và dịch bệnh, do mức độ thâm canh hoá hiện nay, nước thải đổ trực tiếp ra kênh rạch không qua xử lý, như tổng ammonia (TAN),  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , tổng lân (TP), tổng đạm (TN), các hợp chất hữu cơ chưa được khoáng hóa, thuốc kháng sinh và cả mầm bệnh (Boyd, 1990). Trong đó hai yếu tố quan trọng đó là Nitrogen và Phospho, chúng được đưa vào ao trong quá trình cải tạo như phân hóa học, chất hữu cơ trong quá trình nuôi như thức ăn, hoá chất và chất bài tiết của tôm (Boyd *et al.*, 2002b).

Tuy nhiên, thức ăn được tôm sử dụng trực tiếp chỉ chiếm 10-30% Phospho và 20-40% Nitrogen từ thức ăn cho vào (Boyd *et al.*, 2001) phần còn lại hoà tan vào môi trường và tham gia vào quá trình chuyển hóa vật chất trong thủy vực, trong điều kiện yếm khí được vi khuẩn phân hủy thành những chất gây độc cho ao nuôi và nguồn nước xung quanh (Sangrungrung, 1997). Hiện nay vẫn chưa có nhiều thông tin về sự biến động các yếu tố môi trường nước và khả năng tích lũy dinh dưỡng trong ao nuôi để đánh giá điều kiện môi trường và các yếu tố bất lợi cho tôm nuôi nhằm phục vụ cho khai thác bền vững nguồn tài nguyên thiên nhiên của địa phương.

Vì vậy mục tiêu nghiên cứu nhằm xác định sự biến động các yếu tố về môi trường ao nuôi nhằm đưa ra những giải pháp quản lý môi trường ao nuôi hiệu quả, theo dõi sự tích lũy các vật chất dinh dưỡng qua vụ nuôi và khả năng gây ô nhiễm ra môi trường bên ngoài.

### **Nội dung nghiên cứu**

- Theo dõi sự biến động các yếu tố đạm, lân trong môi trường nước
- Xác định hàm lượng đạm, lân tích lũy trong ao qua vụ nuôi.

## **2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

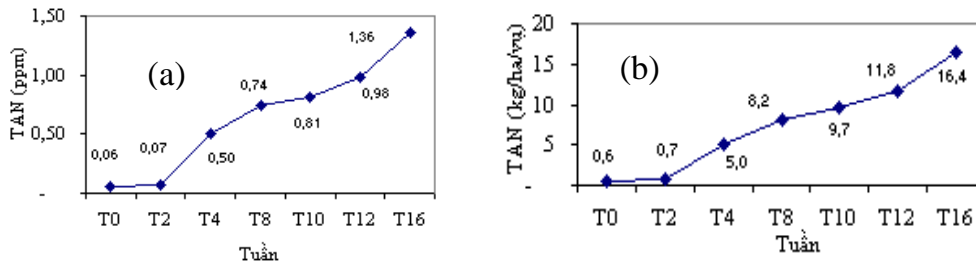
Nghiên cứu được thực hiện tại huyện Vĩnh Châu là một trong những huyện trọng điểm về nuôi tôm sú thâm canh của tỉnh Sóc Trăng và Đồng Bằng Sông Cửu Long

Thí nghiệm được bố trí theo dõi trong Mùa mưa, trên diện tích gồm 2 ao nuôi có diện tích  $4000\text{m}^2/\text{ao}$  (50m x 80m), tôm thả có kích cỡ ban đầu từ 1,5 cm (PL15), mật độ thả  $20\text{ con}/\text{m}^2$ , ao sâu 1,6 m với mực nước nuôi tôm là 1,2 m.

## **3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

### **3.1 Tổng Ammonia (TAN)**

Hàm lượng TAN trung bình trong ao nuôi tôm là  $0,645 \pm 0,478$  ppm, hàm lượng TAN tích lũy trung bình cho vụ nuôi 16,4 kg/ha/vụ. Hàm lượng tổng ammonia có khuynh hướng tích lũy sau 2 tuần nuôi.



Hình 1: Sự biến động TAN (a) và tích tụ TAN qua vụ nuôi (b)

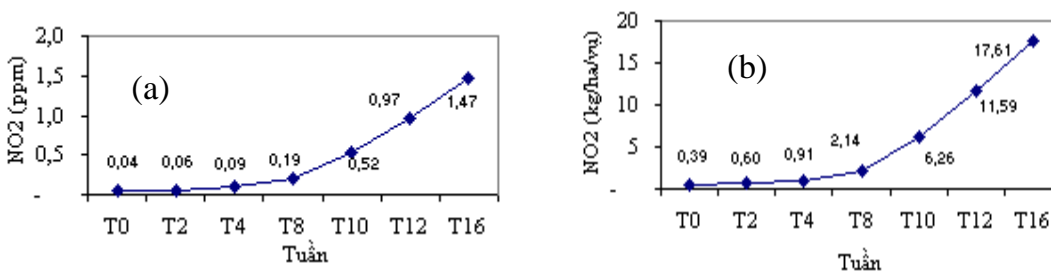
Theo Whetstone *et al.* (2002) Tôm sú có thể tồn tại và phát triển tốt ở hàm lượng TAN dao động từ 0,2-2 ppm, và TAN tốt trong môi trường ao nuôi phải nhỏ hơn hoặc bằng 3 ppm (Boyd *et al.*, 2002a)

Lượng đạm ammonia trong nước ao tích trữ nhanh, ở giai đoạn đầu thả tôm hàm lượng TAN chiếm chỉ 4,06% tổng lượng đạm trong nước nhưng đến khi thu hoạch lượng TAN đã chiếm gần một nửa (40,1%) tổng hàm lượng đạm trong nước. Kết quả TAN này cao so với nghiên cứu của Jackson & Preston (2003) thì hàm lượng TAN chiếm từ 12-21%. Trong ao nuôi sự tương tác giữa đất bùn đáy ao và nước ao rất quan trọng ảnh hưởng đến tính chất sinh hóa học của đạm trong ao, bùn đáy là nơi phóng thích đạm dạng TAN trở lại môi trường nước (Hargreaves, 1999).

Hàm lượng tổng ammonia (TAN) trong nước là rất lớn so với hàm lượng đã được khoáng hóa thành NO<sub>3</sub><sup>-</sup> là do vật chất dinh dưỡng trong ao đang trong giai đoạn phân hủy và lượng thức ăn dư thừa cho vào ao. Theo kết quả thí nghiệm này, đạm dạng TAN khoảng 16,4 kg/ha/vụ, ở Thái Lan sau vụ nuôi lượng đạm ammonia thải ra môi trường là 12,8 kg/ha/vụ (Tookwinas, 1998). Tuy nhiên ở Bình Định, một hecta nuôi hai vụ sẽ thải ra môi trường 33,6-104,1 kg/ha/năm từ 67,2 - 208,2 kg N-NH<sub>4</sub>/năm (Sở KHCN& MT Bình Định, 2002) và nếu thu hoạch 3 tấn/ha/năm lượng đạm dạng ammonia thải ra môi trường là 96,5 kg/ha/năm ở Hải Phòng (Sở KHCN-MT Hải Phòng, 2001).

### 3.2 Nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

Hàm lượng nitrite trung bình là 0,447 ± 0,55 ppm và hàm lượng tích lũy là 17,6 kg/ha/vụ, hàm lượng nitrite có khuynh hướng tăng nhanh về cuối vụ và cao nhất vào tháng cuối 1,47 ppm, NO<sub>2</sub> là chất độc đối với các loài động vật thủy sinh, trong điều kiện nước có nồng độ muối thấp và ammonia cao thì chúng có khả năng gây độc cho tôm nuôi (Chen *et al.*, 1992).



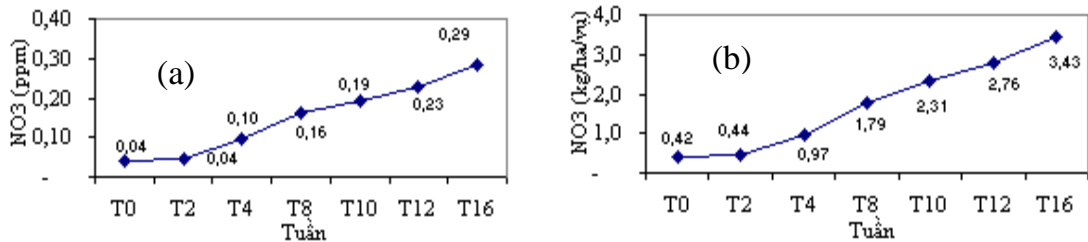
Hình 2: Sự biến động NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (a) và tích tụ NO<sub>2</sub><sup>-</sup> qua vụ nuôi (b)

Ngoài ra, thời gian chiếu sáng bị gián đoạn trong mùa mưa làm ức chế sự phát triển vi khuẩn *Nitrobacter* (Soon *et al.*, 1999), là nguyên nhân dẫn đến quá trình

chuyển hóa Nitrite thành Nitrate diễn ra chậm (Preedalumpabutt *et al.*, 1989; Boyd, 1990), việc bón phân là phương pháp tốt nhất làm giảm độc tính của Nitrite trong ao nuôi (Boyd *et al.*, 2002a), nồng độ ammonia cao sẽ làm tăng tính độc của nitrite đối với Tôm sú (Chen *et al.*, 2002). Nồng độ  $\text{NO}_2^-$  nhỏ hơn 0,23 ppm được xem là an toàn trong nuôi tôm (Whetstone *et al.*, 2002). Hàm lượng  $\text{NO}_2^-$  có khuynh hướng tích lũy mạnh sau một tháng nuôi.

### 3.3 Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ )

Từ kết quả thí nghiệm hàm lượng nitrate trong ao nuôi là  $0,15 \pm 0,09$  ppm, nếu so sánh nồng độ của yếu tố này với hàm lượng ammonia và nitrite thì thấy rõ được sự chuyển hoá các dạng đậm độc (Ammonia và Nitrite) thành dạng không độc nitrate còn rất thấp chưa triệt để.

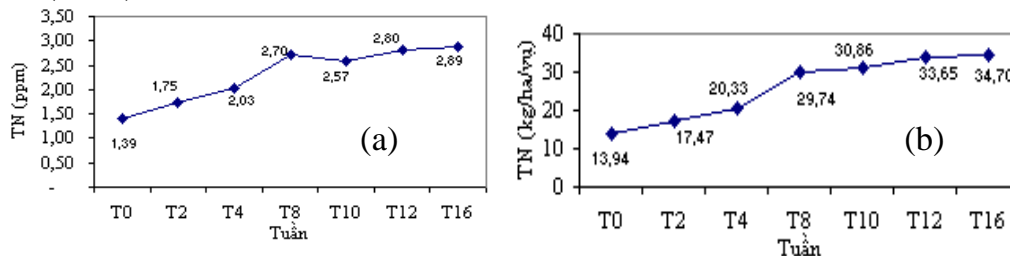


Hình 3: Sự biến động  $\text{NO}_3^-$  (a) và tích tụ  $\text{NO}_3^-$  qua vụ nuôi (b)

Theo kết quả thí nghiệm nồng độ Nitrate tăng theo thời gian nuôi tuy nhiên nồng độ này vẫn nằm trong giới hạn cho phép (Boyd, 1998), nồng độ nitrate trong ao nuôi tôm ở ĐBSCL mùa mưa là 0,27 ppm (Nguyễn Tác An, 2002). Từ hình (2) và (3) nhận thấy hàm lượng nitrite được nitrate hóa còn rất thấp, nên lượng nitrite được tích lũy nhanh về cuối vụ.

### 3.4 Tổng đạm (Total nitrogen)

Sự trao đổi nước làm giảm 31,74% tổng lượng đạm đầu vào, trung bình đạm tổng trong nước là  $2,31 \pm 0,58$  ppm (1,39 - 2,90 ppm) và lượng đạm tích lũy là 34,7 kg/ha/vụ, đạm tôm tích lũy có 38,4% hàm lượng cung cấp vào ao nuôi tôm có từ nguồn nước lấy vào. Kết quả này tương tự như kết quả nghiên cứu của Martine *et al.*, (1998).



Hình 4: Sự biến động TN (a) và tích tụ TN qua vụ nuôi (b)

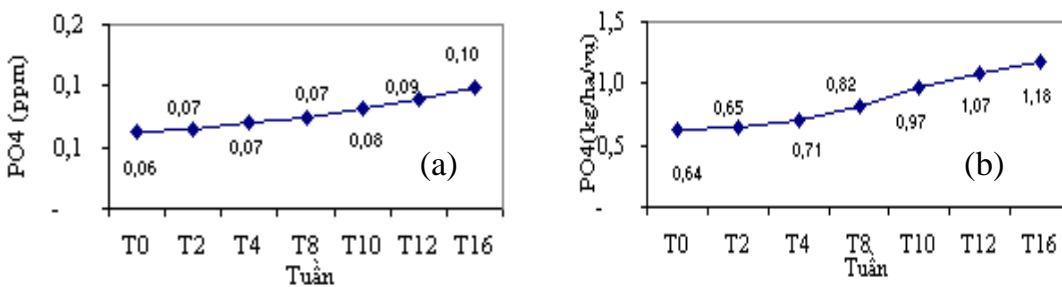
Teichert-Coddling *et al.*, (2000) nghiên cứu trên ao nuôi tôm thâm canh thấy rằng lượng N tăng trong ao từ nguồn nước chiếm 63% và 36% từ thức ăn, đạm mất đi từ trao đổi nước chiếm 72%, có 70% lượng N giảm đi từ thay nước trong nuôi thâm canh (Wahab *et al.*, 2003)

Từ kết quả cho thấy lượng đạm dạng hòa tan là 23,61%, trong thực tế đạm trong thủy vực chủ yếu ở dạng liên kết (đạm hữu cơ) và đạm này giảm dần và thay vào

đó lượng đạm dạng hòa tan chủ yếu là TAN,  $\text{NO}_2^-$  và một phần nhỏ dạng đạm  $\text{NO}_3^-$  hòa tan, ở tháng cuối tổng lượng đạm hòa tan chiếm 60,63%. Từ đó cho thấy lượng đạm trong tháng cuối vụ tôm là dạng đạm mới bắt đầu phân hủy và điều này khẳng định rằng trong tháng cuối lượng thức ăn dư thừa là rất lớn, đặc biệt từ sau hai tháng nuôi.

**3.5 Lân hòa tan ( $\text{PO}_4^{3-}$ )**

Hàm lượng lân hòa tan trung bình là  $0,077 \pm 0,013$  ppm và lân dễ tiêu tích lũy là 1,18 kg/ha/vụ, có khuynh hướng tăng nhẹ về cuối vụ, một phần bị hấp thụ của nền đáy do sự kết tủa của sự bón vô định kỳ (Boyd, 1998), điều này phù hợp với điều kiện bùn đáy trong mùa mưa là rất lớn nên có khả năng hấp thụ một lượng lớn lân hòa tan, bên cạnh đó để tăng độ kiềm và ổn định pH thì một lượng lớn vô được sử dụng làm cho một lượng lớn lân bị kết tủa xuống nền đáy.



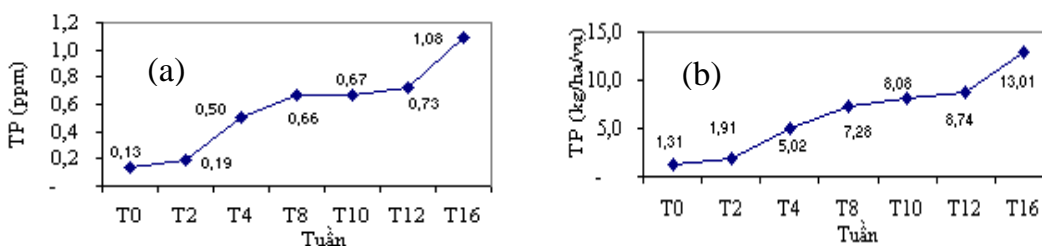
Hình 5: Sự biến động  $\text{PO}_4$  (a) và tích tụ  $\text{PO}_4$  qua vụ nuôi (b)

Các dạng phospho hữu cơ dễ dàng chuyển hóa lẫn nhau và có thể chuyển thành dạng muối orthophosphate hòa tan nhờ hoạt động của vi sinh vật. Sau khi thực vật nổi chết đi sẽ bị các vi sinh vật phân hủy, có tới 20-30% tổng số phospho trong cơ thể chúng được phân giải thành các muối vô cơ hòa tan, 30-40% dưới dạng hữu cơ hòa tan (Boyd, 1998; Burford *et al.*, 1998). Tuy nhiên tiến trình phân hủy của vi sinh vật diễn ra rất chậm nên lượng lân dễ tiêu được phóng thích từ nền đáy là không đáng kể.

Qua kết quả thí nghiệm cho thấy hàm lượng lân hòa tan và tổng lân thấp nhưng lượng lân tích lũy trong đất là rất lớn, tương tự với nghiên cứu của Nguyễn Tác An (2002) hàm lượng lân hòa tan ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) trung bình 0,041 ppm (0,018-0,099 ppm).

**3.6 Tổng lân (Total phosphorus)**

Hàm lượng tổng lân trung bình mùa mưa là  $0,567 \pm 0,329$  ppm và tổng lân tích lũy là 13,01 kg/ha/vụ, kết quả này là cao so với nghiên cứu của Lin *et al.*, (1999), từ kết quả thí nghiệm chỉ ra rằng lân hòa tan và tổng lân bị kết tủa và lắng tụ phần lớn, khả năng khoáng hóa của môi trường là rất thấp.



Hình 6: Sự biến động Tổng lân (a) và tích tụ Tổng lân qua vụ nuôi (b)

Qua Hình 6 cho thấy lân tổng trong nước tăng mạnh về cuối vụ, hàm lượng lân hữu cơ được tích trữ dần theo vụ nuôi lúc thả ban đầu, hàm lượng lân hữu cơ chiếm 51,34% và lượng này tăng dần đến cuối vụ chiếm 90,96% tổng lân trong nước. Do lượng lân hòa tan trong thủy vực giảm dần từ 48,66% xuống còn 9,94%.

#### 4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

- Đạm (N) có huỳnh hướng tăng mạnh sau 60 ngày nuôi và càng về cuối vụ hàm lượng đạm độc chiếm tỉ lệ càng cao trong tổng đạm tích lũy của ao nuôi.
- Các dạng đạm (N) tích lũy trong nước mùa mưa: TAN là 16,38 kg/ha/vụ, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> là 17,6 kg/ha/vụ; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> là 3,43 kg/ha/vụ; TN là 34,7 kg/ha/vụ.
- Lân (P) có huỳnh hướng tăng về cuối vụ, nhưng lân hòa tan ở mức thấp trong khi đó tổng lân lại cao.
- Các dạng lân (P) tích lũy trong nước mùa mưa: PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> là 1,18 kg/ha/vụ và Tổng lân (TP) là 13,01 kg/ha/vụ.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Boyd, C.E and Bartholomew W. Green. 2002a. Coastal Water Quality Monitoring in Shrimp Areas: An Example from Honduras. Report of the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work progress for Public Discussion. 29 pages.
- Boyd, E.C., C.W. Wood and T. Thunjai. 2002b. Aquaculture pond bottom soil quality management. Pond dynamics / Aquaculture Collaborative Research Support program Oregon state University, Corvallis, Oregon 97331-1641. 41 p.
- Boyd, C. E., W. McGraw, D. R. Teichert-Coddington and D. B. Rouse 2001. Higher minimum dissolved oxygen concentrations increase penaeid shrimp yields in earthen ponds. Aquaculture; Aquaculture; vol. 199, no. 3/4; pp. 311-321, 2001; 22 ref. ISSN: 0044-8486
- Boyd, C.E. 1998. Water Quality For Pond Aquaculture. Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University, Alabama 36849 USA. p. 37 .
- Boyd, 1990. Water quality in pond for aquaculture. Agriculture Experiment Station, Auburn University.
- Burford, M. A., E.L. Peterson, J.C.F. Baiano and N.P. Peterson. 1998. Bacteria in shrimp pond sediments: their role in mineralizing nutrients and some suggested sampling stratified. Aquaculture Research. Vol.29 no. 11, pp. 843- 849, Nov 1998.
- Chen, J.C and Sheue-Feng Chen. 1992. Effects of nitrite on growth and molting of *Penaeus monodon* juveniles. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology and Toxicology Volume 101, Issue 3, April 1992, Pages 453-458.
- Chen, J.C and Chi-Yuan Lin. 2002. Effects of ammonia on growth and molting of *Penaeus monodon* juveniles. Department of Aquaculture, National Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan, 20224, Republic of China (Tel.: 886-2-462 2192 Ext. 655; Fax: 886-2-462-9125)
- Dierberg, F. E. and W. Kiattisimkul. 1996. Impacts and implication of shrimp aquaculture in Thailand. Environment management 20: 649-666.
- Hargreaves, J. A. 1999. Control of Clay Turbidity in pond. Mississippi State University. SRAC publication No. 640.
- Jackson, C., N. Preston, P.J. Thompson and M. Burfor. 2003. Managing the development of sustainable shrimp in Australia: the role of sedimentation ponds in treatment of farm discharge Water. Aquaculture; vol. 218, no. 1/4; pp. 416-437, 2003 ISSN: 0044-8486.

- Kongkeo, H. 2001. Current status and development trend of aquaculture Asia Region. In: R. P. Subasinghe, P. Bueno, M. J. Phillips, C. Hough, S. E. McGladdery and J. R. Arthur (Editors). Aquaculture in the third millennium. Technical proceeding of conference on Aquaculture in the third millium, Bangkok, Thailand, 20-25 February 2000. pp. 267-293. NACA, Bangkok and FAO, Rome
- Lin, C. Kwei, Yang Yi, M. K. Shrestha, R. B. Shivappa, and M.A. K. Chowdhury. 1999. Management of organic matter and nutrient regeneration in pond bottoms. Eighth Work Plan, Thailand Research 2 (TR2).
- Macintosh, D. and MJ. Phillips. 1992. Environmental issues in shrimp farming. Infofish, Kuala Lumpur (Malaysia) pp. 118-145. 1992
- Martin, J. L.M; Y. Veran; O. Guelorget and D. Pham. 1998. The fate of nitrogenous waste from shrimp feeding. Aquaculture 164 (1-4): 135-149.
- Nguyễn Tác An. 2002. Mekong Delta water quality and sustainable aquaculture development. Ifremer: Plouzane (France), p. 2; 2002; (Shrimp farming sustainability in the Mekong delta environmental and technical approaches: Proceedings of the workshop held in Travinh (Vietnam), 5- 8 March 2002, organized by the Nha Trang Institute of Oceanography).
- Preedalumpabutt, Y, P. Perngmark, P. Songsangjinda, S. Suwanmanee and W. Chusuwan. 1989. Water quality dynamic intensive tiger shrimp ponds. Technical paper No.10/1989., National Institute of Aquaculture, Songkla. Department of Fisheries. 20 p.
- Sangrungrung, C. 1997. Effect of shrimp pond effluent on soil and sediment qualities in Kung Krabaen Bay. Master thesis. Kasetsart University. 168 p.
- Sở KHCN& MT Bình Định, 2002. Bệnh tôm có xu hướng xuất hiện ngày càng phức tạp do môi trường bị ô nhiễm.
- Sở Sở KHCN-MT Hải Phòng, 2001. Hậu quả khôn lường của nuôi tôm trên cát. (Cập trên Vietnam.net ngày 1/3/2006)
- Soon, N.K., A.Z. Abidin, F. Shaharom-Harrison. 1999. The effect of probiotic bacteria on water quality *Penaeus monodon* in tank culture. Aquatic Animal Health for Suitability. November 22-26, 1999.
- Teichert-Coddington, D. R, D. Martinez and E. Ramirez. 2000. Partial nutrient budgets for semi-intensive shrimp farms in Honduras. Aquaculture 190 (1-2): 139-154.
- Tookwinas, S, 1999. Shrimp culture in Thailand – Present status and Future direction for research. In Smith (Ed). Proceeding of towards sustainable shrimp culture in Thailand and region. pp 10-15.
- Tookwinas. S. 1998. The environmental impact of marine shrimp farming effluents and carrying capacity estimation at Kung Krabaen Bay, eastern Thailand. Asian fisheries science. Metro Manila; vol.11, no. 3-4, pp 303-316; 1998 ISSN: 0116-6514.
- Viet, T.V, 2006. An evaluation of management of semi - intensive and intensive culture of Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*) in Soc Trang province, Mekong delta, Vietnam. Master thesis of Asian Institute of Technology (AIT), Bangkok, Thailand.
- Wahab, M. A.; A. Bergheim and B. Braaten. 2003. Water quality and partial mass budget in extensive shrimp ponds in Bangladesh. Aquaculture; vol. 218, no. ¼; pp. 413-423, 2003 ISSN: 0044-8486
- Whetston, J.M., G. D. Treece, C. L Browdy and A. D. Stokes. 2002. Opportunities and Constraints in Marine Shrimp Farming. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) publication No. 2600 USDA
- Yi, Y, P. Nadtrom, V. Tansakul and K.M. Fitzsimmons, 2002. Current status of Tilapia-Shrimp polyculture in ThaiLand. In proceedings, the 4<sup>th</sup> National symposium on Marine shrimp, 18-19 November 2002, Rayong Resort, Rayong. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology. P.77-92.