CHẤT LƯỢNG NƯỚC TRONG VUÔNG NUÔI TÔM SÚ (*Penaeus monodon*) QUẢNG CANH Ở LÂM NGƯ TRƯỜNG TAM GIANG I, HUYỆN NGỌC HIỂN, TỈNH CÀ MAU

Nguyễn Xuân Lộc[1], Trương Thị Nga[1] và Huỳnh Quốc Tịnh[1]

ABSTRACT

Penaeus monodon culturing in extensive models with different numbers of years of culture, model designs is very popular in the Mekong delta. The research was conducted in combination type in 10 years of culture (60% of forest and 40% for surface water area), and in separated new model (70% and 30% one with less than 7 months of culture). The result showed that the concentration of N-NO_3^- (0.22-0.25 mg/L) was not suitable for the growth of shrimp (0.4-0.8 mg/L). P-PO_4^{3-} concentration was very low 0.02-0.03 mg/L. DO was 3.84 mg/L less than the lower threshold (4 mg/L) in the separated model and was 6.05 mg/L in the combination one. The H_2S concentration in two models was 4-6 times higher than normal shrimp growth level (less than 0.05 mg/L). Salinity, alkalinity, pH, and transperancy were suitable for shrimp. H_2S concentration may be a risk for farmer during harvesting. Removing the branches of mangrove trees along shrimp ditch is one way to limit the H_2S in water.

Keywords: extensive model, water quality, surface water

Title: Water quality in extensive culture of Penaeus monodon at Tam Giang I Forestry and Fishery Enterprise, Ngoc Hien district, Ca Mau province

TÓM TẮT

Mô hình nuôi tôm sú (Penaeus monodon) quảng canh phụ thuộc vào số năm canh tác, kiểu thiết kế rất phổ biến ở Đồng Bằng Sông Cửu Long. Nghiên cứu được thực hiện ở mô hình rừng tôm kết hợp có tỷ lệ rừng tôm 6/4 thời gian canh tác 10 năm và mô hình rừng tôm tách biệt có tỷ lệ 7/3 vừa được đưa vào canh tác. Kết quả nghiên cứu cho thấy nồng độ N-NO_3^- thấp (0,22-0,25 mg/L) không thích hợp cho tôm phát triển (0,4-0,8 mg/L). Nồng độ P-PO_4^{3-} rất thấp (0,02-0,03 mg/L). Hàm lượng oxy hòa tan DO là 3,84 mg/L thấp hơn giới hạn chịu đựng 4 mg/L ở kiểu rừng tôm tách biệt, và 6,05 mg/L ở mô hình rừng tôm kết hợp. Nồng độ H_2S cao gấp 4-6 lần so với giới hạn chịu đựng của tôm (0,05 mg/L) ở cả 2 mô hình. Các chỉ tiêu độ mặn, độ kiềm, pH, và độ trong thích hợp cho tôm phát triển. Nồng độ H_2S cao sẽ tạo nên rủi ro, giảm năng suất cho người nuôi lúc thu hoạch. Cần mé nhánh cây rừng dọc theo bờ mương nhằm hạn chế nồng độ H_2S cao do sự rơi rụng và phân hủy của lá.

Từ khóa: mô hình quảng canh, chất lượng nước, nước mặt

1 GIỚI THIỆU

Cà Mau là tỉnh ven biển của Đồng bằng Sông Cửu Long (ĐBSCL) có diện tích rừng ngập mặn bị tàn phá do nhiều hoạt động canh tác đặc biệt là nuôi tôm. Vùng phía Đông diện tích rừng giảm từ 190.812 ha trong năm 1953 xuống còn 29.534 ha trong năm 1995, nghĩa là sau 42 năm đã có 161.278 ha rừng bị tàn phá do nuôi tôm (Minh, 2002). Từ hình thức bao đê bắt tôm cá tự nhiên trong rừng ngập ở đầu thập

[1] Khoa Môi trường và Quản lý Tài Nguyên Thiên Nhiên

niên 1980, đến nay hình thức nuôi tôm quảng canh trong rừng ngập mặn phát triển mạnh và chuyển dần sang hình thức quảng canh cải tiến (bổ sung con giống nhân tạo). Tùy vào kinh nghiệm, vốn đầu tư, đặc điểm vùng mà hệ thống ao nuôi khác nhau và không ngừng cải tiến: từ hình thức nuôi nuôi đan xen với rừng ngập mặn đến hình thức nuôi tách biệt với rừng.

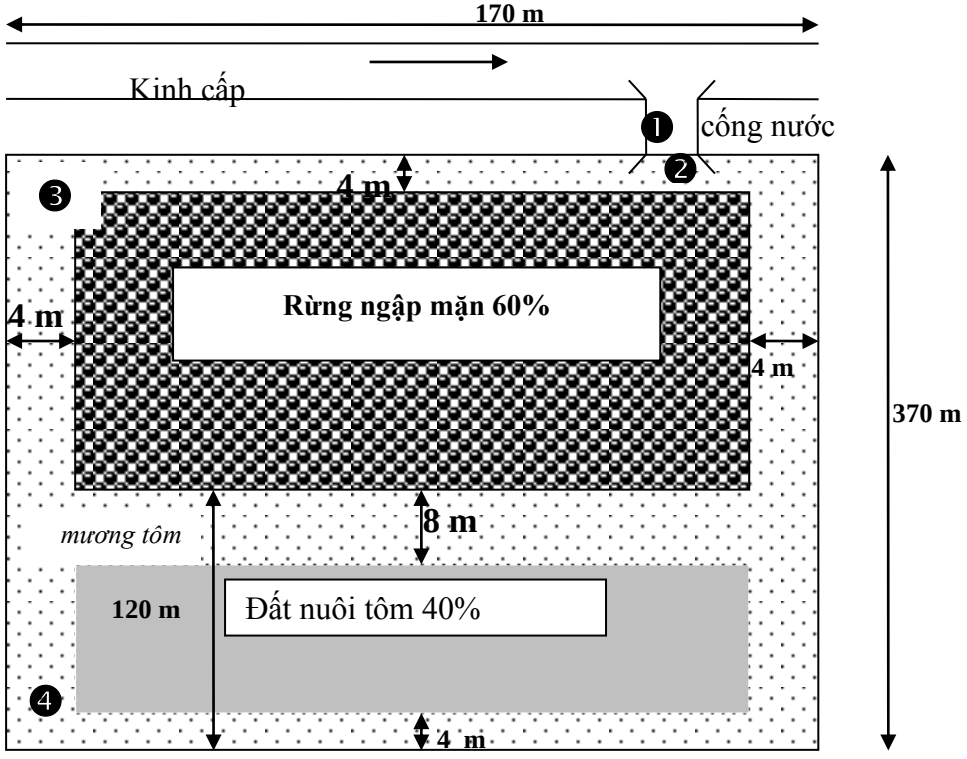
Ngọc Hiển là huyện có diện tích rừng ngập mặn lớn nhất tỉnh Cà Mau với diện tích 50.723 ha chiếm 50% diện tích rừng toàn tỉnh (Sở Khoa học, công nghệ và Môi trường Cà Mau, 2002). Lâm ngư trường (LNT) Tam Giang I thuộc huyện Ngọc Hiển hiện có 5.626 ha đất tự nhiên trong đó diện tích rừng là 72,95% đang thực hiện mô hình lâm ngư kết hợp kể từ năm 1992. LNT hiện có 431/596 hộ dân nuôi tôm với hệ thống ao nuôi khác nhau. Để tìm hiểu thực chất hiện trạng chất lượng nước trong các ao nuôi khác nhau theo hình thức quảng canh cải tiến, từ đó tìm ra biện pháp để nâng cao chất lượng nước, nâng cao năng suất tôm nuôi góp phần làm ổn định đời sống người dân, chúng tôi thực hiện đề tài: "Chất nước trong vuông nuôi tôm sú (*Penaeus monodon)* quảng canh ở Lâm ngư trường Tam Giang I, huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau".

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Mô tả hệ thống

Nghiên cứu được thực hiện trong thời gian10/10/2003 đến 13/1/2004 ở Lâm ngư trường Tam Giang I huyện Ngọc Hiển tỉnh Cà Mau. Cả hai hệ thống vuông đều được nuôi theo cách quảng canh cải tiến. Hình thức nuôi dựa hoàn toàn vào thức ăn tự nhiên trong ao (0,5 - 2 con/m^2).

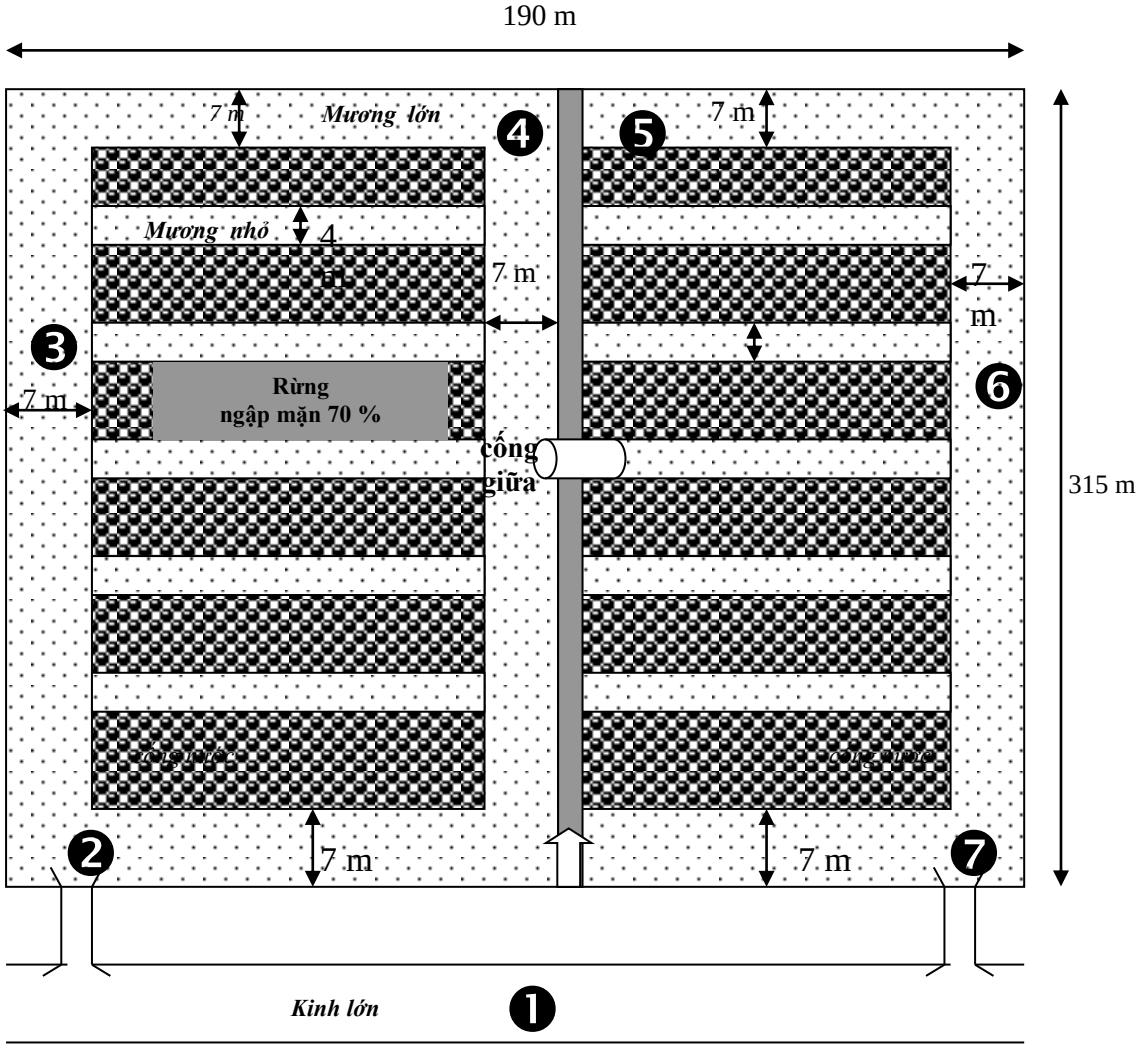
2.1.1 Hệ thống vuông 1: Mô hình rừng tôm tách biệt (Sơ đồ 1)



Sơ đồ 1: Sơ đồ vị trí thu mẫu vuông 1, S=4 ha

Hệ thống vuông 1 canh tác theo mô hình 6/4 (60% diện tích rừng, 40% diện tích mặt nước và đất được khai thác cho nuôi tôm). Vuông có diện tích S = 4,07 ha (110m chiều rộng x370m chiều dài) và được canh tác từ tháng 4/2003. Xung quanh vuông có bờ bao, vuông thông với kinh cấp qua cống có chiều rộng 1,2m. Vuông có mương bao chu vi và mương giữa. Chiều sâu các mương như nhau là 1m. Mương bao chu vi có chiều rộng 4m, và mương giữa có chiều rộng 8m. Hiện phần đất rừng được phép khai thác cho nuôi tôm chưa được sử dụng. Hệ thống ao nuôi 1 được thiết kế nhằm mục đích tách rừng ra khỏi tôm khi rừng trưởng thành và phát triển như trong điều kiện tự nhiên. Phần diện tích đất nằm trong 40% diện tích được phép sử dụng được khai thác tiếp tục được sử dụng để nuôi tôm khi rừng trưởng thành.

2.1.2 Hệ thống vuông 2: mô hình rừng tôm kết hợp (Sơ đồ 2)



Sơ đồ 2: Sơ đồ hệ thống vuông 2, S= 6 ha

Hệ thống vuông 2 được canh tác theo mô hình 70%/30% với diện 6ha (190m chiều rộng x 315m chiều dài) và được khai thác từ năm 1992. Chung quanh vuông có bờ bao. Chiều sâu các mương là 1m. Vuông 2 bao gồm vuông nhỏ thành phần nằm bên trong ngăn cánh nhau bởi bờ giữa. Hai vuông nhỏ thành phần nối với nhau qua cống nhỏ có chiều rộng 0,5m. Mỗi hệ thống vuông nhỏ bao gồm mương chu vi có

chiều rộng 7m và nhiều mương nhỏ có chiều rộng 4m nằm đan xen với các liếp rừng đều nhau. Mỗi hệ thống vuông nhỏ có 1 cống thoát nước riêng. Hai cống lớn ở mỗi hệ thống mỗi hệ thống vuông nhỏ có tác dụng làm quá trình thay nước vuông diễn ra nhanh chóng.

2.2 Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

2.2.1 Phương pháp thu thập số liệu

Vật liệu:

- Chai thủy tinh 125 mL
- Can nhựa 1 L
- Thùng trữ mẫu
- Pipete 1, 5, 10, 20, 25 mL
- Burete 10, 25 mL
- Bình tam giác 50, 100 mL
- pH kế
- Máy so màu DR/2010

Phương pháp thu thập số liệu: Mẫu nước được thu trong buổi sáng các ngày 21/11/2003, 7/12/2003, và 21/12/2003. Ở hệ thống vuông 1 mẫu nước được thu ở 4 vị trí: 1 vị trí ở kênh cấp và 3 vị trí trong vuông (sơ đồ 1), vuông 2 mẫu được thu ở 7 vị trí: 1 vị trí ở kênh cấp và 6 vị trí trong vuông (sơ đồ 2). Mẫu được phân tích tại Bộ môn Môi trường & Quản lý Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ.

Bảng 1: Các chỉ tiêu và phương pháp phân tích mẫu nước

STT	Chỉ tiêu	Phương pháp phân tích
01	pH	pH kế Hanna
02	Độ trong	Đĩa Secchi
03	Độ mặn	Máy Multiline P4
04	Độ kiềm	Chuẩn độ baz
05	DO	Winkler
06	H_2S	Iodine
07	$N\text{-}NH_4^+$	IndoPhenol blue
08	$N\text{-}NO_3^-$	Salicyanate
09	$P\text{-}PO_4^{3-}$	Molibden blue
10	Sắt tổng	Thyocyanate
11	Sắt (II)	Thyocyanate

2.2.2 Xử lý số liệu

Xử lý số liệu bằng phần mềm thống kê và Excel và SPSS với kiểm định t-test và Ducan.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Chất lượng nước trong vuông 1

Chất lượng nước trong vuông khá đồng nhất, không có sự khác biệt lớn giữa các vị trí. Các chỉ tiêu độ trong, pH, độ kiềm, và độ mặn đều nằm trong khoảng giá trị

thích hợp cho sự phát triển của tôm (Bảng 2) ngoại trừ chỉ tiêu $P\text{-}PO_4^{3-}$ (0,03-0,05 mg/L); nồng độ $N\text{-}NO_3^-$ (0,19-0,35 mg/L) thấp hơn ngưỡng thích hợp (Bảng 2) cho sự phát triển của tảo trong vuông (0,4-0,8 mg/L); nồng độ ôxy hòa tan DO trong nước ở mức hơi thấp (3,69-4,21 mg/L) so với ngưỡng phát triển bình thường của tôm (≥4 mg/); và nồng độ H_2S trong vuông khá cao (vượt 3,2-4,8 lần khả năng chịu đựng của tôm ≤0,05 mg/L). Nồng độ các chất dinh dưỡng $P\text{-}PO_4^{3-}$ rất thấp, nồng độ $N\text{-}NO_3^- \leq 0,4$ mg/L ảnh hưởng trực tiếp đến sự phát triển của tảo và ảnh hưởng gián tiếp đến chuỗi thức ăn tự nhiên của tôm (tảo→ phiêu sinh động vật → tôm). Có thể PO_4^{3-} được vật liệu sinh phèn giữ chặt nên nồng độ PO_4^{3-} trong nước vuông rất thấp. Nồng độ oxy hòa tan DO trong vuông hơi thấp <4mg/L. Ở nồng độ này tôm bắt mồi kém, tiêu hóa thức ăn chậm, và dễ bị nhiễm bệnh (Phương, 2001). Nồng độ khí H_2S rất cao (vượt 3,2-4,8 lần khả năng chịu đựng) có thể gây tôm bị ngộ độc và chết (Russel, 1979).

Bảng 2: Chất lượng nước ở kinh cấp và trong vuông 1

Vị trí / Chỉ tiêu	Kinh cấp vuông 1	Trong vuông 1			*Giá trị* thích hợp (*)
		Sau cống	Giữa vuông	Cuối vuông	
Độ trong (cm)	16,67[a]	42,33[b]	43,33[b]	45,00[b]	25-50
DO (mg/L)	4,11[a]	3,61[a]	3,69[a]	4,21[a]	≥4
pH	7,13[a]	7,17[a]	7,23[ab]	7,37[b]	7,2- 8,3
Độ kiềm (mg/L $CaCO_3$)	133,45 [a]	138,25 [a]	142,73 [a]	133,45 [a]	20- 150
Độ mặn ($^o/_{oo}$)	20,43	17,7	17,7	17,43	18- 25
Sắt tổng (mg/L)	7,33[b]	0,52[a]	0,72[a]	0,61[a]	-
Sắt (II) (mg/L)	3,1[b]	0,22[a]	0,24[a]	0,23[a]	-
$N\text{-}NH_4^+$(mg/L)	0,07 [a]	0,1 [a]	0,06 [a]	0,09 [a]	≤0,13
$N\text{-}NO_3^-$ (mg/L)	0,66[b]	0,22[a]	0,35[a]	0,19[a]	0,4- 0,8
$P\text{-}PO_4^{3-}$ (mg/L)	0,11[b]	0,03[a]	0,04[a]	0,05[a]	-
H_2S (mg/L)	0,02 [a]	0,19 [a]	0,16 [a]	0,24 [a]	≤0,05

(*): Theo Phương (2001), Hảo (1998), Trụ (2003), Lhomme (1992), và Ronald (1999).

** Các chữ giống nhau trong cùng một hàng không khác nhau về ý nghĩa thống kê*

Các chỉ tiêu độ trong (16,67 cm), sắt tổng (7,33 mg/L), sắt (II) (3,1 mg/L), $P\text{-}PO_4^{3-}$ (0,11 mg/L), và $N\text{-}NO_3^-$ (0,66 mg/L) ở vị trí kênh cấp (ngoài vuông) khác biệt có ý nghĩa so với vị trí bên trong vuông. Các chỉ tiêu DO, pH, độ kiềm, độ mặn, $N\text{-}NO_3^-$, và $P\text{-}PO_4^{3-}$ nằm ở khoảng giá trị thích hợp cho tôm phát triển. Dao động biên độ triều hàng ngày làm xói lở cuốn trôi các vật chất từ bờ kinh vào nước làm tăng hàm lượng các chất lơ lửng trong nước, vì vậy mà giá trị độ trong ở vị trí kinh cấp có giá trị thấp so với độ trong ở bên trong vuông và các chỉ tiêu sắt tổng cao hơn 10 lần, sắt (II) cao hơn 12,9 lần so với sắt tổng và sắt (II) ở bên trong vuông. Trong khi đó, nước trong vuông chỉ được trao đổi khoảng 30% thể tích ở mỗi nước lớn nhất và kém nhất sau mỗi 14 ngày nên vật chất lơ lửng trong vuông có điều kiện lắng xuống nền đáy. Dao động biên triều hàng ngày cũng làm các chất dinh dưỡng trong nước ở kênh cấp luôn cao các chất dinh dưỡng bên trong vuông.

Nồng độ $N\text{-}NH_4^+$ của nước ở kênh cấp (0,07 mg/L) và ở trong vuông (0,06-0,1 mg/L) đều nằm trong khoảng giá trị thích hợp cho tôm phát triển (≤ 0,13 mg/L) do nước có pH gần như trung tính (7,13-7,37).

3.2 Chất lượng nước trong vuông 2

Bảng 3: Chất lượng nước ở kinh cấp và trong vuông 2

Vị tri / Chỉ tiêu	Kinh cấp vuông 2	Trong vuông 2						Giá trị thích hợp (*)
		Hệ thống 1			Hệ thống 2			
		Sau cống	Giữa	Cuối	Cuối	Giữa	Sau cống	
Độ trong (cm)	26,00^{a}	50,00^{b}	60,67^{d}	53,00^{bc}	56,00^{cd}	60,00^{d}	49,33^{b}	25-50
DO (mg/L)	4,64^{a}	5,88^{ab}	6,32^{ab}	6,52^{b}	5,80^{ab}	5,83^{ab}	5,96^{ab}	≥4
pH	7,23^{a}	7,3 ^{a}	7,27 ^{a}	7,27 ^{a}	7,17 ^{a}	7,23 ^{a}	7,3 ^{a}	7,2- 8,3
Độ kiềm (mg/L $CaCO_3$):	131,71^{b}	107,64^{a}	105,59^{a}	107,1^{a}	110,79^{a}	110,79^{a}	115,99^{ab}	20- 150
Độ mặn ($^{o}/_{oo}$)	20,53^{a}	18,03^{a}	17,93^{a}	17,83^{a}	18,37^{a}	18,70^{a}	18,80^{a}	18- 25
Sắt tổng(mg/L)	3,15^{b}	0,82^{a}	0,41^{a}	0,50^{a}	0,49^{a}	0,58^{a}	0,76^{a}	_
Sắt (II) (mg/L)	1.65^{b}	0.02^{a}	0.01^{a}	0.01^{a}	0.02^{a}	0.01^{a}	0.01^{a}	_
$N\text{-}NH_4^+$(mg/L)	0,13 ^{a}	0,09 ^{a}	0,09 ^{a}	0,10 ^{a}	0,09 ^{a}	0,10 ^{a}	0,09 ^{a}	≤0,13
$N\text{-}NO_3^-$ (mg/L)	0,41^{b}	0,19^{a}	0,19^{a}	0,20^{a}	0,21^{a}	0,21^{a}	0,36^{ab}	0,4- 0,8
$P\text{-}PO_4^{3-}$ (mg/L)	0,07^{b}	0,02^{ab}	0,01^{ab}	0,01^{ab}	0,02^{ab}	0,01^{a}	0,01^{ab}	_
H_2S (mg/L)	0.16 ^{a}	0,32 ^{a}	0,30 ^{a}	0,27 ^{a}	0,30 ^{a}	0,27 ^{a}	0,34 ^{a}	≤0,05

(*): Theo Phương (2001), Hảo (1998), Trụ (2003), Lhomme (1992), và Ronald (1999)

**Các chữ giống nhau trong cùng một hàng không khác nhau về ý nghĩa thống kê*

Chất lượng nước ở mỗi vị trí trong mỗi hệ thống của vuông có kiểu rừng tôm kết hợp thời gian canh tác hơn 10 năm gần như giống nhau mặc dù không có sự trao đổi nước giữa hai hệ thống. Các chỉ tiêu DO, pH, độ kiềm, độ mặn, $N\text{-}NH_4^+$ nằm trong giới hạn thích hợp cho sự phát triển của tôm. Các chỉ tiêu độ trong, chất dinh dưỡng, và H_2S không thích hợp cho tôm phát triển. Độ trong quá cao (≥ 50 cm) làm nhiệt độ trong vuông cao, tôm tốn nhiều năng lượng cho hoạt sinh lý ở nền đáy, từ đó hạn chế sự phát triển của tôm. Tương tự như ở vuông vừa được đưa vào canh tác, các muối dinh dưỡng khá thấp, và nồng độ khí H_2S rất cao vượt quá khả năng chịu đựng của tôm.

Chất lượng nước ở kinh cấp vuông canh tác đã lâu cũng phụ thuộc vào dao động biên độ triều được thể hiện ở nồng độ cao của sắt tổng cao gấp (4-6 lần) so với nồng độ sắt tổng ở trong vuông và sắt (II) gần như không có ở trong vuông.

3.3 So sánh chất lượng nước 2 vuông

Các chỉ tiêu độ mặn, pH, độ kiềm, $N\text{-}NH_4^+$ ở cả 2 mô hình rừng tôm tách biệt mới được đưa vào khai thác trong 4 tháng và mô hình rừng tôm kết hợp được đưa vào canh tác với thời gian trên 10 năm đều nằm trong khoảng giá trị thích hợp cho tôm phát triển. Chỉ tiêu độ trong ở vuông nuôi trên 10 năm cao hơn không nhiều so với ngưỡng chịu đựng 4,83 cm. Ở vuông này có thể quá trình hòa tan các hợp chất hữu cơ và vô cơ diễn ra ổn định và không mạnh mẽ bằng so với ở vuông mới đưa vào canh tác. Vùng ven biển chịu tác động của nước biển do dao động mực nước triều kết hợp với quá trình giữ nước trong vuông và quá trình sử dụng dưỡng chất có sẵn để quang hợp của tảo nên nồng độ $N\text{-}NO_3^-$ và $P\text{-}PO_4^{3-}$ rất thấp ở cả 2 loại vuông. Nồng độ khí H_2S cao gấp 4 lần so với ngưỡng chịu đựng ở vuông mới đưa vào canh tác và 6 lần ở vuông đã canh tác trên 10 năm. Có thể thấy rằng nguồn nước

biển chứa nhiều ion SO_4^{2-} cùng với hoạt động phân hủy lá cây của vi sinh vật yếm khí ở tầng đáy đã làm tăng nồng độ H_2S trong nước bên trong vuông. Nồng độ oxy hòa tan thấp hơn ở vuông mới đưa vào canh tác là 3,84 mg/L thấp hơn so với loại vuông được canh tác đã lâu là 6,05 mg/L mặc dù loại vuông này có được che phủ bởi 30% thực vật ở loại và mương nuôi tách biệt với rừng) ở loại vuông này không cao. Điều này được giải thích có thể do quá trình hô hấp của vi sinh vật sử dụng nhiều ôxy để phân hủy nguồn chất hữu dồi dào trong nước hòa tan từ đất. Nồng độ khí H_2S và DO thấp là những rủi ro mang lại năng suất thu hoạch tôm thấp cho người chủ vuông.

Bảng 4: Chất lượng nước bên trong 2 hệ thống vuông

Các chỉ tiêu	Vuông 1	Vuông 2	Giá trị thích hợp (*)
Độ trong (cm)	45,56[a]	54,83[b]	25-50
DO (mg/L)	3,84[a]	6,05[b]	≥4
pH	7,26	7,26	7,2- 8,3
Độ kiềm (mg/L $CaCO_3$)	138,14[a]	108,81[b]	20- 150
Độ mặn ($^o/_{oo}$)	17,61	18,28	18- 25
Sắt tổng (mg/L)	0,62	0,59	_
Sắt (II) (mg/L)	0,23	0,23	_
$N\text{-}NH_4^+$(mg/L)	0,08	0,09	≤0,13
$N\text{-}NO_3^-$ (mg/L)	0,25	0,22	0,4- 0,8
$P\text{-}PO_4^{3-}$ (mg/L)	0,03[a]	0,02[b]	_
H_2S (mg/L)	0,195	0,3	≤0,05

(*): Theo Phương (2001), Hảo (1998), Trụ (2003), Lhomme (1992), và Ronald (1999)

**Các chữ giống nhau trong cùng một hàng không khác nhau về ý nghĩa thống kê*

4 KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1 Kết luận

- Nồng độ các chất dinh dưỡng $N\text{-}NO_3^-$ (≤0,4 mg/L) và $P\text{-}PO_4^{3-}$ (0,11 mg/L) ở kinh cấp nước và ở trong vuông rất thấp ở loại kiểu vuông rừng tôm tách biệt mới đưa vào canh tác và kiểu vuông rừng tôm tách biệt có thời gian canh tác trên 10 năm.
- Nồng độ khí H_2S sinh ra trong quá trình phân hủy yếm khí vật chất cây rừng ngập mặn luôn cao (0,16-0,3 mg/L) ở kinh cấp và ở trong vuông và nó là rủi ro mang lại năng suất thấp thu hoạch tôm thấp cho người chủ vuông.
- Nồng độ ôxy hòa tan DO hơi thấp ở loại vuông mới đưa vào canh tác 3,84 mg/L so với giới hạn tôm phát triển bình thường ≥4 mg/L.

4.2 Kiến nghị

- Cần chặt nhánh cây che phủ diện tích mương nuôi loại vuông canh tác lâu năm nhằm hạn chế sự rơi rụng của lá và quá trình sinh ra khí H_2S.
- Cung cấp thêm các dưỡng chất $N\text{-}NO_3^-$ và $P\text{-}PO_4^{3-}$ bằng cách bón thêm phân đạm và lân ở các dạng khác nhau để tạo điều kiện cho tảo phát triển đảm bảo nguồn cung cấp oxy trong nước cho tôm đặc biệt ở kiểu vuông mới đưa vào canh tác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Frank Lhomme, 1996. Các điều kiện giới hạn sinh trưởng của tôm he trong môi trường tự nhiên và ao nuôi trồng thủy sản, 1996. Nuôi tôm trong rừng ngập mặn huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau. Kỷ yếu hội nghị chuyên đề Cà Mau, 10_11/9/1996.

Nguyễn Hoàng Trí, 1999. Sinh thái học rừng ngập mặn. NXB Nông nghiệp.

Nguyễn Thanh Phương, 2001. Quản lý sức khỏe trong tôm nuôi. NXB Nông nghiệp.

Nguyễn Văn Hảo, 2002. Một số vấn đề kỹ thuật nuôi tôm sú công nghiệp. NXB Nông nghiệp.

Ronald D. Zweig, 1999. Source water quality for aquaculture. World Bank.

Russel E. Train, 1979. Quality criteria for aquaculture. Castle publication Ltd.

Sở Khoa Học Công Nghệ & Môi Trường tỉnh Cà Mau, 2002. Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Cà Mau 2002.

Trương Hoàng Minh, 2002. Đánh giá sự phát triển các mô hình Lâm_Ngư kết hợp trong vùng đệm, tỉnh Cà Mau. Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ.