

ẢNH HƯỞNG LÁ ĐƯỚC ĐANG PHÂN HỦY ĐỐI VỚI TÔM SÚ GIỐNG *Penaeus monodon*

Bùi Thị Nga¹, M. Scheffer² và Trương Trọng Nghĩa³

ABSTRACT

*We studied the effects of different concentrations of decomposing *Rhizophora apiculata* leaves and their extracts on larvae of the shrimp *Penaeus monodon* under laboratory conditions. Shrimp mortality depended highly on the oxygen concentration, which was strongly correlated to the amount of decomposing leaves. Survival and biomass of the shrimps when together with plastic leaves was lower than for shrimps with mangrove leaves. This indicated that food derived from mangrove leaves contributed to a higher shrimp survival and biomass. These results have important implications for the culture of shrimps in extensive mangrove-shrimp systems. While litter may promote shrimp production, high leaf concentrations may have negative effects due to the drop of oxygen concentration. Water circulation may help to prevent low oxygen conditions and reduce local accumulation of mangrove leaves.*

Keywords: *decomposing leaves, oxygen, shrimp growth, toxicity*

Title: *Effects of decomposing *Rhizophora apiculata* leaves on post-larvae of the shrimp *Penaeus monodon**

TÓM TẮT

*Nghiên cứu ảnh hưởng của lá Đước và nước ngâm lá Đước ở các nồng độ lá khác nhau đối với tôm sú giống *Penaeus monodon* được thực hiện trong phòng thí nghiệm. Kết quả cho thấy tỉ lệ chết của tôm phụ thuộc vào nồng độ oxy của môi trường nuôi, mà nồng độ oxy có liên quan chặt chẽ với hàm lượng lá Đước. Tỉ lệ sống và tăng trưởng của tôm cao hơn có ý nghĩa thống kê khi nuôi tôm với lá Đước so với lá nylon. Từ đó cho thấy rằng, lá Đước làm tăng đáng kể tỉ lệ sống và trọng lượng của tôm. Trong hệ thống nuôi quảng canh tôm-rừng, lượng lá cao có thể gây ảnh hưởng bất lợi cho tôm do bởi thiếu oxy trầm trọng. Do vậy, gia tăng dòng chảy của nước có thể làm giảm tình trạng oxy thấp và sự tích tụ lá Đước trong ao nuôi.*

Từ khóa: *lá Đước đang phân hủy, oxy hoà tan, sự tăng trưởng của tôm, tính độc*

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Rừng ngập mặn (RNM) là nơi nuôi dưỡng và cung cấp thức ăn giàu dinh dưỡng cho các loài thủy sản (Weinstein and Brooks, 1983; Zhou, 2001). RNM cũng là nơi sản sinh vật rụng, đây chính là nguồn cung cấp chất hữu cơ và dưỡng chất cho vùng ven biển. Vật chất phân hủy từ vật rụng là nguồn năng lượng chủ yếu cho hầu hết các loài sinh vật biển (Findlay and Tonore, 1982). Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng, nhiều loài ăn đáy, ăn lọc, loài động vật có vỏ (tôm, cua, sò ...) đã sử dụng vật rụng RNM như là nguồn thức ăn chủ yếu của chúng (Findlay and Tonore, 1982). RNM có thể giúp làm tăng sản lượng đánh bắt tôm cá hàng năm khoảng 100-1000 kg/ha (Hambrey, 1996).

Trong mô hình nuôi tôm-rừng, phần lớn sự tăng trưởng của tôm phụ thuộc vào thức ăn sẵn có trong ao; khi lá Đước rơi xuống ao chúng là nguồn thức ăn cho hầu hết các động vật sống trong ao kể cả tôm (Roijackers and Nga, 2002). Sự hiện diện của lá Đước trong ao có thể giúp tôm lẩn tránh sinh vật ăn mồi (Primavera, 1997). Bên cạnh sự hữu dụng

¹ Bộ môn Môi Trường và Quản Lý Tài Nguyên Thiên Nhiên

² Bộ môn Khoa học Môi Trường, Tổ nghiên cứu Sinh thái thủy vực và Quản Lý Chất lượng nước, Đại học Wageningen, Hà Lan

³ Khoa Thủy Sản

của lá Đước đối với tôm, cũng có một số ảnh hưởng bất lợi khác đối với tôm như là giảm nồng độ oxy và tăng sulphide trong nước nuôi tôm (Nga and Roijackers, 2002). Tôm sú giống *Penaeus monodon* là loài quan trọng đang được nuôi phổ biến ở các quốc gia Châu Á, đặc biệt ở Việt Nam nơi đây mô hình nuôi quảng canh tôm-rừng đã được áp dụng rộng rãi. Tuy nhiên những ảnh hưởng của lá Đước đối với tôm chưa được nghiên cứu nhiều. Nghiên cứu của chúng tôi nhằm theo dõi ảnh hưởng của lá Đước và dịch trích từ lá Đước (*Rhizophora apiculata*) trên tỉ lệ sống và tăng trưởng của tôm sú giống *Penaeus monodon*.

2 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1 Bố trí thí nghiệm

Theo dõi ảnh hưởng của lá Đước trên tỉ lệ sống và sự tăng trưởng của tôm sú giống, có tất cả 3 thí nghiệm dưới đây được thực hiện tại Bộ Môn Môi Trường và Khoa Thủy Sản, Đại học Cần Thơ (Bảng 1)

Bảng 1: Tóm tắt 3 thí nghiệm theo dõi ảnh hưởng của lá Đước phân hủy đối với tôm giống

Thí nghiệm (TN)	Nghiệm thức	Thể tích bể nuôi (l)	Lặp lại	Thời gian (ngày)	Nghiên cứu yếu tố ảnh hưởng trên tôm
TN1	Nồng độ của lá Đước và nước ngâm lá Đước: 0, 2.5, 5, 10, 15 g.l ⁻¹ .	50	4	60	Lá Đước và nước ngâm lá Đước
TN2	Ba nghiệm thức: không có lá, 7 lá Đước và lá nylon. Nồng độ của lá Đước và lá nylon: 0, 2.5, 5, 10, 15 g.l ⁻¹ .		4	60	Nơi trú ẩn và sự cung cấp thức ăn từ lá Đước và lá nylon
TN3	Nồng độ của lá Đước: 0, 2.5, 5, 10, 15 g.l ⁻¹ .		20	60	Nuôi tôm trong điều kiện loại bỏ tính ăn nhau của tôm

2.2 Chuẩn bị lá Đước và dịch trích từ lá Đước

Lá Đước đã già và có màu vàng được hái từ trên cây Đước 7 năm tuổi. Những lá này được đem về phòng thí nghiệm trong vòng 12 giờ, và ngâm khoảng 10 ngày trong thùng chứa có thể tích khoảng 500L với nồng độ lá cao nhất là 15 g.l⁻¹. Các nồng độ nước ngâm lá Đước thấp hơn sẽ được pha loãng dần từ dung dịch có nồng độ cao nhất. Lá nylon dùng trong thí nghiệm được tạo ra giống như hình dạng của lá Đước, trước khi sử dụng đem ngâm trong nước khoảng 30 ngày để loại bỏ các hoá chất có thể gây hại.

2.3 Chuẩn bị hệ thống nuôi

Hệ thống lọc sinh học tuần hoàn và hệ thống sục khí được sử dụng trong thí nghiệm 1. Đối với thí nghiệm 2 và 3, tôm được nuôi trong điều kiện có sục khí mà không có lọc tuần hoàn. Độ mặn của nước nuôi tôm trong các thí nghiệm khoảng 15 ± 1 ppt. Thể tích nước nuôi tôm tại các bể nuôi được duy trì như nhau từ lúc mới bắt đầu cho đến khi kết thúc thí nghiệm (chi tiết bảng 1). Nhiệt độ, DO, pH, và độ mặn của môi trường nước nuôi tôm được đo mỗi ngày, tổng sulphide và đạm N-NO₂ được phân tích vào mỗi tuần.

2.4 Mật độ tôm nuôi và chế độ cho ăn

Tôm sú giống (PL 15-25) được nuôi với mật độ 1 cá thể. l⁻¹ cho tất cả các thí nghiệm. Thức ăn CP được sử dụng cho tôm ăn với liều lượng 10% trọng lượng tôm. Thức ăn thừa và chất thải từ bể nuôi tôm sẽ được hút sạch sau mỗi 3 ngày. Sự tăng trưởng của tôm nuôi được ghi nhận bằng cách theo dõi trọng lượng khô (DW) của 30 con tôm vào thời điểm 0, 30 and 60 ngày. Trọng lượng khô của tôm chính là sự thay đổi trọng lượng của tôm trước

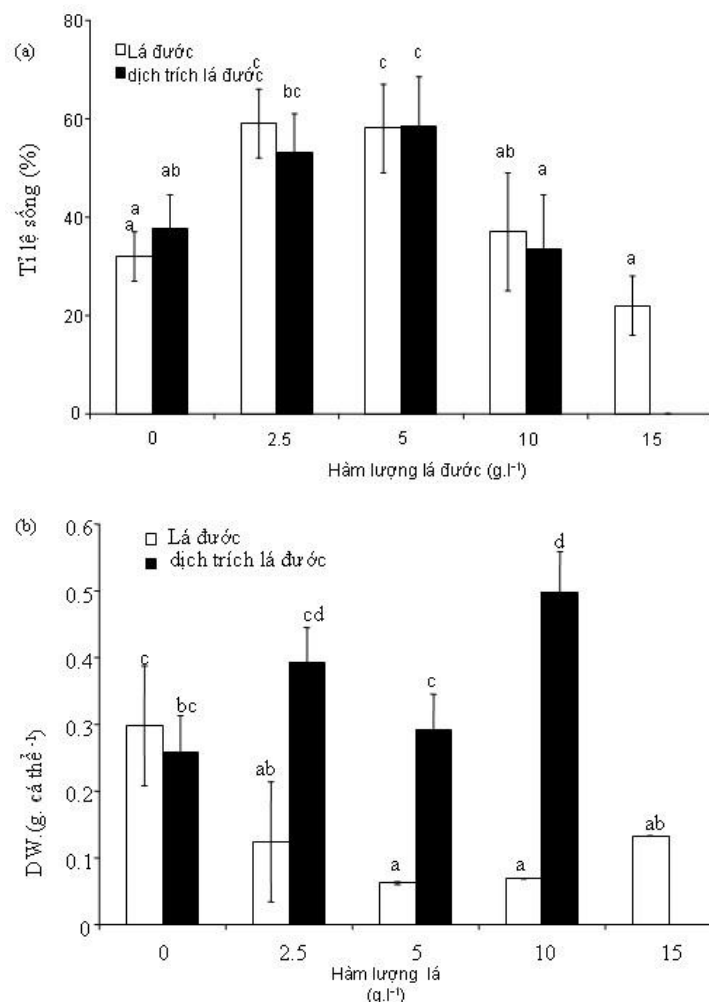
và sau khi sấy khô ở nhiệt độ 105°C trong 24 giờ. Tỷ lệ sống của tôm được ghi nhận vào lúc kết thúc thí nghiệm.

2.5 Phương pháp xử lý số liệu

Sử dụng SPSS 10.0 để phân tích ANOVA. Trước khi phân tích ANOVA, số liệu được thử xem có phân bố chuẩn không? Nếu số liệu chưa đạt phân bố chuẩn sẽ được đưa về phân bố chuẩn. Dựa vào phép thử Tukey để kiểm định mức độ ý nghĩa giữa các nghiệm thức.

3 KẾT QUẢ

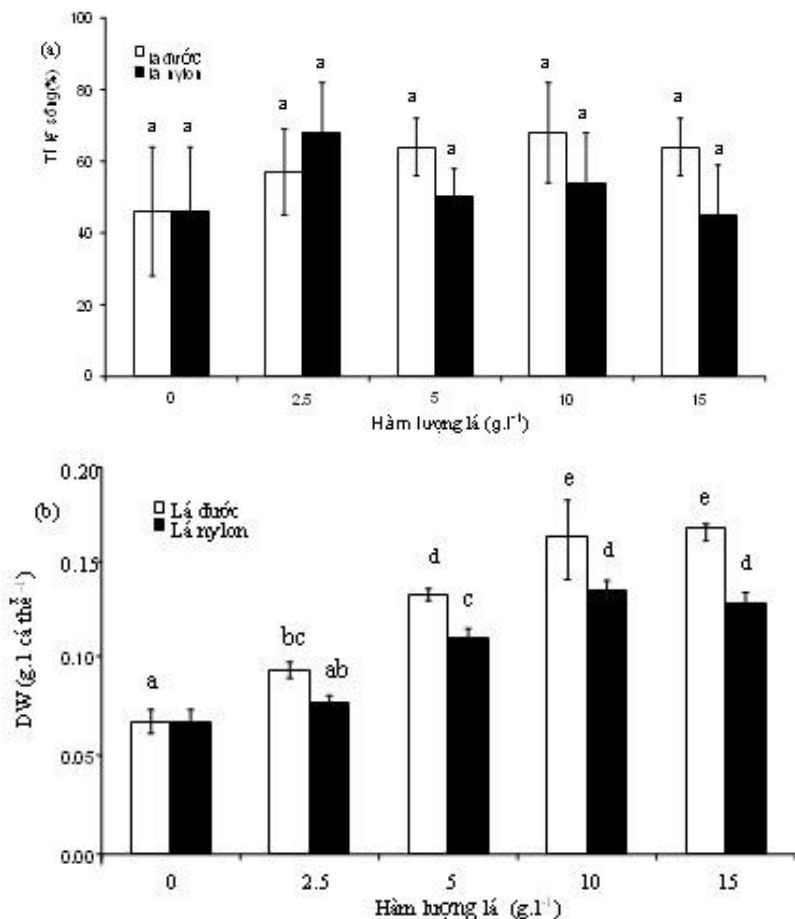
Kết quả thí nghiệm 1 cho thấy tỷ lệ sống của tôm cao nhất ở nồng độ 5 g.l⁻¹ đối với nghiệm thức lá Đước và nước ngâm lá Đước, và tỷ lệ sống giảm có ý nghĩa thống kê (p=0.000) ở các nồng độ lá cao hơn (hình 1a). Sự tăng trọng của tôm cao hơn khi chúng được nuôi với nước ngâm lá Đước so với nuôi với lá Đước. Thực tế tăng trưởng của tôm có khuynh hướng giảm theo nồng độ khá cao của lá Đước (hình 1b).



Hình 1: Tỷ lệ sống (a) và tăng trưởng (b) của tôm sau 60 ngày. Những chữ khác nhau trên mỗi đầu cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa (p < 0.05).

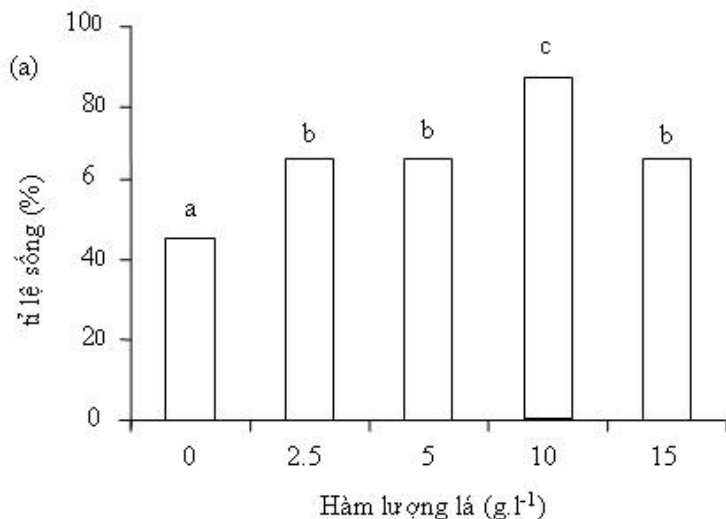
Để so sánh sự cung cấp thức ăn từ lá Đước và lá nylon, thí nghiệm nuôi tôm với lá Đước và lá nylon đã được tiến hành với hai nghiệm thức là lá Đước và lá nylon với các nồng độ lá là 0, 2,5, 5, 10, 15 g.l⁻¹. Kết quả thí nghiệm chỉ ra rằng, tỷ lệ sống của tôm không khác biệt có ý nghĩa giữa nghiệm thức nuôi tôm với lá Đước và nuôi tôm với lá nylon (hình

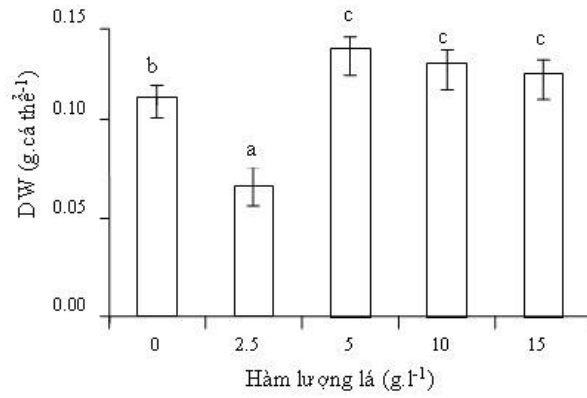
2a). Tuy nhiên tăng trọng của tôm cao hơn có ý nghĩa ở các nghiệm thức lá Đước, và cao nhất ở các nồng độ lá 10 và 15 g.l⁻¹ (hình 2b).



Hình 2: Tỷ lệ sống (a) và tăng trưởng (b) của tôm giống sau 60 ngày, tôm đước nuôi trong lá Đước đang phân hủy và nuôi trong lá nylon với các nồng độ khác nhau. Những chữ khác nhau trên mỗi đầu cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ($p < 0.05$).

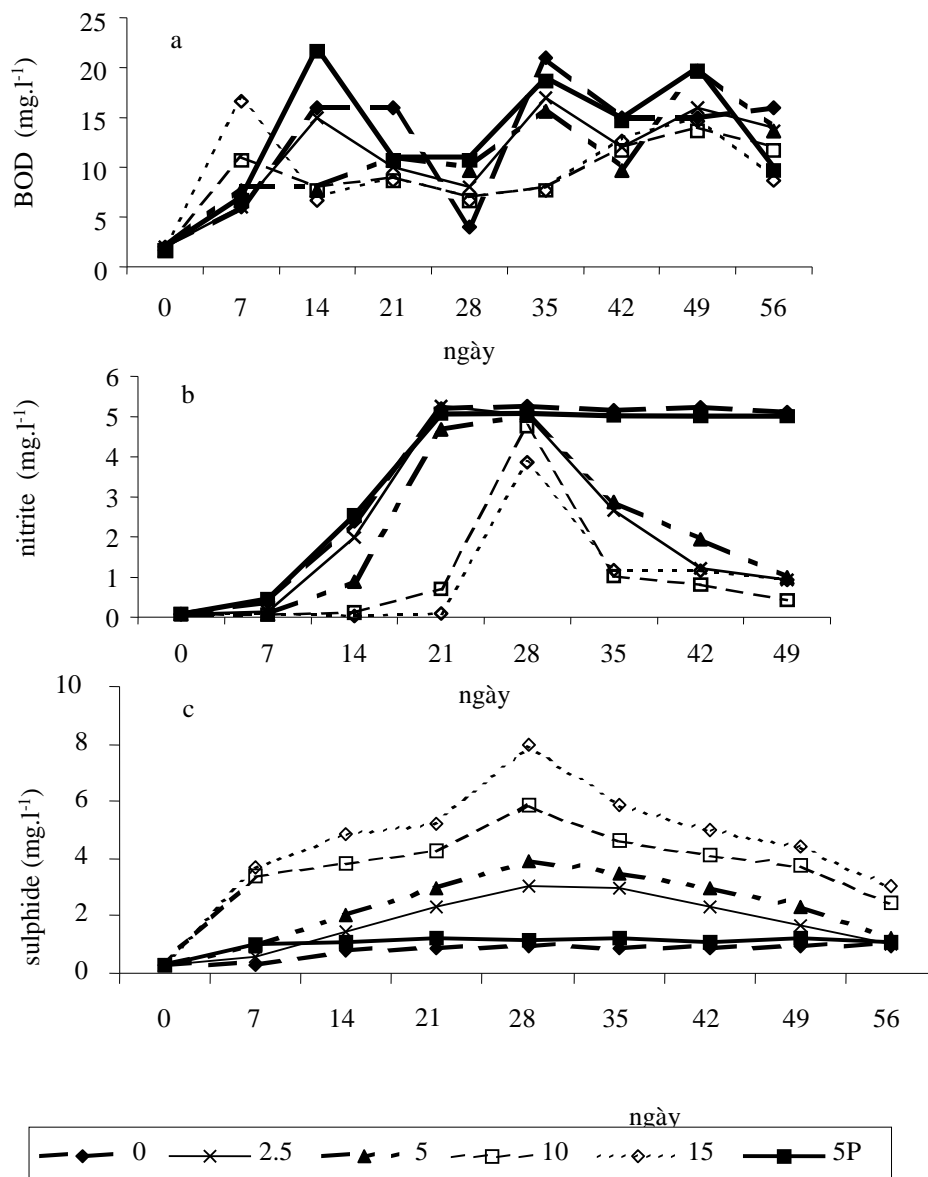
Để loại bỏ tính ăn nhau của tôm, chúng tôi bố trí thí nghiệm nuôi mỗi một cá thể tôm với các nồng độ lá Đước khác nhau 0, 2,5, 5, 10, 15 g.l⁻¹. Kết quả thí nghiệm cho thấy tỷ lệ sống của tôm cao hơn có ý nghĩa ở tất cả các nghiệm thức có lá Đước, thấp nhất ở nghiệm thức không có lá Đước (hình 4a) và đạt cao nhất ở nồng độ lá là 10 g.l⁻¹. Sự tăng trưởng của tôm thấp ở các nghiệm thức có hàm lượng lá Đước thấp (hình 4b).





Hình 3: Tỷ lệ sống (a) và tăng trọng (b) của mỗi cá thể tôm sú giống được nuôi trong lá Đước phân hủy với các nồng độ khác nhau.

Nồng độ BOD gia tăng trong suốt thời gian thí nghiệm (thí nghiệm 2, hình 4a).



Hình 4: Nồng độ BOD, nitrite and sulphide ở trong nước nuôi tôm ở các nghiệm thức khác nhau. Đối với nghiệm thức lá nylon (5P) đại diện cho tất cả các nghiệm thức lá nylon.

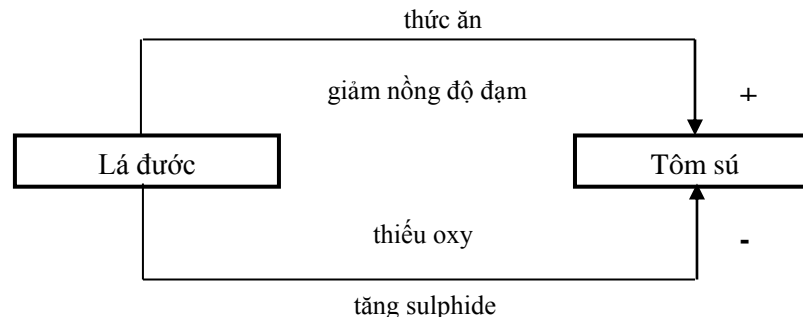
Nồng độ đạm nitrite tăng nhanh và đạt tối đa vào tuần thứ 3 ở các nghiệm thức không có lá Đước, các nghiệm thức lá nylon, và 2 nghiệm thức có lượng lá Đước thấp nhất; và đạm nitrite vẫn duy trì giá trị này cho đến khi kết thúc thí nghiệm. Trong khi đó ở các nghiệm thức có lượng lá Đước cao hơn, nồng độ $N-NO_2^-$ đạt tối đa vào tuần lễ thứ tư và giảm nhanh kể từ tuần lễ thứ 5 và thứ 6, và giảm dần vào tuần lễ thứ 8 (hình 4b). Nồng độ sulphide đạt giá trị thấp ở nghiệm thức không có lá và các nghiệm thức lá nylon. Tuy nhiên đối với nghiệm thức lá Đước, nồng độ sulphide gia tăng theo nồng độ lá Đước, sau tuần lễ thứ tư nồng độ này giảm dần dần gần bằng 0 $mg.l^{-1}$ ở các nghiệm thức có lượng lá Đước thấp (hình 4c).

4 THẢO LUẬN

Oxy hoà tan (DO) là yếu tố giới hạn quan trọng nhất đối với tôm trong hệ thống nuôi thâm canh (Rosas *et al*, 1995). Nhiều nghiên cứu đã cho thấy rằng tôm giống *Penaeid* rất nhạy cảm với sự thiếu oxy (Rosas *et al*, 1997, 1999; Wu *et al*, 2002). Allan và Maguire (1991) đã ước tính rằng mức độ gây chết (96 h LC_{50}) của DO đối với tôm sú con là 0.9 $mg.l^{-1}$. Trong thí nghiệm 1, trọng lượng tôm nuôi với lá Đước đang phân hủy thấp hơn tôm nuôi trong nước ngâm lá Đước, điều này do bởi khi nuôi tôm với lá Đước đang phân hủy, lá tiêu thụ nhiều oxy nên nồng độ DO thấp chỉ đạt khoảng 1.5 - 2 $mg.l^{-1}$, trong khi đó nuôi tôm trong nước ngâm lá có nồng độ DO khoảng 4.5 - 6 $mg.l^{-1}$. Nghiên cứu của chúng tôi phù hợp với kết quả nghiên cứu của Seidman và Lawrence (1985), cho rằng khi oxy hoà tan thấp khoảng 2 $mg.l^{-1}$ làm giảm tốc độ tăng trưởng của tôm *Penaeus monodon* và *Penaeus vannamei*. Ngoài ra, Martinez-Cordova *et al* (1998) chỉ ra rằng năng suất trung bình của tôm cao hơn có ý nghĩa ở ao nuôi có sục khí (1687-1813 $kg.ha^{-1}$) so với ao nuôi không có sục khí (1243 $kg.ha^{-1}$). Do vậy, việc cung cấp DO cho hệ thống nuôi quảng canh tôm-rừng rất hữu ích không chỉ cho sự tăng trưởng mà còn góp phần gia tăng tỉ lệ sống của tôm.

Không chỉ oxy là nguyên nhân gây ra ảnh hưởng bất lợi của hàm lượng lá Đước cao đối với tôm, chúng tôi tìm thấy sự tương quan thuận giữa nồng độ sulphide và lượng lá Đước đang phân hủy ($p=0.000$; $R=0.847$). Thực tế sulphide có từ quá trình phân hủy lá Đước, sulphide gây độc cho tất cả sinh vật hiếu khí (Visman, 1996). Mặt khác, kết quả cho thấy rằng, đạm nitrite ($N-NO_2^-$) gia tăng nhanh nhất và cao nhất ở các nghiệm thức không có lá Đước, điều này cho thấy ảnh hưởng của lá Đước trong thí nghiệm là làm giảm nồng độ đạm. Nồng độ đạm thường cao trong quá trình nuôi tôm là do chất thải của tôm và từ thức ăn CP (Faster và Lester, 1992), đặc biệt nitrite rất độc cho tôm cá (Chien, 1992). Thực tế, trọng lượng tôm cao hơn có ý nghĩa thống kê khi nuôi tôm với lá Đước so với lá nylon hoặc không có lá, điều này có thể do lá Đước làm giảm nồng độ nitrite (hình 4b), đối với nghiệm thức nuôi tôm không có lá Đước đạm nitrite cao hơn nhiều lần ngưỡng an toàn cho phép là $< 0.5 mg.l^{-1}$ (Chien, 1992). Sự giảm nồng độ nitrite bởi lá Đước có thể do bởi hoạt động của vi khuẩn như sự hấp thu, cố định và khoáng hoá đạm (Robertson, 1988; Chale, 1993; Tam *et al*, 1998; Puente *et al*, 1999; Faster và Lester, 1992).

Từ những kết quả thảo luận ở trên có thể cho thấy rằng ảnh hưởng của lá Đước đối với tôm khá phức tạp, có thể vừa có lợi và vừa bất lợi cho sự sinh trưởng và phát triển của tôm (Hình 5).



Hình 5: Ảnh hưởng của lá Đước đối với tôm, ảnh hưởng có lợi (+) cho tôm là cung cấp thức ăn, và giảm nồng độ đậm; ảnh hưởng bất lợi (-) là gây thiếu oxy và làm tăng nồng độ sulphide

Thực tế lá Đước là nguồn thức ăn và là nơi bám rất tốt cho các sinh vật bám, mà sinh vật này lại là thức ăn tự nhiên rất tốt cho cá loài thủy sản (Fell and Masters, 1980; Vijayaraghavan and Wafar, 1983; Alongi *et al*, 1989; Hyde and Lee, 1995; Michael-Gee and Somerfield, 1997; Lee, 1999; Zhou, 2001). Lá Đước là nơi trú ẩn để tôm lẫn trốn các con vật ăn mỗi thường rất nhiều trong mô hình nuôi quảng canh tôm-rừng (Primavera, 1997; Laegdsgaard and Johnson, 2001).

5 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Nhìn chung, những ảnh hưởng có lợi của lá Đước (cung cấp thức ăn) thường vượt trội hơn ảnh hưởng bất lợi (thiếu oxy). Ở ĐBSCL, mô hình tôm-rừng cho năng suất trung bình hàng năm khoảng 100-600 kg.ha⁻¹, trái lại không có rừng năng suất thấp hơn chỉ khoảng 100-400 kg.ha⁻¹ (Johnston *et al*, 2000). Trong thực tế, thiếu oxy thường hay xảy ra trong mô hình nuôi tôm-rừng (Alongi *et al*, 1999a, b; McGraw *et al*, 2001). Sản lượng tôm có thể cao hơn trong hệ thống nuôi quảng canh tôm-rừng nếu như tạo ra sự trao đổi nước tại những nơi tích tụ nhiều lá Đước hoặc tạo điều kiện để oxy được cung cấp hiệu quả cho hệ thống nuôi.

Cần có những nghiên cứu chi tiết hơn về cơ chế làm giảm nồng độ đậm trong nước nuôi tôm của lá Đước. Đây là cơ sở thiết thực cho những nghiên cứu tiếp theo về vai trò lọc sinh học của lá Đước nói riêng và của rừng ngập mặn nói chung.

LỜI CẢM TẠ

Nghiên cứu này là một trong những nghiên cứu của đề án MHO8 về Quản Lý Tổng Hợp Tài Nguyên Vùng Ven Biển, Đồng Bằng Sông Cửu Long. Đây là chương trình hợp tác giữa Trường Đại Học Wageningen, Vương Quốc Hà Lan và Đại Học Cần Thơ, Việt Nam. Nghiên cứu được tài trợ bởi NUFFIC.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Allan, G. L. and G.B. Maguire, 1991. Lethal levels of low dissolved oxygen and effects of shortterm oxygen stress on subsequent growth of juvenile *Penaeus monodon*. *Aquaculture*. 94: 27-37.
- Alongi, D.M., F. Tirendi and L.A. Trott, 1999a. Rates and pathways of benthic mineralization in extensive shrimp ponds of the Mekong Delta, Vietnam. *Aquaculture*. 175: 269-292.
- Alongi, D.M., P. Dixon, D.J. Johnston, D.V. Tien, and T.T. Xuan, 1999b. Pelagic processes in extensive shrimp ponds of the Mekong Delta, Vietnam. *Aquaculture*. 175: 121-141.
- Athithan, S. and V. Ramadhas. 2000. Bioconversion Efficiency and Growth in the White Shrimp *Penaeus indicus* (Milne Edwards), Fed with Decomposed Mangrove Leaves. *Naga, The ICLARM Quartely* (Vol. 23, No. 1) January-March.

- Bui Thi Nga and R. Roijackers. 2002. Decomposition of *Rhizophora apiculata* leaves in a mangrove-shrimp system at The Thanh Phu state farm, Ben Tre province, Viet Nam. Selected papers of the workshop on integrated management of coastal resources in the Mekong delta, Viet Nam: 95-100.
- Chien, Y. H. 1992. Water quality requirement and management for marine shrimp culture. Proceeding of the Special Session on Shrimp Farming. World Aquaculture Society. Baton Rouge, LA. USA.
- Fast, A. W. and L. J. (ed) Lester, 1992. Marine shrimp culture: principles and practices. Elsevier Science Publishers.
- Fell, J. W. and I.M. Masters. 1980. The association and potential role of fungi in mangrove detrital systems. Bot. Mar. 23: 257-264.
- Findlay, S. and K. R. Tenore. 1982. Effect of a free living marine nematode (*Diplolaimella chitwoodi*) on detrital carbon mineralization. Marine Ecology Progress Series. 8: 161-166.
- Hambrey, J. 1996. Comparative economics of land use options in mangrove. Aquaculture Asia.1, 2: 10-14.
- Johnston D., N. V. Trong, T. T. Tuan and T. T. Xuan. 2000. Shrimp seed recruitment in mixed shrimp and mangrove forestry farms in Ca Mau province, Southern Vietnam. Aquaculture. 184: 89-104.
- Laegdsgaard, P. and C. Johnson. 2001. Why do juvenile fish utilize mangrove habitats? J. Exp. Mar. Biol. and Ecol. 257: 229-253.
- Martinez-Cordova, L.R., H. Villarreal-Colmenares and M.A. Porchas-Cornejo. 1998. Response of biota to aeration rate in low water exchange ponds farming white shrimp, *Litopenaeus vannamei* Boone. Aquaculture Research. 29: 587-593.
- Primavera, J.H. 1997. Fish predation on mangrove-associated penaeids The role of structures and substrate. J. Exp. Mar. Biol. and Ecol. 215: 205-216.
- Roijackers, R. and B. T. Nga. 2002. Aquatic ecological studies in a mangrove-shrimp system at The Thanh Phu state farm, Ben Tre province, Viet Nam. Selected papers of the workshop on integrated management of coastal resources in the Mekong delta, Viet Nam: 85-94.
- Rosas, C., A. Sánchez and E. Díaz. 1995. Oxygen consumption and ammonia excretion of *Penaeus setiferus*, *P. schmitti*, *P. duorarum* and *P. notialis* postlarvae fed purified test diets: effect of protein level on substrate metabolism. Aquatic Living Resource. 8: 161-169.
- Rosas, C., A. Sanchez, E. Diaz-Iglesia, R. Brito, E. Martinez and L. A. Soto. 1997. Critical dissolved oxygen level to *Penaeus setiferus* and *Penaeus Schmitti* postlarvae (PL₁₀₋₁₈) exposed to salinity changes. Aquaculture. 152: 259-272.
- Rosas, C., E. Martinez, G. Gaxiola, R. Brito, A. Sanchez and L.A. Soto. 1999. The effect of dissolved oxygen and salinity on oxygen consumption, ammonia excretion and osmotic pressure of *Penaeus setiferus* (Linnaeus) juveniles. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 23(1): 41-57.
- Seidman, E.R. and A. L. Lawrence, 1985. Growth, feed digestibility, and proximate body composition of Juvenile *Penaeus vannamei* and *Penaeus monodon* grown at different dissolved oxygen levels.
- Vismann, B. 1996. Sulphide species and total sulphide toxicity in the shrimp *Crangon crangon*. J. Exp. Mar. Biol. and Ecol. 204: 141-154.
- Vismann, B. 1996. Sulphide species and total sulphide toxicity in the shrimp *Crangon crangon*. J. Exp. Mar. Biol. and Ecol. 204: 141-154.
- Weinstein, M.P. and V. Brooks. 1983. Comparative ecology of nekton residing in a tidal creek and adjacent seagrass meadow: community composition and structure. Marine Ecology Progress Series. 12: 15-27.