



# RỪNG NGẬP MẶN ĐỘ TUỔI NHỎ CUNG CẤP LƯỢNG LỚN VẬT RỤNG GIÀU DƯỠNG CHẤT CHO THỦY VỰC

Bùi Thị Nga<sup>1</sup>, Huỳnh Quốc Tinh<sup>1</sup> và M. Scheffer<sup>2</sup>

## ABSTRACT

*Mangrove swamps are key ecosystems along the Vietnam coast. Although mangrove litter is thought to represent an important input of organic matter and nutrients to the coastal aquatic systems, the factors determining the quality and size of this litter flux have not been studied so far. We monitored leaf, stipule, twig, and reproductive litter monthly in monocultures of *Rhizophora apiculata* mangrove forests of 7, 11, 17 and 24 years old in the Camau province, Mekong Delta, Vietnam. Litter traps were used to measure litter fall production from June 2001 till May 2002. Total litter fall was in the range of 8.86–14.16 tDW.ha-1.yr-1. Leaves were the main component, and represented 70% of litter fall production in all stands. Total litter fall was lower in the older stands but reproductive litter was higher in these stands (17 and 24 years). Biomass of leaf litter was highest between the end of the wet season and the beginning of the dry season. Phosphorus and nitrogen levels were higher in younger than in older stands. Overall, our study indicates that young stands produce the highest input of litter, nitrogen and phosphorus to the surrounding aquatic system. Consequently, these stands may give the largest boost to fisheries.*

**Key words:** biomass, nitrogen, phosphorus and *Rhizophora apiculata*.

**Title:** Young Mangrove stands produce a large and high quality litter input to aquatic system

## 1 GIỚI THIỆU

Rừng ngập mặn là hệ sinh thái rất hữu ích, nó tạo ra vật chất hữu cơ để cung cấp cho nhiều loài sinh vật (Odum and Heald, 1975; Lee, 1989). Các vật chất hữu cơ này có thể có ảnh hưởng đến chuỗi thức ăn vùng ven biển (Alongi, 1990). Trong các thập niên gần đây, dưới áp lực của việc gia tăng dân số nhanh chóng, rừng ngập mặn đã và đang chịu tác động của việc phá rừng và chuyển đổi đất rừng thành vùng tôm với qui mô lớn, đặc biệt là ở các nước Đông Nam Á. Sự phát triển nhanh chóng của việc nuôi trồng thủy sản đã dẫn đến kết quả là hệ thống canh tác không bền vững (Graaf and Xuan, 1998). Bảo tồn rừng ngập mặn là một vấn đề quan trọng để duy trì cân bằng hệ sinh thái và cải thiện chất lượng nước vùng ven biển. Vì vậy, sự cần thiết để bảo vệ vành đai rừng ven biển đã và đang là vấn đề quan trọng (Loi và et al., 2002). Trong những năm gần đây, ở Việt Nam có nhiều nghiên cứu về sự phân loại, sự tăng trưởng, quá trình diễn thế, lâm học, sử dụng đất rừng và vật rụng của rừng ngập mặn (Nam và Thủy, 1997; Clough và et al., 2000). Tuy nhiên, dữ liệu về vật rụng của rừng ngập mặn ở Việt Nam vẫn chưa đầy đủ.

Tỉnh Cà Mau (bán đảo Cà Mau) thuộc Tây Nam Đồng Bằng Sông Cửu Long là tỉnh có bờ biển dài và đây là nơi có tình trạng phá rừng ngập mặn trầm trọng nhất. Sau chiến tranh, diện tích rừng ngập mặn ở bán đảo Cà Mau được khôi phục lại do sự tái sinh tự nhiên và trồng rừng với loài cây chính là đước đôi (*Rhizophora apiculata* Blume). Tuy nhiên, việc mở rộng diện tích nuôi tôm trong những năm gần đây trong vùng là nguyên nhân chủ yếu đã làm giảm diện tích rừng ngập mặn. Nghiên cứu này là một phần của chương trình nghiên cứu về Quản lý tổng hợp tài nguyên ven biển (dự án MHO8) Đồng Bằng Sông Cửu Long, Việt Nam. Nơi đây chính quyền các tỉnh đã thiết lập mô hình tôm - rừng kết hợp. Trong các mô hình tôm - rừng kết hợp này, tôm và các loài thủy sản khác phụ thuộc

<sup>1</sup> Bộ môn Môi trường và QLTNTN, Khoa Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

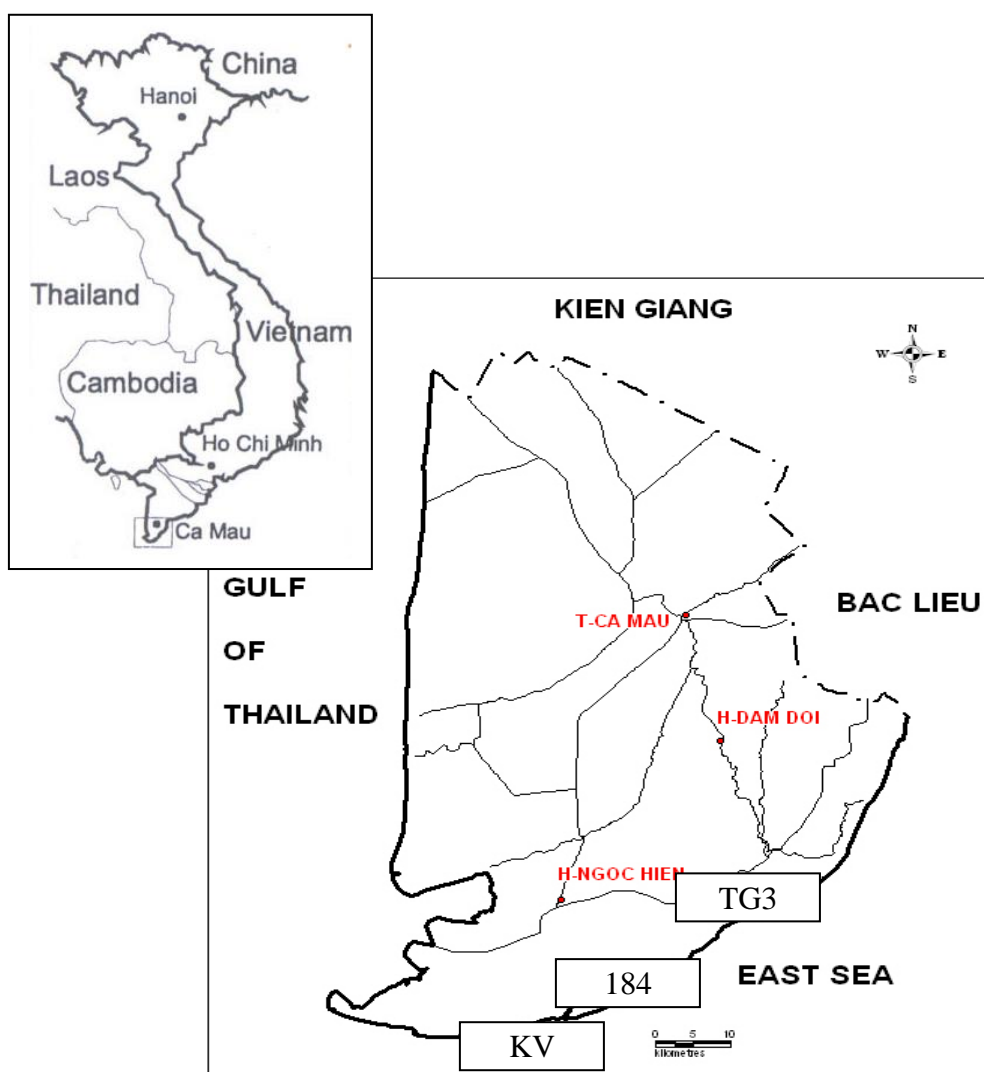
<sup>2</sup> Bộ môn Khoa học Môi trường, nhóm nghiên cứu quản lý chất lượng nước và sinh thái thủy vực, Đại học Wageningen, Hà lan

phần lớn vào nguồn thức ăn tự nhiên. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng, sản phẩm phân hủy từ vật rụng rừng ngập mặn có thể là nguồn cung cấp cacbon chính cho chuỗi thức ăn vùng ven biển nhiệt đới và cận nhiệt đới (Odum and Heald, 1972; Malley, 1978; Robertson and Daniel, 1989; Daniel and Robertson, 1990). Nghiên cứu này chủ yếu tập trung giải quyết các vấn đề về động thái và chất lượng của vật rụng rừng ngập mặn cung cấp cho thủy vực giữa các khu rừng có cấp độ tuổi khác nhau.

## 2 PHƯƠNG PHÁP VÀ VẬT LIỆU NGHIÊN CỨU

### 2.1 Đặc điểm vùng nghiên cứu

Mẫu vật rụng được thu từ tháng 6/2001 đến 5/2002 ở các khu rừng đước với các cấp tuổi 7, 11, 17 và 24 năm. Các khu rừng này được chọn từ ba lâm ngư trường có mô hình tôm - rừng kết hợp là: Tam Giang 3, 184 và Kiên Vàng, Cà Mau, Đồng bằng Sông Cửu Long, Việt Nam (hình 1).



Hình 1: Bản đồ tỉnh Cà Mau, vị trí nơi thu mẫu (Nguyễn Hiếu Trung, ĐHTC)

Các khu rừng được chọn có mật độ cây trung bình biến động từ 7000 – 10000 cây /ha. Hệ thống tôm rừng kết hợp được đặc trưng bởi rừng ngập mặn với các mương bao quanh. Diện tích mỗi lô rừng là từ 7 – 12 ha, trong đó diện tích các mương chiếm khoảng 30%. Các mương có chiều rộng trung bình là 7 m và sâu 1 m. Vùng nghiên cứu nằm ở khoảng 8050 vĩ bắc. Khí hậu nhiệt đới ẩm, gió mùa. Lượng mưa trung bình hàng năm từ 2400 –

3460 mm (trong giai đoạn 1996 – 2002). Nhiệt độ hàng năm ít biến động, trung bình đạt từ 27 – 28°C. Tổng số giờ nắng hàng năm dao động từ 1918 đến 2390 giờ và ẩm độ dao động trong khoảng 80 – 84% (bảng 1).

**Bảng 1: Lượng mưa, lượng bốc hơi và nhiệt độ trung bình hàng năm của tỉnh Cà Mau, Việt Nam**

Năm	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Nhiệt độ (°C)	26.9	27.2	27.9	27	27.3	27.6	27.9
Độ ẩm (%)	83.8	83.3	81.25	83.6	82.8	81.5	79.9
Giờ nắng (giờ)	1960.5	2233.3	2232.5	1918.5	2020	2143.7	2391.8
Nước mưa (mm)	2771.5	2547.9	2595.7	3459.7	2630.0	2396.5	2329.8

Trong suốt giai đoạn nghiên cứu, lượng mưa trung bình và độ ẩm là thấp nhất, trong khi đó nhiệt độ và số giờ nắng thì cao nhất trong năm năm qua (bảng 2). Mùa mưa kéo dài từ tháng năm đến tháng mười một, và thời gian còn lại trong năm là mùa khô.

**Bảng 2: Nhiệt độ, độ ẩm, số giờ nắng và lượng mưa trung bình hàng tháng ở Cà Mau trong giai đoạn nghiên cứu.**

Tháng	5/01	6	7	8	9	10	11	12	1/02	2	3	4	5
Nhiệt độ (°C)	28.6	27.6	28.6	27.6	27.9	27.2	26.7	26.8	26.3	26.6	27.9	29.7	29.7
Độ ẩm (%)	82	85	81	85	84	86	80	77	74	75	74	73	76
Giờ nắng (hrs)	190	114	206	114	171	128	158	219	148	252	291	271	222
Lượng mưa (mm)	237	447	160	287	237	427	198	57	3.5	0	0.6	0.4	274

## 2.2 Phương pháp thu và phân tích mẫu

Các khay hứng vật rụng được làm bằng lưới nylon (đường kính mắt lưới là 1mm), mỗi khay có diện tích 1m<sup>2</sup> và được treo giữa các cây đước (*Rhizophora apiculata*); Các khay hứng vật rụng được treo ở vị trí cao hơn mực nước triều cường hàng tháng (hình 2).



**Hình 2: Khay hứng vật rụng ở lâm trường 184, Huyện Ngọc Hiển, Cà Mau, Việt Nam**

Trong mỗi cấp tuổi rừng bố trí bốn khay hứng vật rụng và vật rụng từ các khay này được thu hàng tháng liên tục trong một năm. Các mẫu vật rụng được phân loại thành lá, lá kèm, nhánh nhỏ và trụ mầm. Vật rụng được phân tích để xác định trọng lượng khô và chất hữu cơ. Đối với mẫu lá rụng, đạm tổng số (TN), lân tổng số (TP) được phân tích ngay sau khi thu mẫu. Trọng lượng khô được xác định bằng cách sấy mẫu ở 105°C liên

tục trong 24 giờ. Chất hữu cơ được xác định bằng sự thay đổi trọng lượng trước và sau khi nung ở nhiệt độ 5500C trong 3 giờ. TN được phân tích theo phương pháp Kjeldahl, TP được phân tích theo phương pháp so màu.

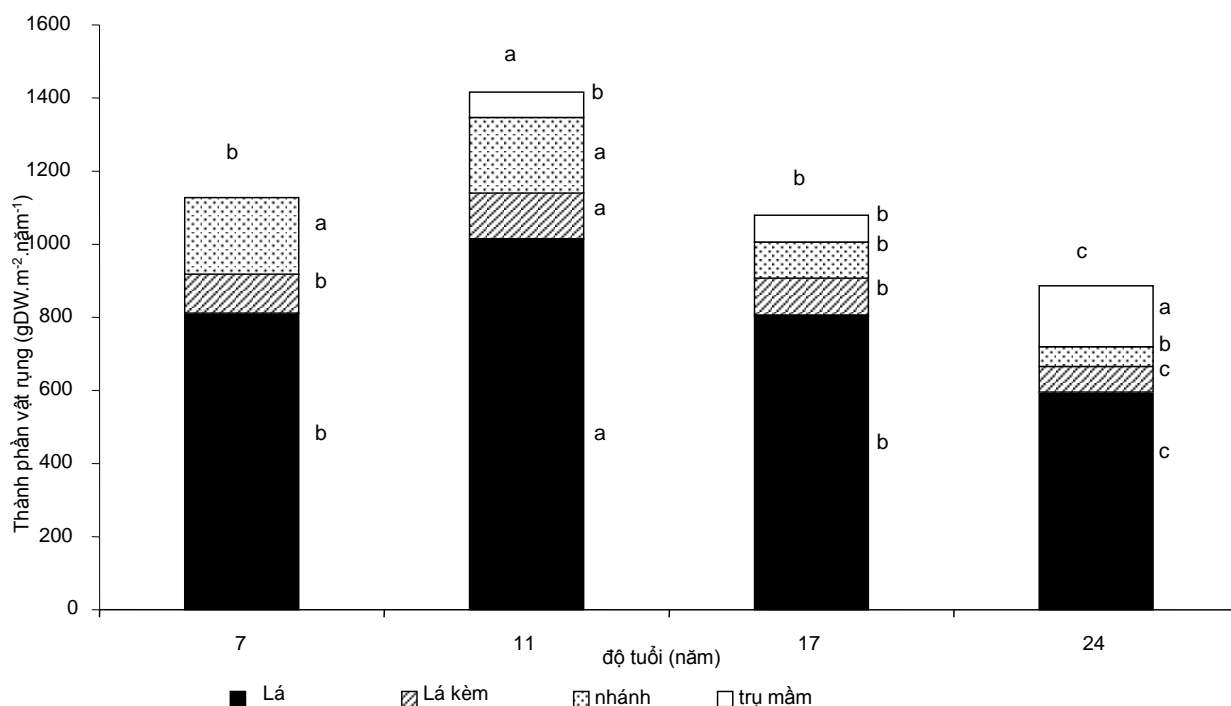
### 2.3 Phương pháp thống kê

Số liệu được xử lý và phân tích thống kê bằng chương trình SPSS 10.0. Dùng phép kiểm định Tukey với mức ý nghĩa alpha bằng 0,05 để so sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức.

## 3 KẾT QUẢ

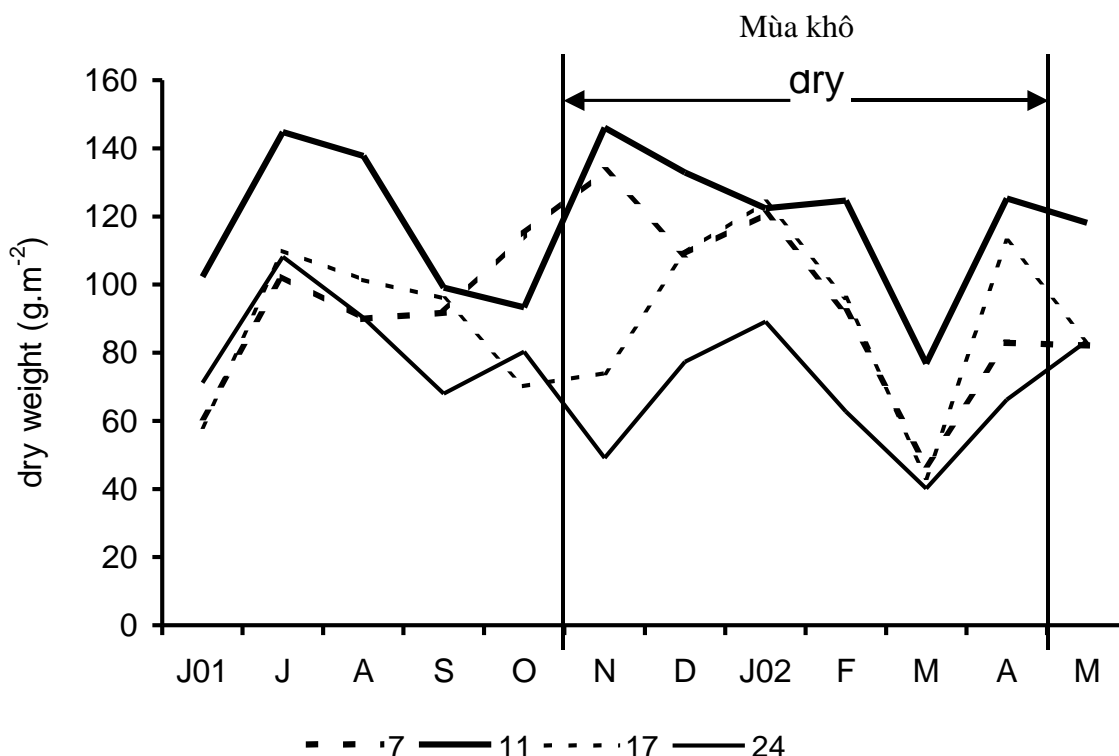
### 3.1 Vật rụng

Tổng vật rụng của rừng được biến động trong khoảng 2,43 – 3,88 g DW.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>. Lượng vật rụng cao nhất có ý nghĩa thu được từ rừng 11 năm tuổi (hình 3). Điều kiện thời tiết không ảnh hưởng đến sự biến động tổng lượng vật rụng trong năm (hình 4).



**Hình 3: Lượng chất khô trung bình của các thành phần vật rụng từ tháng 6/2001 đến 5/2002 ở Cà Mau. Những ký tự khác nhau trên cùng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa của tổng vật rụng giữa các cấp độ tuổi rừng. Các chữ khác nhau bên phải cột biểu thị sự khác nhau có ý nghĩa giữa các thành phần vật rụng.**

Trong cùng một cấp độ tuổi rừng không có sự khác biệt về tổng lượng vật rụng giữa mùa nắng và mùa mưa (hình 4).



Hình 4: Tổng lượng vật rụng của rừng đước từ tháng 6/2001 đến tháng 5/2002 ở Cà Mau.

Rừng ngập mặn già nhất (24 năm tuổi) tạo ra trụ mầm nhiều hơn có ý nghĩa so với các cấp tuổi rừng nhỏ hơn (hình 3). Lượng nhánh nhỏ rơi rụng chiếm tỉ lệ thấp so với tổng vật rụng trong suốt năm và đạt giá trị cao nhất ở rừng 7 và 11 năm tuổi. Lá rụng chiếm khoảng 70% tổng lượng vật rụng (lá rụng giảm theo tuổi của cây rừng). Lá kèm, nhánh nhỏ và trụ mầm có tỉ lệ lần lượt là 8, 12 và 10% tổng vật rụng. Lá và lá kèm ở rừng đước 11 năm tuổi đạt giá trị cao nhất có ý nghĩa và thấp nhất là ở rừng lớn tuổi nhất trong vùng khảo sát. Chất hữu cơ chiếm khoảng 90% lượng chất khô của vật rụng. Hàm lượng chất hữu cơ của vật rụng cao nhất được tìm thấy ở rừng 7 và 11 năm tuổi.

Tổng vật rụng của rừng ngập mặn Cà Mau cao hơn so với các quốc gia khác (bảng 3).

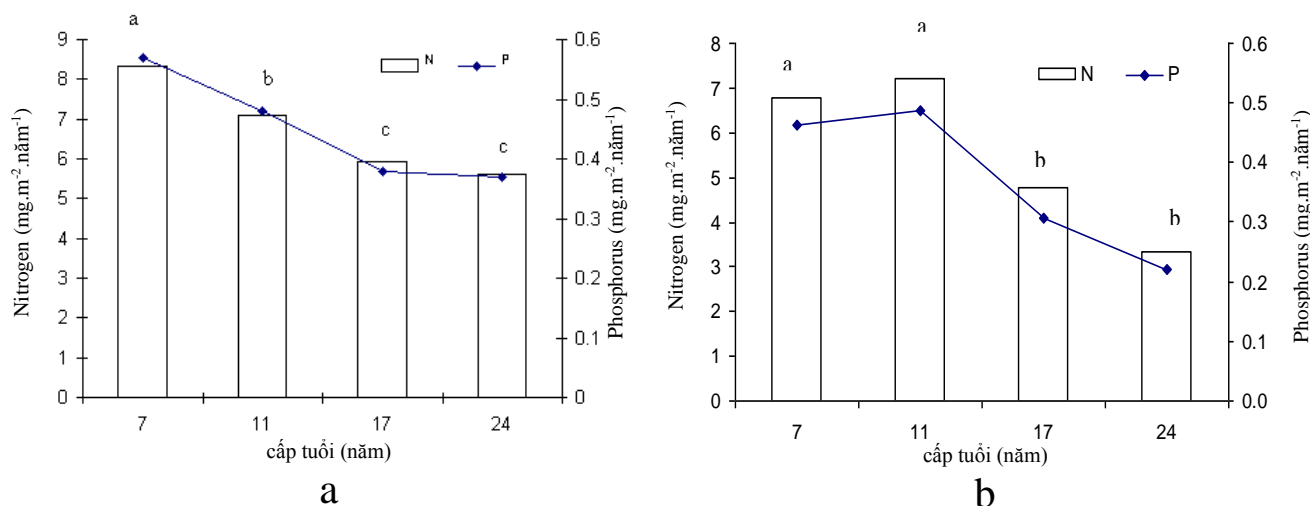
Bảng 3: Lượng vật rụng của rừng ngập mặn ở một số quốc gia trên thế giới.

Loài cây ngập mặn	Vĩ độ của vùng nghiên cứu	Tổng vật rụng (g.m <sup>-2</sup> .năm <sup>-1</sup> )	Nguồn tham khảo
Florida			
Rhizophora spp.	27o41'N	2.21 – 3.5	Pool et al., 1975
Rhizophora spp.	27o41'N	3.1	Dawes et al., 1999
Brazil			
Rhizophora spp.	23oS	2.38	Silva et al., 1998
Papua New Guinea			
Rhizophora spp.	9o31S	3.91	Leach & Burgin, 1985
Tuvalu, South Pacific			
Rhizophora spp.	7o28S	2.12	Woodroffe & Moss, 1984
Mexico			
Rhizophora spp.		3.4	Day et al., 1987
Ecuador			
Rhizophora spp.		1.8 - 2.9	Twilley et al., 1986
Australia			
Rhizophora apiculata		3.1	Bunt, 1982

Loài cây ngập mặn	Vĩ độ của vùng nghiên cứu	Tổng vật rụng (g.m <sup>-2</sup> .năm <sup>-1</sup> )	Nguồn tham khảo
Guyana (French)			
Rhizophora spp.		2.38 – 3.45	Betouille et al., 2001
India			
Rhizophora apiculata	6 - 140N	1.95	Mall et al., 1991
Thailand			
Rhizophora apiculata	8o03N	2.7	Christensen, 1978
Rhizophora apiculata	8o03N	3.2	Nielsen & Anderson, 2003
Malaysia			
Rhizophora apiculata	4o50'N	2.7	Gong et al., 1984
Malay Peninsula			
Rhizophora spp.	3o15N	4.32	Sasekumar & Loi, 1983
Việt Nam			
Rhizophora apiculata	8o50'N	2.58 – 5.15	Clough et al., 2000
Rhizophora apiculata	8o50'N	2.43 – 3.88	Kết quả bài báo cáo

### 3.2 Hàm lượng dưỡng chất của lá rụng

Hàm lượng nitơ và photpho trong lá rụng cũng như lượng N và P cung cấp trong suốt năm từ lá rụng đạt giá trị cao ở các cấp rừng nhỏ tuổi hơn (hình 5).



Hình 5: Hàm lượng đạm và lân trong lá rụng từ tháng 6/2001 đến tháng 5/2002 ở Cà Mau, Việt Nam, (a) lượng dưỡng chất trong lá (mg.g<sup>-1</sup> chất khô), (b) sự cung cấp đạm và lân từ lá rụng (g.m<sup>-2</sup>.năm<sup>-1</sup>).

Sự cung cấp các chất dinh dưỡng từ lá được ở các cấp tuổi rừng khác nhau biến động theo mùa (hình 6a, 6b).

## 4 THẢO LUẬN

### 4.1 Sự cung cấp vật rụng

Đặc tính đất tại các vị trí thuộc lâm ngư trường Tam Giang 3 và Kiến Vàng thì khá đồng đều về mặt pH, độ mặn, đạm tổng số, lân tổng số và lân dễ tiêu (Loi et al., 2002). Vì vậy, sự khác biệt về vật rụng của rừng đước (*Rhizophora apiculata*) trong nghiên cứu này có liên quan trực tiếp với độ tuổi của cây rừng. Kết quả của chúng tôi phù hợp với nghiên cứu của Clough (2000), ông đã tìm thấy kết quả tương tự đối với lá đước rụng ở rừng 6 đến 10 năm tuổi và lượng vật rụng giảm xuống ở rừng 36 năm tuổi. Điều này có thể do bởi mật độ che phủ của lá ở rừng nhỏ tuổi cao hơn ở rừng lớn tuổi. Về đặc tính sinh học,

cây rừng nhiều tuổi tạo nhiều sản phẩm gỗ như là nhánh nhỏ, cành và trụ mầm, trong khi đó những cây nhỏ tuổi tạo ra nhiều lá hơn (Hong and San, 1993). Hầu hết rừng ngập mặn ở Cà Mau có mật độ cao khi cây còn nhỏ (8.000 – 10.000 cây / ha) và có mật độ thấp khi cây già (6.000 – 7.000 cây/ha), do rừng lớn tuổi bị tỉa thưa sau mỗi chu kỳ năm năm (Hồng, 1997). Mặt khác, rừng ngập mặn Cà Mau có chỉ số diện tích lá (LAI) giảm theo cấp tuổi rừng (Clough et al., 2000). Điều này tất yếu ảnh hưởng đến lượng vật rụng của rừng. Tóm lại, lượng vật rụng giảm theo độ tuổi rừng chắc chắn có liên hệ đến sự già cỗi của rừng.

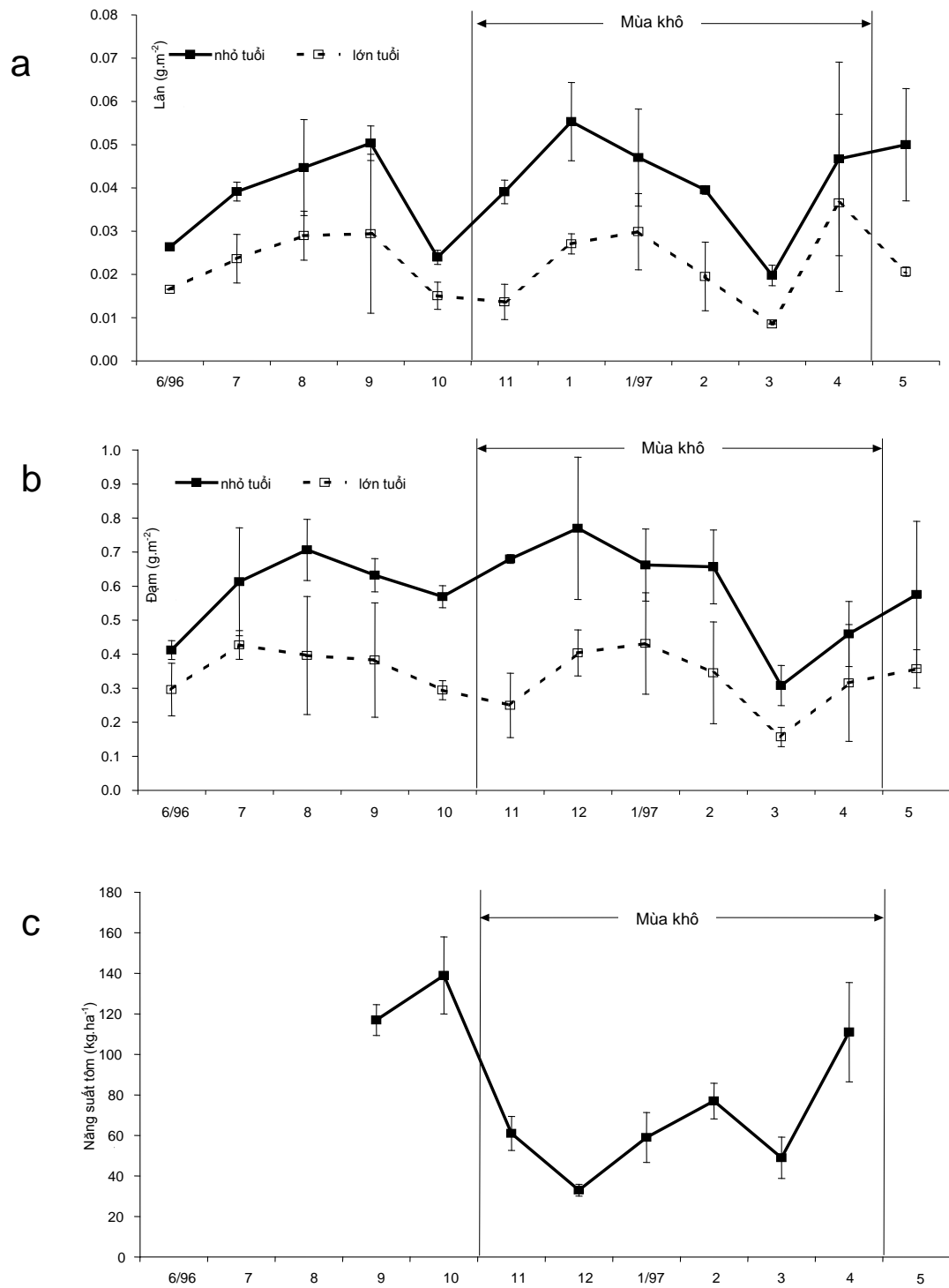
#### 4.2 Sự cung cấp dưỡng chất từ lá rụng

Hầu hết vật rụng từ rừng ngập mặn được đưa vào các thủy vực lân cận (Robertson et al., 1992; Bunt, 1995), và chúng là thức ăn phong phú cho các thủy sinh vật và sinh vật đáy (Mackey and Smail, 1997). Các dưỡng chất (N, P) từ vật rụng rừng ngập mặn có thể làm gia tăng năng suất sơ cấp cho thủy vực. Hàm lượng đạm và lân trong lá rụng cao đáng kể ở rừng nhỏ tuổi (7 và 11 năm tuổi). Rừng ngập mặn ở độ tuổi nhỏ có khả năng thu nhận nhiều đạm và lân hơn rừng lớn tuổi (Morrisey và et al., 2003), và sự khác biệt về mật độ rễ khí sinh cho thấy rằng rừng nhỏ tuổi có bộ rễ cạnh tranh kém hơn, do đó mang đến nhiều dưỡng chất hơn cho mô lá. Nhìn chung, kết quả nghiên cứu cho thấy rằng rừng ở độ tuổi nhỏ cung cấp một lượng lớn vật rụng giàu dinh dưỡng cho thủy vực. Điều này có thể làm gia tăng trực tiếp hoặc gián tiếp nguồn thức ăn sẵn có cho tôm. Thật vậy, Morrisey et al. (2003) đã tìm thấy thành phần loài động vật ở rừng có độ tuổi nhỏ nhiều hơn rừng có độ tuổi lớn hơn và số lượng cá thể của một vài loài động vật cũng cao hơn.

Sự cung cấp đạm và lân cho thủy vực cao vào giai đoạn cuối mùa mưa và đầu mùa khô. Lượng dưỡng chất này (và vật chất hữu cơ) cung cấp cho thủy vực quanh vùng góp phần gia tăng sản lượng tôm. Điều này có thể là do nguồn thức ăn trực tiếp từ các sản phẩm vật rụng giàu dinh dưỡng hoặc gián tiếp thông qua tảo, nấm và vi khuẩn. Ở Cà Mau, năng suất tôm đạt cao nhất từ tháng 7 đến tháng 10 (1996/97) (hình 6c). Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng có thể có mối liên hệ trực tiếp giữa dưỡng chất cung cấp cho hệ thống thủy vực thông qua lá rụng và năng suất tôm, vào thời điểm lá được có hàm lượng đạm và lân cao nhất thì tiếp theo đó năng suất tôm đạt cao nhất. Vào mùa mưa, vật rụng có thể được cuốn trôi vào trong các mương và trở nên hữu dụng cho chuỗi thức ăn, trong giai đoạn mùa khô sau đó, các vật chất rơi rụng có khuynh hướng ở lại trên thềm rừng trong thời gian dài hơn và cung cấp dần dần cho ao nuôi.

Tóm lại, vật rụng của các rừng được có độ tuổi nhỏ cung cấp nguồn thức ăn quan trọng cho nuôi trồng và khai thác thủy sản ở các vùng ven biển. Đồng Bằng Sông Cửu Long là một vùng thủy sản trọng điểm ở Việt Nam, chính quyền địa phương và các cấp quản lý nên quan tâm vào việc trồng và bảo vệ hệ thống rừng ngập mặn trong vùng để góp phần duy trì sự phát triển bền vững của vùng ven biển.





**Hình 6: Sự cung cấp dưỡng chất hàng tháng từ lá rụng (g.m<sup>-2</sup>; tháng 6/2001-5/2002) so sánh với năng suất tôm (kg.ha<sup>-1</sup>) ở Cà Mau, Việt Nam.**

**Hình 6a: hàm lượng lân, 6b: hàm lượng đạm, 6c: năng suất tôm (kg.ha<sup>-1</sup>; theo Johnston et al., 2000).**

## CẢM Ạ

Nghiên cứu này là một hợp phần của Chương trình MHO-8 về Quản lý tổng hợp tài nguyên ven biển Đồng bằng Sông Cửu Long. Đây là chương trình hợp tác giữa trường Đại học Cần Thơ và trường Đại học Wageningen, Hà Lan. Nghiên cứu được sự tài trợ chính của NUFFIC.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Alongi, D. M. 1990. Abundances of benthic microfauna in relation to outwelling of mangrove detritus in a tropical coastal region. *Marine Ecology Progress Series* 63: 53-63.
- Alongi, D. M., Boto, K. G. and Tirendi, F. 1989. Effect of exported mangrove litter on bacterial productivity and dissolved organic carbon fluxes in adjacent tropical nearshore sediments. *Marine Ecology Progress Series* 56: 133-144.
- Betoulle, J. L., Fromard, F., Fabre, A. and Puig, H. 2001. Characterization of litter and its contributions to soil nutriment in a mangrove of French Guyana [French]. *Canadian Journal of Botany* 79(2): 238-249.
- Bunt, J.S. 1982. Studies of mangrove litter fall in tropical Australia. *Mangrove Ecosystems in Australia: Structure, Function and Management*, Australian National University Press, Canberra: 193-210.
- Bunt, J. S. 1995. Continental scale patterns in mangrove litter fall. *Hydrobiologia* 295: 135-140.
- Christensen, B. 1978. Biomass and primary production of *Rhizophora apiculata* in a mangrove in southern Thailand. *Aquatic Botany* 4: 43-52.
- Clough, B., Tan, D.T., Phuong, D.X. and Buu, D.C. 2000. Canopy leaf area index and litter fall in stands of the Mangrove *Rhizophora apiculata* of different age in the Mekong Delta, Vietnam. *Aquatic Botany* 66: 311-320.
- Daniel, P. A. and Robertson, A. I. 1990. Epibenthos of mangrove waterways and open embayments: community structure and the relationship between exported mangrove detritus and epifaunal standing stocks. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 31: 599-619.
- Day, Jr. J.W., Conner, W. H., Ley-Lou, F., day, R. H. and Navarro, A. M. 1987. The productivity and composition of mangrove forests, Languna de Terminos, Mexico. *Aquatic Botany* 27: 267-284.
- Dawes, C., Siar, K. and Marlett, D. 1999. Mangrove structure, litter and macroalgal productivity in a northern-most forest of Florida. *Mangroves and Salt Marshes* 3: 259-267.
- Graaf, G. J. and Xuan, T.T. 1998. Extensive shrimp farming mangrove clearance and marine fisheries in the southern provinces of Vietnam. *Mangroves and Salt Marshes* 2: 159-166.
- Gong, W.K., Ong, J.E., Wong, C.H. and Dhanarajan, G. 1984. Productivity of mangrove trees and its significance in managed mangrove ecosystems in Malaysia.
- Proceedings of the Asian Symposium on Mangrove Environment: research and management. University of Malaysia and UNESCO: 216-225.
- Hong, P.N. 1997. Function of Mangroves forest in Vietnam. Agriculture Publishing house: 217 pp.
- Hong, P.N. and San, H.T. 1993. Mangroves of Vietnam. IUCN, 173 pp.
- Johnston, D., Trong, N.V., Tien, D.V. and Xuan, T.T. 2000. Shrimp yields and harvest characteristics of mixed shrimp-mangrove forestry farms in southern Vietnam: factors affecting production. *Aquaculture* 188: 263-284.
- Leach, G. J. and Burgin, S. 1985. Litter production and seasonality of mangroves in Papua New Guinea. *Aquat. Bot.* 23: 215-224.
- Lee, S. Y. 1989. Litter production and turnover of the mangrove *Kandelia Candel* (L.) Druce in a Hongkong tidal shrimp pond. *Estuarine Coastal Shelf Science* 29: 75-87.
- Loi, L.T., Tri, L.Q. and Tee, J. 2002. Biomass of *Rhizophora apiculata* and soil characteristics in the coastal area of Camau province, Mekong Delta, Vietnam. Selected papers of the workshop on Integrated Management of Coastal Resources in the Mekong Delta, Vietnam: 65-70.

- Mackey, A. P. and Smail, G. 1996. The decomposition of mangrove litter in a subtropical mangrove forest. *Hydrobiologia* 332: 93-98.
- Mall, L.P., Singh, V. P. and Garge, A. 1991. Study of biomass, litter fall, litter decomposition and soil respiration in monogeneric mangrove and mixed mangrove forest of Andaman Island. *Tropical Ecology* 32: 144-152.
- Malley, D. F. 1978. Degradation of mangrove leaf litter by the tropical sesarimid crab *Chiromantes onychophorum*. *Marine Biology* 49: 377-386.
- Morrisey, D.J., Skilleter, G.A., Ellis, J.I., Burns, B.R., Kemp, C.E. and Burt, K. 2003. Differences in benthic fauna and sediment among mangrove (*avicennia marina* var. *australasica*) stands of different ages in New Zealand. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 56 (3-4): 581-592.
- Nam, V.N. and Thuy, N.S. 1997. The biomass of a *Rhizophora apiculata* plantation in Can Gio district, Ho Chi Minh city. Proceeding of National workshop on the relationship between mangrove reforestation and coastal aquaculture in Vietnam, CRES-ACTMANG, Hanoi.
- Nielsen T. and Andersen F. 2003. Phosphorus dynamics during decomposition of mangrove (*Rhizophora apiculata*) leaves in sediments. *Journal of Experiment Marine Biology and Ecology* 293: 73-88.
- Odum, W. E. and Heald, E. J. 1972. Trophic analysis of an estuarine mangrove community. *Bulletin Marine science* 22: 671-738.
- Odum, W. E. and Heald, E. J. 1975. The detritus-based food web of an estuarine mangrove community. In Cronin, L. E. (ed), *Estuarine Research*. Academic Press, New York: 265-286.
- Pool, D. J., Lugo, A. E. and Snedaker, S. C. 1975. Litter production in mangrove forests of Southern Florida and Puerto Rico. In: G. W. Barrett and R. Rosenberg (Editors). *Stress Effects on Natural Ecosystems*. Wiley, New York: 213-237.
- Robertson, A. I. and Daniel, P. A. 1989. The influence of crabs on litter processing in high intertidal mangrove forest in tropical Australia. *Oecologia* 78: 191-198.
- Sasekumar, A. and Loi, J.J. 1983. Litter production in three mangrove forests zones in the Malay Peninsular. *Aquatic Botany* 17: 283-290.
- Silva, C.A.R., Lacerda, L.D., Ovalle, A.R. and Rezende, C.E. 1998. The dynamics of heavy metals through litter fall and decomposition in a red mangrove forest. *Mangroves and Salt Marshes* 2: 149-157.
- Twilley, R. R., Lugo, A. E. and Patterson-Zucca, C. 1986. Litter production and turnover in basin Mangrove forests in southwest Florida. *Ecology* 67: 670-683.
- Woodroffe, C.D. and Moss T. J. 1984. Litter fall beneath *Rhizophora Stylosa* Griff., Vaitupu, Tuvalu, South Pacific. *Aquatic Botany* 18: 249-255.