

Bài báo nghiên cứu

ĐÁNH GIÁ NĂNG SUẤT VẬT RỤNG CỦA RỪNG NGẬP MẶN PHỤC HỒI SAU BÃO DURIAN (2006) TẠI CẦN GIỜ, THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Hoàng Trọng Khiêm¹, Lê Thị Sơn^{2*}, Phạm Quỳnh Hương²

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

²Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

*Tác giả liên hệ: Lê Thị Sơn – Email: lethison0119@gmail.com

Ngày nhận bài: 27-5-2022; ngày nhận bài sửa: 07-7-2022; ngày duyệt đăng: 06-9-2022

TÓM TẮT

Nghiên cứu đánh giá năng suất vật rụng của rừng ngập mặn phục hồi sau bão Durian tại Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh từ 11/2019 đến 10/2020. Các mẫu vật rụng được thu bằng các bẫy lưới đặt tại: rừng nguyên vẹn (F), rừng gãy đổ và không dọn dẹp (G) và rừng gãy đổ đã được dọn dẹp (R). Tổng năng suất vật rụng là $59,03 \pm 8,76$ g/m²/tháng, $56,92 \pm 5,99$ g/m²/tháng và $43,05 \pm 9,22$ g/m²/tháng tương ứng với vùng F, G, R. Sự ưu thế của *Rhizophora apiculata* dẫn đến năng suất vật rụng vùng F cao hơn vùng R. Độ mặn trầm tích, sự loại muối qua lá và gió mạnh là nguyên nhân chính khiến năng suất vật rụng mùa khô cao hơn mùa mưa. Năng suất vật rụng trong khu vực nghiên cứu thấp cho thấy hệ sinh thái này chưa bước vào giai đoạn thành thực và ổn định.

Từ khóa: rừng ngập mặn Cần Giờ; năng suất vật rụng; rừng phục hồi; bão Durian

1. Giới thiệu

Rừng ngập mặn là một trong những hệ sinh thái có năng suất cao trên thế giới, đồng thời còn là bể chứa carbon khổng lồ (Duarte & Cebrian, 1996), bất chấp việc chúng thường xuyên phải đối mặt với sự thiếu hụt dinh dưỡng (Lovelock et al., 2005). Bên cạnh chuỗi thức ăn bắt đầu bằng các sinh vật tự dưỡng, chuỗi thức ăn mùn bã cũng đóng góp quan trọng vào sự chu chuyển vật chất và năng lượng trong hệ sinh thái rừng ngập mặn (Odum & Heald, 1972; Robertson & Daniel, 1989). Vật rụng không chỉ là nguồn thức ăn trực tiếp cho các loài động vật sinh sống trong rừng ngập mặn mà còn là nguồn dưỡng chất cho chính quần xã thực vật trong hệ sinh thái. Thông qua quá trình phân hủy, vật rụng giúp cải thiện tình trạng dinh dưỡng trong nền trầm tích rừng ngập mặn (Alongi, 2014). Năng suất vật rụng chi phối tình trạng dinh dưỡng nền trầm tích của hệ sinh thái rừng ngập mặn (Triadiati, 2011), đồng thời cũng là thông số giúp đánh giá tình trạng phục hồi của hệ sinh thái (Ellison, 2000). Năng suất vật rụng thay đổi theo cấu trúc tổ thành loài, cấu trúc tuổi của rừng và chịu ảnh hưởng của các điều kiện môi trường như tốc độ gió, độ mặn đất, cường độ ánh sáng (Hossain &

Cite this article as: Hoang Trong Khiem, Le Thi Son, & Pham Quynh Huong (2022). Assessment of litterfall production of mangroves recovering from typhoon Durian (2006) in Can Gio, Ho Chi Minh City. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 19(9), 1441-1452.

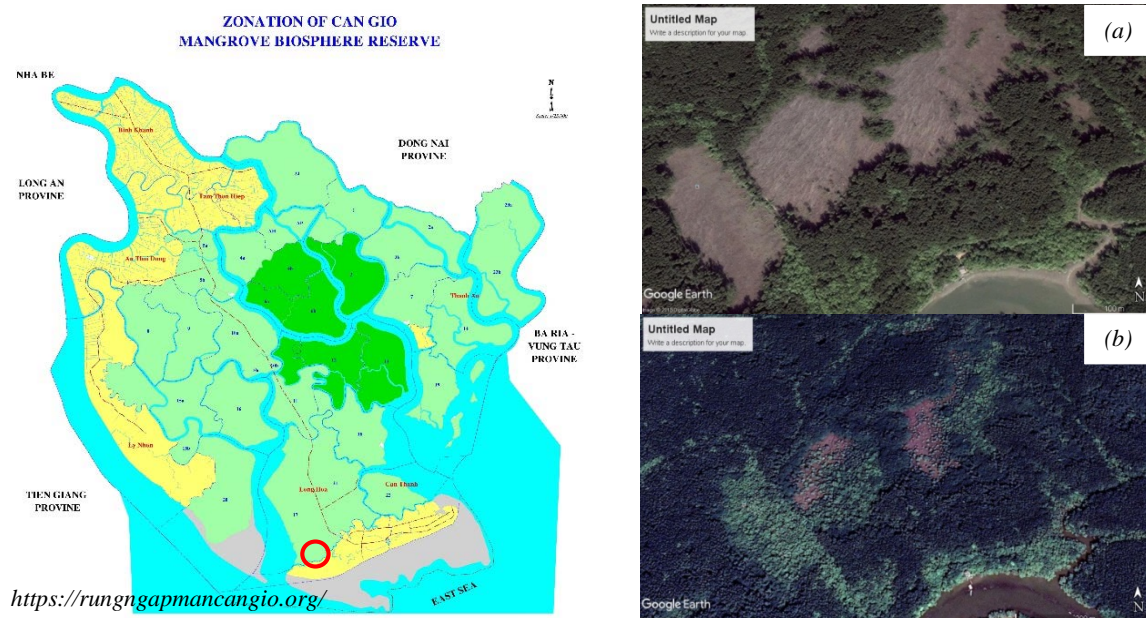
Hoque, 2008). Việc đánh giá năng suất vật rụng là cơ sở để đánh giá năng suất hệ sinh thái rừng ngập mặn (Lee, 1999; Imgraben & Dittmar, 2008). Nghiên cứu này trình bày những thay đổi theo thời gian của năng suất vật rụng trong một khu rừng ngập mặn phục hồi sau khi bị xáo trộn nghiêm trọng do bão Durian (2006) tại Khu dự trữ sinh quyển rừng ngập mặn Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh.

2. Phương pháp

2.1. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu thuộc lô E10, khoảnh 8, tiểu khu 17 thuộc Khu dự trữ sinh quyển rừng ngập mặn Cần Giờ. Tháng 12 năm 2006, rừng ngập mặn ở khu vực này đã bị tàn phá nghiêm trọng (hơn 6 ha) do cơn bão Durian, để lại những hố lớn và sâu trên nền trầm tích (Hình 1a). Do sự tiếp xúc của khu vực bị xáo trộn với thủy triều rất tốt, quá trình phục hồi của thảm thực vật rừng ngập mặn diễn ra tương đối nhanh. Đến năm 2018, gần như toàn bộ khu vực bị xáo trộn đã được phủ xanh một cách tự nhiên (Hình 1b). Hiện nay, trong khu vực nghiên cứu này có 11 loài, trong đó có 8 loài thực vật thân gỗ với ưu thế thuộc về Đước đôi (*Rhizophora apiculata*).

Khu vực nghiên cứu được chia thành 3 vùng: vùng rừng không bị quật ngã trong cơn bão năm 2006 (kí hiệu vùng F); vùng kế cận vùng rừng này đã bị gãy đổ tạo thành một khoảng mở tán rất lớn và toàn bộ khu vực được giữ nguyên, không chịu tác động của con người (vùng G) và vùng rừng bị gãy đổ nhưng toàn bộ thân cây đã được đem ra ngoài ngay sau cơn bão (vùng R).



Hình 1. Khu vực nghiên cứu tại Khu dự trữ sinh quyển rừng ngập mặn Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh. (a): khu vực nghiên cứu tại thời điểm ngay sau xáo trộn (2006) và (b): khu vực nghiên cứu vào năm 2018

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Mẫu vật rụng được thu hàng tháng từ tháng 11 năm 2019 đến tháng 10 năm 2020 để phân tích diễn biến theo thời gian trong năm của năng suất vật rụng tại 3 vùng rừng. Trong đó, mùa khô được tính từ tháng 11/2019 đến tháng 4/2020 và mùa mưa được tính từ tháng 5/2020 đến tháng 10/2020.

Trong mỗi vùng (F, G, R) của khu vực nghiên cứu, chúng tôi bố trí ngẫu nhiên 5 bẫy vật rụng có diện tích khung 1 m x 1 m và được bọc lưới sâu 0,8m. Kích thước mắt lưới là 1 mm x 1 mm. Đáy lưới cách sàn rừng 1,5 m, bảo đảm cho mẫu nằm trong bẫy không bị ngập ngay cả khi mức ngập triều cao nhất trong khu vực nghiên cứu. Tất cả vật rụng trong bẫy được thu mỗi tháng 1 lần. Sau đó, tại phòng thí nghiệm, mẫu trong mỗi bẫy được phân loại thành các mẫu phụ gồm: lá, cành và vỏ, lá kèm, hoa và quả/trụ mầm. Tất cả mẫu phụ được gói trong giấy và sấy ở 70°C đến khi trọng lượng không đổi. Lá kèm được đếm số lượng trước khi gói và sấy để đánh giá tốc độ tạo lá mới của rừng.

Các số liệu được xử lý bằng phần mềm MS Excel 2010 và phân tích thống kê bằng Statgraphics XVI để so sánh các giá trị trung bình ở mức $\alpha = 0,05$ theo kiểm định LSD.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Khác biệt về năng suất vật rụng giữa các vùng rừng

Khối lượng trung bình của tổng lượng vật rụng và khối lượng của từng loại vật rụng ($g/m^2/tháng$) trong mùa khô, mùa mưa được trình bày trong Bảng 1. Vùng rừng không bị gãy đổ sau bão có tổng lượng vật rụng cũng như khối lượng của tất cả thành phần đều cao hơn so với hai vùng rừng còn lại. Tuy nhiên, vào mùa khô, năng suất lá rụng trong vùng G cao hơn vùng F dù không đáng kể.

Bảng 1. Khối lượng vật rụng ($g/m^2/tháng$) tại các vùng rừng. Vùng F, G, và R tương ứng với vùng rừng không bị gãy đổ do bão, vùng rừng bị gãy đổ do bão nhưng các thân cây được giữ lại, và vùng rừng gãy đổ do bão nhưng các thân cây bị mang ra ngoài

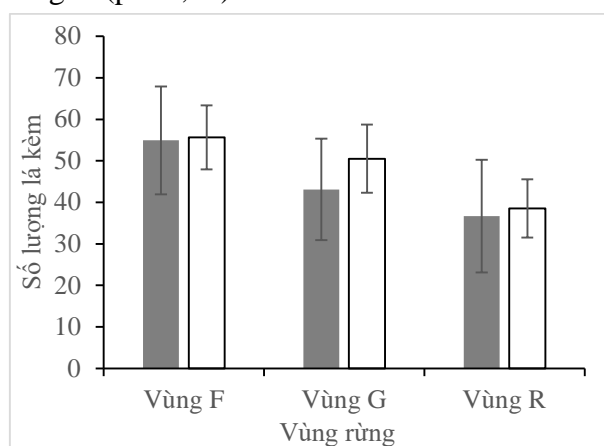
Loại vật rụng		Vùng F	Vùng G	Vùng R
Mùa khô	Lá	49,03 ± 12,33 ^{ab}	49,61 ± 6,48 ^a	40,34 ± 9,91 ^b
	Lá kèm	5,09 ± 1,40 ^a	3,93 ± 1,53 ^b	2,93 ± 1,08 ^c
	Hoa và quả/trụ mầm	1,83 ± 0,77 ^a	1,16 ± 0,81 ^b	1,58 ± 0,99 ^b
	Cành	7,26 ± 5,25 ^a	5,37 ± 2,64 ^{ab}	3,72 ± 1,48 ^b
	Tổng	60,68 ± 17,39^a	55,53 ± 10,72^b	47,38 ± 11,47^c
Mùa mưa	Lá	48,75 ± 6,60 ^a	44,41 ± 6,59 ^a	31,04 ± 5,15 ^b
	Lá kèm	5,11 ± 0,77 ^a	4,72 ± 0,72 ^b	3,30 ± 0,71 ^c
	Hoa và quả/trụ mầm	3,05 ± 1,75 ^a	3,00 ± 1,80 ^a	2,29 ± 1,31 ^a
	Cành	4,42 ± 1,19 ^a	3,43 ± 1,07 ^b	3,49 ± 1,29 ^b
	Tổng	60,11 ± 5,04^a	56,47 ± 4,49^b	39,02 ± 5,63^c

Trong cùng một hàng, các kí tự $a > b > c$ thể hiện sai khác có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$ theo kiểm định LSD.

Vào mùa khô, tỉ lệ lá rụng cao nhất là 85,3% (trên tổng năng suất vật rụng) được ghi nhận ở vùng R trong khi tỉ lệ lá kèm rụng cao nhất là 12% lại xuất hiện ở vùng F. Vùng F cũng là vùng rừng có tỉ lệ khối lượng hoa, quả/trụ mầm và cành trong tổng năng suất vật rụng cao hơn so với hai vùng rừng còn lại nhưng khác biệt đáng kể chỉ được ghi nhận với tỉ lệ hoa và quả/trụ mầm ($p < 0,05$). Trái lại, trong mùa mưa, tỉ lệ đóng góp của từng thành phần vào tổng năng suất vật rụng giữa các vùng rừng không có khác biệt đáng kể ngoài trừ tỉ lệ cành rụng. Tỉ lệ khối lượng của cành rụng cao nhất ở vùng R và thấp nhất ở vùng G ($p < 0,05$).

3.2. Khác biệt năng suất vật rụng giữa mùa khô và mùa mưa

Số lượng (Hình 2) và khối lượng lá kèm rụng (Bảng 1) ở các vùng đều tăng lên trong mùa mưa nhưng khác biệt đáng kể giữa hai mùa chỉ được ghi nhận ở vùng G ($p < 0,05$). Trái lại, năng suất lá rụng trong mùa khô cao hơn so với mùa mưa tại cả ba vùng ($p < 0,05$). Năng suất trung bình của hoa và quả/trụ mầm rụng trong mùa mưa đều cao hơn so với mùa khô ($p < 0,05$) tại cả 3 vùng (bảng 1). Năng suất cành trung bình trong mùa khô luôn cao hơn trong mùa mưa, đặc biệt là vùng G ($p < 0,05$).



Hình 2. Số lượng lá kèm (lá/m²/tháng) trung bình ở các vùng rừng trong mùa khô ■ và mùa mưa □

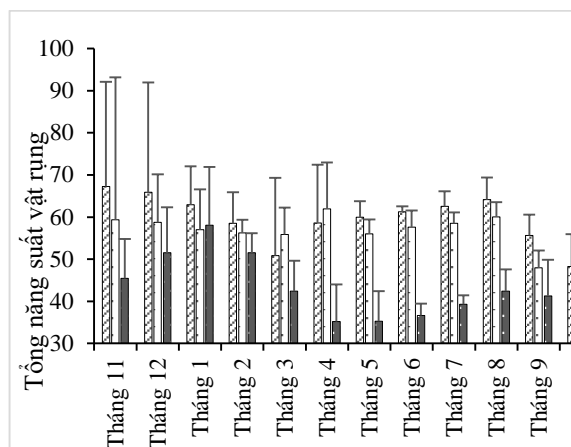
Tổng năng suất vật rụng trong mùa khô và mùa mưa ở vùng F và vùng G xấp xỉ nhau (Bảng 1) nhưng ở vùng R, tổng năng suất vật rụng trong mùa khô cao hơn đáng kể ($p < 0,05$) so với mùa mưa (Bảng 1). Tại vùng F, phần đóng góp của lá vào tổng năng suất vật rụng ở mùa khô cao hơn mùa mưa (Bảng 1) nhưng ở vùng G và R lại cho thấy những kết quả trái ngược lại, đóng góp của lá vào tổng năng suất vật rụng cao hơn vào mùa ($p < 0,05$). Không có khác biệt đáng kể trong phần đóng góp của lá kèm vào tổng năng suất vật rụng ở cả hai mùa (mùa khô: 4,8% và mùa mưa: 5,4%) tại vùng F (Bảng 1). Tuy nhiên, tỉ lệ này tăng lên trong mùa mưa (tăng lên 2%) ở vùng G và R ($p < 0,05$). Tỉ lệ đóng góp của hoa và quả/ trụ mầm vào tổng năng suất vật rụng trong mùa mưa (1,4%) cao hơn mùa khô (1,2%) ở cả ba vùng (Bảng 1) nhưng chỉ thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa tại vùng G và R ($p < 0,05$). Cành

rụng đóng góp vào tổng năng suất vật rụng cao hơn trong mùa khô ở cả ba vùng nhưng khác biệt ý nghĩa giữa hai mùa chỉ được ghi nhận ở vùng G ($p < 0,05$).

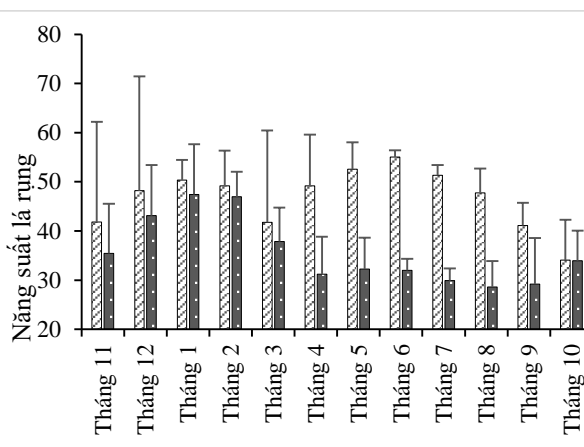
3.3. Diễn biến năng suất vật rụng theo thời gian

Tổng năng suất vật rụng trong vùng F và vùng G giảm liên tục từ tháng 11 đến tháng 3 nhưng chênh lệch giữa các tháng tại vùng G thấp hơn so với vùng F (Hình 3). Ở vùng F, tổng năng suất vật rụng tăng liên tục từ tháng 4 đến tháng 8, sau đó giảm đi trong tháng 9 và 10. Trong khi đó, tổng năng suất vật rụng ở vùng G sau khi đạt đỉnh vào tháng 4 thì lại giảm đi trong tháng 5 và sau đó tuân theo xu hướng diễn biến như vùng F. Tuy nhiên, tổng năng suất trung bình tháng 9 và 10 ở vùng G xấp xỉ nhau chứ không thể hiện sự giảm sút như vùng F. Vùng R cho thấy xu hướng trái ngược khi tổng năng suất vật rụng chỉ gia tăng trong giai đoạn tháng 11 – tháng 1, sau đó giảm mạnh đến đầu mùa mưa (tháng 5). Sự gia tăng tổng năng suất vật rụng trong giai đoạn tháng 5 – tháng 8 cũng được ghi nhận ở vùng R. Tuy nhiên, tổng năng suất vật rụng ở vùng R trong các tháng 8, 9, và 10 xấp xỉ nhau. Khác biệt đáng kể giữa các tháng chỉ được ghi nhận ở vùng R.

Hình 4 cho thấy năng suất lá rụng ở cả ba vùng đều tăng từ tháng 11 đến tháng 1, sau đó giảm đi vào cuối mùa khô (tháng 3 và 4). Năng suất lá rụng cao nhất là 64 g/m^2 vào tháng 4 (mùa khô) ở vùng G, và đạt đỉnh thứ 2 là $56,63 \text{ g/m}^2$ vào tháng 6 (mùa mưa) ở vùng F. Sau khi đạt đỉnh thứ hai (tháng 6), năng suất lá rụng ở hai vùng này giảm liên tục cho đến cuối mùa mưa. Vùng R cho thấy xu hướng diễn biến khác biệt so với vùng F và G. Theo đó, năng suất lá rụng tại vùng R gia tăng rõ rệt từ tháng 11 đến tháng 1 rồi giảm đi liên tục tới mức thấp nhất là $23,61 \text{ g/m}^2$ vào đầu mùa mưa (tháng 5) trước khi gia tăng nhẹ để đạt đỉnh thứ hai là $35,51 \text{ g/m}^2$ vào tháng 8. Năng suất lá rụng ở vùng R ổn định trong các tháng cuối mùa mưa.



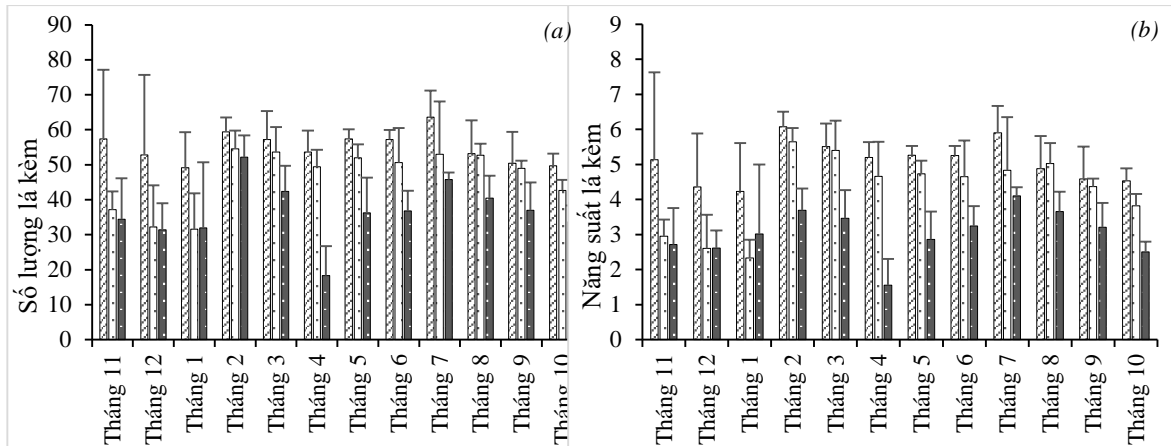
Hình 3. Diễn biến tổng năng suất vật rụng trung bình ($\text{g/m}^2/\text{tháng}$) tại các vùng rừng khảo sát (vùng F , vùng G , và vùng R



Hình 4. Diễn biến năng suất lá rụng trung bình ($\text{g/m}^2/\text{tháng}$) tại các vùng rừng khảo sát. (vùng F , vùng G , và vùng R

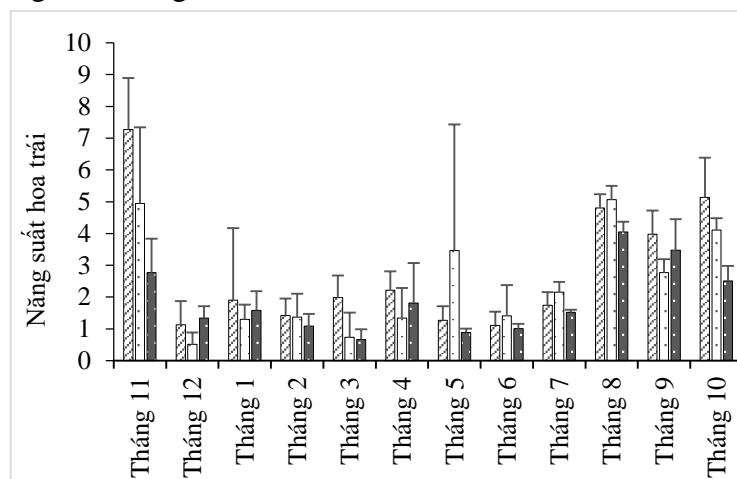
Xu hướng diễn biến theo thời gian của số lượng lá kèm rụng ở cả ba vùng rừng đều giống nhau (Hình 5a). Theo đó, số lượng lá kèm rụng giảm từ tháng 11 đến tháng 1, tăng

manh vào tháng 2 rồi giảm liên tục đến cuối mùa khô (tháng 4). Qua mùa mưa, số lượng lá kèm rụng tăng liên tục trong 3 tháng đầu (tháng 5,6 và 7) và giảm đi sau đó (tháng 8,9 và 10). Tuy nhiên, khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các tháng chỉ được ghi nhận ở vùng G và vùng R. Khuynh hướng diễn biến theo thời gian của khối lượng lá kèm tương tự như khuynh hướng diễn biến của số lượng lá kèm (Hình 5b).

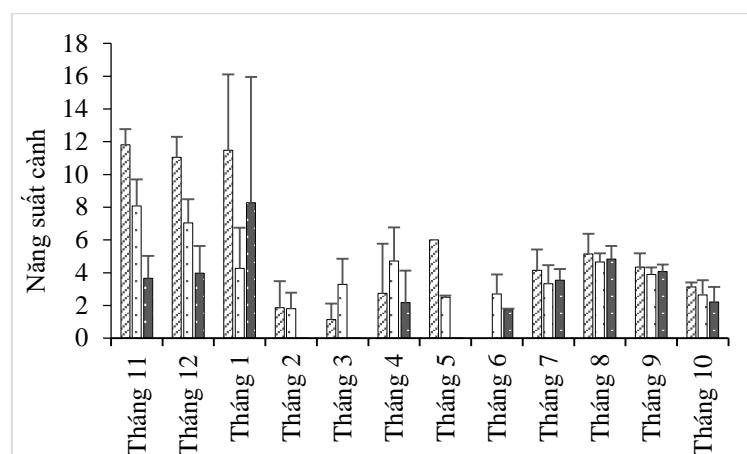


Hình 5. Diễn biến số lượng lá kèm rụng ($g/m^2/tháng$) (a) và năng suất lá kèm rụng ($lá/m^2/tháng$) (b) tại các vùng rừng khảo sát (vùng F , vùng G , và vùng R

Hình 6 cho thấy sự tăng đột ngột của năng suất hoa và quả/trụ mầm rụng vào các thời điểm khác nhau trong năm. Tại vùng F, năng suất hoa và quả/trụ mầm cao nhất được ghi nhận vào tháng 11, tiếp theo là tháng 4, tháng 8 và tháng 10. Những thời điểm ghi nhận những giá trị năng suất cao của hoa và trái rụng trong vùng G hầu như trùng với vùng F (Hình 6). Trong khi đó, tại vùng R, đỉnh giá trị của năng suất hoa và trái rụng được ghi nhận vào tháng 11, tháng 8 và tháng 9.



Hình 6. Diễn biến năng suất hoa và quả/ trụ mầm rụng ($g/m^2/tháng$) tại các vùng rừng khảo sát (vùng F , vùng G , và vùng R



Hình 7. Diễn biến năng suất cành rụng ($g/m^2/tháng$) tại các vùng rừng khảo sát (vùng F , vùng G , và vùng R

Năng suất cành rụng cao trong giai đoạn nửa đầu mùa khô, đặc biệt là ở vùng F (hình 7). Năng suất cành rụng vùng F trong giai đoạn này cũng ổn định trong khi ở vùng G và R lại cho thấy hai khuynh hướng trái ngược nhau: năng suất cành rụng tăng từ tháng 11 tới tháng 1 ở vùng G nhưng lại giảm đi ở vùng R. Năng suất cành rụng có khuynh hướng tăng lên trong nửa đầu mùa mưa và tăng cao vào tháng 8 tại cả ba vùng. Cành rụng được tìm thấy tại vùng F và G hầu như quanh năm trong khi ở vùng R, chúng hoàn toàn vắng mặt vào các tháng 2, 3 và 5 (Hình 7).

3.4. Thảo luận

Tổng năng suất vật rụng và năng suất lá rụng trong cả ba vùng rừng đều cho thấy 2 lần tăng cao đột ngột (đỉnh giá trị - bimodal pattern) trong mùa khô và mùa mưa (Hình 3 và 4). Đây là mô hình diễn biến theo thời gian của hầu hết các loài thực vật rừng ngập mặn và đã được ghi nhận ở nhiều nghiên cứu (Lee, 1989; Kamruzzaman et al., 2019). Năng suất vật rụng trong khu vực nghiên cứu thấp hơn nhiều so với rừng ngập mặn ở Khe Ốc, Cần Giờ (Pham, 2007) và ở Ông Trang, Cà Mau (Vo & Truong, 2015), cũng như các khu vực rừng ngập mặn khác trên thế giới (Hoque et al., 2015; Kamruzzaman et al., 2019). Theo (Hoque et al., 2015), năng suất vật rụng thường cao trong những khu rừng ngập mặn đã thành thực. Ngoài ra, tuổi cây còn có ảnh hưởng lớn đến năng suất vật rụng (Gong et al., 1984). Khu vực nghiên cứu gồm 3 vùng rừng có tuổi cây khác biệt và ngay cả trong vùng F, tuổi cây cũng khác nhau do vùng này đã từng phải chịu sự mở tán sau cơn bão do ảnh hưởng của gió. Tuổi cây có lẽ là nguyên nhân làm cho năng suất vật rụng trong khu vực nghiên cứu thấp hơn so với các khu rừng ngập mặn khác. Qua khảo sát thảm thực vật trong cùng khu vực nghiên cứu cho thấy *Rhizophora apiculata* là loài chiếm ưu thế trong cấu trúc rừng ở vùng F trong khi ở vùng R, ưu thế này thuộc về các loài thuộc chi *Avicennia*. Loài ưu thế trong vùng G cũng là *Rhizophora apiculata*, nhưng trong vùng này có thêm sự xuất hiện nhiều cá thể *Avicennia alba*. Ưu thế của *Rhizophora apiculata* trong vùng F và G là nguyên nhân dẫn đến số lượng và khối lượng lá kèm trong 2 vùng này cao hơn so với vùng R. Số lượng lá kèm

thu được trong bẫy vật rụng là chỉ thị cho số lượng lá mới tạo thành (Duke et al., 1984). Vì vậy, số lượng lá kèm thu được cho phép đánh giá tốc độ tạo lá mới của các cây thuộc họ Rhizophoraceae trong rừng ngập mặn. Tốc độ tạo lá mới giảm từ tháng 11 đến tháng 1 là kết quả của sự gia tăng độ mặn nước và độ mặn trầm tích trong mùa khô. Kết quả tương tự đã được ghi nhận tại Khe Ốc – một hệ sinh thái rừng ngập mặn cũng thuộc Tiểu khu 17 của Khu dự trữ sinh quyển rừng ngập mặn Cần Giờ (Pham, 2007). Vào mùa mưa, khi điều kiện môi trường trở nên ôn hòa hơn, tốc độ tạo lá mới ở *Rhizophora apiculata* được đẩy mạnh, dẫn đến việc thu được số lượng lá kèm lớn hơn trong bẫy. Kết quả tương tự cũng được ghi nhận đối với loài *Rhizophora apiculata* trong hệ sinh thái rừng ngập mặn tại Cà Mau (Vo & Truong, 2015).

Không chỉ ức chế sự tạo lá mới, sự gia tăng độ mặn trong mùa khô còn đẩy nhanh sự rụng lá để tránh bốc thoát hơi nước đồng thời loại muối khỏi cơ thể. Vì vậy, khối lượng lá rụng tăng lên theo thời gian trong mùa khô. Khuynh hướng biến thiên theo thời gian của khối lượng lá rụng trong các vùng F, G và R không giống nhau. Ở vùng F và G, khối lượng lá rụng tăng chậm nhưng tăng liên tục trong khi ở vùng R – nơi *Avicennia* chiếm ưu thế - thì khối lượng lá rụng lại giảm từ tháng 11 đến tháng 1 và tăng mạnh ở tháng 2, đạt giá trị cao nhất cùng thời điểm với vùng F và G (hình 6b). Năng suất lá rụng cao trong mùa khô đã được ghi nhận bởi nhiều tác giả tại nhiều khu vực khác nhau trên thế giới (Pham, 2007; Fernando & Bandeira, 2009). *Avicennia* có khả năng tích muối trong tế bào lá (Barhoumi et al., 2021), và vì vậy, có khả năng lá sẽ rụng sớm hơn trong mùa khô khi lượng muối tích trữ trong tế bào lá vượt quá khả năng tích trữ của tế bào. Tuy nhiên, cho đến nay, chưa có nghiên cứu nào ghi nhận tuổi lá khi rụng trong mùa khô & mùa mưa để thấy liệu tuổi lá có khác biệt và bởi đó mà gây ảnh hưởng đến năng suất lá rụng giữa hai mùa hay không. Đáp ứng của *Rhizophora* và *Avicennia* đối với sự gia tăng độ mặn có lẽ có khác biệt. Ở Khe Ốc, nơi *Rhizophora* chiếm ưu thế, giá trị cao nhất của năng suất lá rụng đạt được 1 tháng trước khi độ mặn nước đạt giá trị cao nhất (Pham, 2007). Do lá đã rụng quá nhiều trong khi độ mặn vẫn tiếp tục tăng lên ức chế sự tạo lá mới nên khi độ mặn đạt giá trị cao nhất, khối lượng lá rụng lại giảm đi. Một kết quả tương tự cũng được ghi nhận trong nghiên cứu này khi khối lượng lá rụng trong vùng F và G – nơi *Rhizophora apiculata* chiếm ưu thế đạt giá trị cao nhất trong tháng 1 và giảm đi vào tháng 2 (Hình 5b). Tuy nhiên, trong vùng R, sự gia tăng độ mặn từ tháng 1 tới tháng 2 đã gây ra sự loại muối tích cực qua lá ở *Avicennia* dẫn đến sự tích lũy lá rụng trong bẫy vào tháng 2 (Hình 5b). Khả năng ức chế sinh trưởng mà độ mặn gây ra trên thảm thực vật rừng ngập mặn đã được ghi nhận bởi Hwang và Chen (2001). Mặc dù không có sự khác biệt mang ý nghĩa thống kê, năng suất lá rụng trong mùa mưa thấp hơn so với mùa khô, đồng thời còn giảm đi trong các tháng mùa mưa (Hình 5), khẳng định sự sinh trưởng mạnh mẽ của thảm thực vật khi độ mặn giảm đi. Năng suất lá rụng giảm đi trong mùa mưa đã được ghi nhận ở Malaysia (Hoque et al., 2015) và cồn Ông Trang, Cà Mau (Vo & Truong, 2015).

Năng suất hoa và quả/trụ mầm rụng cho thấy nhiều đỉnh giá trị vào các tháng khác nhau (Hình 6). Kiểu phân bố năng suất hoa và trái rụng này cũng đã được ghi nhận tại một khu rừng ngập mặn hỗn giao ở Bangladesh và là kết quả của những đặc điểm vật hậu học của các loài khác nhau (Kamruzzaman et al., 2012). Loài ưu thế trong vùng F và G là *Rhizophora apiculata*, ra hoa gần như quanh năm và quả chín vào tháng 11. Trong khi đó, ưu thế trong vùng R thuộc về *Avicennia alba*, loài ra hoa vào tháng 6-7 và quả chín vào tháng 8-9. Các đỉnh giá trị của năng suất hoa và quả/trụ mầm hoàn toàn phù hợp với thời điểm ra hoa và quả chín của các loài ưu thế này. Tuy nhiên, vì hoa *Avicennia alba* có kích thước rất nhỏ nên đóng góp không đáng kể vào năng suất hoa quả/trụ mầm trong vùng R mặc dù lượng quả/trụ mầm chín của loài này là nguyên nhân tạo ra những giá trị năng suất hoa và quả/trụ mầm rụng cao trong tháng 8 và 9 (Hình 6).

Mặc dù cành rụng chiếm tỉ trọng thấp, chỉ từ 6,2-12% trong tổng năng suất vật rụng và có tốc độ phân hủy chậm, chúng là nguồn dưỡng chất quan trọng đối với nền trầm tích (Bunyavejchewin & Nuyim, 2001). Năng suất cành rụng được thừa nhận là có liên hệ với sự xuất hiện của gió mạnh và các cơn bão (Kamruzzaman et al., 2019; Sharma et al., 2012; Mackey & Smail, 1995). Những tháng cuối năm là khoảng thời gian miền Nam thường có gió nhiều và có thể chịu ảnh hưởng từ hoàn lưu của các cơn bão. Vì vậy, năng suất cành rụng cao nhất trong năm được ghi nhận trong khoảng thời gian này. Năng suất cành rụng cao nhất được ghi nhận ở vùng F, tiếp đó là vùng G và thấp nhất ở vùng R, phản ánh vai trò của tuổi cây và thành phần loài thực vật trong rừng.

4. Kết luận

Sau 13 năm-phục hồi rừng ngập mặn, năng suất vật rụng ở rừng ngập mặn này thấp hơn nhiều so với rừng ngập mặn không bị xáo trộn tại Cần Giờ, cũng như các khu rừng ngập mặn khác ở Việt Nam và trên thế giới. Điều này cho thấy rừng ngập mặn khảo sát chưa bước vào giai đoạn thành thực và ổn định. Mặc dù vậy, năng suất vật rụng trong vùng rừng không bị bão Durian làm gãy đổ cao hơn so với hai vùng rừng còn lại. Sự ưu thế của *Rhizophora apiculata* trong vùng F là nguyên nhân dẫn đến năng suất vật rụng vùng này cao hơn vùng R, dù vùng F bắt đầu tái sinh trẻ hơn. Diễn biến thời gian của năng suất vật rụng phản ánh đặc điểm vật hậu học của các loài thực vật rừng ngập mặn ở vùng nhiệt đới. Điều kiện môi trường trầm tích ôn hòa trong mùa mưa do sự pha loãng độ mặn là nguyên nhân làm giảm năng suất vật rụng trong thời gian này. Trong khi vào mùa khô, sự loại muối qua lá và do ảnh hưởng của gió mạnh mà năng suất vật rụng cũng như năng suất lá và cành rụng đều cao hơn so với mùa mưa.

- ❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Các tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.
- ❖ **Lời cảm ơn:** Nghiên cứu nằm trong khuôn khổ Đề tài mã số 23/2020/HĐ-QPTKHCN, thuộc Sở Khoa học và Công nghệ thành phố Hồ Chí Minh, do Tiến sĩ Nguyễn Thị Lan Thi làm chủ nhiệm đề tài. Chúng tôi cũng xin gửi lời cảm ơn đến Ban quản lý Rừng phòng hộ Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh đã tạo điều kiện cho nhóm nghiên cứu tiếp cận và thu mẫu tại khu vực nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Alongi, D. M. (2014). Carbon cycling and storage in mangrove forests. *Annual review of marine science*, 6, 195-219.
- Barhoumi, Z., Hussain, A. A., & Atia, A. (2021). Physiological response of *Avicennia marina* to salinity and recovery. *Russian Journal of Plant Physiology*, 68(4), 696-707.
- Bunyavejchewin, S., & Nuyim, T. (2001). Litterfall production in a primary mangrove, *Rhizophora apiculata* forest in southern Thailand. *Silvicultural Research Report*, 17, 18-25.
- Duarte, C. M., & Cebrián, J. (1996). The fate of marine autotrophic production. *Limnology and oceanography*, 41(8), 1758-1766.
- Duke, N. C., Bunt, J. S., & Williams, W. T. (1984). Observations on the floral and vegetative phenologies of north-eastern Australian mangroves. *Australian Journal of Botany*, 32(1), 87-99.
- Ellison, A. M. (2000). Mangrove restoration: do we know enough?. *Restoration ecology*, 8(3), 219-229.
- Fernando, S. M., & Bandeira, S. O. (2009). Litter fall and decomposition of mangrove species *Avicennia marina* and *Rhizophora mucronata* in Maputo Bay, Mozambique. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science*, 8(2), 173-182.
- Gong, W. K., Ong, J. E., Wong, C. H., & Dhanarajan, C. (1984). Productivity of mangrove trees and its significance in a managed mangrove ecosystem in Malaysia. In *Proceedings of the Asian Symposium on Mangrove Environment Research and Management* by E. Soepadmo, A. N. Rao and D. J. Macintosh. University of Malaysia, 216-225.
- Hossain, M., & Hoque, A. F. (2008). Litter production and decomposition in mangroves-a review. *Indian Journal of Forestry*, 31(2), 227-238.
- Hwang, Y. H., & Chen, S. C. (2001). Effects of ammonium, phosphate, and salinity on growth, gas exchange characteristics, and ionic contents of seedlings of mangrove *Kandelia candel* (L.) Druce. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 42, 131-139
- Imgraben, S., & Dittmann, S. (2008). Leaf litter dynamics and litter consumption in two temperate South Australian mangrove forests. *Journal of Sea Research*, 59(1-2), 83-93.
- Kamruzzaman, M., Sharma, S., Rafiqul Hoque, A. T. M., & Hagihara, A. (2012). Litterfall of three subtropical mangrove species in the family Rhizophoraceae. *Journal of oceanography*, 68(6), 841-850.

- Kamruzzaman, M. D., Basak, K., Paul, S. K., Ahmed, S., & Osawa, A. (2019). Litterfall production, decomposition and nutrient accumulation in Sundarbans mangrove forests, Bangladesh. *Forest Science and Technology*, 15(1), 24-32. doi: 10.1080/21580103.2018.1557566
- Lee, S. Y. (1999). Tropical mangrove ecology: physical and biotic factors influencing ecosystem structure and function. *Australian journal of ecology*, 24(4), 355-366.
- Lovelock, C. E., Feller, I. C., Ellis, J., Schwarz, A. M., Hancock, N., Nichols, P., & Sorrell, B. (2007). Mangrove growth in New Zealand estuaries: the role of nutrient enrichment at sites with contrasting rates of sedimentation. *Oecologia*, 153(3), 633-641.
- Mackey, A. P., & Smail, G. (1995). Spatial and temporal variation in litter fall of *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. in the Brisbane River, Queensland, Australia. *Aquatic Botany*, 52(1-2), 133-142.
- Odum, W. E., & Helad, E. J. (1975). The detritus based food web of an estuarine mangroves community. In: Cronin, L.E. (Ed.), *Estuar Res Chem Biol Estuar Syst.*, 265-286..
- Robertson, A. I. (1986). Leaf-burying crabs: their influence on energy flow and export from mixed mangrove forests (*Rhizophora* spp.) in northeastern Australia. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 102(2-3), 237-248.
- Pham Q. H. (2007). Driving forces behind nutrient dynamics in Khe Oc – A tidal creek in Can Gio Mangrove Biosphere Reserve, Ho Chi Minh City. *Master's thesis in biology*. University of Science, VNU-HCM, HCMC.
- Reef, R., Feller, I. C., & Lovelock, C. E. (2010). Nutrition of mangroves. *Tree physiology*, 30(9), 1148-1160.
- Robertson, A. I., & Daniel, P. A. (1989). The influence of crabs on litter processing in high intertidal mangrove forests in tropical Australia. *Oecologia*, 78(2), 191-198.
- Sharma, S., Hoque, A. R., Analuddin, K., & Hagihara, A. (2012). Litterfall dynamics in an overcrowded mangrove *Kandelia obovata* (S., L.) Yong stand over five years. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 98, 31-41.
- Triadiati, S., Tjitrosemito, E., Guhardja, E., Sudarsono, H., Qayim, I., & Leuschner, C. (2011). Litterfall production and leaf-litter decomposition at natural forest and cacao agroforestry in Central Sulawesi, Indonesia. *Asian Journal of biological sciences*, 4(3), 221-234.
- Vo N. T. & Truong T. N. (2015) Đánh giá năng suất vật rụng cây Đuối doi (*Rhizophora apiculata*), Vết tạch (*Bruguiera parviflora*) và Mắm trắng (*Avicennia alba*) tại Con Ong Trảng, xã Viên An, huyện Ngoc Hien, tỉnh Cà Mau [Evaluation of the yield of fallen rotifers of *Rhizophora apiculata*, *Bruguiera parviflora* and *Avicennia alba* at Con Ong Trảng, Viên An commune, Ngoc Hien district, Cà Mau province]. *Can Tho University Journal of Science, Environment and Climate Change*, 1-8.

ASSESSMENT OF LITTERFALL PRODUCTION OF MANGROVES RECOVERING FROM TYPHOON DURIAN (2006) IN CAN GIO, HO CHI MINH CITY**Hoang Trong Khiem¹, Le Thi Son^{2*}, Pham Quynh Huong²**¹*Ho Chi Minh University of Natural Resources & Environment, Ho Chi Minh City, Vietnam*²*University of Science, Ho Chi Minh City, Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam***Corresponding author: Le Thi Son – Email: lethison0119@gmail.com**Received: May 27, 2022; Revised: July 07, 2022; Accepted: September 06, 2022***ABSTRACT**

*The study assesses litterfall production of mangroves recovering disturbance caused by typhoon Durian in Can Gio, Ho Chi Minh City from 11/2019 to 10/2020. Fallen samples were collected by net traps located in three areas: undestroyed forest (F), destroyed and not cleared forest (G), and cleared broken forest (R). The total litterfall production was $59,03 \pm 8,76$ g/m²/month, $56,92 \pm 5,99$ g/m²/month, and $43,05 \pm 9,22$ g/m²/month, respectively for zone F, G, and R. The predominance of *Rhizophora apiculata* in the F zone is the reason for the higher yield of this region than in the R zone. The sediment's salinity, the removal of salt through the leaves, and the influence of strong winds caused litterfall production in the dry season to be higher. Litterfall production in Can Gio is much lower than that of other mangroves in Vietnam and around the world. This suggests that the surveyed mangrove ecosystem has not yet entered the mature and stable stage.*

Keywords: Can Gio mangrove; litterfall production; recovering mangroves; typhoon Durian