

# NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG CHẮN SÓNG CỦA CÁC THÍ NGHIỆM TRỒNG RỪNG NGẬP MẶN TẠI MỘT SỐ TỈNH VEN BIỂN MIỀN BẮC

Đoàn Đình Tam

Trung tâm Nghiên cứu Sinh thái và Môi trường rừng

## TÓM TẮT

Sau 3-4 năm trồng, các thí nghiệm trồng rừng ngập mặn (RNM) trên một số dạng lập địa tại Thái Bình và Thanh Hóa, cây trồng sinh trưởng tốt nhất là các công thức CT1-3; CT2-2; CT3-2. Hiệu quả chắn sóng của các công thức thí nghiệm đã thể hiện rõ rệt, các công thức cho sinh trưởng tốt nhất cũng cho hiệu quả cản sóng tốt nhất, trên thí nghiệm ngập triều sâu (Thái Bình), công thức có hệ số cản sóng tốt nhất là CT1-3 với 83,69%, thấp nhất tại CT1-2 với 76,18%. Tại thí nghiệm trồng trên đất cát dính sóng to gió lớn địa hình trũng trải (Thanh Hóa) thì khi trồng Bần chua thuần loài, mật độ 3200 cây/ha có tác dụng cản sóng tốt hơn so với trồng hỗn giao với Đước (87,51% so với 84,49%). Công thức có hệ số cản sóng tốt nhất tại thí nghiệm trồng trên đất cát dính (Thái Bình) là CT2-2 với 89,60% và thấp nhất là CT2-1 (85,63%). Khi không có RNM thì chiều cao sóng chỉ giảm được 28,3%. Các chỉ tiêu sinh trưởng về  $H_{vn}$ ,  $D_{00}$  và  $D_t$  có quan hệ thuận chiều với khả năng chắn sóng, cây càng cao, đường kính gốc và đường kính tán càng lớn thì khả năng làm giảm biên độ sóng càng cao. Trong đó, sinh trưởng đường kính tán có khả năng làm giảm biên độ sóng lớn nhất, tiếp đến là chiều cao vút ngọn và thấp nhất sinh trưởng đường kính gốc.

**Từ khoá:** Rừng ngập mặn, Lập địa, Hệ số cản sóng

## MỞ ĐẦU

Rừng ngập mặn (RNM) có vai trò rất lớn trong việc cố định và ổn định bãi bồi, đặc biệt là tác dụng chắn sóng bảo vệ bờ biển và cộng đồng dân cư ven biển. Có được như vậy là vì các cây ngập mặn mọc đan xen lẫn nhau, rễ cây phát triển cả trên và dưới mặt đất cộng với thân và tán lá cây cùng kết hợp để phân tán sức mạnh của sóng, gió. Nhận thức được vai trò đó, từ đầu thế kỷ XX, ở các vùng ven biển phía Bắc đã trồng một số loài cây ngập mặn như Trang (*Kandelia obovata*) và Bần chua (*Sonneratia caseolaris*) để chắn sóng bảo vệ đê biển và vùng cửa sông. Khi cây ngập mặn phát triển tốt sẽ tạo thành những hàng rào xanh bảo vệ các vùng ven biển. Trong vài năm gần đây, việc nghiên cứu về khả năng chắn sóng của một số kiểu RNM đã được một số tác giả đề cập đến như Phan Nguyên Hồng, Vũ Đoàn Thái, Mazda, Vương Văn Quỳnh, Nguyễn Văn Ngoãn,...Đề tài “Nghiên cứu kỹ thuật trồng RNM trên các điều kiện lập địa khó khăn góp phần chắn sóng vùng ven biển các tỉnh miền Bắc Việt Nam” đã xây dựng các công thức thí nghiệm trên một số dạng lập địa khó khăn. Ngoài mục tiêu làm sao để cây ngập mặn có thể tồn tại và phát triển trên các dạng lập địa này thì đề tài đã tiến hành nghiên cứu, đánh giá hiệu quả chắn sóng của các mô hình tại vùng ven biển miền Bắc Việt Nam.

## VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### Phạm vi, đối tượng nghiên cứu.

- Đối tượng: các mô hình trồng RNM ở độ tuổi 3 – 4.
- Địa điểm nghiên cứu: tỉnh Thái Bình (Đông Hoàng, Đông Long), tỉnh Thanh Hóa (Đa Lộc – Hậu Lộc).

### Phương pháp nghiên cứu

Đề tài sử dụng máy đo sóng Valerport 730w để đo đếm các chỉ tiêu như cường độ, chu kỳ, chiều cao, hướng sóng ngoài thực địa, đồng thời áp dụng phương pháp tính toán trên mô hình toán bằng phần mềm WADIBE (theo Nguyễn Minh Cát, 2008) để kiểm tra thông qua hai đại lượng là hệ số giảm sóng  $k$  và phần trăm giảm sóng  $p$ . Trong đó hệ số giảm sóng  $k$  được tính theo công thức  $k = H_s/H_t$ , trong đó  $H_t$  là chiều cao sóng trước rừng;  $H_s$  là chiều cao sóng sau rừng.

Phần trăm giảm sóng p được tính theo công thức:  $p = (1-k) \times 100\%$

Trong đó: 1 là hệ số tiêu tán năng lượng sóng

Thành phần tiêu hao năng lượng sóng do cây ngập mặn được tính bằng công thức:

$$\frac{\partial}{\partial x} EC \cos \theta = -D_w - D_v - D_f \quad (1)$$

Trong đó:  $D_v$  là tiêu hao năng lượng sóng do lực cản của cây ngập mặn

Lực cản có thể được miêu tả thông qua mối liên hệ với lưu tốc như sau:

$$dF = \frac{1}{2} \rho C_D A(z) \overrightarrow{U_{orb}(z)} \left| \overrightarrow{U_{orb}(z)} \right| dz \quad (2)$$

Trong đó  $A(z)$  là tổng diện tích mặt cắt ngang của cây ngập mặn trên một đơn vị diện tích rừng tại độ sâu  $z$ ,  $C_D$  được gọi là hệ số cản phụ thuộc chủ yếu vào tính chất của cây và số Reynolds ( $Re$ ) của dòng chảy.

Năng lượng tiêu hao trên một đơn vị vi phân của chiều cao cây chính bằng công suất thực hiện của lực cản trên đoạn đơn vị chiều cao đó và được tính bằng công thức:

$$dD_v = \overline{d\overrightarrow{F}_d \overrightarrow{U}_{orb}} \quad (3)$$

Lấy (1) (2) thay vào (3) và lấy trung bình cho một chu kỳ sóng sau đó tích phân lên toàn bộ chiều sâu dòng chảy chúng ta có biểu thức xác định năng lượng sóng tiêu hao  $D_v$  khi truyền qua 1 đơn vị diện tích rừng ngập mặn là:

$$D_v = \frac{2}{3\pi} \rho C_D \int_0^h N(z) \frac{\pi}{4} d^2(z) \overline{U_{orb}^3}(z) dz \quad (4)$$

Trong đó  $N(z)$  và  $d(z)$  là diện tích tán ( $m^2$ ) và đường kính (cm) ở độ sâu  $z$ .

Sử dụng phần mềm Excel để tính toán xử lý các số liệu liên quan.

## KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

### Kết quả đo đếm, theo dõi ngoài thực địa

#### Kết quả đo đếm sinh trưởng của cây trồng tại các công thức thí nghiệm

Sau 3 và 4 năm trồng, cây trong các mô hình thí nghiệm sinh trưởng tốt với tỷ lệ sống đạt trên 80%. Kết quả đo đếm sinh trưởng thể hiện tại bảng 1.

**Bảng 1. Sinh trưởng trung bình của cây trồng tại các thí nghiệm**

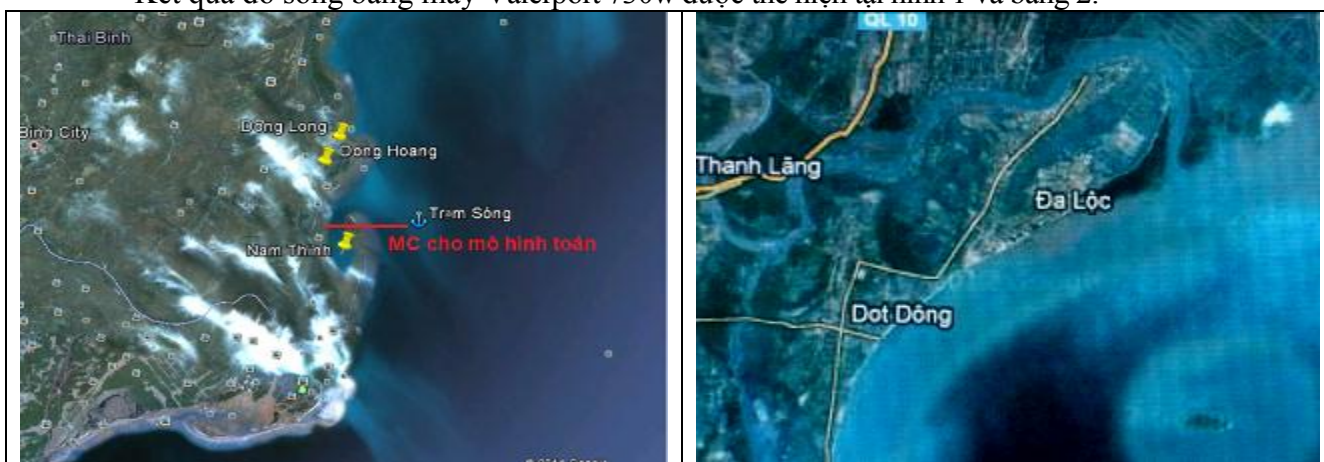
Thí nghiệm	Công thức trồng	Ký hiệu	$H_{vn}$ (cm)	$D_{tán}$ (cm)	$D_{00}$ (cm)	$H_{rễ}$ (cm)	Ghi chú
1. Trồng trên đất ngập triều sâu (Đông Long – Tiền Hải – Thái Bình)	1.650 Bần 1.650 Trang	CT1-1	290 130	260 70	3,4 2,5	20	Năm thứ 3
	1.000 Bần 2.300 Trang	CT1-2	270 130	240 70	3,1 2,2	20	
	2.500 Bần 800 Trang	CT1-3	310 145	300 85	3,7 2,8	22	
2. Trồng trên đất cát dính (Đông Long – Tiền Hải – Thái Bình)	1.650 Bần 1.650 Trang	CT2-1	310 130	360 70	5,2 2,6	30	Năm thứ 4
	2.500 Bần 800 Trang	CT2-2	370 145	440 85	6,6 2,8	33	
	2.000 Bần 1.300 Trang	CT2-3	340 135	410 70	6,1 2,6	33	
3. Trồng trên đất cát dính ngập triều sâu, địa hình trồng trãi (Đa Lộc – Hậu Lộc – Thanh Hóa)	1.650 Bần 1.650 Đước	CT3-1	280 110	260 75	6,0 2,5	29	Năm thứ 4
	Bần 3.200	CT3-2	310	320	6,8	32	

Kết quả theo dõi về sinh trưởng cho thấy: Thí nghiệm trồng trên đất ngập triều sâu tại Tiền Hải – Thái Bình, công thức trồng tốt nhất là CT1-3 ; tại thí nghiệm trồng trên đất cát dính, ngập triều sâu, địa hình trồng trải tại Hậu Lộc - Thanh Hóa là công thức CT3-2; còn tại thí nghiệm trồng trên đất cát dính tại Tiền Hải – Thái Bình, công thức trồng CT2-2 cho các chỉ tiêu sinh trưởng là tốt nhất so với các công thức trồng khác.

**Kết quả đo sóng tại các công thức thí nghiệm**

- Các đặc trưng tại thời điểm đo: Khu vực nghiên cứu nằm trên các bãi bồi, có độ dốc < 10° triều cường với biên độ 2,8m (theo 0m lục địa), gió Đông Nam cấp 4, chiều cao sóng ngoài rừng đạt 1,3m, chu kỳ sóng đạt 4,60s.

- Kết quả đo sóng bằng máy Valerport 730w được thể hiện tại hình 1 và bảng 2.



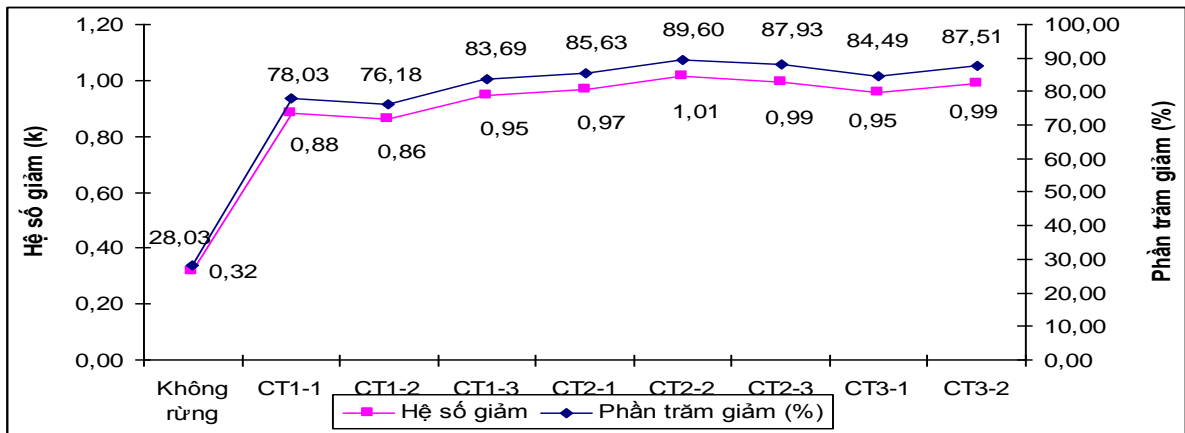
**Hình 1. Địa điểm đo sóng tại Thái Bình và Thanh Hóa**

Máy được đặt cố định tại các mô hình/công thức trồng rừng thí nghiệm ở các vị trí trước rừng và sau rừng trong vòng 3 ngày liên tục để lấy giá trị trung bình của mỗi điểm đo.

**Bảng 2. Kết quả đo sóng tại các mô hình thí nghiệm**

Công thức rừng	Hs biên (m)	Hs trước rừng (m)	Hs sau rừng (m)	Hệ số giảm (m)	Phần trăm giảm (%)
Không rừng	1,300	1,130	0,8132	0,32	28,03
CT1-1	1,300	1,130	0,2483	0,88	78,03
CT1-2	1,300	1,130	0,2692	0,86	76,18
CT1-3	1,300	1,130	0,1843	0,95	83,69
CT2-1	1,300	1,130	0,1624	0,97	85,63
CT2-2	1,300	1,130	0,1175	1,01	89,60
CT2-3	1,300	1,130	0,1364	0,99	87,93
CT3-1	1,300	1,130	0,1753	0,95	84,49
CT3-2	1,300	1,130	0,1411	0,99	87,51

Kết quả đo đêm cho thấy, tại thí nghiệm trồng trên đất ngập triều sâu tại Tiền Hải – Thái Bình, công thức trồng cho hệ số giảm sóng tốt nhất là CT1-3 khi đã giảm được 83,69% chiều cao sóng, tiếp đến là CT1-1 (78,03%) và thấp nhất là CT1-2 (76,18%); khi trồng trên đất cát dính ngập triều sâu, địa hình trồng trải tại Thanh Hóa thì công thức trồng Bần chua thuần loài (N=3.200 cây/ha), với hệ số giảm đạt 87,51% và tỏ ra có hiệu quả cản sóng tốt hơn so với trồng 1.650 Bần chua + 1.650 Đước (giảm 84,49%). Tại thí nghiệm trồng trên đất cát dính (Thái Bình), công thức trồng có tác dụng cản sóng tốt nhất là CT2-2 với 89,60%, tiếp đến là CT2-3 với 87,93% và thấp nhất là CT2-1 với 85,63%. Trong khi đó, sóng đi qua khu vực không có RNM thì khi vào đến bờ chỉ giảm được 28,3%.



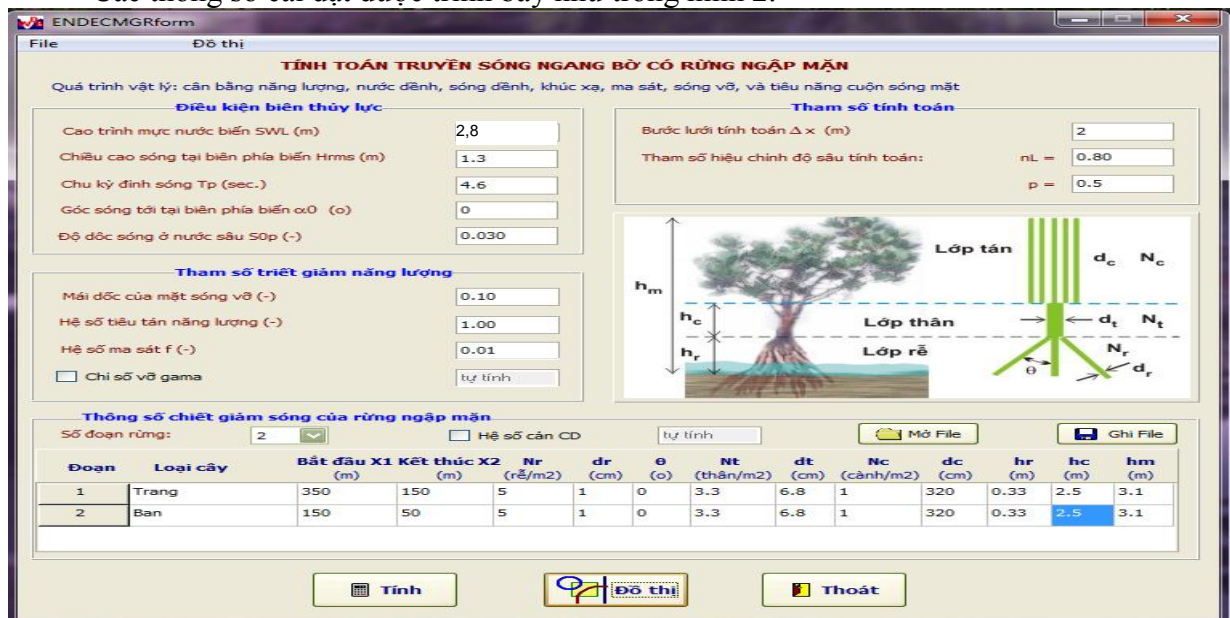
**Đồ thị 1. Hệ số và phần trăm giảm sóng đo ngoài thực địa**

Đối với trường hợp không có RNM thì phần trăm giảm sóng chỉ đạt 28,03% với hệ số là 0,31.

Như vậy, kết quả đo đếm tác dụng cản sóng, bảo vệ đê biển của các công thức thí nghiệm cũng đồng nhất với kết quả theo dõi, đo đếm về sinh trưởng của các công thức thí nghiệm.

### Kết quả tính toán tác dụng chắn sóng bằng phần mềm WADIBE

Các thông số cài đặt được trình bày như trong hình 2.



**Hình 2. Giao diện tính toán khả năng giảm sóng của các công thức TN**

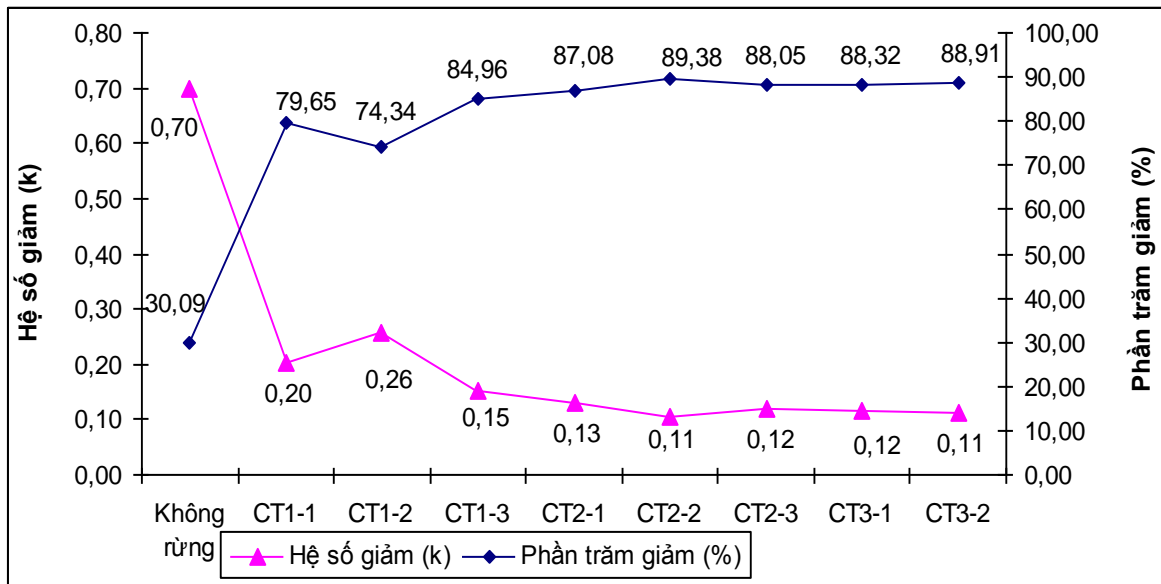
Thông số đầu vào là kết quả đo đếm sinh trưởng của cây trồng tại các thí nghiệm trồng rừng. Tuy nhiên để thống nhất chỉ tiêu đầu vào các công thức thí nghiệm được trồng với mật độ 3.300 cây/ha được quy về một khoảng cách (cây cách cây 1,6m; hàng cách hàng 2m), bề rộng đai rừng là 300m. Độ dốc sóng nước sâu là 0.03; hệ số tiêu tán năng lượng là 1; mái dốc của mặt sóng với 0.1, hệ số ma sát 0.01. Sau khi chạy mô hình tính toán theo phần mềm WADIBE, kết quả thu được tại bảng 3 và đồ thị 2.

**Bảng 3. Kết quả chạy mô hình bằng phần mềm WADIBE**

Công thức rừng	Hs biên (m)	Hs trước rừng	Hs sau rừng (m)	Hệ số giảm (k)	Phần trăm giảm (%)
Không rừng	1,300	1,130	0,7900	0,70	30,09
CT1-1	1,300	1,130	0,2300	0,20	79,65
CT1-2	1,300	1,130	0,2900	0,26	74,34

CT1-3	1,300	1,130	0,1700	0,15	84,96
CT2-1	1,300	1,130	0,1460	0,13	87,08
CT2-2	1,300	1,130	0,1200	0,11	89,38
CT2-3	1,300	1,130	0,1350	0,12	88,05
CT3-1	1,300	1,130	0,1320	0,12	88,32
CT3-2	1,300	1,130	0,1253	0,11	88,91

Kết quả tại bảng 3 cho thấy ở mô hình trồng trên đất ngập triều sâu, công thức CT1-3 là công thức có hệ số cân sồng tốt nhất với  $k = 0,15$ , giảm được 84,96%, tiếp đến là các công thức CT1-1 và CT1-2. Khi trồng trên lập địa cát dính (Thái Bình), công thức cho hệ số tính toán tốt nhất là CT2-2, với  $k = 0,11$  (giảm 89,38%), tiếp đến là các công thức CT2-3 và CT2-1. Tại Thanh Hóa, công thức trồng có tác dụng cân sồng tốt nhất là CT3-2 (88,91% với  $k = 0,11$ )



**Đồ thị 2. Hệ số suy giảm và phần trăm giảm sồng tính toán theo WADIBE**

Với trường hợp không có rừng (đối chứng) được tính toán thì lượng sồng chỉ giảm 30,09% với  $k = 0,70$ .

Như vậy, biến thiên của hệ số giảm và phần trăm (%) giảm khi tính toán bằng phần mềm WADIBE đã có sự biến động so với kết quả đo đếm và tính toán ngoài thực địa. Tuy nhiên sự sai khác này không lớn. Nhìn chung các công thức rừng trồng có sinh trưởng tốt nhất thì có tác dụng cân sồng tốt nhất ứng với từng mô hình nghiên cứu.

**Kết quả xây dựng tương quan hồi quy giữa sinh trưởng và khả năng chắn sồng.**

**Dạng hàm tương quan hồi quy**

$$Y = a + b.H_{vn} + c.D_{00} + d.D_t + e.H_r \quad (1)$$

$$Y = a + b.H_{vn} + c.D_{00} + d.D_t \quad (2)$$

$$Y = a + b.H_{vn} + c.D_{00} \quad (3)$$

Trong đó: Y là mức sồng giảm (chênh lệch=  $H_t - H_s$ ).

**Lựa chọn dạng hàm hồi quy**

**Bảng 4. Kiểm tra sự tồn tại của hệ số hồi quy dạng hàm (1), (2) và (3)**

Dạng hàm	R <sup>2</sup>	Hệ số hồi quy và mức ý nghĩa kiểm tra sự tồn tại									
		a	Sig.F <sub>a</sub>	b	Sig.F <sub>b</sub>	c	Sig.F <sub>c</sub>	d	Sig.F <sub>d</sub>	e	Sig.F <sub>e</sub>
(1)	0,914	0,149	0,812	0,004	0,405	0,003	0,456	0,033	0,339	-0,020	0,211
(2)	0,841	1,046	0,001	0,003	0,035	0,002	0,042	0,050	0,026		
(3)	0,839	1,045	0,000	0,045	0,044	0,062	0,014				

Như vậy, giá trị Sig.F của các hệ số hồi quy lập theo dạng phương trình (1) đều lớn hơn 0,05. Do đó, không tồn tại mối quan hệ giữa mức sóng giảm với các yếu tố sinh trưởng của cây rừng theo dạng hàm (1). Còn dạng hàm (2) và (3), do giá trị sig.F của các hệ số a, b, c đều nhỏ hơn 0,05, vì vậy tồn tại mối quan hệ giữa khả năng chắn sóng với các yếu tố sinh trưởng đường kính, chiều cao và đường kính tán theo hai dạng hàm này. Cụ thể, mối quan hệ giữa mức sóng giảm và các yếu tố sinh trưởng được lập như sau:

$$Y = 1,045 + 0,045.H_{vn} + 0,062.D_{00} \quad (4)$$

$$Y = 1,046 + 0,003.H_{vn} + 0,002.D_{00} + 0,05.D_t \quad (5)$$

Vì giá trị hệ số xác định  $R^2$  của phương trình (5) bằng 0,841 lớn hơn hệ số xác định  $R^2$  của phương trình (4)  $R^2 = 0,839$ . Vì vậy, đề tài lựa chọn phương trình (5) để mô phỏng mối quan hệ giữa mức sóng giảm với các yếu tố sinh trưởng của rừng.

**Kiểm tra mức độ phù hợp của mô hình hồi quy**

- Mức độ giải thích của mô hình  $Y = 1,046 + 0,003.H_{vn} + 0,002.D_{00} + 0,05.D_t$

**Bảng 5: Đánh giá mức độ giải thích của mô hình**

Hàm tương quan	R	Hệ số xác định ( $R^2$ )	Hệ số xác định điều chỉnh ( $R^2$ )	Sai số ước lượng
1	0,917	0,841	0,722	0,02838

Hệ số xác định điều chỉnh (Adjusted R square) bằng 0,722. Điều này cho biết, 72,2% sự thay đổi khả năng chắn sóng được giải thích bởi các biến chiều cao vút ngọn, đường kính gốc và đường kính tán.

- Mức độ phù hợp

**Bảng 6: Phân tích phương sai**

Nguồn biến động	Tổng biến động	Bậc tự do (df)	Phương sai	F	Mức ý nghĩa (Sig.)
Hồi quy	0,017	3	0,006	7,065	0,045
Sai số dư	0,003	4	0,001		
Tổng	0,020	7			

Do Sig.F < 0,05, chúng tỏ các biến độc lập có tương quan tuyến tính với biến phụ thuộc với mức độ tin cậy 95%.

**Đánh giá kết quả hồi quy**

**Bảng 7: Hệ số hồi quy chuẩn hóa và chưa chuẩn hóa**

Biến độc lập	Hệ số chưa chuẩn hóa		Hệ số Beta chuẩn hóa	t	Sig.
	Giá trị hệ số	Sai số chuẩn			
Hàng số	1,046	0,113		9,246	0,001
$H_{vn}$	0,003	0,001	1,819	2,395	0,075
$D_{00}$	0,002	0,001	1,233	2,039	0,052
$D_t$	0,005	0,020	2,113	0,235	0,826

- Hệ số hồi quy chưa chuẩn hóa

Biến  $H_{vn}$  có hệ số 0,003, quan hệ cùng chiều với biến Y. Điều này cho thấy, khi chiều cao vút ngọn tăng 1% thì khả năng chắn sóng tăng lên 0,3%.

Biến  $D_{00}$  có hệ số 0,002, quan hệ cùng chiều với biến Y. Vì vậy, khi đường kính gốc tăng 1% thì khả năng chắn sóng tăng lên 0,2%.

Biến  $D_t$  có hệ số 0,005, quan hệ cùng chiều với biến Y. Vì vậy, khi đường kính tán tăng 1% thì khả năng chắn sóng tăng 0,5%.

- Hệ số hồi quy chuẩn hóa: Để đánh giá vai trò của từng biến độc lập ( $H_{vn}, D_{00}, D_t$ ) đến khả năng chắn sóng của rừng. Đề tài sử dụng hệ số chuẩn hóa (Standardized Coefficients) để xác định vai trò của từng biến.

**Bảng 8. Vị trí quan trọng của các yếu tố**

Biến độc lập	Giá trị tuyệt đối	% Đóng góp
$H_{vn}$	2,819	35,22
$D_{00}$	2,133	23,87
$D_t$	0,113	40,91

Các biến sinh trưởng của cây rừng đều có ảnh hưởng đến khả năng chắn sóng, các biến khác nhau thì khả năng chắn sóng cũng khác nhau. Trong đó, biến đường kính tán có ảnh hưởng lớn nhất đến khả năng chắn sóng (đóng góp 40,91% vào khả năng chắn sóng), tiếp đến là chiều cao vút ngọn (đóng góp 35,22%) và thấp nhất là đường kính gốc (đóng góp 23,87%).

## KẾT LUẬN

Tỷ lệ sống của các công thức trồng rừng đạt trên 80%. Cây trồng sinh trưởng khá tốt. Tại mô hình trồng trên đất ngập triều sâu, công thức cho sinh trưởng tốt nhất là CT1-3 (2.500 Bần + 800 Trang), sinh trưởng kém nhất tại công thức CT1-2 (200 Bần + 2300 Trang). Đối với mô hình trồng trên đất cát dính tại Thái Bình, công thức cho sinh trưởng tốt nhất là CT2-2 (2.500 Bần + 800 Trang), tiếp đến là các công thức CT2-1, CT2-3. Mô hình trồng trên đất cát dính, ngập triều sâu, địa hình trồng trái, công thức trồng Bần chua thuần loài với mật độ 3.200 cây/ha, sinh trưởng có triển vọng hơn so với công thức trồng hỗn giao 1.600 Bần + 1600 Trang.

Hiệu quả chắn sóng của các công thức thí nghiệm đã thể hiện rõ rệt khi cây trồng đạt 3-4 năm tuổi. Tại thí nghiệm ngập triều sâu, công thức có hệ số cản sóng tốt nhất là CT1-3 với 83,69%, thấp nhất tại CT1-2 với 76,18%. Tại thí nghiệm trồng trên đất cát dính sóng to gió lớn địa hình trồng trái thì khi trồng Bần chua thuần loài, mật độ 3.200 cây/ha có tác dụng cản sóng tốt hơn so với trồng hỗn giao với Đước (87,51% so với 84,49%). Công thức có hệ số cản sóng tốt nhất tại thí nghiệm trồng trên đất cát dính là CT2-2 với 89,60% và thấp nhất là CT2-1 (85,63%). Khi không có RNM thì chỉ giảm được 28,3%.

Biến thiên của hệ số giảm và phần trăm giảm sóng giữa đo đêm ngoài thực địa và tính toán bằng phần mềm WADIBE đã có sự biến động nhưng không lớn.

Giữa khả năng chắn sóng của rừng và các yếu tố sinh trưởng chiều cao vút ngọn, sinh trưởng đường kính gốc và đường kính tán có mối quan hệ mật thiết với nhau theo dạng hàm  $Y = 1,046 + 0,003.H_{vn} + 0,002.D_{00} + 0,05.D_t$ .

Các biến  $H_{vn}$ ,  $D_{00}$  và  $D_t$  có quan hệ thuận chiều với khả năng chắn sóng, điều này có nghĩa, cây càng cao, đường kính gốc và đường kính tán càng lớn thì khả năng làm giảm biên độ sóng càng cao.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Minh Cát, 2008. *Nghiên cứu, đề xuất mật cắt ngang để biến hợp lý với từng loại đê và phù hợp với điều kiện từng vùng từ Quảng Ninh đến Quảng Nam*. Báo cáo tổng kết đề tài.
2. Trịnh Văn Hạnh, 2009. *Nghiên cứu giải pháp trồng cây ngập mặn chắn sóng bảo vệ đê biển Thanh Hóa và Ninh Bình*. Báo cáo tổng kết đề tài.
3. Ngô Kim Khôi, 1998. *Thống kê toán học trong lâm nghiệp*, NXB Nông nghiệp.
4. Nguyễn Hải Tuất, Ngô Kim Khôi, 1996. *Xử lý thống kê các kết quả nghiên cứu thực nghiệm trong nông lâm nghiệp trên máy tính*. NXB Nông nghiệp
5. Nguyễn Hải Tuất, Nguyễn Trọng Bình, 2005. *Khai thác và sử dụng SPSS để xử lý số liệu trong lâm nghiệp*. Nhà xuất bản Nông nghiệp.

# **RESEARCH ON THE ANTI-WAVE POTENTIAL OF DIFFERENT EXPERIMENTAL FORMULAS OF MANGROVE FOREST PLANTATION IN SOME NORTHERN COASTAL PROVINCES OF VIETNAM**

**Doan Dinh Tam**

*Research Centre for Forest Ecology and Environment*

## **SUMMARY**

The 4-year experiences of planting mangroves in sites with adverse conditions in Thai Binh and Thanh Hoa provinces showed that mangroves grow best in formulas CT1-3; CT2-2 and CT3-2. There is evidence indicating that the mangroves planted following these formulas efficiently form anti-wave barriers. Among mangroves planted on marine swamps submerged in seawater in Thai Binh province, those that were planted following formula CT1-3 presented the highest anti-wave coefficient (i.e., 83.69%) and those that were planted following formula CT1-2 generated the lowest anti-wave coefficient (i.e., 76.18%). For forests planted in sandy soil with strong wave and wind coming daily in Thanh Hoa province, the single species (i.e., red-flowered apple (*Sonneratia caseolaris*)) mangroves with density of 3200 trees per hectare formed better anti-wave barriers than the mixed species (i.e., red-flowered apple (*Sonneratia caseolaris*) mixed with corky stilt (*Rhizophora apiculata*)) mangroves did. The highest and lowest anti-wave coefficients recorded in mangroves planted on sandy soil in Thai Binh province were 89.60% (in formula CT2-2) and 85.63% (in formula CT2-1), respectively. In the absence of mangroves, wave height was only reduced by 28.3%. There is a close relationship between mangrove's growth factors such as  $H_{vn}$ ,  $D_{00}$  and  $D_t$  and mangrove's anti-wave capacity. The taller and bigger mangrove trees are, the better do they reduce the negative effects of waves. Particularly, mangrove trees' canopy diameter presents the best capacity in terms of reducing the wave amplitude, followed by mangrove trees' height and stem diameter.

**Keywords:** Mangrove, Sites, Anti-wave coefficients

**Người thẩm định:** PGS.TS. Ngô Đình Quế