

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

TRẦN XUÂN SINH

NGHIÊN CỨU MÔ HÌNH HÓA ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ NGẬP
(DO BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU) ĐẾN HỆ SINH THÁI RỪNG NGẬP
MẶN VƯỜN QUỐC GIA XUÂN THỦY, TỈNH NAM ĐỊNH

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÔI TRƯỜNG

Hà Nội - Năm 2012

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

TRẦN XUÂN SINH

**NGHIÊN CỨU MÔ HÌNH HÓA ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ NGẬP
(DO BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU) ĐẾN HỆ SINH THÁI RỪNG NGẬP MẶN
VƯỜN QUỐC GIA XUÂN THỦY, TỈNH NAM ĐỊNH**

Chuyên ngành: Môi trường trong phát triển bền vững
(Chương trình đào tạo thí điểm)

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÔI TRƯỜNG

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: TS. NGUYỄN THỊ KIM CÚC

Hà Nội - Năm 2012

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	1
1. Tính cấp thiết của đề tài.....	1
2. Mục tiêu, đối tượng, phạm vi nghiên cứu của đề tài.....	2
3. Tính thực tiễn của đề tài	2
CHƯƠNG I: TỔNG QUAN.....	3
1.1. Rừng ngập mặn	3
1.1.1. Khái niệm về rừng ngập mặn và phân bố của chúng	3
1.1.2. Nguồn gốc của rừng ngập mặn ở Việt Nam	4
1.1.3. Những nhân tố sinh thái cần thiết cho rừng ngập mặn sinh trưởng và phát triển.....	5
1.1.4. Một số đặc điểm sinh học của các loài cây ngập mặn.....	6
1.1.5. Diễn thế sinh thái RNM tại khu vực nghiên cứu	7
1.2. Biến đổi khí hậu và hệ sinh thái RNM.....	10
1.2.1. Biến đổi khí hậu và nước biển dâng trên thế giới	10
1.2.2. Biến đổi khí hậu và nước biển dâng tại Việt Nam.....	11
1.2.3. Một số ảnh hưởng của BĐKH đến hệ sinh thái RNM	14
1.3. Vai trò của RNM trong bối cảnh biến đổi khí hậu.....	18
1.3.1. Kinh tế và đa dạng sinh học	18
1.3.2. Bảo vệ bờ biển, bờ sông.....	20
1.3.3. Mở rộng đất liền	20
1.3.4. Bảo vệ môi trường	20
1.3.5. Điều hòa khí hậu.....	21
1.3.6. Hạn chế ô nhiễm vùng ven biển	21
1.4. Đặc điểm khu vực nghiên cứu	21
1.4.1. Điều kiện tự nhiên, các nguồn tài nguyên	21
1.4.2. Điều kiện kinh tế - xã hội.....	31
1.5. Tổng quan về mô hình rừng ngập mặn.....	35
CHƯƠNG II: NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	39

2.1. Các nội dung nghiên cứu	39
2.2. Phương pháp nghiên cứu	40
2.2.1. Phương pháp thu thập, tổng hợp thông tin	40
2.2.2. Phương pháp khảo sát, đo đạc tại hiện trường	40
2.2.3. Phương pháp kế thừa	41
2.2.4. Phương pháp lập trình, phần mềm MATLAB	42
2.2.5. Giới thiệu về phương pháp mô hình hướng cá thể (IBM) và mô hình CGMM	42
CHƯƠNG III: KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN	53
3.1. Hiện trạng rừng ngập mặn tại khu vực nghiên cứu.....	53
3.1.1. Thành phần loài khu vực nghiên cứu	53
3.1.2. Đặc điểm sinh trưởng các loài chính tại khu vực nghiên cứu	54
3.2. Kết quả mô hình hóa ảnh hưởng của sự thay đổi độ ngập - do biến đổi khí hậu đến động thái rừng ngập mặn VQG Xuân Thủy.....	57
KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ	67

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

BĐKH:	Biến đổi khí hậu
CGMM:	Mô hình rừng ngập mặn Cần Giờ
CNM:	Cây ngập mặn
IBM:	Mô hình hướng cá thể
IUCN:	Liên minh Quốc tế Bảo tồn Thiên nhiên và Tài nguyên Thiên nhiên
NTTS:	Nuôi trồng thủy sản
OTC:	Ô tiêu chuẩn
RNM:	Rừng ngập mặn
VQG:	Vườn quốc gia

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1. 1: Các kịch bản nước biển dâng so với thời kỳ 1890 - 1999.....	11
Bảng 1. 2: Mức nước biển dâng theo kịch bản phát thải trung bình	13
Bảng 1. 3: Diện tích có nguy cơ bị ngập theo các mức nước biển dâng.....	13
Bảng 1. 4: Diện tích các loại đất có tại khu vực nghiên cứu.....	25
Bảng 1. 5: Thành phần các loài tại khu vực nghiên cứu.....	28
Bảng 1. 6: Tổng hợp dân số, lao động các xã vùng Đệm VQG Xuân Thủy.....	33
Bảng 2. 1: Mô tả thành phần và biến với quy mô khác nhau của CGMM	49
Bảng 3. 1: Thống kê số lượng loài tại các OTC.....	53
Bảng 3. 2: Diện tích quy hoạch RNM đến năm 2100 tại vùng nghiên cứu	66

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ, SƠ ĐỒ

Hình 1. 1: Bản đồ phân bố rừng ngập mặn trên thế giới	3
Hình 1. 2: Sơ đồ các loại rế trên mặt đất	6
Hình 1. 3: Quả và trụ mầm của đước	7
Hình 1. 4 : Bốn kịch bản phản ứng của rừng ngập mặn trước tác động của nước biển dâng	16
Hình 1. 5: Sơ đồ khu vực nghiên cứu.....	29
Hình 2. 1: Sơ đồ vị trí các ô tiêu chuẩn tại khu vực nghiên cứu	41
Hình 2. 2: Tái tạo vùng ảnh hưởng cạnh tranh giữa các cá thể.....	42
Hình 2. 3: Sơ đồ thiết kế cấu trúc khái niệm của mô hình tại khu vực nghiên cứu..	49
Hình 2. 4: Sơ đồ thiết kế cấu trúc khái niệm của mô hình tại khu vực nghiên cứu..	52
Hình 3. 1: Giá trị đường kính cây theo các nhóm tuổi	54
Hình 3. 2: Chiều cao cây trong các OTC	55
Hình 3. 3: Chiều cao cây trong các OTC	56
Hình 3. 4: Mô hình mô phỏng tương tác của từng cá thể với nhau và quá trình phát triển của chúng	58
Hình 3.5: Cạnh tranh về không gian của các cá thể trong mô hình.....	59
Hình 3. 6: Diễn biến phân bố loài theo thời gian	59
Hình 3. 7: Diễn biến giá trị sinh khối của các loài theo thời gian	60
Hình 3. 8: Quy hoạch phân bố rừng ngập mặn VQGXT đến năm 2030	63
Hình 3. 9: Quy hoạch phân bố rừng ngập mặn VQGXT đến năm 2050	64
Hình 3. 10: Phân bố rừng ngập mặn VQGXT đến năm 2100	63

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Nóng lên toàn cầu là vấn đề mới được ghi nhận trong vài thập kỷ trở lại đây. Tuy nhiên nó tiềm ẩn những tác động tiêu cực tới sinh vật và các hệ sinh thái. Biến đổi khí hậu (BĐKH), một hệ quả của sự nóng lên toàn cầu, làm tổn hại lên tất cả các thành phần của môi trường sống như nước biển dâng cao, gia tăng hạn hán, ngập lụt, thay đổi các kiểu khí hậu, gia tăng các loại bệnh tật, thiếu hụt nguồn nước ngọt, suy giảm đa dạng sinh học và gia tăng các hiện tượng khí hậu cực đoan.

Nguyên nhân chính gây ra hiện tượng nóng lên toàn cầu là sự tăng lên của nồng độ của khí nhà kính. Khí nhà kính chỉ chiếm 1% bầu khí quyển nhưng có vai trò như tấm chăn bao phủ trái đất vì chúng giữ nhiệt sưởi ấm cho trái đất, nơi mà nhiệt độ sẽ thấp hơn khoảng 30⁰C nếu như không có khí nhà kính. Các hoạt động của con người như sử dụng nhiên liệu hóa thạch, sản xuất xi măng, chuyển đổi mục đích sử dụng đất và hoạt động công nghiệp làm dày thêm “lớp chăn” bao phủ này dẫn đến sự nóng lên toàn cầu

Việt Nam có điều kiện thuận lợi cho phát triển rừng ngập mặn (RNM) với bờ biển dài khoảng 3.260 km, hệ thống sông lớn giàu trầm tích. Diện tích rừng ngập mặn trong thời gian qua liên tục giảm xuống, diện tích giảm xuống có thể do do chiến tranh (ví dụ: đã có khoảng 124.000 ha rừng ngập mặn của đồng bằng sông Cửu Long bị phá hủy do chất độc hóa học trong thời gian chiến tranh - Lê Diên Dực, 2009), cháy rừng, thu gổ nhiên liệu, nuôi trồng thủy sản và các hoạt động khác của con người. Các hoạt động trên đã ảnh hưởng đến rừng ngập mặn, làm biến đổi tính chất lý hóa của đất; biến đổi lượng vi sinh vật; đẩy mạnh xâm nhập mặn; thúc đẩy quá trình xói lở ven biển, ven sông; tăng ô nhiễm nguồn nước...

Nghiên cứu mô hình hóa ảnh hưởng của độ ngập (do biến đổi khí hậu) đến hệ sinh thái rừng ngập mặn là một phần trong nghiên cứu mô hình động thái rừng ngập mặn theo sự thay đổi điều kiện môi trường mà trong đó các tham số quyết định đến diễn biến hệ sinh thái rừng ngập mặn gồm có nhiều yếu tố như: độ mặn, điều kiện ngập, khí hậu, thổ nhưỡng... Hiện nay nghiên cứu mô hình hóa dự đoán động thái rừng ngập mặn khi có sự thay đổi về điều kiện môi trường ở Việt Nam đã được tiến hành ở khu vực phía Nam, tuy vậy ở Vườn Quốc gia Xuân Thủy vẫn còn là một vấn đề mới, nhất là mô hình hóa ảnh hưởng của độ ngập với các kịch bản biến đổi khí hậu.

Xuất phát từ thực tiễn trên, học viên tiến hành nghiên cứu đề tài **“Nghiên cứu mô hình hóa ảnh hưởng của độ ngập (do biến đổi khí hậu) đến hệ sinh thái rừng ngập mặn Vườn Quốc gia Xuân Thủy, tỉnh Nam Định”**.

2. Mục tiêu, đối tượng, phạm vi nghiên cứu của đề tài

*** Mục tiêu**

Nghiên cứu mô hình hóa ảnh hưởng của độ ngập (do biến đổi khí hậu) đến hệ sinh thái rừng ngập mặn Vườn Quốc gia Xuân Thủy, tỉnh Nam Định.

Đề đạt được mục tiêu trên, đề tài cần tập trung giải quyết các nhiệm vụ sau:

- Xác định mối quan hệ giữa đặc điểm môi trường vật lí của vùng với hệ thống rừng ngập mặn;

- Phân tích, đánh giá quan hệ tương tác giữa điều kiện địa hình đến hệ sinh thái rừng ngập mặn khu vực nghiên cứu;

- Nghiên cứu các yếu tố tác động đến sự phân bố hệ thực vật rừng ngập mặn, tập trung vào chế độ ngập;

- Thiết kế và xây dựng mô hình toán mô phỏng diễn biến và diễn thế rừng ngập mặn;

- Mô hình hóa diễn biến rừng ngập mặn dưới tác động ảnh hưởng của các điều kiện môi trường.

*** Đối tượng nghiên cứu**

Rừng ngập mặn của Vườn quốc gia Xuân Thủy.

*** Phạm vi nghiên cứu**

Diện tích rừng ngập mặn vùng lõi Vườn quốc gia Xuân Thủy.

3. Tính thực tiễn của đề tài

Nghiên cứu được tổng kết từ các số liệu điều tra để dự đoán các động thái sinh trưởng, phát triển của cây rừng ngập mặn theo các kịch bản nước biển dâng. Từ có cung cấp một công cụ cho các nhà quản lý và nghiên cứu rừng ngập mặn có thể tham chiếu, đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu dưới góc nhìn hẹp thông qua thay đổi một yếu tố môi trường là độ ngập.

Kết quả nghiên cứu của đề tài được trình bày trong trang báo cáo, ngoài phần Mở đầu và Kết luận, báo cáo được chia thành các chương:

Chương I: Tổng quan

Chương II: Nội dung và phương pháp nghiên cứu

Chương III: Kết quả và thảo luận

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN

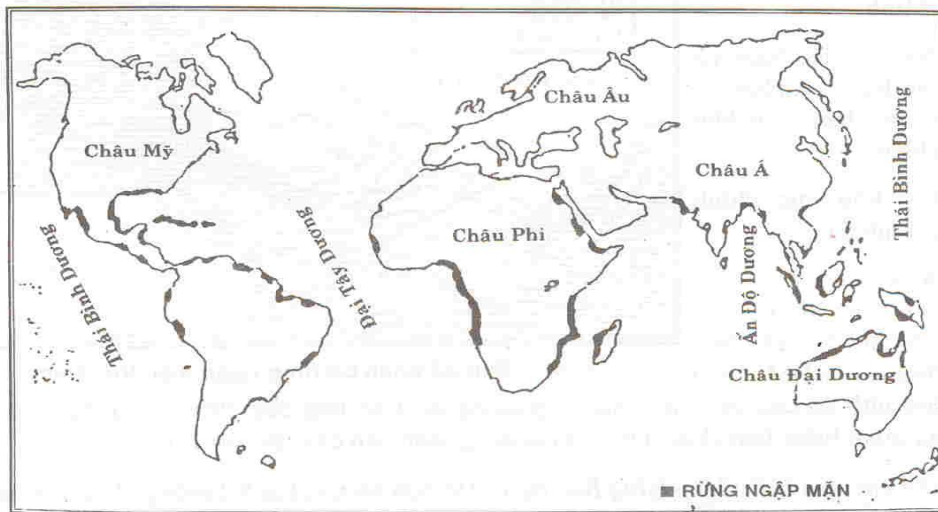
1.1. Rừng ngập mặn

1.1.1. Khái niệm về rừng ngập mặn và phân bố của chúng

Theo Phan Nguyên Hồng (1999), rừng ngập mặn sống ở vùng chuyển tiếp giữa môi trường biển và đất liền, tác động của các nhân tố sinh thái ảnh hưởng đến sự tồn tại và phân bố của chúng. Cây ngập mặn thường xuất hiện ở thảm thực vật khác nhau song song với bờ biển và bờ sông. Các cây ngập mặn có biên độ thích nghi rất rộng với khí hậu, đất, nước, độ mặn.

Rừng ngập mặn phân bố chủ yếu ở vùng xích đạo và nhiệt đới hai bán cầu. Tuy nhiên một số loài có thể mở rộng khu phân bố lên phía bắc tới Bermuda ($32^{\circ}20'$ Bắc) và Nhật Bản ($31^{\circ}22'$ Bắc) như trang, vẹt dù, đàng, có vàng... (Hình 1.1)

Giới hạn phía nam của cây ngập mặn là New Zealand ($38^{\circ}03'$ Nam) và phía nam Australia ($38^{\circ}43'$ Nam). Ở những vùng này do khí hậu mùa đông lạnh nên thường chỉ có loài mắm biển sinh trưởng.



Hình 1.1: Bản đồ phân bố rừng ngập mặn trên thế giới (Phan Nguyên Hồng, 1999)

Tính toán diện tích rừng ngập mặn một cách chính xác là rất khó khăn vì chúng luôn bị biến đổi do tác động của con người. Theo IUCN (1983), diện tích rừng ngập mặn trên thế giới là 168.810 km^2 , còn Spalding và cộng sự (1998) cho rằng diện tích rừng ngập mặn trên thế giới là 198.818 km^2 .

Về cơ bản, các yếu tố địa chất, khí hậu và sinh học quyết định các loại hình phát triển và đặc điểm rừng ngập mặn. Các yếu tố địa chất hình thành cấu trúc đất và cơ cấu

lãng động trầm tích của khu vực, các yếu tố khí tượng gây ra quá trình thủy văn (thủy triều, sóng, dòng ven bờ...). Các yếu tố sinh học xác định điều kiện thích nghi của cây.

Các loài ngập mặn có các hình thái sinh lý, sinh sản cho phép chúng phát triển trong các điều kiện môi trường khắc nghiệt (trong đó có môi trường ngập mặn).

Hai nước có diện tích RNM lớn nhất thế giới là Indonesia và Brazil, kích thước cây cũng rất lớn. ở Ecuador có cây cao tới 60m. Ở các nước Đông Nam á như Malaysia, Phillippine, Thái Lan, Nam Việt Nam, RNM cũng phát triển vì ở đó có những điều kiện thuận lợi như lượng mưa dồi dào trong năm, nhiệt độ cao và ít biến động, bãi lầy rộng, giàu chất mùn và phù sa, chiều cao của cây đạt 20 - 30m.

Do dân số tăng quá nhanh, đặc biệt là ở các nước đang phát triển, nên hiện nay RNM đang bị khai thác quá mức, hoặc sử dụng vào mục đích kinh tế khác. Vì thế mà diện tích RNM trên thế giới đang bị thu hẹp dần. RNM tự nhiên chỉ còn rất ít ở các nước. Hiện nay ở một số nước đã thành lập các vườn quốc gia, khu sinh quyển, khu bảo vệ các loài động, thực vật, nơi nghiên cứu, học tập, du lịch trong vùng RNM.

1.1.2. Nguồn gốc của rừng ngập mặn ở Việt Nam

Theo Phan Nguyên Hồng (1999), số loài cây ngập mặn được biết ở ven biển Nam Bộ phong phú nhất (100 loài), sau đó là đến ven biển Trung Bộ (69 loài) và cuối cùng là ven biển Bắc Bộ (52 loài). Có sự sai khác về số loài là do sự khác nhau về các đặc điểm về địa lý, khí hậu và thủy văn.

Một số nhà nghiên cứu cho rằng, trung tâm hình thành cây ngập mặn là Indonesia và Malaysia (Chapman, 1976) từ đó phát tán ra các nơi khác. Theo Phan Nguyên Hồng (1991), thì vận chuyển nguồn giống vào Việt Nam chủ yếu là do các dòng chảy đại dương và các dòng ven bờ.

Gió mùa Tây Nam vào mùa hè đưa dòng chảy mang nguồn giống từ phía Nam lên, nhưng khi đến vĩ độ 12 thì dòng chảy chuyển hướng ra khơi nên một số loài không phát tán đến bờ biển phía Bắc. Chính vì vậy mà nhiều loài phong phú ở phía Nam như: bần trắng, bần ổi, dà, dung, đước, vẹt trụ, vẹt tách, dừa nước, mắm đen, mắm trắng... không xuất hiện ở miền Bắc.

Cũng có thể một số ít loài trên trôi nổi trên biển một thời gian vài tháng và vào được bờ biển vịnh Bắc Bộ, nhưng vì thời kỳ sinh trưởng của chúng trùng vào mùa đông nên không tồn tại được (Hồng, 1991). Nguyễn Mỹ Hằng và Phan Nguyên Hồng

(1996) đã theo dõi sự sinh trưởng của một số loài thuộc họ Đước như đước, đưng, vẹt trụ, vẹt tách, đà vôi, đà quánh chuyển từ Cần Giờ - thành phố Hồ Chí Minh ra trồng thí nghiệm ở Thạch Hà - Hà Tĩnh nhưng không có kết quả. Trong thời kỳ nóng, ảm cây sinh trưởng nhanh hơn các loài cây cùng họ ở miền Bắc, nhưng vào mùa đông năm đầu cây héo ngọn sau đó đâm cành và tiếp tục sinh trưởng, đến mùa đông năm sau cây chết mòn từng phần.

1.1.3. Những nhân tố sinh thái cần thiết cho rừng ngập mặn sinh trưởng và phát triển

Rừng ngập mặn sinh trưởng và phát triển tốt ở những nơi có các yếu tố sau đây (Chapman, 1976):

1.1.3.1. Chất đất

Các bãi lầy có phù sa chứa nhiều chất dinh dưỡng do nước triều mang vào là điều kiện tốt nhất cho thực vật ngập mặn sinh trưởng và phát triển. ở các vùng ven biển nhiều cát, ít phù sa hoặc nơi có nhiều sỏi đá thì một số loài cây ngập mặn vẫn sống được nhưng thấp bé, còi cọc. Ví dụ cây đước ở mũi Cà Mau (tỉnh Cà Mau) có tốc độ tăng trưởng 0,8 - 1m/năm về chiều cao, và 0,6 - 0,8 cm/năm về đường kính (Hồng và cộng sự, 1999). Trong khi đó tốc độ tăng trưởng của loài này ở vùng vịnh Cam Ranh (Khánh Hòa) nơi có nhiều cát chỉ đạt 0,4 - 0,6m/năm; cây thấp phân cành nhiều.

1.1.3.2. Địa hình

Những vùng ven biển, cửa sông có nhiều đảo che chắn ở ngoài, bờ biển thoải thoải, ít chịu ảnh hưởng của bão, đều thuận lợi cho cây ngập mặn sinh trưởng và phân bố rộng.

1.1.3.3. Độ mặn của đất và nước

Nhiều loài cây ngập mặn phát triển tốt ở nơi có độ mặn trung bình 1,5 - 2,5%, Tuy nhiên có một số cây thích nghi với vùng nước lợ có độ mặn thấp (0,5 - 1%) dọc các cửa sông như *bần chua*, *dừa nước*, *ô rô*. Nhìn chung khi độ mặn cao quá hoặc thấp quá, nhiều loài cây sinh trưởng không bình thường.

1.1.3.4. Nhiệt độ

Các loài cây ngập mặn chỉ sinh trưởng tốt ở vùng nhiệt độ trung bình năm trên 20°C, ít biến đổi. Ở miền Bắc nước ta có mùa đông lạnh, do đó RNM ít cây to, số loài ít, tốc độ tăng trưởng cũng chậm. Còn ở Nam Bộ nhiệt độ trung bình năm 24 - 27°C, ít dao động nên rừng có nhiều cây to, tăng trưởng nhanh, thành phần loài cũng phong phú hơn. Với biến động về nhiệt độ mạnh mẽ vào mùa đông trong những năm vừa qua (2008-2011) nhiều diện tích rừng ngập mặn, đặc biệt là diện tích phân bố của

loài Bần chua (*Sonneratia caseolaris*) đã bị suy giảm sức khỏe hoặc chết.

1.1.3.5. Nước triều

Những vùng cửa sông, ven biển có nước triều lên xuống hàng ngày cung cấp chất dinh dưỡng và độ ẩm cho các bãi lầy, rất thích hợp cho sự sinh trưởng của cây ngập mặn. Ở những bãi ngập sâu hoặc ít khi ngập, cây sinh trưởng kém hoặc thậm chí cây sẽ chết nếu bị ngập liên tục nhiều ngày như các cây sù, vẹt, đàng, trang bị quây trong các đầm tôm.

1.1.3.6. Dòng nước ngọt

Dòng nước ngọt từ sông cung cấp phù sa và các chất dinh dưỡng khác cho cây. Nước ngọt pha loãng độ mặn của nước biển, tạo điều kiện thuận lợi cho cây phát triển.

1.1.3.7. Lượng mưa

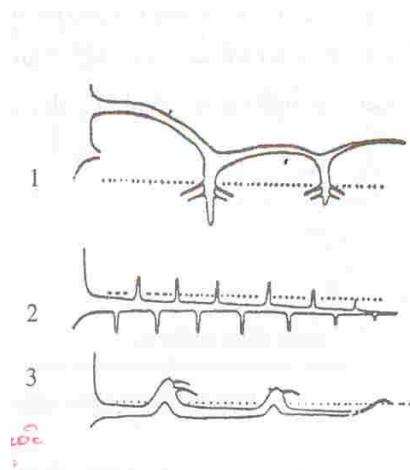
Cũng như các loài cây khác, cây ngập mặn cần nước mưa, đặc biệt là trong thời kỳ ra hoa, kết quả, hình thành trụ mầm. Khi nẩy mầm cây con cần nước ngọt làm giảm độ mặn trong đất. Nơi nào mưa nhiều, cây phát triển mạnh, nơi ít mưa cây cằn cỗi. Ví dụ ở Inisop hai (Ôxtrâyli a) có lượng mưa 3.500 - 4.000 mm/năm thì cây ngập mặn phát triển rất tốt, trong rừng có tới 92 loài cây. Còn ở Iran do lượng mưa ít, nhiệt độ cao, RNM chỉ có loài cây mắm biển (*Avicennia marina*). Cây cao nhất là 3 - 5 m.

1.1.4. Một số đặc điểm sinh học của các loài cây ngập mặn

1.1.4.1. Hệ rễ trên mặt đất

Sống trong môi trường ngập nước triều định kỳ, các cây ngập mặn có một số đặc tính thích nghi: Trước hết là về hệ rễ. Một số cây ngập mặn điển hình như đước, vẹt, trang, bần, mắm... thường có hệ rễ phát triển. Ngoài những rễ ở dưới đất, các cây này có thêm những rễ trên mặt đất, đảm nhiệm chức năng hô hấp và giúp cây đứng vững trong điều kiện bùn lầy nhão, không ổn định.

Ở cây đước/đàng có rễ chống từ thân, cành mọc dài ra, phân nhánh và cắm xuống đất như các răng nơm úp; mắm, bần có rễ hô hấp mọc ngược từ các rễ nằm ngang dưới đất, trông như những mũi chông để lấy không khí; vẹt có rễ hô hấp khuy nh lên từ các rễ nằm ngang ở gần mặt đất như hình đầu gối (Hình 1.2). Các rễ này với rễ dưới đất giữ cho cây đứng vững ở trên nền bùn mềm, nhiều sóng gió.



Hình 1.2: Sơ đồ các loại rễ trên mặt đất
1. Rễ chống ở đàng, đước
2. Rễ hô hấp ở mắm 3. Rễ hình đầu gối ở vẹt

1.1.4.2. Quả và trụ mầm

Quả và hạt của các cây ngập mặn cũng rất đặc biệt. Ở đước, vẹt, trang, dà thuộc họ Đước (*Rhizophoraceae*) thì hạt nảy mầm ngay khi quả còn ở trên cây mẹ thành một bộ phận dài, dính liền với quả gọi là trụ mầm (propagule) có đủ các bộ phận của một cây con tương lai. Người ta gọi là hiện tượng "sinh con trên cây mẹ" (*vivipary*) (Hình 1.3). Khi trụ mầm chín, nó tách ra khỏi quả rồi rụng xuống, cắm vào trong bùn mọt thành cây con. Có loại hạt cũng nảy mầm trên cây mẹ nhưng trụ mầm chỉ nằm trong quả, sau khi rụng xuống bùn mới mọc tiếp như ở cây sù, mắm và dừa nước. Đó là hiện tượng "nửa sinh con" (*cryptovivipary*).

Cuối cùng là các cây có quả, hạt thông thường như giá, ô rô, bần... thì hạt chín rơi xuống đất nảy mầm ngay thành cây con.

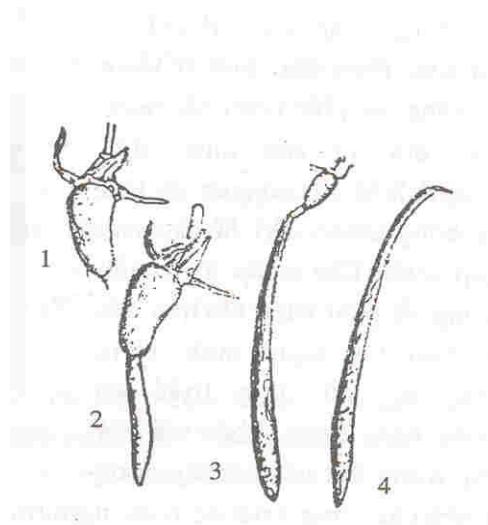
1.1.4.3. Các nhóm cây ngập mặn

Các cây ngập mặn thích nghi với các chế độ nước mặn theo các cách khác nhau. Có thể chia làm 2 nhóm sau:

- *Nhóm tiết muối ra ngoài* (salt-excreting group): Các cây hút nước mặn vào cơ thể rồi thải muối ra theo các tuyến đặc biệt, gọi là *tuyến tiết muối* trên lá. Ví dụ như mắm, sù, ô rô.
- *Nhóm tích tụ muối* (salt accumulating group) Các cây cũng có thể hút nước mặn vào trong cơ thể rồi lọc lấy nước, còn muối có hại thì tích vào trong các *lá già*, khi rụng muối được thải ra ngoài cơ thể như ở cây giá, vạng hôi, đàng, đước, trang, vẹt dù (Hồng, 1991).

1.1.5. Diễn thế sinh thái RNM tại khu vực nghiên cứu

Theo kết quả nghiên cứu của Phan Nguyên Hồng (1991) về thảm thực vật ven biển miền Bắc Việt Nam, có thể nhận thấy ở VQG Xuân Thủy có 2 diễn thế sinh thái tương ứng với các quần xã đặc trưng tại khu vực này là: Diễn thế nguyên sinh của quần xã cây ngập mặn với vai trò tiên phong của loài mắm biển và diễn thế nguyên



Hình 1.3: Quả và trụ mầm của đước

1. Quả đước đỏ; 2. Quả và trụ mầm còn rất non; 3. Quả và trụ mầm già; 4. Trụ mầm tách khỏi quả rụng xuống đất

sinh với vai trò tiên phong của cây bần chua.

1. Diễn thế nguyên sinh của quần xã cây ngập mặn với vai trò tiên phong của loài mắm biển

Trong diễn thế sinh thái này có thể chia làm 4 giai đoạn gồm:

- Giai đoạn tiên phong của cây mắm biển: Đầu tiên trên các bãi nổi lên khỏi mặt nước khi triều thấp đất còn ở dạng bùn lũng, nhiều cát, hạt của loài mắm biển từ nơi khác được đưa đến và được giữ lại nơi đây. Nhờ vào cấu tạo đặc biệt của trụ mắm có hình cong, phủ nhiều lông rậm có tác dụng như những cái neo tạo điều kiện cho hạt cắm chặt vào bùn và mọc thành cây. Khi cây mắm biển phát triển sẽ tạo ra nhiều rễ ngang theo hướng tỏa tròn xung quanh thân, từ các rễ này sẽ phát sinh thành hai loại rễ là rễ dinh dưỡng và rễ hô hấp. Chính nhờ hệ thống rễ này mà các chất mùn bã và cây con của các loài khác được giữ lại, tạo điều kiện cho sự xuất hiện của các loài cây mới.

- Giai đoạn hỗn hợp: Quần xã tiên phong đóng vai trò quan trọng trong việc giữ đất khiến cho bãi lầy được nâng lên, thời gian ngập triều định kỳ trong ngày rút ngắn lại, bùn chặt dần. Cây con của các loài khác như sù, vẹt dù, trang... chuyên đến được giữ lại, gặp điều kiện thuận lợi sẽ sinh trưởng và phát triển nhanh trong quần xã mắm biển. Dần dần các loài này vượt tán, cạnh tranh về ánh sáng và dinh dưỡng với loài tiên phong. Phần lớn các cá thể của loài tiên phong không cạnh tranh nổi nên bị đào thải, chỉ những cá thể nào vươn lên cao thì mới tồn tại. Loài sù do khả năng chịu bóng tốt nên số lượng của chúng khá lớn, mặt khác do khả năng chịu mặn cao nên đa phần chúng chiếm ở vị trí ven biển, nhất là các lạch nước. Loài trang sống ở nơi tương đối thấp, còn vẹt dù lại phân bố trên cao gần bờ.

- Giai đoạn vẹt dù chiếm ưu thế: Khi bãi lầy nâng cao lên và ổn định về thể nền, chỉ ngập triều cao, thành phần đất đã thay đổi, bùn chặt có sét thì sự sinh trưởng của các loài chịu mặn như sù, trang lại bị chậm lại, vẹt dù có khả năng chịu bóng cao nên có ưu thế trong cạnh tranh về ánh sáng và chất dinh dưỡng nên tốc độ sinh trưởng nhanh hơn các loài khác, chúng vượt tán và trở thành loài cây ưu thế.

- Giai đoạn diễn thế cuối cùng: Ở những bãi lầy được nâng cao đến mức thỉnh thoảng triều cao mới dâng tới thì có số ít cây vẹt dù mới sống sót, các loài khác chết dần vì bùn cứng lại, đất giàu pyrit bị ô xi hóa thành dạng axit sunphat. Một quần xã cây gỗ, cây bụi không còn bị ngập đến xâm chiếm.

Xem xét 4 giai đoạn của diễn thế nguyên sinh trên có thể thấy ở khu vực nghiên cứu diễn thế sinh thái đang ở giai đoạn hỗn hợp với sự phát triển khá nhanh của các loài trang, sù, trong khi cây mắm biển đang dần bị tía thưa tự nhiên và được thay thế bởi các loài cây khác.

2. Diễn thế nguyên sinh của quần xã cây ngập mặn với vai trò tiên phong của loài bần chua

Diễn thế này gặp tại vùng cửa sông Trà, gồm các giai đoạn như sau:

- Giai đoạn tiên phong của loài bần chua: Ở bãi bồi ngay phía trong cửa sông, đất còn nhão, ngập nước triều thấp thì chưa có cây hoặc lơ thơ vài đám cỏ. Phía trong của bãi, nơi đất cao hơn, ngập triều trung bình, bần chua đến định cư. Bần chua có hệ thống rễ ngang nằm phân bố tỏa trong, các rễ dinh dưỡng đâm vào đất, phân nhánh nhiều và các rễ hô hấp mọc hướng lên trên, ngoài tác dụng hô hấp còn có tác dụng giữ lại mùn bã hữu cơ cũng như hạt và cây con của các loài khác được nước biển đưa đến. Chính sự thích nghi với đất lầy ngập nước giàu dinh dưỡng mà bần chua phát triển khá mạnh tạo thành quần thể ưu thế.

- Giai đoạn hỗn hợp của bần chua - sù - trang - vẹt dù - ô rô: Sau khi bãi lầy được nâng cao dần lên, nhờ hệ thống rễ hô hấp của bần chua mà cây con của các loài như sù, ô rô hoặc từng đám cỏ được hình thành. Nhưng ở những nơi có các ụ đất cao thì xuất hiện cốc kèn và chúng thường leo lên các cây gỗ. Thảm thực vật này có tác dụng giữ phù sa tốt nên tốc độ bồi tụ khá nhanh. Khi hệ thống các cây thực vật nhỏ đã phát triển, có tác dụng giữ lại hạt và cây con của các loài như trang, sù và vẹt dù... cây con của các loài này sẽ sinh trưởng và phát triển thành thảm thực vật dưới tán của loài bần chua.

- Giai đoạn thoái hóa: Khi thể nền đã được nâng cao, ít khi ngập triều, các loài cây như bần chua, sù, trang... không còn thích hợp với môi trường mới sẽ bị đào thải mà thay vào đó là quần xã cây gỗ, cây bụi thích ứng với điều kiện sống không bị ngập triều.

Theo các giai đoạn của diễn thế nguyên sinh trên thì tại VQG Xuân Thủy, ở các cửa sông quần hợp cây bần chua mọc ở các bãi bồi ngay phía trong cửa sông, đất còn nhão, ngập triều thấp, dưới tán cây bần chua là các loài cây như sù, cốc kèn, trang, cỏ ngắn... như vậy, quần hợp này đang nằm ở giai đoạn hỗn hợp nhưng ưu thế vẫn thuộc về cây bần chua.

1.2. Biến đổi khí hậu và hệ sinh thái RNM

1.2.1. Biến đổi khí hậu và nước biển dâng trên thế giới

Đánh giá của các chuyên gia hàng đầu thế giới về hiệu ứng nhà kính và biến đổi khí hậu toàn cầu, đặc biệt là những dao động và biến đổi của đại dương cho thấy, đại dương thế giới đã nóng lên đáng kể từ cuối những năm 1950. Có hai nguyên nhân chính gây ra mực nước biển tăng là sự giãn nở vì nhiệt của đại dương (nước giãn nở và chiếm nhiều không gian hơn khi ấm lên) và sự tan chảy băng. Từ những tính toán kiểm soát lượng khí thải toàn cầu gây hiệu ứng nhà kính, các chuyên gia đã có những tính toán công phu về sự nóng lên của đại dương dẫn đến sự dâng mực nước do giãn nở nhiệt, tan chảy các dòng sông băng, các khối băng và các dải băng ở Greenland và Nam cực. Ngoài những kết quả chung dựa vào các nguồn tư liệu từ năm 1961 đến năm 2003, việc đánh giá còn chú trọng xem xét những biến đổi qua từng thập kỷ, sau đó đã so sánh đối chiếu với những đánh giá khác về xu thế mực nước biển dâng toàn cầu trên cơ sở các chuỗi quan trắc mực nước từ các quốc gia trên khắp các châu lục.

Tuy nhiên mực nước biển thay đổi không đồng đều trên toàn bộ đại dương thế giới: Một số vùng tốc độ dâng có thể cao hơn một vài lần tốc độ trung bình toàn cầu trong khi ở một số vùng khác lại có thể hạ thấp. Trong thập kỷ vừa qua, mực nước biển dâng nhanh nhất ở vùng phía Tây Thái Bình Dương và phía Đông Ấn Độ Dương.

Một số quá trình để ước tính mực nước biển dâng toàn cầu chưa có đủ cơ sở khoa học, thậm chí ngay cả việc ước tính trái đất sẽ nóng lên bao nhiêu vào cuối thế kỷ này. Nhiều nhà khoa học chỉ ra rằng các tảng băng tan tách ra khỏi Greenland và Nam Cực sẽ di chuyển tới các vùng nước ấm hơn do đó tốc độ tan sẽ nhanh hơn và tốc độ tan có thể tăng gấp đôi trong 5 đến 10 năm cuối (Trần Thục, Dương Hồng Sơn, 2012).

Những đo đạc hiện nay về mực nước biển dựa trên hai phương pháp là đo tại trạm hải văn ven bờ và đo bằng vệ tinh. Trạm hải văn cho biết thay đổi mực nước so với mốc cao độ của trạm. Để có thể biết được thay đổi mực nước do thể tích khối nước và các yếu tố vật lý khác, số liệu trạm hải văn cần phải loại bỏ được yếu tố do vận động địa chất của mặt đất. Trong số các thay đổi do điều chỉnh đẳng tĩnh băng (GIA), kiến tạo, sụt lún và bồi lắng, thay đổi do GIA được tính toán trong mô hình địa động lực học toàn cầu. Sự ước tính ảnh hưởng của vận động địa chất nói chung sẽ không thực hiện được nếu không có đủ vị trí đo đạc hay số liệu địa chất. Tuy nhiên

việc lựa chọn cẩn thận vị trí đặt trạm có thể loại bỏ được ảnh hưởng những hoạt động kiến tạo chủ yếu. Lấy trung bình tất cả các số liệu lựa chọn có thể thu được sai số nhỏ trong ước tính mực nước biển toàn cầu. Sự biến đổi mực nước biển dựa vào số liệu vệ tinh được đo với khối tâm của trái đất, do đó không bị ảnh hưởng của vận động địa chất.

Từ năm 1992, mực nước biển trung bình toàn cầu được tính toán, cập nhật theo chu kỳ 10 ngày từ vệ tinh TOPEX/Poseidon (T/P) và vệ tinh JASON từ 660 Nam đến 660 Bắc (Nerem và Mitchum, 2001). Tính toán của Cazenave và Nerem (2004) đã cho thấy mức độ tăng mực nước biển là $3,1 \pm 0,7$ mm/năm trong giai đoạn 1993 - 2003, trong đó một phần đáng kể là do những thay đổi ở vùng biển phía Nam.

Bảng 1.1: Các kịch bản nước biển dâng so với thời kỳ 1890 - 1999

Kịch bản	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Thấp (B1)	11	17	23	28	35	42	50	57	65
Trung bình (B2)	12	17	23	30	37	46	54	64	75
Cao (A1FI)	12	17	24	33	44	57	71	86	100

Nguồn: Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2009

1.2.2. Biến đổi khí hậu và nước biển dâng tại Việt Nam

Ở Việt Nam trong khoảng 50 năm qua, nhiệt độ trung bình năm tăng khoảng $0,7^{\circ}\text{C}$, mực nước biển đã dâng khoảng 20 cm. Hiện tượng El - Nino và La - Nina ngày càng tác động mạnh mẽ tới Việt Nam. Biến đổi khí hậu thực sự đã làm cho các thiên tai đặc biệt là bão lũ, hạn hán ngày càng ác liệt. Theo tính toán nhiệt độ trung bình ở Việt Nam có thể tăng lên 3°C và mực nước biển có thể dâng tới 1 m vào năm 2100.

Theo đánh giá của Ngân hàng thế giới, Việt Nam là một trong 5 nước sẽ bị ảnh hưởng nghiêm trọng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng trong đó vùng đồng bằng sông Hồng và sông Cửu Long sẽ bị ngập nặng nhất. Nếu mực nước biển dâng 1 m thì sẽ có khoảng 10% dân số bị ảnh hưởng trực tiếp, tổn thất đối với GDP khoảng 10%. Nếu nước biển dâng 3 m có thể có khoảng 25% dân số bị ảnh hưởng trực tiếp và tổn thất đối với GDP lên tới khoảng 25% khoảng 40 nghìn km^2 đồng bằng ven biển Việt

Nam sẽ bị ngập hàng năm, trong đó 80% diện tích thuộc các tỉnh Đồng bằng Sông Cửu Long bị ngập hầu như hoàn toàn.

a. Thực trạng về biến đổi khí hậu ở Việt Nam

- Nhiệt độ: Trong khoảng 50 năm qua (1951 - 2000) nhiệt độ trung bình năm của Việt Nam đã tăng lên $0,7^{\circ}\text{C}$. Nhiệt độ trung bình năm của 4 thập kỉ gần đây (1961-2000) cao hơn nhiệt độ trung bình năm của 3 thập kỉ trước đó (1931 - 1960). Nhiệt độ trung bình năm của thập kỉ 1991 - 2000 ở Hà Nội, Đà Nẵng, TPHCM đều cao hơn trung bình của thập kỉ 1940 lần lượt là $0,8$; $0,4$; $0,6^{\circ}\text{C}$. Năm 2007 nhiệt độ trung bình năm của cả 3 nơi đều cao hơn.

- Lượng mưa: trên từng địa điểm, xu thế biến đổi của lượng mưa trung bình năm trong 9 thập kỉ qua (1911 - 2000) không rõ rệt theo các thời kì và trên các vùng khác nhau: có giai đoạn tăng lên và có giai đoạn giảm xuống. Trên lãnh thổ Việt Nam xu thế biến đổi của lượng mưa cũng rất khác nhau giữa các khu vực.

- Mực nước biển: Theo số liệu quan trắc trong khoảng 50 năm qua ở các trạm Cửa Ông và Hòn Dấu cho thấy mực nước biển đã tăng lên 20 cm, phù hợp với xu thế chung của toàn cầu trong hai thập kỉ gần đây (cuối XX đầu XXI). Năm 1994 và năm 2007 chỉ có 15 - 16 đợt không khí lạnh bằng 56% trung bình nhiều năm. Một số biểu hiện dị thường của biến đổi khí hậu diễn ra gần đây nhất là đợt rét đậm rét hại kéo dài 38 ngày trong tháng 1 và tháng 2 năm 2008 gây thiệt hại lớn cho sản xuất nông nghiệp.

- Bão: Vào những năm gần đây số cơn bão có cường độ mạnh nhiều hơn, quỹ đạo bão gần dịch chuyển về hướng các vĩ độ phía Nam và mùa bão kết thúc muộn hơn, nhiều cơn bão có quỹ đạo chuyển hướng dị thường hơn.

- Số ngày mưa phùn: ở Hà Nội giảm dần trong thập kỉ qua và chỉ còn gần một nửa (15 ngày/năm) trong những năm gần đây.

b. Các kịch bản nước biển dâng và ảnh hưởng ở Việt Nam

** Các kịch bản nước biển dâng tại Việt Nam*

Theo Bộ Tài nguyên và Môi trường, các kịch bản phát thải khí nhà kính được lựa chọn để tính toán, xây dựng kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam là kịch bản phát thải thấp (kịch bản B1), kịch bản phát thải trung bình của nhóm các kịch bản phát thải trung bình (kịch bản B2) và kịch bản phát thải cao nhất của nhóm các kịch bản phát thải cao (kịch bản A1FI). Các kịch bản nước biển dâng được xây dựng cho bảy

khu vực bờ biển của Việt Nam, bao gồm: (1) Khu vực bờ biển từ Móng Cái đến Hòn Dấu; (2) Khu vực bờ biển từ Hòn Dấu đến Đèo Ngang; (3) Khu vực bờ biển từ Đèo Ngang đến đèo Hải Vân; (4) Khu vực bờ biển từ Đèo Hải Vân đến Mũi Đại Lãnh; (5) Khu vực bờ biển từ Mũi Đại Lãnh đến Mũi Kê Gà; (6) Khu vực bờ biển từ Mũi Kê Gà đến Mũi Cà Mau; và (7) Khu vực bờ biển từ Mũi Cà Mau đến Hà Tiên.

Bảng 1.2: Mức nước biển dâng theo kịch bản phát thải trung bình (cm)

Khu vực	Năm								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Móng Cái - Hòn Dấu	7-8	11-12	15-17	20-24	25-31	31-38	36-47	42-55	49-64
Hòn Dấu - Đèo Ngang	7-8	11-13	15-18	20-24	25-32	31-39	37-48	43-56	49-65
Đèo Ngang - Đèo Hải Vân	8-9	12-13	17-19	23-25	30-33	37-42	45-51	52-61	60-71
Đèo Hải Vân - Mũi Đại Lãnh	8-9	12-13	18-19	24-26	31-35	38-44	45-53	53-63	61-74
Mũi Đại Lãnh - Mũi Kê Gà	8-9	12-13	17-20	24-27	31-36	38-45	46-55	54-66	62-77
Mũi Kê Gà - Mũi Cà Mau	8-9	12-14	17-20	23-27	30-35	37-44	44-54	51-64	59-75
Mũi Cà Mau - Mũi Kiên Giang	9-10	13-15	19-22	25-30	32-39	39-49	47-59	55-70	62-82

Nguồn: Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2011

** Nguy cơ ngập*

Kết quả xác định vùng có nguy cơ bị ngập theo các mức nước biển dâng cho thấy: Nếu mực nước biển dâng 1 m, khoảng 39% diện tích đồng bằng sông Cửu Long, trên 10% diện tích đồng bằng sông Hồng và trên 2,5% diện tích thuộc các tỉnh ven biển miền Trung có nguy cơ bị ngập. Khu vực thành phố Hồ Chí Minh có nguy cơ bị ngập là trên 20% diện tích:

Bảng 1.3: Diện tích có nguy cơ bị ngập theo các mức nước biển dâng (% diện tích)

Mức nước dâng (m)	Đồng bằng sông Hồng và Quảng Ninh	Ven biển miền Trung	TP. Hồ Chí Minh	Đồng bằng sông Cửu Long
0,5	4,1	0,7	13,3	5,4
0,6	5,3	0,9	14,6	9,8
0,7	6,3	1,2	15,8	15,8
0,8	8	1,6	17,2	22,4

Mức nước dâng (m)	Đồng bằng sông Hồng và Quảng Ninh	Ven biển miền Trung	TP. Hồ Chí Minh	Đồng bằng sông Cửu Long
0,9	9,2	2,1	18,6	29,8
1	10,5	2,5	20,1	39
1,2	13,9	3,6	23,2	58,8
1,5	19,7	5,3	28,1	78,5
2	29,8	7,9	36,2	92,1

Nguồn: Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2011

Kết quả tính toán trên cơ sở số liệu về giao thông của Nhà xuất bản Bản đồ năm 2005 cho thấy, nếu mực nước biển dâng 1m thì cả nước có khoảng trên 4% hệ thống đường sắt, trên 9% hệ thống quốc lộ và khoảng 12% hệ thống tỉnh lộ sẽ bị ảnh hưởng. Đối với khu vực đồng bằng sông Cửu Long, hệ thống giao thông bị ảnh hưởng nặng nhất với khoảng 28% quốc lộ và 27% tỉnh lộ. Hệ thống giao thông khu vực ven biển miền Trung có gần 4% quốc lộ, gần 5% tỉnh lộ và trên 4% hệ thống đường sắt bị ảnh hưởng. Riêng khu vực đồng bằng sông Hồng có khoảng 5% quốc lộ, trên 6% tỉnh lộ và gần 4% đường sắt bị ảnh hưởng

Đồng thời theo số liệu dân số của Tổng cục Thống kê năm 2010 thì gần 35% dân số thuộc các tỉnh vùng đồng bằng sông Cửu Long, trên 9% dân số vùng đồng bằng sông Hồng và Quảng Ninh bị ảnh hưởng trực tiếp, riêng thành phố Hồ Chí Minh khoảng 7% và các tỉnh ven biển miền Trung gần 9% dân số bị ảnh hưởng.

1.2.3. Một số ảnh hưởng của BĐKH đến hệ sinh thái RNM

1.2.3.1. Nước biển dâng

Trong nghiên cứu của mình, Gilman et al. (2007) đã nghiên cứu, đánh giá phản hồi của hệ sinh thái rừng ngập mặn ở American Samoa đối với các kịch bản nước biển dâng và mô phỏng lại vị trí đường bờ biển trong giai đoạn gần đây. Kết quả, họ đã đưa ra 4 kịch bản phản hồi của rừng ngập mặn trước tác động của nước biển dâng (Hình 1.4).

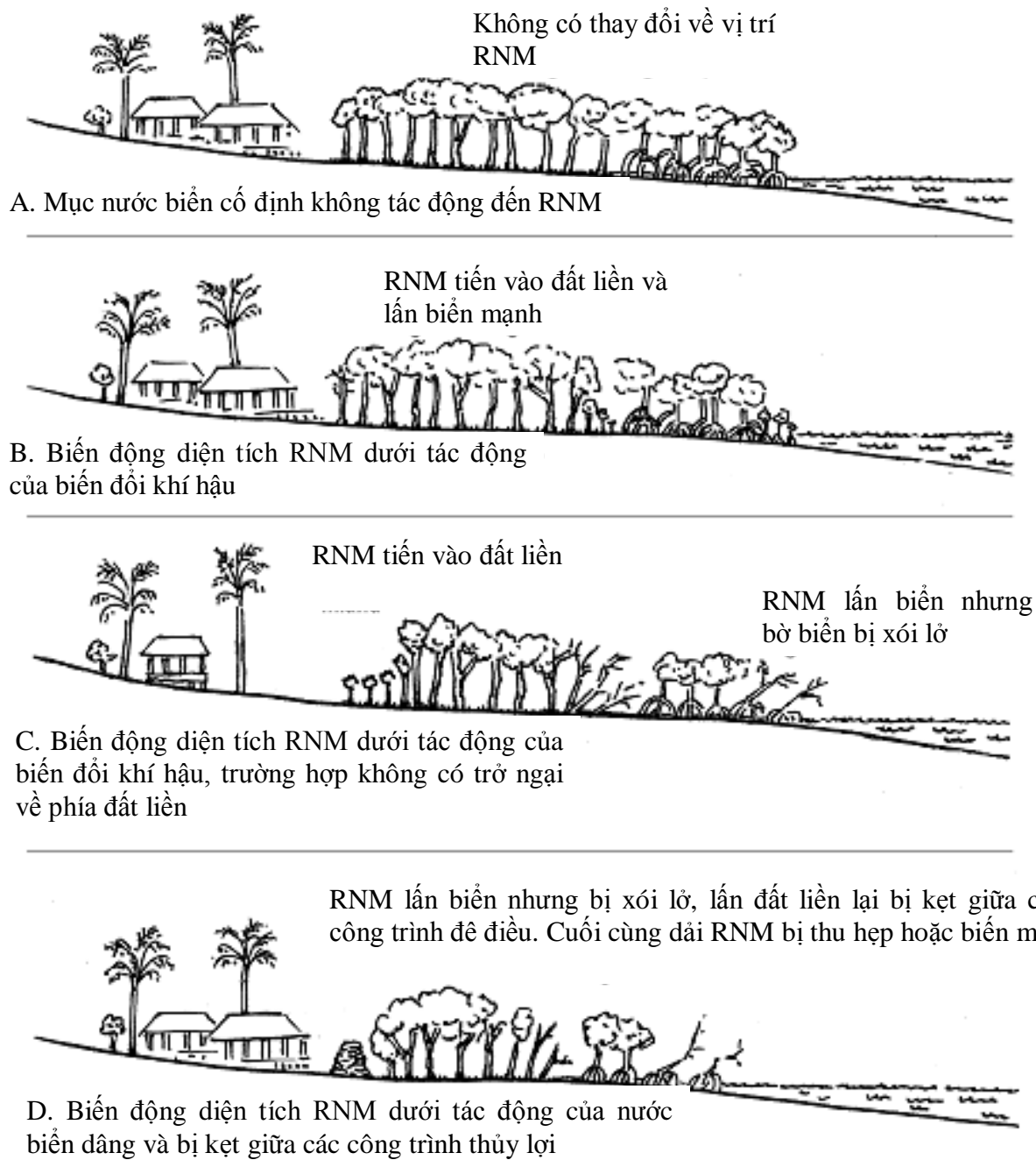
a) *Không có sự thay đổi tương đối trong mực nước biển:* Khi mực nước biển không ảnh hưởng tới bề mặt rừng ngập mặn, thì tính chất của nền đáy, độ mặn, tần số, thời gian ngập và các yếu tố khác sẽ quyết định quần xã cây ngập mặn đó có thể tồn tại liên tục và mép dưới của rừng ngập mặn sẽ vẫn ở cùng một vị trí (Hình 1.4A).

b) *Mức nước biển giảm đi*: Khi mực nước biển bị giảm tương đối so với bề mặt rừng ngập mặn, nó khiến rừng ngập mặn di chuyển ra phía biển (Hình 1.4B). Rừng ngập mặn cũng có thể mở rộng sang hai bên, làm dịch chuyển các môi trường sống ven biển khác đến các khu vực tiếp giáp với rừng ngập mặn, ở độ cao thấp hơn so với bề mặt ngập mặn và phát triển các điều kiện thủy văn (thời gian, độ sâu và tần suất ngập) thích hợp cho việc thành lập rừng ngập mặn.

c) *Mức nước biển tăng tương đối*: Nếu mức nước biển tăng tương đối so với các bề mặt ngập mặn, cây rừng ngập mặn sẽ có xu hướng tiến ra biển và xa khỏi đất liền; các phân vùng loài (diễn thế sinh thái trong vùng) có hướng di chuyển vào nội địa để có thể duy trì thời gian thích ứng của chúng, tần số và mức độ ngập nước; phía biển, cây ngập mặn suy thoái, lạch thủy triều mở rộng (Hình 1.4C). Ví dụ, ở Bermuda, rừng ngập mặn tiến vào đất liền không theo kịp với tốc độ tăng mực nước biển (Ellison, 1993). Rừng ngập mặn cũng có thể phát triển (mở rộng diện tích phân bố) sang hai bên bờ rừng của các khu vực liền kề với rừng ngập mặn, nơi hiện đang ở độ cao cao hơn so với bề mặt ngập mặn hiện tại của nó, phát triển một chế độ thủy văn phù hợp.

Những áp lực môi trường tác động đến hệ sinh thái RNM do nước biển dâng như xói lở, làm yếu cấu trúc bộ rễ cây và dần dần lật đổ cây, hoặc tăng độ mặn hoặc thay đổi thời gian và cường độ ngập (Ellison, 1993).

d) *Quá trình di chuyển của RNM vào đất liền thông qua tái sinh tự nhiên của các cây con* (Semeniuk, 1994). Tùy thuộc vào khả năng của các loài ngập mặn và từng cá thể đơn lẻ, cây ngập mặn có thể xâm chiếm môi trường sống mới với một tốc độ tương đương với tốc độ tăng lên tương đối của mực nước biển, độ dốc của vùng đất liền kề và sự hiện diện của các trở ngại phía đất liền (Hình 1.4D).



Hình 1. 4: Bốn kịch bản phản ứng của rừng ngập mặn trước tác động của nước biển dâng (Gilman et al., 2007)

1.2.3.2. Biến đổi độ mặn

Các cây ngập mặn sống ở vùng chuyển tiếp giữa môi trường biển và đất liền. Tác động của các nhân tố sinh thái ảnh hưởng đến sự tồn tại của chúng. Tuy nhiên đến nay chưa có ý kiến thống nhất về vai trò, mức độ tác động của từng nhân tố. Một khó khăn lớn thường gặp là các loài cây ngập mặn có biên độ thích nghi rất rộng đối với

khí hậu, đất, nước, độ mặn. Do đó khi dựa vào một khu phân bố cụ thể nào đó để nhận định về tác động của môi trường có thể không áp dụng được ở vùng khác hoặc không thể suy tính ra tính chất chung cho thảm thực vật này.

Theo Phan Nguyên Hồng (1999), độ mặn là một trong những nhân tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến sự sinh trưởng, tỷ lệ sống của các loài và phân bố rừng ngập mặn. Loại rừng này phát triển tốt ở nơi có nồng độ muối trong nước từ 10 - 25‰. Kích thước cây và số loài giảm đi khi độ mặn cao (40 - 80‰), ở độ mặn 90‰ chỉ có vài loài mắm sống được nhưng sinh trưởng rất chậm. Những nơi có độ mặn quá thấp (<4‰) thì cũng không còn cây ngập mặn mọc tự nhiên. Các loài cây ngập mặn có khả năng thích nghi với những biên độ mặn khác nhau:

- Loại có biên độ muối rộng gồm:

+ Nhóm chịu độ mặn cao (10 - 35‰) gồm một số loài mắm, đưng, đưng, dà quánh, vẹt trụ...

+ Nhóm chịu độ mặn cao trung bình (15 - 30‰) có đước, vẹt tách, vẹt dù, sú... các loại này cũng sống ở nơi có độ mặn thay đổi nhiều vào mùa mưa.

+ Nhóm chịu độ mặn tương đối thấp (7 - 20‰) có trang, vẹt tách, ô rô, quao nước, cóc kèn...

- Loại có biên độ muối hẹp:

+ Nhóm cây thân gỗ mọc nước, chịu mặn cao (20 - 33‰) có bần trắng, bần ôi.

+ Nhóm cây thảo mọc nước, chịu mặn cao (25 - 35‰) có muối biển, sam biển, hếp Hải Nam.

+ Nhóm cây nước lợ điển hình (độ mặn 5 - 15‰) gồm dừa nước, bần chua, mái dầm, na biển, mây nước... Chúng là những cây chỉ thị cho môi trường nước lợ.

+ Nhóm cây chịu đất lợ sống trên đất cạn, độ mặn thấp (1 - 10‰) từ nội địa phát tán ra vùng đất ẩm ven sông nước lợ.

Khi nồng độ muối trong nước biển thay đổi do nước biển bị pha loãng do băng tan sẽ làm môi trường mặn của cây ngập mặn thay đổi, một số loài sẽ vượt ra ngoài giới hạn ngưỡng chịu mặn và gặp khó khăn trong sinh trưởng, phát triển.

Ngoài ra mực nước biển dâng dần dần vượt quá diện tích đất ngập lụt ven biển, nước mặn đã xâm nhập sâu vào vùng nước ngọt trong sông và nguồn nước ngầm. Những hiện tượng này được tăng cường dưới tác động của những cơn bão, đặc biệt là

khi bão kết hợp với triều cường. Khi mực nước biển tăng lên, nước mặn sẽ xâm nhập trực tiếp vào sông. Hiện tượng xâm nhập mặn này không chỉ là hậu quả của nước biển dâng, mà còn là cộng hưởng từ những thay đổi lưu lượng xả trong sông. Thay đổi lưu lượng nước ở các con sông một phần là kết quả của biến đổi khí hậu (ví dụ, nước mặn bắt đầu xâm nhập vào nội địa trong những tháng mùa khô khi dòng chảy của nước trong sông bị sụt giảm). Mực nước biển tăng cũng sẽ gia tăng áp lực lên tầng ngậm nước dẫn đến nước trong tầng này bị nhiễm mặn (Islam, 2004).

1.3. Vai trò của RNM trong bối cảnh biến đổi khí hậu

1.3.1. Kinh tế và đa dạng sinh học

Rừng ngập mặn có nguồn tài nguyên phong phú cả về thực vật và động vật

Tài nguyên thực vật

Các loài cây ngập mặn cho ta nhiều sản phẩm có giá trị kinh tế cao nếu biết khai thác thác hợp lý.

a. Gỗ và vật liệu

Gỗ các loài cây đước, vẹt, cóc, đà rất cứng, mịn, bền, dùng làm cột nhà, ván, xà, đồ dùng trong gia đình, cầu, cọc chài lưới... Gỗ các loài cây tạp như mắm, bần, giá dùng làm ván ép, làm bột giấy. Hầu hết các nhà vùng nông thôn Nam Bộ làm bằng gỗ đước, vẹt và lợp bằng lá dừa nước. Lá này còn làm mui thuyền và một số dụng cụ gia đình khác.

b. Ta nin

Ta nin chiết từ vỏ của các cây đước, vẹt, đà có chất lượng tốt, tỉ lệ cao, dùng nhuộm vải, lưới, thuộc da.

c. Chất đốt

Các cây ngập mặn là nguồn chất đốt chủ yếu của nhân dân vùng ven biển trước đây. Than đước, vẹt có nhiệt lượng cao (6.375 - 6.675 kcal/kg), lâu tàn.

d. Sản phẩm công nghiệp

Nhiều loài cây như giá, mắm, bần... có gỗ trắng mềm làm bột giấy rất tốt. Rễ hô hấp của bần xộp, dùng làm nút chai, mũ, vật cách điện. Gỗ sù mịn, màu nâu đỏ, dùng chạm tượng rất đẹp, được nhiều người ưa chuộng. Lá và sọ quả dừa nước cũng được dùng làm đồ mỹ nghệ.

đ. Thức ăn, đồ uống

Hầu hết các cây ngập mặn là thức ăn giàu đạm cho gia súc. Do đó các rừng trồng ở ven biển nếu không được bảo vệ cẩn thận sẽ bị trâu, bò, dê phá trụi. Quả mắm nhiều đạm, có thể muối dưa. Một số loài cá như cá dứa rất thích ăn quả mắm. Nhựa cây dừa nước lấy từ cuống quả là loại nước uống bổ, ngon có thể khai thác để sản xuất đường, nước ngọt, cồn. Mỗi ha dừa nước có thể thu 2000 - 3000 kg đường, hoặc hơn 5000 lít cồn, nếu trồng thưa, chăm sóc cẩn thận (Hồng, 1997).

e. Thuốc chữa bệnh

Nhiều loài cây ngập mặn là những cây thuốc dân gian có giá trị. Trong thời kỳ chiến tranh, nhân dân và cán bộ vùng chiến khu đã dùng các loài cây thuốc nam đó chữa được nhiều bệnh. Hiện nay đã điều tra được 20 loài cây ngập mặn ở nước ta có thể dùng làm thuốc (Hồng, 1999).

Tài nguyên động vật

RNM là nơi ở, sinh đẻ của nhiều loài động vật dưới nước và trên cạn.

a. Hải sản

Rừng ngập mặn cung cấp mùn, bã hữu cơ (do cành, lá, hoa, quả rụng xuống được các vi sinh vật phân hủy) làm thức ăn cho nhiều loài động vật vùng triều, trong đó có những nhóm hải sản có giá trị kinh tế cao như: Tôm he, cua biển, sò, ốc và nhiều loài cá ngon. Một số động vật là thủy sản nước lợ có giai đoạn từ hậu ấu trùng đến gần trưởng thành sống trong các sông rạch RNM (tôm sú, tôm he, cua).

Kết quả điều tra của một số nhà khoa học Việt Nam cho thấy ở trong vùng rừng ngập mặn có hơn 80 loài Giáp xác (tôm, cua, còng); hơn 160 loài Thân mềm như sò lông, sò huyết, ngao, điệp, ngán... sống ở bãi bùn và 250 loài cá sống suốt đời hoặc từng giai đoạn trong vùng rừng ngập mặn. Nghề hải sản nước ta phụ thuộc rất nhiều vào rừng ngập mặn. Mất rừng thì hải sản cũng mất dần.

b. Chim

Rừng ngập mặn là nơi thu hút nhiều loài chim nước và chim di cư. Nước ta có nhiều sân chim, trong mùa sinh sản có tới hàng vạn chim, trong đó có một số loài quý hiếm trên thế giới như các loài cò, diệc, già đầy, hạc cổ trắng, cò mỏ thìa... Rất tiếc là một số loài có giá trị kinh tế cao còn sót lại rất ít và có nguy cơ bị tiêu diệt do bị khai thác quá mức và do rừng bị tàn phá nhiều, làm mất nơi sống và làm tổ của chúng.

c. Các động vật trên cạn khác

Mật ong là nguồn lợi lớn của RNM. Mỗi năm RNM ở Nam Định, Thái Bình cho hàng chục tấn mật ong. Ngoài các sinh vật trên còn có một số sinh vật rất bé nhỏ chỉ nhìn thấy qua kính hiển vi. Đó là các loài vi khuẩn, nấm chúng phân hủy các chất hữu cơ làm thức ăn cho nhiều động thực vật khác.

1.3.2. Bảo vệ bờ biển, bờ sông

Nhiều nhà khoa học đã ví các dải rừng ngập mặn như những bức tường xanh bảo vệ bờ biển cửa sông. Từ xa xưa, ông cha ta đã biết giữ các dải rừng tự nhiên và trồng thêm rừng trên các bãi bồi ven biển, cửa sông để hạn chế tác hại của gió bão.

Nhờ những rừng đưng trồng từ năm 1956 mà con đê Phù Lưu (Can Lộc - Hà Tĩnh) tuy yếu nhưng vẫn không bị bão phá vỡ. Các dải rừng trang ở ven biển Thái Bình, Nam Định do Hội Chữ thập đỏ Đan Mạch tài trợ đã góp phần đắc lực chống trả với sóng gió lớn trong nhiều năm, bảo vệ đê biển có hiệu quả.

Nam Bộ tuy ít bão, nhưng gió mùa đông bắc cùng với các dòng triều mạnh đã làm xói lở bờ biển, bờ sông nghiêm trọng, nhất là thời gian chiến tranh. Sau khi bị rải chất độc hóa học, nhiều dải RNM đã bị phá trụi. Nhờ trồng lại rừng mà hiện tượng xói lở bờ sông ở huyện Cần Giờ (thành phố Hồ Chí Minh) đã giảm nhiều ở một số kênh rạch đất đã bồi lên nhanh.

1.3.3. Mở rộng đất liền

Ở các bãi mới bồi ven biển, cửa sông có một số loài cây ngập mặn như mắm trắng, bần trắng có khả năng mọc trên đất bùn lũng, mặn chịu ngập sâu. Đó là những loài cây tiên phong xâm chiếm bãi lầy. Nhờ các rễ hô hấp dày đặc trên mặt bùn giúp phù sa lắng đọng nhanh, đất được bồi tụ dần, tạo thuận lợi cho các loài cây khác như đước, vẹt, dà... đến sau và phát triển thành rừng.

Nhiều bãi nổi ở cửa sông, ven biển ngày nay trở thành những khu rừng có giá trị kinh tế cao như Cồn Trong, Cồn Ngoài ở mũi Cà Mau, Cồn Lu, Cồn Ngạn (Nam Định), Cồn Đen, Cồn Vành (Thái Bình) đều có các cây ngập mặn mọc trên đất bồi và thu hút nhiều loài động vật đến sinh sống.

1.3.4. Bảo vệ môi trường

Rừng ngập mặn đóng một vai trò to lớn trong việc bảo vệ môi trường, mở rộng đất liền và nuôi dưỡng các động vật vùng triều. Nhưng rất tiếc là cho đến nay nhiều người vẫn chưa biết những điều đó, nên vì lợi ích trước mắt đã chặt phá rừng bừa bãi.

1.3.5. Điều hòa khí hậu

Cũng như các rừng nội địa, RNM có tác dụng to lớn trong việc điều hòa khí hậu.

RNM đã thu nhận một khối lượng khí các-bon-nic thải ra trong sinh hoạt, trong công nghiệp và thải một lượng lớn ô xy trong quá trình quang hợp làm cho không khí trong lành, cho nên nhân dân thành phố Hồ Chí Minh đã ví RNM Cần Giờ như "lá phổi" của thành phố.

1.3.6. Hạn chế ô nhiễm vùng ven biển

Các loài cây ngập mặn có rễ dày đặc trên mặt đất là "cái lưới" giữ các chất thải rắn trong sinh hoạt, y tế, công nghiệp do dòng sông chuyển ra biển. Những hóa chất độc hại như thuốc trừ sâu, phân bón dư thừa cũng thường lắng đọng trong đất RNM. Có thể nói RNM là "quả thận khổng lồ" để lọc nước ở vùng ven biển bảo vệ các sinh vật vùng triều.

Như vậy, RNM có vai trò rất quan trọng và không thể thay thế ở các vùng ven biển Việt Nam. Việc dự báo sinh trưởng và phát triển của RNM dưới ảnh hưởng của sự biến động yếu tố môi trường là rất cần thiết trong bối cảnh thế giới chung tay ứng phó với biến đổi khí hậu.

1.4. Đặc điểm khu vực nghiên cứu

1.4.1. Điều kiện tự nhiên, các nguồn tài nguyên

a. Vị trí địa lý

Vườn quốc gia Xuân Thủy nằm ở phía Đông Nam huyện Giao Thủy tỉnh Nam Định có tọa độ địa lý như sau:

Từ 20°10' đến 20°15' vĩ độ Bắc

106°20' đến 106°32' kinh độ Đông

Phía Đông Bắc giáp Sông Hồng, Phía Tây bắc giáp vùng dân cư 5 xã: Giao Thiện, Giao An, Giao Lạc, Giao Xuân, Giao Hải - huyện Giao Thủy tỉnh Nam Định. Phía Đông Nam và Tây Nam giáp biển đông.

* Địa hình: Khu vực VQG Xuân Thủy có địa hình khá bằng phẳng, dốc từ Bắc xuống Nam, là kiểu bãi triều bồi tụ mạnh. Độ cao trung bình từ 0,5 đến 0,9 m, đặc biệt ở Cồn Lu có nơi cao tới 1,2m đến 1,5m. Địa hình vùng bãi triều bị phân cắt bởi Sông Vọng và Sông Trà. Địa hình các Cồn chắn cửa sông như Cồn Lu, Cồn Ngạn, Cồn Mờ (Cồn Xanh) có dạng đảo nhỏ hình cánh cung quay lưng ra biển. Địa hình các

bãi triều lầy rừng ngập mặn thấp, rộng và thoải, phân bố giữa hai thế hệ cồn cát. Hệ thống lạch triều chính đang hoạt động có xu hướng vuông góc, đổ vào lạch triều chính theo hướng Đông Bắc - Tây Nam. Địa hình đáy biển có sự phân dị theo hướng dọc bờ, địa hình càng ra ngoài biển thì càng dốc (1 - 2⁰). Có thể phân chia địa hình bãi triều VQG thành thành 3 kiểu chính như sau:

- Địa hình dương không ngập triều có độ cao trung bình từ 1,2 - 1,5 m.
- Địa hình ngập nước thường xuyên có độ cao trung bình từ 0,5 - 0,9 m
- Địa hình ngập nước theo chu kỳ có độ cao trung bình từ 0,9 - 1,2 m.

b. Khí hậu, thời tiết, thủy văn

* Khí hậu - thời tiết:

VQG Xuân Thủy nằm trong khu vực vịnh Bắc Bộ, chịu ảnh hưởng của khí hậu nhiệt đới gió mùa. Một năm có 4 mùa. Mùa hè từ tháng 5 đến tháng 9 với khí hậu nóng ẩm và thường chịu ảnh hưởng của các cơn bão hoặc áp thấp nhiệt đới. Mùa đông lạnh nhất bắt đầu từ tháng 11 năm trước đến tháng 3 năm sau. Vào đầu mùa Đông không khí lạnh, khô nhưng cuối mùa đông không khí lạnh và ẩm.

Tổng lượng bức xạ lớn, từ 95 - 105 Kcal/cm²/năm. Tổng nhiệt 8.000⁰C - 8.500⁰C/năm. Nhiệt độ trung bình năm khoảng 24⁰C, biên độ nhiệt trong năm (thấp nhất là 6,8⁰C, cao nhất là 40,1⁰C).

Lượng mưa trung bình năm đạt 1.175mm, tổng số ngày mưa trong năm là 133 ngày (năm có lượng mưa cao nhất là 2.754 mm, thấp nhất là 978 mm).

Hướng gió chủ đạo: hướng Đông Bắc vào mùa Đông (bắt đầu từ tháng 10 đến tháng 3 năm sau). Hướng Đông Nam vào mùa hè (bắt đầu từ tháng 4 đến tháng 9). Vận tốc gió trung bình vào khoảng 4 - 6 m/s. Thời điểm có bão vận tốc gió có thể lên đến 40 - 45 m/s. Trong thời gian gần đây số lượng cơn bão đổ bộ trực tiếp vào khu vực này hầu như rất ít.

Độ ẩm không khí khá cao (từ 70 - 90%). Vào tháng 10, 11, 12 độ ẩm thấp (<75%), các tháng 2, 3, 4 độ ẩm cao và thường kèm với mưa phùn. Độ bốc hơi trung bình 86 - 126 mm/tháng và đạt tối đa vào tháng 7. Độ bốc hơi trung bình năm 817,4 mm.

* Thủy văn:

Vườn quốc gia nằm trong khu vực bãi triều nên chịu ảnh hưởng của chế độ

thủy văn trong sông và chế độ thủy triều Vịnh Bắc Bộ.

Được cung cấp nước từ Sông Hồng, Sông Hồng có diện tích lưu vực 143.700 km² với chiều dài dòng chính là 1.130 km. Tổng lượng nước bình quân là 114.10⁹ m³/năm và dòng bùn cát là 115 triệu tấn/năm. Dòng bùn cát này góp phần bồi đắp lên châu thổ sông Hồng với tốc độ tiến ra biển bình quân 80 - 100 mét/năm. Vào mùa lũ, lượng dòng chảy chiếm tới 75 - 90% tổng lượng nước cả năm và mang tới 90% lượng bùn cát, gây ra sự ngập úng của vùng đồng bằng, bồi lấp luồng lạch cửa sông và làm cho khu vực cửa sông bị ngọt hoá. Ngược lại vào mùa kiệt, vùng cửa sông bị thu hẹp, thủy triều lên, đưa nước mặn xâm nhập sâu vào lục địa theo các dòng sông.

Khu vực nghiên cứu có 2 sông chính là sông Vọt và sông Trà, ngoài ra còn một số lạch nhỏ cấp thoát nước tự nhiên.

* Hải văn:

Chế độ thủy triều ở khu vực Vườn quốc gia Xuân Thủy có chế độ nhật triều khá thuần nhất, triều có chu kỳ trung bình 24h45', thời gian triều dâng và rút có sự chênh lệch (TD = 11h11', TR = 13h43'). Biên độ giao động tối đa 3,0 - 3,5 m, trung bình 1,7 - 1,9 m và tối thiểu 0,3 - 0,5 m. Mực nước triều lớn nhất khoảng 4,0 m và thấp nhất khoảng 0,08 m. Hàng tháng trung bình có 2 kỳ nước lớn, mỗi kỳ kéo dài từ 11 đến 13 ngày với biên độ ngày đêm từ 1,5 - 3,0 m và giữa chúng là các kỳ nước kém, mỗi kỳ kéo dài 2 - 3 ngày, với biên độ giao động nhỏ từ 0,5 - 0,8 m.

Thủy triều vịnh Bắc Bộ có ảnh hưởng đặc biệt đến vùng cửa sông Ba Lạt và VQG Xuân Thủy nằm trọn trong đó. Một trong những tác động của nó là sự xâm nhập mặn. Thủy triều truyền vào trong sông dưới dạng nêm di động; đỉnh nêm mặn có tác động như một đập tràn cho dòng nước ngọt mang theo các hạt phù sa lơ lửng tràn qua, còn các hạt lớn hơn chuyển động trên mặt đáy được chặn lại gây bồi lắng. Vào mùa lũ, độ mặn nước biển giảm xuống thấp, trung bình 9 - 17‰ và vào các tháng mùa cạn tăng lên từ 23 - 32‰. Ở trong cửa sông từ tháng 12 đến tháng 5 độ mặn trung bình tăng và đạt giá trị cao nhất vào tháng 1.

Nước dâng ở vùng nghiên cứu xảy ra chủ yếu dưới tác động của gió trong các cơn bão. Nước dâng gây ngập úng và phá hủy các công trình dân sinh dân sinh, kinh tế, đặc biệt là đối với các đầm nuôi trồng hải sản. Ngoài ra trong mùa Đông dưới tác động của gió mùa Đông Bắc có tốc độ cao và thổi ổn định ở ngoài khơi Vịnh Bắc Bộ, khu

vực này thường xảy ra hiện tượng nước dâng, tuy nhiên trị số nước dâng do gió mùa Đông Bắc không cao, trung bình khoảng 25 - 30 cm.

Tại vùng ven biển của huyện Giao Thủy sóng có tác động khá mạnh đến sự phân bố lại bùn cát trong sông đưa ra hình thành nên các bãi bồi ven biển cửa sông như cồn Thủ, cồn Ngạn... Trong những ngày có gió mùa Đông Bắc thổi mạnh kéo dài và bão hoạt động, sóng lớn cộng với nước dâng luôn đe dọa các đê kè ven biển, nhất là những năm gần đây rừng ngập mặn - một tác nhân tích cực phòng hộ bờ biển và dải đồng bằng ven biển bị chặt phá nghiêm trọng để xây dựng các đầm nuôi thủy sản thì mức độ phá hủy của sóng càng gia tăng.

Thời gian qua do có những sự can thiệp bất hợp lý của con người và một số yếu tố bất lợi của tự nhiên nên chế độ nước ở bãi bồi cửa sông Ba Lạt đã diễn ra không bình thường. Khu vực giáp cửa sông Hồng đã bị ngọt hoá do đập Vọng ngăn sông Vọng và sông Trà bị lấp ở khúc giữa đã ngăn chặn sự lưu thông bình thường của hai nguồn nước; nguồn nước ngọt của sông Hồng và nguồn nước mặn của biển Giao Hải. Các loài cây ưa ngọt đã có điều kiện phát triển mạnh (như Bần chua và Sậy, Cói) ở vùng cửa sông Hồng, các loài cây ưa mặn bị chết (như vẹt). Ngược lại phần đất ở xa cửa sông bị mặn hoá, loài Hà (một loài nhuyễn thể sống bám vào cây RNM) phát triển rất mạnh, khiến cho cây rừng ngập mặn bị xâm hại ở nhiều điểm, rừng ngập mặn kém phát triển, thậm chí còn bị chết hàng loạt.

Sự thay đổi về chế độ thủy văn kéo theo sự biến đổi về đa dạng sinh học của vùng cửa sông. Đa dạng sinh học bị suy giảm mạnh, các loài thủy hải sản có giá trị kinh tế không thể phát triển, nhường chỗ cho các loài kém giá trị hơn của hệ sinh thái nước ngọt. Tương tự như vậy, khi độ mặn lên khá cao quanh năm, rất khó có được các loài thủy hải sản có giá trị kinh tế. Sự suy giảm về số và chất lượng tài nguyên rừng và động thực vật thủy sinh là hệ quả tất yếu dẫn đến thu hẹp các sinh cảnh kiếm ăn và cư trú của chim di trú và động vật hoang dã khác.

c. Các nguồn tài nguyên

*** Tài nguyên đất**

Theo kết quả điều tra, trên địa bàn khu vực lõi của VQG Xuân Thủy có 3 loại đất gồm: Đất mặn nhiều gley sâu, đất cát biển điển hình, đất mặn sù vẹt được gley sâu, chi tiết như bảng sau:

Bảng 1. 4: Diện tích các loại đất có tại khu vực nghiên cứu

STT	TÊN ĐẤT	KÝ HIỆU	DIỆN TÍCH (ha)
1	Đất mặn nhiều gley sâu	FLS_H_G2	659
2	Đất cát biển điển hình, bão hòa	ARH_E	569
3	Đất mặn sú vẹt đước, gley sâu	FLS_G1	1.593
4	Đất không điều tra (đất sông suối, mặt nước ven biển, quan sát...)		4.279
Tổng			7.100

Nguồn: Bản đồ đất tỉnh Nam Định

Đất đai khu vực VQG Xuân Thủy được thành tạo từ nguồn phù sa bồi lắng của hệ thống sông Hồng. Vật chất bồi lắng bao gồm 2 loại hình chủ yếu bùn phù sa (cổ kết dần trở thành lớp đất thịt) và cát lắng đọng (tích đọng và di động do ngoại lực trở thành giồng cát). Mức độ cổ kết khác nhau của loại đất thịt và mức độ nâng cao trình giồng cát đã tham gia vào sự khác biệt chi tiết của những loại tầng đất và phân bố đất. Lớp phù sa được dòng chảy vận chuyển và bồi lắng hình thành lớp thổ nhưỡng cửa sông ven biển được xác định bởi lớp thổ nhưỡng ven châu thổ với những loại hình:

- Đất nhẹ, cát pha và thịt nhẹ, phần nhỏ cát thuần.
- Đất trung bình, thịt trung bình.
- Đất nặng từ thịt nặng đến đất sét.

Dưới đây là một số tính chất cơ lý, độ hạt của trầm tích tầng mặt của lớp đất tại của khu vực nghiên cứu:

+ Sét ở trạng thái dẻo: Thường gặp trong khu vực bãi sù, có màu nâu đen, nâu hồng hoặc nâu xám. Hàm lượng cấp hạt 0,25 - 0,1 mm chiếm 10 - 25%, cấp hạt 0,1 - 0,05 mm chiếm 21 - 36%, cấp hạt 0,05 - 0,01 mm chiếm 10 - 13%, cấp hạt nhỏ hơn 0,005 mm chiếm 16 - 25%. Dung trọng tự nhiên biến đổi trong khoảng 1,84 - 1,95 tấn/m³, tỷ trọng 2,71 - 2,76 tấn/m³. Theo tính chất cơ lý thì lớp sét này tương đối yếu có độ ẩm tự nhiên lớn, các tính chất cơ lý đặc trưng cho độ bền nhỏ bị biến dạng dưới tải trọng công trình lớn, xong có thể làm nền cho đê đắp bằng đất nhưng thời hạn ổn định và mức độ lún của nền tương đối lớn hoặc dùng làm vật liệu đắp đê khi độ ẩm của nó giảm.

+ Sét ở trạng thái dẻo mềm: Loại đất này thường gặp ở độ sâu dưới 5 m ở trạng thái dẻo mềm tương đối chặt, sét có màu nâu xám đến nâu nhạt tương đối đồng nhất, hàm lượng cấp hạt 0,25 - 0,1 mm chiếm 22 - 39%, cấp hạt 0,1 - 0,05mm chiếm 10 - 26%, cấp hạt 0,05 - 0,01 mm chiếm 18 - 30% cấp hạt 0,01 - 0,005 mm chiếm 4 - 17% cấp hạt nhỏ hơn 0,005 mm chiếm 18 - 27% .Theo tính chất cơ lý lớp đất này có chỉ tiêu cơ lý về độ bền lớn hơn lớp đất sét dẻo chảy ở trên. Đây là loại đất có kết cấu tương đối tốt, có độ ẩm tự nhiên trung bình, có độ biến dạng dưới tải trọng công trình phía trên không lớn, thích hợp cho việc làm nền móng các công trình có tải trọng không lớn ở trên và dùng làm vật liệu đắp đê.

+ Cát hạt mịn: Thông thường gặp ngay trên mặt cồn, cát có màu xám đục, xám trắng lẫn vảy mica. Thành phần hạt được thể hiện như sau: cấp hạt lớn hơn 0,25 mm chiếm 12 - 52%, cấp hạt 0,25 - 0,1mm chiếm 39 - 62%, cấp hạt 0,1 - 0,05 mm chiếm 2 - 35% cấp hạt 0,05 - 0,01 mm chiếm 1 - 2%, đường kính M_{d10} nằm trong khoảng 0,07 - 0,12 mm, M_{d60} nằm trong khoảng 0,15 - 0,36 mm, độ chặt của cát thay đổi từ 0,33 - 0,51. Nhìn chung đây là lớp cát tương đối đồng nhất, độ chặt tương đối khá, song khi bị ngập nước dưới tác dụng của dòng và tải trọng của công trình dễ bị biến thành cát chảy gây ra sự rửa xói ,sạt lở.

Những nhóm đất chưa ổn định còn bị ảnh hưởng mạnh mẽ của nhật triều, sóng, dòng lũ và dòng chảy ven bờ, chưa cố kết và ở dạng bùn lỏng. Tầng dưới sâu đã dần dần ổn định và hình thành tầng B, tầng trên không dày quá 20 cm. Tập đoàn cây thuộc loại hình rừng ngập mặn có vai trò tích cực cố định lớp đất, nâng dần cốt cao trình ven biển. Lượng phù sa ở cửa Ba Lạt trung bình 1,8 gram trong 1 lít nước là cơ sở hình thành những cồn đất bồi lắng kéo dài theo hướng Tây Nam. Độ pH của lớp đất khá ổn định (thịt - thịt nặng từ 7,2 - 7,6) và mức độ nhiễm mặn với mật độ NH biến động từ 17,2 - 20 miligam trong 100 gram đất khô lấy mẫu. Đất bùn lỏng hay đất đã cố định giàu dinh dưỡng, thích hợp với nhiều loài cây ngập mặn (Mangrove). Thể hiện rất rõ mối quan hệ chặt chẽ và ảnh hưởng tương tác theo chiều hướng có lợi giữa thổ nhưỡng với quần thể rừng ngập nước, hình thành hệ sinh thái đặc trưng của vùng cửa sông ven biển.

*** Tài nguyên nước**

Đặc điểm thủy văn:

Thủy triều ở khu vực thuộc chế độ “Nhật triều” với chu kỳ khoảng 25 giờ, thủy triều trung bình, trong 1 ngày biên độ trung bình 150 - 180 cm, thủy triều lớn nhất đạt đến 3,9 m, nhỏ nhất là 0,1 m.

Thủy văn khu vực bãi triều huyện Giao Thủy được cung cấp nước từ sông Hồng, có 2 sông chính trong khu vực bãi triều là sông Vọp và sông Trà, ngoài ra còn một số lạch nhỏ cấp thoát nước tự nhiên.

Sông Vọp: Chảy từ cửa Ba Lạt ra biển Giao Hải dài khoảng 12 km, là ranh giới ngăn cách giữa Cồn Ngạn và Bãi Trong. Năm 1986 Đập Vọp đã ngăn Sông Vọp thành 2 phần Đông Vọp và Tây Vọp. Vì vậy không có nước lưu thông nhiều năm, lòng sông Vọp đã bị phù sa lấp đầy; Năm 2002 Đập Vọp được mở nhưng lưu lượng nước qua sông Vọp hiện tại vẫn còn rất nhỏ, nước ngọt không xuống được phía dưới hạ lưu, độ mặn trong nước cao đã và đang gây biến đổi hệ sinh thái.

Sông Trà: Chảy từ cửa Ba Lạt xuống phía Nam ra biển gặp Sông Vọp ở biển Giao Hải, chiều dài khoảng 12 km, và là ranh giới ngăn cách giữa Cồn Ngạn và Cồn Lu. Sông Trà bị lấp ở đoạn giữa (từ ngang Nút đến phía cuối Cồn Ngạn) do song biển đầy giồng cát ở ngang khu vực Ba Mô (Cồn Lu) tràn ngang qua bãi ngập nước và lấp đầy đoạn phía cuối sông Trà.

Như vậy sông Trà chỉ thông thương khi thủy triều ngập tràn qua bãi sù vẹt. Đây cũng là một hạn chế lớn cho điều kiện thủy văn ở khu vực, ảnh hưởng tiêu cực đến sự tồn tại và phát triển kém hiệu quả của nhiều loài động thực vật ở khu cuối Cồn Ngạn và Cồn Lu.

Đặc điểm thủy văn của hệ thống sông Hồng: Sông Hồng có tổng lượng nước bình quân là 114.109 m³/năm và dòng bùn cát là 115 triệu tấn/năm. Dòng bùn cát này góp phần bồi đắp lên châu thổ sông Hồng với tốc độ tiến ra biển bình quân 17 - 83 m/năm. Vào mùa lũ, lượng dòng chảy chiếm tới 75 - 90% tổng lượng nước cả năm và mang tới 90% lượng bùn cát, gây ra sự ngập úng của vùng đồng bằng, bồi lấp luồng lạch cửa sông và làm cho khu vực cửa sông bị ngọt hóa. Ngược lại, vào mùa kiệt, vùng cửa sông bị thu hẹp, thủy triều lên, đưa nước mặn xâm nhập sâu vào lục địa theo các sông làm tăng phạm vi bị nhiễm mặn.

Độ mặn nước biển của khu vực biến thiên nhiều phụ thuộc vào pha của thủy văn và chế độ lũ của sông Hồng. Vào mùa đông độ mặn trung bình của nước biển

tương đối đồng nhất trong khoảng 28 - 30‰. Vào mùa hè, độ mặn trung bình thấp hơn mùa đông, dao động trong khoảng 20 - 27%.

Với vị trí địa lý và các điều kiện tự nhiên tài nguyên có lịch sử lâu dài, khu vực VQG Xuân Thủy có các điều kiện phù hợp cho phát triển một số loài cây ngập mặn để bảo vệ bờ biển, giữ đất, tạo ra bể hấp thụ carbon lớn. Tuy vậy, yếu tố khí hậu (có mùa đông lạnh) đã ảnh hưởng không nhỏ tới sự phân bố, sinh trưởng và phát triển của các loài cây ngập mặn.

d. Rừng ngập mặn tại Vườn quốc gia Xuân Thủy, Nam Định

Tại khu vực nghiên cứu, xuất hiện 17 loài thuộc 11 họ trong đó có 6 họ thuộc cây ngập mặn thực thụ như Mắm, Đơn nem, Đước, Bần, Ô rô, Thầu dầu và 5 họ “gia nhập” rừng ngập mặn gồm: Đậu, Cói, Lúa, Rau muối, Bìm bìm, chi tiết như sau:

Bảng 1. 5: Thành phần các loài tại khu vực nghiên cứu

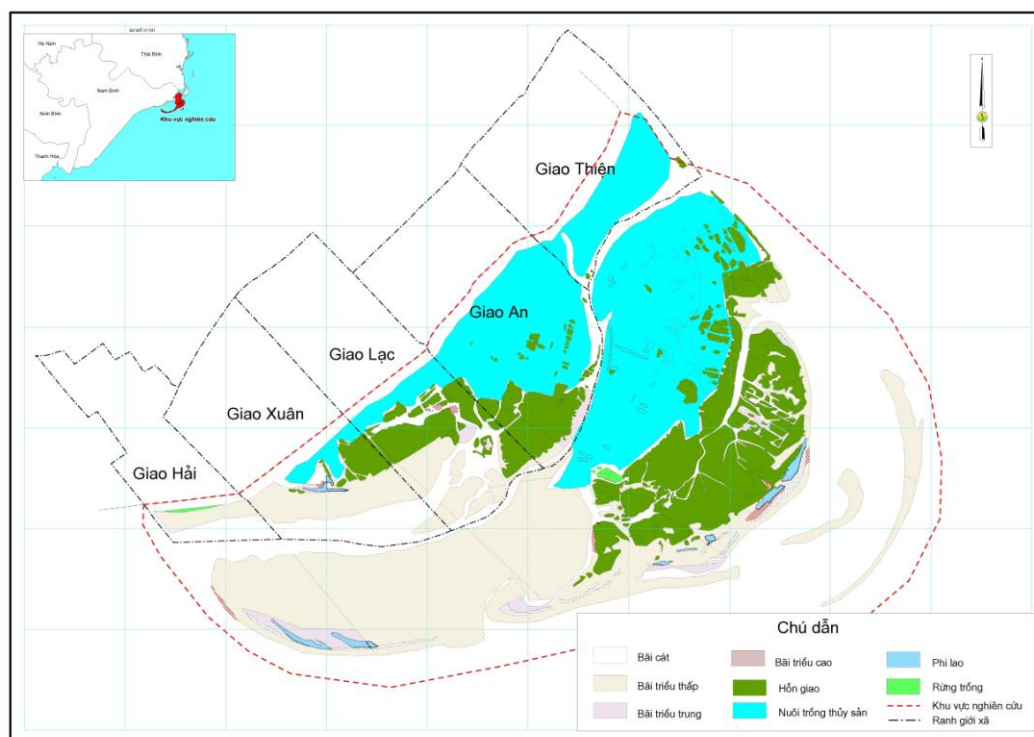
STT	Tên gọi tại địa phương	Tên khoa học		Dạng sống
		Tên loài	Tên họ	
	Họ Ô rô		Acanthaceae	
1	Ô rô gai	<i>Acanthus ilicifolus</i>		Dưới bụi
	Họ Mắm		Avicenniaceae	
2	Mắm biển	<i>Avicennia marina</i>		Cây gỗ
3	Mắm quăn	<i>Avicennia lanata</i>		Cây gỗ
	Họ Rau muối		Chenopodiaceae	
4	Muối biển	<i>Suaeda maritima</i>		Thân cỏ
	Họ Cói		Cyperaceae	
5	Cói	<i>Cyperus malaccensis</i>		Thân cỏ
6	Cỏ ngạn	<i>Scirpus kimsonensis</i>		Thân cỏ
	Họ Bìm bìm		Convolvulaceae	
7	Muống biển	<i>Ipomoea pes - caprae</i>		Dây leo
	Họ Thầu dầu		Euphorbiaceae	
8	Giá	<i>Exocoecaria agallocha</i>		Cây gỗ
	Họ Đậu		Fabaceae	
9	Cóc kèn	<i>Derris trifoliata</i>		Dây leo
	Họ Đơn nem		Myrsinaceae	
10	Sú	<i>Aeficeras corniculatum</i>		Cây gỗ
	Họ Lúa		Poaceae	
11	Cỏ gà	<i>Cynodon dactylon</i>		Thân cỏ
12	Sậy	<i>Phragmites communis</i>		Thân cỏ
	Họ Bần		Sonneratiaceae	
13	Bần chua	<i>Soneratia caseolaris</i>		Cây gỗ
	Họ Đước		Rhizophoraceae	
14	Vẹt dù	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>		Cây gỗ

STT	Tên gọi tại địa phương	Tên khoa học		Dạng sống
		Tên loài	Tên họ	
15	Trang	<i>Kandelia candel</i>		Cây gỗ
16	Đâng	<i>Rhizophora stylosa</i>		Cây gỗ
17	Đước	<i>Rhizophora apiculata</i>		Cây gỗ

Nguồn: website vuonquocgiaxuanthuy.org.vn

Trong số các loài trên thì chỉ có ô rô, bần chua, mắm biển, mắm quắn, trang, sú là những loài cây bản địa, còn lại các loài khác có thể là những loài từ nơi khác di chuyển đến, chúng có số lượng ít và kích thước cây nhỏ nằm dưới tán các loài cây khác.

Theo Phan Nguyên Hồng (1991), rừng ngập mặn ven biển ở Việt Nam được chia thành 4 khu vực trong đó Vườn Quốc gia (VQG) Xuân Thủy nằm ở khu vực II là khu vực có những điều kiện như: Nằm trong phạm vi hội tụ của hệ thống sông Thái Bình, sông Hồng và các phụ lưu nên phù sa nhiều, giàu chất dinh dưỡng, biên độ triều lớn 3 - 4 m, bãi bồi rộng ở cả cửa sông và ven biển nhưng chịu tác động của gió, bão nên cây ngập mặn kém phát triển và thành phần loài cũng tương đối hạn chế. Ở khu vực này tốc độ quai đê lấn biển tương đối nhanh nên cây ngập mặn chỉ phân bố hẹp ngoài đê, ven các cửa sông. RNM tại VQG Xuân Thủy hiện đang được bảo vệ tốt (đã có quy hoạch VQG, do UBND tỉnh Nam Định lập), dưới đây là hình ảnh khu vực nghiên cứu (Hình 1.5).



Hình 1. 5: Sơ đồ khu vực nghiên cứu

Nhiều tác giả đã chia hệ thực vật ngập mặn thành hai nhóm: nhóm các loài cây ngập mặn “thực thụ” và nhóm cây ngập mặn “gia nhập” rừng ngập mặn. Tuy nhiên nhiều nhà phân loại thường gặp khó khăn để phân biệt giữa 2 loại này (Phan Nguyên Hồng, 1999) vì vậy sự phân chia chỉ có tính tương đối.

Bên cạnh 2 nhóm thực vật kể trên, tại khu vực nghiên cứu còn xuất hiện nhóm các loài cây nhập cư. Nhóm này gồm nhiều loài vốn thuộc vùng nội địa, không tham gia vào rừng ngập mặn nhưng do hoàn cảnh đất biến đổi như làm đường, đắp bờ các đầm nuôi tôm, nền nhà... đất cao không còn ngập triều hay do việc nhập vào các giống cây trồng phục vụ sản xuất.

*** Sự phân bố các loài thực vật ở khu vực nghiên cứu:**

Sự có mặt của một loài thực vật ngập mặn ở một vùng cụ thể nào đó tùy thuộc vào những điều kiện sinh thái như nhiệt độ, lượng mưa, nền đất... Do khu vực nghiên cứu nằm dọc ven biển khu vực II nên số lượng loài nghèo và cấu trúc rừng khá đơn giản. Trong số các loài có biên độ phân bố rộng ở khu vực này có thể kể đến các loài như mắm biển (*Avicennia marina*), sú (*Aegiceras corniculatum*), trang (*Kandelia candel*), ô rô gai (*Acanthus ilicifolus*) trong khi đó cóc kèn (*Derris trifoliata*) chỉ xuất hiện ở những nơi đất bồi đã ổn định thể nền với đất sét chặt, ngập triều cao.

Cũng như sự phân bố của các loài cây rừng ngập mặn theo thời gian và không gian, sự phân bố của các quần xã tự nhiên cũng tuân theo quy luật nhất định và phụ thuộc chặt chẽ vào chế độ ngập triều và sự ổn định của thể nền (Nguyễn Bội Quỳnh, 1997). Các quần xã chủ yếu ở khu vực gồm:

- Quần xã mắm quăn (*Avicennia lanata*) tiên phong với các loài cỏ gà (*Cynodon dactylon*), muối biển (*Suaeda maritima*) trên các bãi mới bồi nhiều bùn cát, ngập triều trung bình thấp tại hu vực bãi Nút của địa phận xã Giao Xuân, nơi có các bãi cát ven biển nghèo dinh dưỡng.

- Quần xã hỗn hợp sú (*Aegiceras corniculatum*), trang (*Kandelia candel*) trên đất ngập triều trung bình, nền đất bồi đã khá ổn định, nằm cách bờ sông khoảng 0 – 100 m về phía đất liền.

- Quần xã hỗn hợp mắm biển (*Avicennia marina*) ở tầng cao hơn tiếp đó là sú, cóc kèn trên thể nền ổn định, đất sét chặt, cùng với sự tham gia của ô rô. Quần hợp này nằm ở giữa rừng, chúng có mật độ cao, đã khép tán 100%.

- Quần xã cây nước lợ điển hình với bần chua (*Soneratia caseolaris*) ưu thế ở tầng cao cùng các loài cây khác như ô rô, cói, sù phân bố trên bãi lầy có bùn sâu trong các cửa sông và dọc theo sông. Ngoài ra ở gần đê, nơi có địa hình thấp và bùn lầy cũng xuất hiện bần chua, ô rô và sù.

Từ cửa sông Ba Lạt trở vào dọc theo bờ sông Trà hầu như rất ít cây rừng ngập mặn tự nhiên, mà chỉ có một số loài cây chịu mặn như cỏ gà, cói, đặc biệt là cỏ ngạn (*Scirpus kimsonensis*) phát triển mạnh, có khi che kín cả bãi, thu hút các loài ngỗng, vịt trời đến kiếm ăn thành từng đàn.

Trong sự phân bố các quần hợp ở đây, chúng tôi nhận thấy có hai loại quần xã đó là quần xã thảm thực vật ngập mặn với vai trò tiên phong của cây mắm biển và quần xã ở vùng nước lợ ven biển dọc theo sông Trà với vai trò tiên phong của cây bần chua.

1.4.2. Điều kiện kinh tế - xã hội

1.4.2.1. Các hoạt động kinh tế

a. Sản xuất nông, thủy sản

Trong những năm gần đây, việc phát triển kinh tế biển đã được xác định là ngành kinh tế mũi nhọn trong nền kinh tế của khu vực. Tốc độ tăng trưởng bình quân hàng năm đạt 15 - 20%, chiếm tỷ trọng từ 20 - 25% trong nhóm nông thủy sản. Toàn bộ các xã vùng đệm đều đã có những chuyển biến tích cực trong lĩnh vực nuôi trồng, khai thác tự nhiên và dịch vụ. Trong đó ngành nuôi trồng chiếm 51,5%, khai thác tự nhiên chiếm 48,5%. Nhiều xã đã thành lập Hợp tác xã khai thác và chế biến thủy sản như xã Giao Hải, xã Giao Thiện.

Nghề nuôi trồng nhuyễn thể (vạn) ở các xã Giao Lạc, Giao Xuân và Giao Hải phát triển mạnh, với gần 500 ha bãi cát pha ở khu vực cuối Cồn Lu, Cồn Ngạn, hàng năm đã cho thu nhập nhiều chục tỷ đồng (năm 2007 đạt gần 150 tỷ đồng). Tuy nhiên đây vẫn là nghề NTTS mang tính tự phát, quảng canh, chưa ổn định, nên tính bền vững không cao.

Nghề nuôi tôm trong hệ thống các đầm tôm ở khu vực, những năm gần đây có kết quả không tốt vì môi trường nuôi bị ô nhiễm, các sản phẩm thủy sản tự nhiên bị suy giảm do hoạt động khai thác quá mức và dần cạn kiệt của cộng đồng. Bình quân một ha chỉ thu được khoảng trên 100 kg tôm/năm, thu nhập bình quân dưới 15 triệu đồng/ha/năm.

Nghề khai thác nguồn lợi thủy sản tự do ở vùng triều cũng đã đem lại thu nhập đáng kể cho cộng đồng người nghèo và trung bình ở địa phương. Tuy nhiên nghề này đã và đang tập trung hầu hết các lao động phổ thông trong khu vực vào thời vụ nông nhàn, nên đã gây ra nhiều xáo trộn và phức tạp cho công tác quản lý nguồn lợi thủy sản và an ninh trật tự ở vùng lõi của Vườn Quốc gia Xuân Thủy.

b. Dịch vụ và du lịch

Vườn quốc gia Xuân Thủy là một địa điểm du lịch độc đáo. Nơi đây vừa có rừng, vừa có biển; khí hậu mát mẻ trong lành quanh năm. Về mùa chim di trú, du khách có thể trực tiếp chiêm ngưỡng nhiều loài chim quý hiếm sống theo bầy đàn đông đúc. Nguồn lợi thủy sản cũng khá phong phú, góp phần tạo nên điểm nhấn của tua du lịch. Những năm gần đây lượng khách quốc tế đến Vườn Quốc gia Xuân Thủy khoảng 30 - 40 đoàn/năm. Số lượng khách khoảng 100 - 200 lượt người/năm, với gần 30 quốc tịch. Khách có quốc tịch đông nhất là Anh, Mỹ, Hà Lan, Australia. Phần lớn du khách là những nhà khoa học về sinh học (nghiên cứu chim hoặc rừng ngập mặn và thủy sinh). Một số khách du lịch đến xem chim vào mùa chim di trú, theo thông tin trên mạng Internet, hoặc qua môi giới của các Công ty lữ hành như Sài Gòn Tourist, Dalat Tourist, Sao mai, Hoàn Kiếm... Khách trong nước gia tăng hàng năm, khoảng trên 200 đoàn/năm. Số lượng khoảng 3.000 - 5.000 người/năm. Đối tượng chủ yếu là sinh viên, học sinh, cán bộ thăm quan và con em địa phương đi xa về thăm quê.

Tuy nhiên do cơ sở vật chất còn lạc hậu, nghèo nàn nên môi trường phần nào bị ảnh hưởng bởi lượng rác thải do du khách để lại

Các hoạt động kinh tế của các địa phương trong thời gian qua đang gây những áp lực ngày càng tăng về bảo vệ môi trường, phát triển kinh tế bền vững tại khu vực VQG Xuân Thủy:

1.4..2.2. Các hoạt động xã hội

a. Đặc điểm về xã hội

Dân số và mật độ dân số: Năm xã vùng đệm Vườn Quốc gia Xuân Thủy có 43.286 người, 12.842 hộ với tổng diện tích tự nhiên là 40,18 km². Mật độ dân cư các xã tương đối đồng đều, trung bình 1.077 người/km². Xã có mật độ cao nhất là Giao Lạc 1.336 người/km², xã có mật độ thấp nhất là Giao Thiện 804 người/km².

Tỷ lệ tăng dân số: Tỷ lệ tăng dân số của 5 xã vùng đệm tương đối đều, bình

quân qua các năm là 1,18%; số người sinh con thứ 3, thứ 4 vẫn còn, thường tập trung ở các xã có nhiều người theo Đạo Thiên chúa giáo, nguyên nhân chủ yếu do nhận thức của dân chúng còn khá nặng nề với việc sinh con một bề và chịu nhiều ảnh hưởng của luật tục lạc hậu.

Sự gia tăng dân số đòi hỏi tăng nhu cầu sinh hoạt và các nhu cầu thiết yếu khác trong lúc lượng tài nguyên có được lại hạn hẹp, nhất là tài nguyên đất cho sản xuất nông nghiệp. Hệ quả tất yếu sẽ dẫn tới phải mở rộng diện tích đất cho sản xuất nông nghiệp vào đất rừng.

Cơ cấu lao động: Số người trong độ tuổi lao động ở các xã Vùng đệm là 23.429 người, chiếm 47,40% dân số. Trong đó lao động nữ là 24.501 người (chiếm 49,57%). Trung bình mỗi hộ có 2 người ở trong độ tuổi lao động.

Cơ cấu ngành nghề: Nhân lực trong khu vực vùng đệm tập trung chủ yếu vào sản xuất nông - ngư nghiệp, chiếm 69,45% số lao động, còn lại là các ngành nghề khác.

Bảng 1. 6: Tổng hợp dân số, lao động các xã vùng Đệm VQG Xuân Thủy

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Tổng	Giao Thiện	Giao An	Giao Lạc	Giao Xuân	Giao Hải
1	Dân số	Người	49.425	11.053	10.443	10.536	10.169	7.224
	- Nam	Người	24.924	5.713	5.332	5.313	4.973	3.593
	- Nữ	Người	24.501	5.340	5.111	5.223	5.196	3.631
2	Mật độ dân số	Người/km²	1.230	937	1.274	1.494	1.342	1.302
3	Lao động trong độ tuổi	Người	23.429	3.976	5535	4.921	4.647	4.350
	- Lao động Nông - ngư nghiệp	Người	16.271	3.181	3.844	2.461	3.764	3.021
	- Lao động phi nông nghiệp	Người	7.158	795	1.691	2.460	883	1.329

Nguồn: Niên giám thống kê huyện Giao Thủy 2011

Với cơ cấu lao động và dân số như trên, đã gây áp lực lớn đến tài nguyên môi trường ở khu vực Vườn Quốc gia Xuân Thủy. Nguyên nhân một phần là do không có ngành nghề phụ, thu nhập từ sản xuất nông nghiệp không đảm bảo cuộc sống, mặt khác do sức hấp dẫn lớn của thị trường hàng thủy sản hiện nay nên các hoạt động nuôi trồng thủy sản và khai thác nguồn lợi tự nhiên ở vùng triều của Vườn Quốc gia Xuân Thủy đã lôi kéo hầu hết số đông lực lượng dôi dư của vùng đệm.

b. Tình hình đời sống của nhân dân các xã trong vùng đệm

Tỷ lệ giàu nghèo: Theo tiêu chí phân loại hộ gia đình (năm 2002) và kết quả

kiểm chứng trực tiếp một số hộ trong khu vực (căn cứ vào 2 nhân tố chủ yếu là giá trị tài sản cố định và thu nhập bình quân hàng năm của hộ). Kết quả cho thấy trong những năm gần đây các xã vùng đệm có số hộ giàu và khá tăng nhanh, số hộ nghèo giảm nhiều, chỉ còn khoảng 13,4% số hộ nghèo (thấp hơn bình quân chung của huyện 1,4%), khá giàu 23,2%, trung bình 63,4%.

Tình hình thu nhập: Thu nhập các xã vùng đệm chủ yếu từ nông nghiệp và kinh tế biển, bình quân thu nhập được tính dựa theo các nguồn sau:

- Thu từ sản xuất lương thực chiếm: 39,3 %
- Thu từ chăn nuôi gia súc gia cầm các loại chiếm: 10,0%
- Thu từ kinh tế biển chiếm: 36,1%
- Các ngành nghề khác như dịch vụ thương mại, ngành nghề công nghiệp và tiểu thủ công nghiệp, chiếm 14,6%

Điều kiện sinh hoạt gia đình: Trong những năm gần đây nền kinh tế trong khu vực đã có những bước phát triển đáng kể, điều kiện sinh hoạt trong các hộ cũng từng bước được cải thiện. Nhà cửa của các gia đình trong vùng chủ yếu là Nhà xây kiên cố và bán kiên cố chiếm 63%. Nhà cấp IV chiếm tỷ lệ nhỏ 37%. Các đồ dùng có giá trị phục vụ sinh hoạt tiện nghi cho gia đình như tivi, xe máy và các vận dụng có giá trị khác chiếm tỷ lệ khá cao.

Như vậy, tại khu vực nghiên cứu có một số đặc điểm như sau:

Do chưa hiểu hết giá trị nhiều mặt của hệ sinh thái rừng ngập mặn, hoặc do những lợi ích kinh tế trước mắt, người dân địa phương được thuê đất thuộc khu vực đầu bãi Trong và một phần ở cồn Ngạn đã chặt phá rừng ngập mặn để chuyển sang nuôi trồng thủy sản, hoặc đắp bờ bao quanh giữ nước ngọt và nước triều làm giảm độ mặn của nước và tăng thời gian ngập nên một số loài thực vật ngập mặn không sống nổi (cây vẹt), vì vậy diện tích rừng tại khu vực này giảm đáng kể. Khu vực cuối bãi Trong và cuối cồn Ngạn cũng bị chặt phá nhiều để nuôi vạng.

Hóa chất và những chất độc hại tiềm năng ở đáy đầm như CH₄, H₂S theo nước triều chuyển ra các bãi nuôi nhiễm thể hai mảnh vỏ làm giảm năng suất nuôi các đối tượng này;

Do thiếu sự phối hợp chặt chẽ giữa các ngành, đặc biệt là thủy sản và lâm nghiệp nên không những mất rừng mà sự cân bằng sinh thái suy giảm.

Trước năm 2000, do thiếu quy hoạch, nên việc phát triển nuôi tôm, vạng... ở vùng cồn Ngạn, bãi Trong và cả ở cồn Lu phát triển khá tự phát và ồ ạt, quy mô và phương thức nuôi cũng rất đa dạng, chủ yếu vẫn là quảng canh, mở rộng diện tích. Cho nên, đã phá hủy phần lớn các nơi cư trú của các loài ở vùng ven biển, thu hẹp không gian vùng ven biển và đẩy môi trường vào tình trạng khắc nghiệt hơn về mặt sinh thái, tăng rủi ro dịch bệnh cho vật nuôi do thiếu các yếu tố có vai trò điều hòa và điều chỉnh môi trường.

Tuy nuôi trồng thủy sản tương đối tập trung nhưng hoàn toàn phụ thuộc vào nước triều mà không có hệ thống xử lý chất thải dư thừa dẫn đến nhiều đầm bị tù đọng, nước trong đầm kém lưu thông, khiến cho chất lượng nước trong đầm nuôi biến đổi theo chiều hướng xấu.

Do nhận thức của du khách về môi trường và tài nguyên còn hạn chế, công tác tuyên truyền chưa chú trọng vào nâng cao nhận thức về môi trường, nên giá trị tài nguyên du lịch bị tác động mạnh. Chất thải sinh hoạt từ các hoạt động du lịch tăng, rác thải tăng, túi nilon, vỏ đồ hộp vô tình hay hữu ý đã ném trực tiếp xuống biển, xuống đầm hay kênh rạch.

1.5. Tổng quan về mô hình rừng ngập mặn

Trên thế giới, nghiên cứu thích ứng của các loài sinh vật với điều kiện môi trường qua xây dựng các mô hình sinh thái nói chung đã được phát triển khá rộng rãi trong vài thập niên gần đây. Mỗi mô hình được xây dựng thích ứng với một điều kiện môi trường và địa lý đặc thù, đó cũng xuất phát từ đặc tính cơ bản của các quá trình sinh thái là hoàn toàn đặc trưng và riêng biệt đối với mỗi vùng địa lý cụ thể. Cho tới nay đã có nhiều dạng mô hình sinh thái đã ra đời, về cơ bản chúng phát triển nối tiếp và bổ sung cho nhau, chính xác hơn và hiệu quả hơn đã phân nào chứng minh được sự thành công trong việc sử dụng công cụ toán tin trong nghiên cứu và phân tích các quá trình phức tạp của hệ thống sinh thái. Các mô hình dựa trên các quá trình cơ động với mục tiêu tối ưu hóa thế giới thực, và do đó việc sử dụng và phát triển chúng đã dẫn đến một triển vọng mở rộng sự phát triển mô hình theo không gian và thời gian ở cấp độ vùng địa lý. Các mô hình như mô hình hướng cá thể (individual based model) đã được sử dụng rất thành công để mô phỏng động thái phát triển của rừng ở cấp độ cá thể, và các dạng mô hình áp dụng giải thuật Cellular automata giúp phát triển về mặt

không gian diễn biến động lực rừng, sự áp dụng thành công của các mô hình này đã chứng minh được sự ích lợi của việc tìm hiểu sự phát triển của thực vật như là một quá trình bị tác động bởi các yếu tố môi trường.

Một số mô hình sinh thái rừng tiêu biểu hiện nay trên thế giới có thể kể như sau:

- JABOWA (Botkin, 1993): đây được xem là mô hình sinh thái rừng đầu tiên trên thế giới, được xây dựng năm 1972 bởi Botkin. Mô hình này mô phỏng sự tương tác giữa các yếu tố môi trường và sự phát triển của rừng tại Hubbard Brook, New Hampshire, Mỹ;

- FORET (Shugart, 1984): ra đời năm 1984, mô hình này được nâng cấp và phát triển từ mô hình JABOWA, được xây dựng để mô phỏng sự phân bố và phát triển của rừng ở khu vực phía tây Great Lake, Mỹ;

- LINKAGES (Post and Paster, 1996): ra đời năm 1996, mô phỏng những ảnh hưởng lâu dài của biến đổi khí hậu và chu kỳ dinh dưỡng đối với cấu trúc và thành phần của khu rừng gỗ cứng phía đông bắc nước Mỹ ;

- ForClim (Bugmann, 1996): ra đời năm 1996, được sử dụng để mô phỏng diễn biến dài hạn (1.200 năm) về động lực của cấu trúc quần thể rừng ở phần Thụy Sĩ của dãy Alps, châu Âu;

- LANDIS (Mladenoff, D. and W. Baker, 1999): mô phỏng diễn biến phân bố không gian và sức khỏe của quần thể rừng dưới tác động ảnh hưởng của các yếu tố nhiễu loạn ví dụ như cháy rừng.

Đối với rừng ngập mặn, hiện nay trên thế giới vẫn chưa có nhiều các mô hình sinh thái mô phỏng động lực của rừng ngập mặn. Chỉ có 3 mô hình được xây dựng và cả 3 mô hình này đều được dùng để mô phỏng các khu rừng ngập mặn ở Nam Mỹ và vùng Amazon.

- Mô hình FORMAN (Chen, R. and R. R. Twilley, 1998): dựa trên sự hiệu chỉnh các mô hình sinh thái JABOWA và FORET (Shugart, 1984; Botkin, 1993). FORMAN đã được phát triển để mô phỏng quá trình diễn biến của RNM trên một diện tích 0.05ha (Chen, R. and R. R. Twilley, 1998), FORMAN mô phỏng sự phát triển của 3 loài (*Rhizophora Mangle*, *Avicennia germinans* và *Laguncularia racemosa*), mô hình đã tính toán sự phát triển về đường kính, chiều cao của từng cá thể loài theo từng năm.

- Mô hình KiWi (Berger, U. and H. Hildenbrandt, 2000; Berger et al., 2008): mô phỏng diễn biến RNM, KiWi được phát triển trên cơ sở của mô hình FORMAN có thêm sự tính toán đến sự cạnh tranh không gian sống của các loài thực vật.

- SELVA-MANGRO (Twilley et al., 1999): mô hình dự báo tác động của sự thay đổi khí hậu, bão lụt và sự dâng cao của mực nước biển lên cấu trúc và chức năng của RNM ở miền Nam Florida của Hoa Kỳ. Kết quả dự báo của SELVA-MANGRO là sự kết hợp tính toán của nhiều mô hình bao gồm: FORMAN (tính toán cấu trúc của RNM), NUMAN (mô hình tính toán các hợp chất dinh dưỡng trong đất), HYMAN (tính toán các yếu tố thủy văn), và SALSA (mô hình tính toán diễn biến lan truyền mặn). Sự liên kết của các mô hình này đã cho phép xác định được diễn biến, cấu trúc và sản lượng RNM theo các kịch bản thay đổi khác nhau của chế độ thủy văn.

Ở Việt Nam, cho tới nay việc phát triển một mô hình sinh thái có thể dự báo diễn biến và diễn thế cấu trúc rừng ngập mặn vẫn chưa được thực hiện. Tuy nhiên, các nghiên cứu về sinh học và sinh thái học cũng như giải phẫu học đối với cấu trúc quần thể sinh thái rừng ngập mặn ở Việt Nam đã được thực hiện khá chi tiết và hệ thống trong nhiều năm qua. Đặc biệt cùng với sự nhận thức về vai trò và tầm quan trọng của RNM, đã có nhiều nỗ lực cố gắng phục hồi cải tạo các vùng rừng ngập mặn bị tàn phá và thay đổi do hậu quả các tác động gây xáo trộn của con người và thiên nhiên, đã có nhiều nghiên cứu xác định sự tương quan giữa thành phần loài thực vật rừng ngập mặn với các điều kiện môi trường.

Những nghiên cứu về sinh lý sinh thái cây ngập mặn (CNM) trong những năm gần đây tập trung chủ yếu vào nghiên cứu các đặc điểm sinh lý thích nghi với độ mặn cao, đất ngập nước thiếu không khí, điều kiện khí hậu nóng ẩm vùng nhiệt đới - những điều kiện này thường không thích hợp cho sinh trưởng của thực vật quang hợp C3.

Tài liệu đầu tiên đề cập đến “Sinh thái và địa sinh vật của CNM” là của Phạm Hoàng Hộ (1960). Tiếp theo là những nghiên cứu của L.T.Phương (1980) Bước đầu tìm hiểu một số đặc điểm sinh thái của các CNM liên quan tới chế độ muối; N.P.Nga, (1980) Bước đầu nghiên cứu chế độ nước của một số loài CNM; M.S.Tuấn, P.N.Hồng, (1984) Một số đặc điểm sinh thái các loài trong chi Mắm; P.N.Hồng, (1991) Đánh giá tác động của các nhân tố sinh thái đến sự phân bố của RNM; Đặng Trung Tấn, (1994)

Diễn biến lâm sinh trên các loại hình sử dụng đất rừng ngập nước Minh Hải; Mai Sỹ Tuấn (1995) Ảnh hưởng của độ mặn đến nảy mầm, sinh trưởng và quang hợp của mắm biển (*Avicennia marina*).

Giai đoạn tiếp theo là những nghiên cứu về: xã hội học thực vật ngập mặn xã Thụy Trường, huyện Thái Thụy, Tỉnh Thái Bình bởi tác giả Nguyễn Thị Kim Cúc và cộng sự. (2004), ảnh hưởng của nhiệt độ thấp đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của cây Bần chua (*Sonneratia caseolaris*) trồng tại Giao Thủy, Nam Định (Đào Văn Tấn và Trần Văn Ba, 2004)

Kết quả các nghiên cứu này sẽ cung cấp nền tảng trong công tác đánh giá và dự báo các tác động qua lại giữa các yếu tố môi trường và rừng ngập mặn đồng thời cũng là một nguồn thông tin quý giá hỗ trợ trong việc xây dựng thiết kế cấu trúc cho một mô hình sinh thái thực vật ngập mặn trong vùng nghiên cứu.

Trong thời gian qua ở Việt Nam chỉ có một số đơn vị chuyên nghiên cứu sâu về hệ sinh thái rừng ngập mặn.

- Ban Nghiên cứu Hệ sinh thái Rừng ngập mặn (MERD) thuộc Trung tâm Nghiên cứu Tài nguyên và Môi trường - Đại học Quốc gia Hà Nội là đơn vị có những đóng góp tích cực nhất trong các hoạt động khoa học về hệ sinh thái rừng ngập mặn;
- Trung tâm Nghiên cứu Rừng ngập Minh Hải thuộc Viện Nghiên cứu Lâm nghiệp;
- Gần đây, Trung tâm Nghiên cứu sinh thái và môi trường thuộc Viện Nghiên cứu lâm nghiệp cũng đã tiến hành một số đề tài nghiên cứu phân loại đất ven biển và đất RNM Việt Nam;
- Trung tâm Nghiên cứu Hệ sinh thái Rừng ngập mặn (MERC) thuộc Đại học Sư phạm Hà Nội mới được tái thành lập cho nhiệm vụ nghiên cứu về hệ sinh thái RNM.

CHƯƠNG II

NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Các nội dung nghiên cứu

2.1.1. Điều tra, khảo sát, đo đạc và đánh giá hiện trạng của thực vật rừng ngập mặn

Phân bố loài và sinh trưởng của thực vật RNM phụ thuộc chặt chẽ vào các yếu tố: cao trình (theo mức độ ngập), độ mặn và nhiệt độ môi trường.

* Đo đạc quan trắc về điều kiện môi trường

- Thiết kế các vị trí tiến hành khảo sát, đo đạc các thông số về điều kiện môi trường (thiết kế 9 vị trí đo, mỗi vị trí sẽ được đo hai lần, một lần vào tháng 4 năm 2012, một lần vào tháng 10 năm 2012);

- Khảo sát đo mực nước của các sông khu vực nghiên cứu;

- Thu thập các số liệu ở các trạm quan trắc khí tượng thủy văn trong vùng.

* *Khảo sát và đo đạc hiện trạng của thực vật rừng ngập mặn*

- Xác định thành phần loài (loài cây, mật độ và các đặc điểm sinh thái của chúng, đo một lần);

- Đo các thông số sinh trưởng của một số loài thực vật RNM: đường kính, chiều cao, tán, ... (đo thông số sinh trưởng của các loài đại diện cho các điều kiện môi trường đặc thù (2 loài));

- Thừa kế các kết quả tăng trưởng các loài thực vật ngập mặn chính (2 loài) trong vùng thông qua các nghiên cứu khác;

- Khảo sát và hiệu chỉnh bản đồ phân bố thực vật ngập mặn trong vùng dựa vào dữ liệu có sẵn của địa phương.

* *Đánh giá hiện trạng rừng tại VQG Xuân Thủy*

Đánh giá thành phần loài, các chỉ tiêu sinh trưởng (chiều cao, đường kính, số lượng cây ngập mặn...)

2.1.2. Xác định và áp dụng một số kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng

- Tổng quan về các kịch bản BĐKH và nước biển dâng trên thế giới và ở Việt Nam;

- Phân tích, kế thừa kết quả tính toán về biến đổi thể nền (độ ngập) dựa trên kịch bản biến đổi mực nước biển trung bình các kịch bản nước biển dâng đến năm 2100;

- Thừa kế từ các nghiên cứu khác kết quả xây dựng bản đồ mực nước, theo các kịch bản nước biển dâng đến năm 2100;

- Mô phỏng mô hình số độ cao địa hình khu vực nghiên cứu tương ứng với các kịch bản nước biển dâng.

2.1.3. Xây dựng quy hoạch phân bố RNM đến năm 2100

- Căn cứ pháp lý, căn cứ khoa học để xây dựng quy hoạch
- Kết quả phương án quy hoạch rừng ngập mặn đến năm 2030
- Kết quả phương án quy hoạch rừng ngập mặn đến năm 2050
- Kết quả phương án quy hoạch rừng ngập mặn đến năm 2100

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu, các phương pháp được sử dụng được mô tả như sau:

2.2.1. Phương pháp thu thập, tổng hợp thông tin

Tập hợp, tổng hợp các tài liệu về điều kiện môi trường của vùng nghiên cứu, các tài liệu về diễn biến phân bố của hệ thực vật rừng ngập mặn trong vùng;

Điều tra khảo sát, thu thập tài liệu, kết quả nghiên cứu về hệ sinh thái RNM và quản lý tài nguyên VQG Xuân Thủy;

+ Điều tra, thu thập kết quả nghiên cứu lịch sử hình thành và phát triển hệ sinh thái VQG Xuân Thủy;

+ Điều tra khả năng xuất hiện cây ngập mặn VQG Xuân Thủy;

+ Điều tra hiện trạng, diện tích, phân bố rừng ngập mặn, đa dạng sinh học VQG Xuân Thủy;

+ Điều tra đánh giá nguyên nhân suy thoái hệ sinh thái rừng ngập mặn ở khu vực nghiên cứu;

2.2.2. Phương pháp khảo sát, đo đạc tại hiện trường

- Tiến hành khảo sát thực địa, đo đạc và xác định các vùng mẫu thí nghiệm, thành lập ô thí nghiệm ngoài hiện trường:

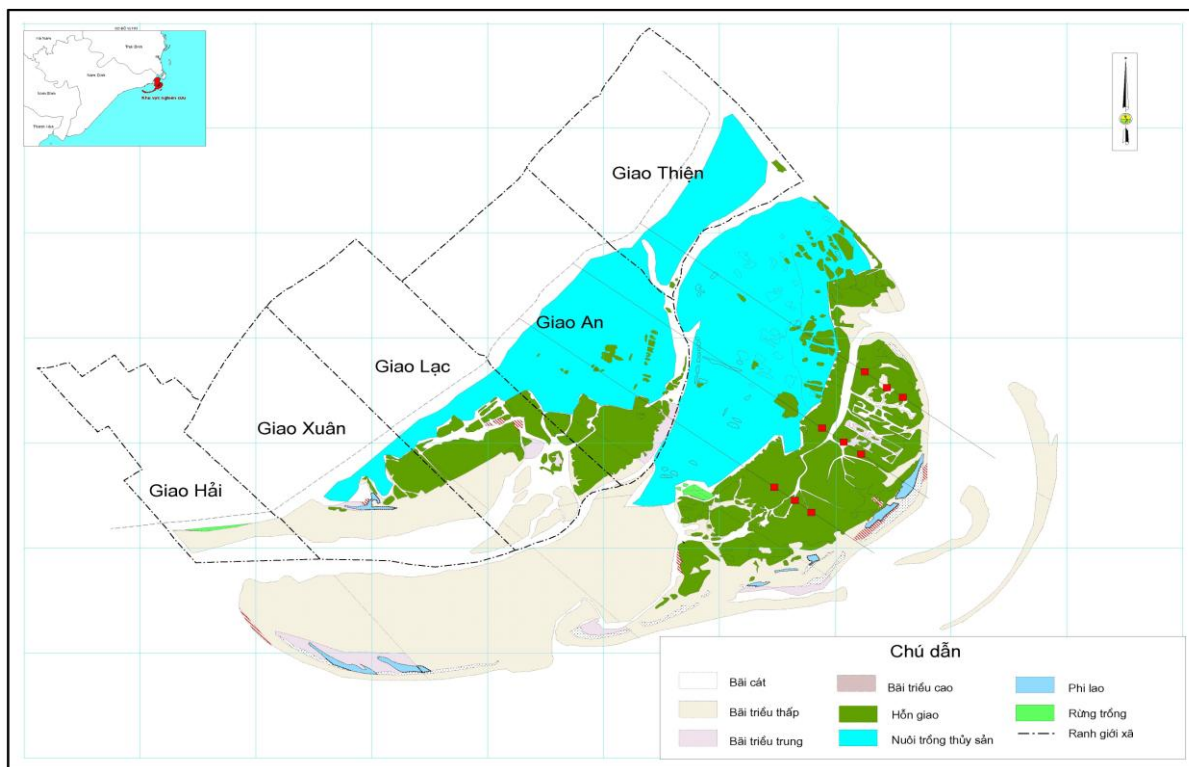
Lập 3 băng điều tra với 3 ô tiêu chuẩn (OTC) mỗi băng. Các OTC trong mỗi băng bố trí đều từ bờ ra. Riêng OTC số 1 của băng 1 đo đếm với chỉ tiêu có diện tích là $10 \times 10 = 100 \text{ m}^2$ còn các OTC sau chỉ xác định với diện tích $5 \times 5 = 25 \text{ m}^2$.

Các OTC số 1 của 3 băng được trồng vào năm 1997 - 1998, các OTC này có tầng đất mùn mỏng khoảng 5-15 cm, tầng cây cao, khép tán lớn. Tỷ lệ cây tái sinh thấp. Cây tái sinh ít có khả năng phát triển thành cây mới, phát triển cùng quần thể cây cao.

Các otc số 2 của 3 băng được trồng vào năm 1999 - 2000, các OTC này có tầng đất mùn dày nhất trong ba vị trí đo. Tầng mùn từ 20 - 40 cm.

Các OTC số 3 của 3 băng được trồng vào năm 1997 - 1998, có tầng mùn mỏng khoảng 10 - 25 cm, cây con tái sinh nhiều. Cây thấp tán rộng và nhiều cành. Nhiều vị

trí cây cao chết cây con mọc rất nhiều. Trong OTC đã có những cây con mọc và phát triển gần vươn tới tầng cây cao và có nhiều tầng tán cây con.



Hình 2.1: Sơ đồ vị trí các ô tiêu chuẩn tại khu vực nghiên cứu

- Nghiên cứu thực địa để đánh giá và thu thập kết quả nghiên cứu về thực vật rừng ngập mặn trong khu vực nghiên cứu như thành phần loài, sinh trưởng của thực vật, sinh khối/đơn vị diện tích, sinh khối cực đại của cây, tỷ lệ sống, tốc độ sinh trưởng và tái sinh của thực vật, độ che phủ, mức độ cạnh tranh, độ khép tán, đa dạng sinh học của VQG Xuân Thủy;

2.2.3. Phương pháp kế thừa

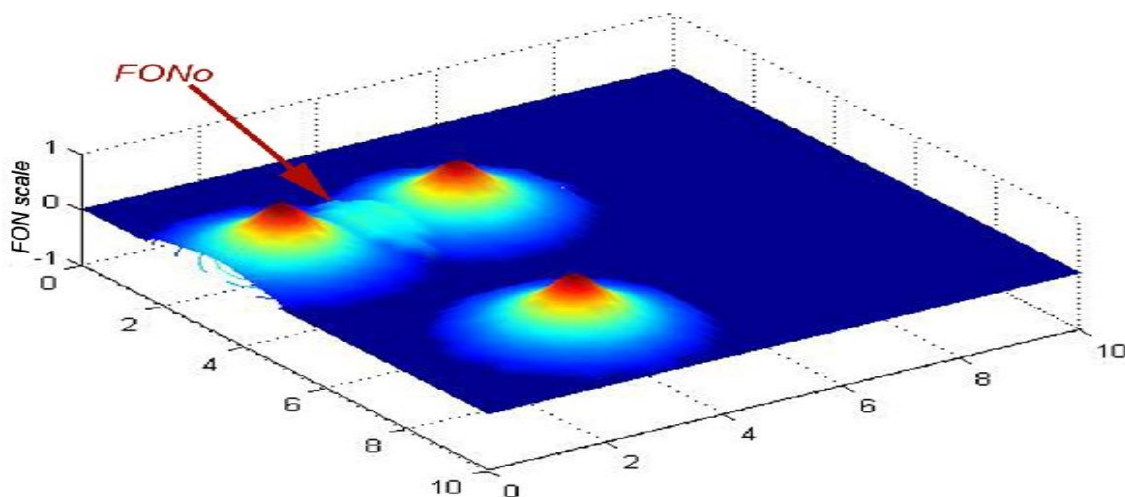
Nghiên cứu sẽ thừa kế những kết quả nghiên cứu của những đề tài đã và đang thực hiện với cùng nội dung và cùng địa điểm để có thể tận dụng được những kết quả cho mục tiêu nghiên cứu của đề tài.

- Kế thừa mô hình CGMM (Nguyen Hoang Anh, 2011);
- Kế thừa kết quả tính toán về biến đổi thể nền (độ ngập) dựa trên kịch bản biến đổi mực nước biển trung bình các kịch bản nước biển dâng đến năm 2100 của đề tài “Nghiên cứu tác động của mực nước biển dâng do biến đổi khí hậu đến hệ sinh thái rừng ngập mặn và cộng đồng dân cư ở vùng ven biển đồng bằng sông Hồng”;
- Các kết quả nghiên cứu và khảo sát khác tại VQG Xuân Thủy.

2.2.4. Phương pháp lập trình, phần mềm MATLAB

Kết hợp sử dụng phần mềm MATLAB và mô hình CGMM (Nguyen Hoang Anh, 2011) để tạo ra mô hình chạy cho khu vực nghiên cứu.

Lập trình mô phỏng quá trình diễn biến RNM theo biến động của yếu tố môi trường sử dụng các ứng dụng của phần mềm MATLAB (ứng dụng về vẽ đường tương quan, hiển thị dữ liệu dạng ảnh...).



Hình 2.2: Tái tạo vùng ảnh hưởng cạnh tranh giữa các cá thể

2.2.5. Giới thiệu về phương pháp mô hình hướng cá thể (IBM) và mô hình CGMM

2.2.5.1. Phương pháp mô hình hướng cá thể (IBM)

Các mô hình rừng được phân loại chủ yếu dựa vào mức độ khác nhau của quá trình mô phỏng và quy mô mô hình. Các phân loại tiêu biểu của mô hình rừng gồm có:

- Mô hình rừng sinh thái: được phát triển thành để mô hình những nhiễu động tự nhiên và do quản lý tạo ra trong các khu rừng trồng, bán tự nhiên hoặc rừng tự nhiên, chúng mô hình các động lực hệ sinh thái dài hạn bao gồm thông tin về phục hồi, tăng trưởng, tử vong của cây.

- Mô hình dựa trên quá trình vật lý: còn gọi là các mô hình cơ học hoặc mô hình sinh địa hóa, được phát triển để mô phỏng các quá trình tăng trưởng chính và các nguyên nhân cơ bản của năng suất như: quang hợp và hô hấp, phân phối carbon, chu trình dinh dưỡng và ảnh hưởng khí hậu. Nó là các mô phỏng toán học của hệ sinh thái kết hợp giữa hiểu biết về sinh lý với các tổ chức sinh thái trong các thuật toán dự báo. Mô hình đưa vào các phép toán các mức độ phản ứng sinh lý của thực vật đến các yếu tố vị trí cả khi bị con người tác động trực tiếp (sinh sản) hay gián tiếp (nồng độ CO₂

trong khí quyển).

- Mô hình rừng kết hợp: được phát triển từ việc bổ sung các quá trình đã biết và các thực nghiệm đáng tin cậy nhằm tạo một mô hình quá trình mới có thể khắc phục được những hạn chế của các tiếp cận trước.

Khó khăn của việc xây dựng các mô hình là quy mô mô hình được mô phỏng. Một trong những yêu cầu cần phải đạt được là làm thế nào để kết hợp giữa tính bất đồng của các đối tượng với khả năng mở rộng quy mô của mô hình.

a. Quy mô của mô hình

Phạm vi và giải thích chi tiết của một mô hình được thể hiện bởi yếu tố “Quy mô”. Theo Ratzé et al. (2007) thì *Quy mô* có 3 ý nghĩa:

- Ý nghĩa quan sát
- Ý nghĩa bản thể
- Ý nghĩa đại diện

Theo đó, ý nghĩa đại diện của quy mô có tầm quan trọng đặc biệt trong mô hình bởi vì mô hình hóa là bao hàm việc đại diện cho một vấn đề với độ chính xác có hạn. Có 2 cách tiếp cận trong mô hình hóa sinh thái dẫn đến các kết quả khác nhau: cách tiếp cận dựa trên biến riêng lẻ và cách tiếp cận dựa trên biến tổng hợp.

Khác biệt chính giữa 2 cách tiếp cận này là các mô hình hướng cá thể (IBMs) sử dụng cá thể làm đơn vị cơ bản, nó tách rời các cá thể. Sự tách biệt này thường được xây dựng cho các thuộc tính đặc biệt quan tâm, chẳng hạn như kích thước, bố trí không gian, tương tác không gian, các tham số năng lượng sinh học, sinh thái, đặc điểm hành vi...

Các mô hình biến tổng hợp (ASVs) thường mô hình hóa các động thái có thể của cá thể và tính trung bình chúng với số lượng lớn, trong trường hợp này các cá thể được giả thiết đồng nhất. Do đó, kết quả mô phỏng của ASVs không thể giải thích được sự tồn tại của biến động cá thể so với mô hình IBM.

Đến nay, IBM đã chứng minh được hiệu quả trong việc mô phỏng các quá trình phức tạp, đặc biệt là khi có yếu tố sinh thái trong tính toán, trong khi các mô hình biến tổng hợp không đạt được kết quả khả quan do đã bỏ qua sự khác biệt giữa các cá thể.

Vấn đề quan trọng của IBM là mối liên quan giữa độ chính xác tại mô hình chạy với mức độ tổng quát có thể mô phỏng, và mức độ kết hợp các cơ chế trong mô

hình với các động lực không gian. IBM cho các kết quả tốt nhưng không phải ở mức độ không gian cần khối lượng tính toán lớn. Đối với sinh thái rừng, vị trí và tương tác giữa mỗi cây là một trong những yếu tố gây ra sự khác biệt giữa các cây và gây ra quá trình tự tỉa thưa.

Một số nhà nghiên cứu đã thử mô phỏng động lực rừng trong các nhóm bất đồng, hoặc các mô hình tăng trưởng rừng tập trung vào tính phức tạp của các cây đơn lẻ trong một nhóm (Le Roux et al., 2001; Lischke et al., 1998, 2006). Trong trường hợp này, mô hình nói chung đã đại diện cho một cây giống như một tập hợp các đơn vị tăng trưởng.

Một xu hướng khác là sử dụng IBM để cung cấp giá trị các tham số cho mô hình tổng hợp biến (Luan et al., 1996; Berninger, F. and E. Nikinmaa (1997); Le Roux et al., 2001). Grimm (1999) đã gọi ứng dụng này là một “thử nghiệm máy tính” sử dụng các IBM. Trong kiểu tổng hợp này, dữ liệu chi tiết được nhập vào các mô hình IBM để xuất ra các kết quả đầu ra (thống kê từ nhiều quá trình mô phỏng của IBM). Sau đó, các dữ liệu đầu ra được dùng làm đầu vào cho các mô hình tổng hợp.

b. Mô hình tăng trưởng

Có thể thấy sự khác biệt giữa rừng ngập mặn và rừng trên cạn ở các yếu tố độ mặn và ngập do thủy triều. Do đó 2 yếu tố trên là điều kiện đầu tiên khi đề cập đến các yếu tố ảnh hưởng đến sự phát triển của rừng ngập mặn, trong nghiên cứu này chúng tôi bỏ qua ảnh hưởng của yếu tố độ mặn, bình thường hóa tham số độ mặn bằng 1 và chỉ tính toán mô phỏng động thái rừng ngập mặn theo tham số ngập (yếu tố độ cao).

Các phương trình tính toán như sau:

*** Phương trình tăng trưởng:**

$$\frac{d(d0.3)}{dt} = \frac{G^{opt} \cdot d0.3 \cdot (1 - d0.3 \cdot H / D_{max} / H_{max})}{2b_1 + 3b_2 \cdot d0.3 - 4b_3 \cdot d0.3^2} \times MUL$$

Trong đó:

$$H = b_1 + b_2 \cdot d0.3 - b_3 \cdot d0.3^2$$

$$MUL = f_s \times f_{el} \times f_c$$

d0.3: là đường kính cây ở chiều cao 0,3 m

G_{opt} : là tốc độ tăng trưởng loài cụ thể trong điều kiện tối ưu

H_{max} : là chiều cao lớn nhất của cây

D_{\max} : là đường kính cây lớn nhất

b_1, b_2, b_3 : là hằng số tăng trưởng của loài

MUL: là hệ số tăng trưởng,

f_c, f_{el}, f_s : là các hệ số cạnh tranh, độ cao và độ mặn. Nếu không xét đến ảnh hưởng của yếu tố này thì chúng được cho bằng 1.

Tham số G_{opt} thể hiện tốc độ tăng trưởng của cây, quyết định làm thế nào để cây đạt tăng trưởng tối đa.

Hệ số độ cao:

Tần số và thời gian ngập triều ảnh hưởng đến phân bố và phát triển của các loài, một số loài có thể thích nghi tốt với thời gian ngập triều dài (mắm), một số loài không chịu được ngập (chà là biển), một số loài có thể chịu ngập ở mức trung bình (trang). Cao độ có thể coi là yếu tố gián tiếp phản ánh tần suất và thời gian ngập triều, do đó thay vì xem xét 2 yếu tố ảnh hưởng đến sinh trưởng của cây (tần suất và thời gian ngập triều), chúng tôi tích hợp cả 2 chỉ số vào một yếu tố (độ ngập). Ảnh hưởng của yếu tố độ ngập lên sự phát triển của rừng ngập mặn được mô tả bởi phương trình sau:

$$f_{el} = \left\{ (a_{\max e} - a_{1e}) \left[1 - e^{-(el/el_1)^\alpha} \right] + a_{1e} \right\} e^{-(el/el_2)^\beta} + a_{2e} \left[1 - e^{-(el/el_2)^\beta} \right]$$

Trong đó: $a_{\max e}$ là giá trị tối đa của hệ số độ cao,

a_{1e} và a_{2e} là những giá trị tối thiểu của hệ số độ cao,

el là độ cao bằng mét,

el_1 và el_2 là loại độ cao tối ưu,

α và β là các thông số xác định độ dốc của đường cong hệ số độ cao.

Hệ số cạnh tranh:

Kết quả phân tích dữ liệu đã cho thấy ảnh hưởng của cạnh tranh không gian tới sự phát triển của cây thông qua mật độ. Đã có nhiều nhà nghiên cứu phát triển các mô hình để giải thích cơ chế này (hiệu ứng tự tỉa thưa). Trong mô hình tăng trưởng của nghiên cứu, áp dụng các giả thiết về “Trường lân cận - Field of neighbourhood” của Berger, U. and H. Hildenbrandt (2000).

Berger, U. and H. Hildenbrandt (2000) đã giả thiết kích thước của một cây bị ảnh hưởng bởi các cây xung quanh, quá trình này được thêm vào mô hình bởi yếu tố cạnh tranh FA. Yếu tố này là phần sức cạnh tranh của một cây trong tổng mức cạnh

tranh của các cây bên cạnh. Quá trình này được mô tả bởi các phương trình sau:

$$FA_i = \frac{1}{FON_i} \cdot \sum_{j=1, j \neq i}^{N_n} \int_0^{FON_{o,ij}} FON_{o,ij}$$

$$FON = \begin{cases} F_{\max} & 0 \leq r \leq rbh \\ \exp \left[-\frac{|\log(F_{\min})|}{R - rbh} (r - rbh) \right] & rbh < r \leq R \\ 0 & r > R \end{cases}$$

$$R = a_2 \times rbh^{c_2}$$

Trong đó:

FA_i : là phần sức cạnh tranh của cây thứ i bị tác động của các cây xung quanh nó

FON_i : là khu vực ảnh hưởng cạnh tranh của cây thứ i

N_n : là số lượng cây xung quanh của một cây tính toán

$\int_0^{FON_{o,ij}}$: là giá trị bao phủ của FON_i trên cây thứ i dưới tác dụng của cây lân

cận thứ j

O: là vùng bao phủ

R: là bán kính khu vực ảnh hưởng

a_2 và c_2 là các hệ số tỷ lệ

Hệ số cạnh tranh tăng trưởng được tính như sau:

$$f_c = (a_{\max c} - a_{0c}) \exp [-(F A / F A_{\text{thr}})] + a_{0c}$$

Trong đó:

$a_{\max c}$ và a_{0c} : là giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của ảnh hưởng cạnh tranh đến tăng

trưởng

FA_{thr} : là giới hạn của FA.

* Sinh sản và phát tán trụ mầm

Số lượng cây con của một cây phụ thuộc vào sinh khối của nó, ta có phương trình sau:

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 \cdot fR_{ep} \cdot \text{Biom} \cdot \left(1 - \frac{N_2}{N_{2\max}} \right)$$

$$fR_{ep} = 1 - \exp \left[-(\text{Biom} / Ec)^{\gamma_2} \right]$$

$$\text{Biom} = a_1 \cdot d0.3^{c_1}$$

Trong đó:

N_1 : là số lượng cây con được trồng

N_2 : là số lượng cây con do một cây sinh ra ở thời điểm t

r_2 : là tốc độ sinh sản

Biom: sinh khối cây

N_{2max} : số lượng con con tối đa một cây có thể sản xuất

$fRep$: là hàm số sinh khối và được đưa vào trong giai đoạn một cây sản xuất cây con

a_1 và c_1 và γ_2 : là các tham số tỷ lệ.

Một cây con phát tán từ cây mẹ (có vị trí (μ_1, μ_2)) đến một điểm (x, y) là ngẫu nhiên và được xây dựng bởi hàm mật độ xác suất $h(x, y)$. Hàm mật độ xác suất này đưa vào trong tính toán quy trình lỗi với số lượng điểm xác định N_2 . khoảng cách lỗi bằng một nửa đường kính cây, nó có nghĩa là một cây không thể lớn bên trong một cây khác.

$$h(r) = \begin{cases} 0 & r \leq rbh \\ k_s(x, y | \mu_1, \mu_2) & r > rbh \end{cases}$$

Trong đó:

$$r = \sqrt{(x - \mu_1)^2 + (y - \mu_2)^2}$$

Với hạch $k_s(x, y | \mu_1, \mu_2)$, một hàm mật độ chuẩn hai chiều được đưa vào để mô tả phân phối dị hướng.

$$k_s(x, y | \mu_1, \mu_2) = \frac{1}{2\pi \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2 \cdot \sqrt{1 - \rho^2}} \cdot \exp \left[-\frac{1}{2(1 - \rho^2)} \cdot \left(\frac{(x - \mu_1)^2}{\sigma_1^2} - 2\rho \cdot \frac{(x - \mu_1) \cdot (y - \mu_2)}{\sigma_1 \cdot \sigma_2} + \frac{(y - \mu_2)^2}{\sigma_2^2} \right) \right]$$

Trong đó:

r : là khoảng cách giữa cây mẹ và cây con

x, y : là tọa độ cây con

hàm $h(x, y)$: đảm bảo cây con không thể lớn lên trong cây khác

* Cây chết

Khả năng tử vong của cây phụ thuộc vào năng lượng của nó. Chúng tôi giả thiết trong thời gian sống, cây tích tụ năng lượng. Năng lượng này được xác định là phần sinh khối trừ đi năng lượng tiêu thụ do hô hấp và sinh sản. Khi sinh khối ngừng gia

tăng, năng lượng dự trữ này giảm theo thời gian vì cây phải dùng năng lượng cho hô hấp và sinh sản, làm gia tăng khả năng tử vong.

$$\frac{dE}{dt} = r_1 \cdot \frac{dBiom}{dt} - r_3 \cdot N_2 - \mu \cdot Biom$$

$$\mu = \mu_0 \cdot \exp \left[- \left(\frac{t}{t_{thr}} \right)^{\alpha_\mu} \right]$$

$$P_m = P_0 \cdot \exp^{(-r_4 \cdot E)}$$

Trong đó:

E: là năng lượng dự trữ của một cây

r_1 : là tốc độ tích lũy năng lượng

Biom: là sinh khối của cây

$r_3 \cdot N_2$ và $\mu \cdot Biom$: là năng lượng cây tiêu hao cho sinh sản và hô hấp

μ : là hàm phụ thuộc được đưa vào tính cho giai đoạn tiêu thụ nhiều năng lượng do hô hấp

α_μ : là thông số dạng đường cong của μ

P_m : là xác suất cây chết

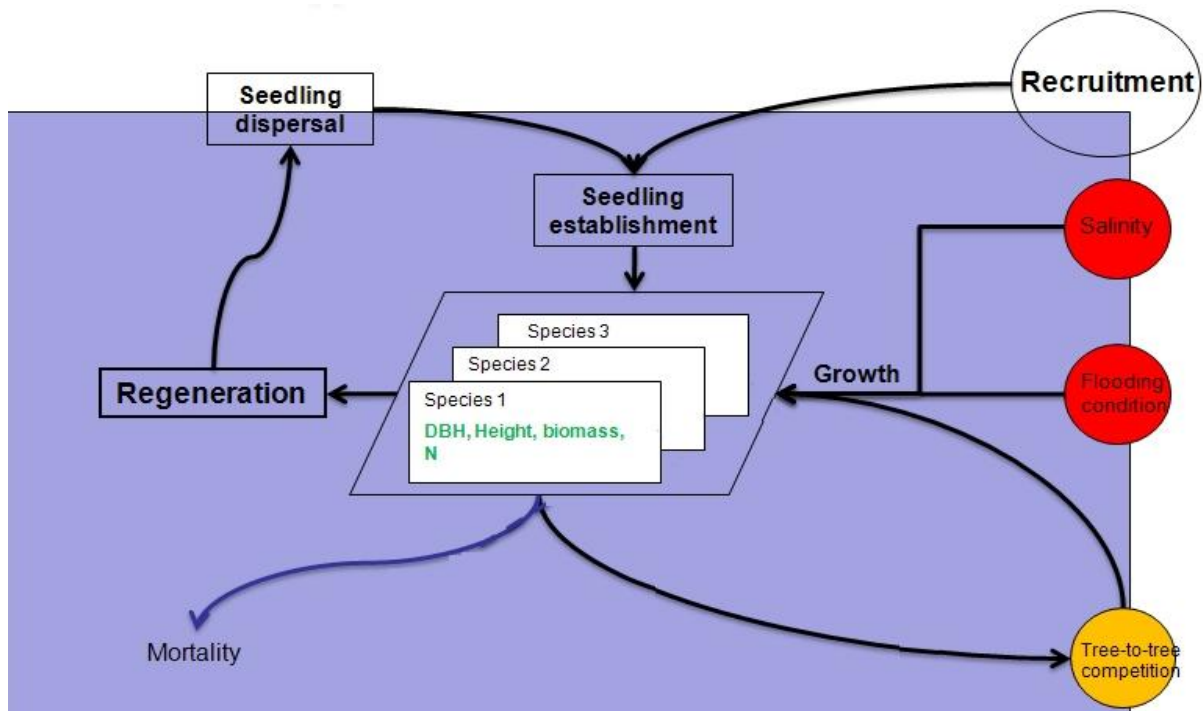
P_0 : là xác suất cây chết khi không tăng trưởng

r_4 : là tốc độ phân rã của hàm.

2.1.6.2. Cấu trúc mô hình CGMM và mô hình áp dụng tại khu vực nghiên cứu

CGMM được cấu trúc giống một tổng thể các phần tử, các phần tử đóng vai trò của một lô cây, kích thước của phần tử có thể biến đổi. Các thuộc tính mô phỏng cấu trúc và hợp phần rừng được lưu trữ trong các cấu trúc dữ liệu thuộc tính liên kết với mỗi phần tử. Tính bất đồng giữa các phần tử bao gồm sự khác biệt của giá trị d0.3 và các loài trong nó.

Yếu tố môi trường (độ ngập) được nhập vào mô hình trực tiếp thông qua các lớp thông tin địa lý. Trong một lô, các yếu tố môi trường được giả thiết là đồng nhất.



Hình 2.3: Sơ đồ thiết kế cấu trúc khái niệm của mô hình CGMM

Hai kiểu cấp độ quy mô tương tác được tính toán trong CGMM: ở cấp độ phân nhóm, tốc độ tăng trưởng của mỗi lớp d0.3 được xác định bởi tương tác giữa các cây (dựa trên giả thiết về trường lân cận) và các điều kiện môi trường, ở cấp độ tổng quan.

Bảng 2. 1: Mô tả thành phần và biến với quy mô khác nhau của CGMM

Yếu tố	Cấp độ cảnh quan	Cấp lô, nhóm
Các thành phần	Các lớp thông tin địa lý Hiện thị không gian Sinh cảnh đặc hữu	Nhóm giá trị d0.3 Thống kê không gian Loài đặc hữu
Biến	Độ mặn, độ cao, phục hồi Tái tạo	Tổng số lượng cây, tăng trưởng (d0.3, chiều cao), sinh khối, vùng đáy Sinh sản, tử vong

Các quá trình chuyển đổi được áp dụng như sau:

- Tổng hợp kích thước (d0.3) của các cá thể để cấu trúc số lượng (các lớp d0.3)
- Tổng hợp các biến trạng thái không gian rõ ràng của yếu tố cạnh tranh (FA) tới hàm quy mô đích.
- Tổng hợp hạch phát tán cây giống từ các vị trí không gian của cây mẹ trong IBM lên các vị trí không gian của các phần tử nguồn.

*** Quá trình động lực thực hiện trong CGMM**

Vòng đời

CGMM bao gồm một tập hợp các phương trình khác nhau để mô tả vòng đời của cây: Thành lập - tăng trưởng - sinh sản - tử vong.

Ở thời điểm ban đầu, số lượng cây con đầu tiên được tạo thành trong phần tử (x,y) là:

$$N_{(x,y),t=1} = \sum_{sp} (N1_{sp,(x,y),t} + Ns_{sp,(x,y),t} - Nd_{sp,(x,y),t})$$

Trong đó:

- N: là tổng cây con thêm vào nhóm phần tử (x,y)
- N1 là số cây con được trồng thêm, được nhập từ cơ sở dữ liệu GIS
- Ns là số cây con tăng do sinh sản
- Nd là số cây con chết trong thời gian tính toán
- x, y là vị trí của phần tử trong ma trận
- sp là loài
- t là thời gian tính toán

Phương trình tăng trưởng:

$$\frac{dz_{sp,k,(x,y)}}{dt} = f(z_{sp,k,(x,y)}) \prod_{i=1} g_i(z_{sp,k,(x,y)}, e_{i,(x,y)})$$

Trong đó:

- $f(z_{sp,k,(x,y)})$ biểu thị tốc độ tăng trưởng trong điều kiện tối ưu
- $z_{sp,k,(x,y)}$ là đường kính ngang ngực (d0.3) của loài sp ở lớp thứ k của d0.3 trong phần tử (x,y). Hệ số g_i biểu thị ảnh hưởng của các biến động lực $e_{i,(x,y)}$ với tốc độ tăng trưởng. Chúng được chuẩn hóa bằng 1.

Phương trình sinh sản:

$$\frac{dN2_{sp,(x,y)}}{dt} = \sum_k f(N2_{sp,k,(x,y)}, \text{Biom}_{sp,k,(x,y)})$$

Trong đó $\text{Biom}_{sp,k,(x,y)} = a_1 \cdot d0.3^{c1}$ là sinh khối của cây ở lớp đường kính ngang ngực thứ k của loài sp trong phần tử (x,y).

Phương trình tử vong:

Tổng số rủi ro (cả cây lớn và cây con) $Nd_{sp,(x,y),t}$ của loài sp trong phần tử (x,y) tại thời điểm t được xác định là số “dòng” cây ở lớp d0.3 thứ k của loài sp trong phần tử (x,y) nhân với xác suất tử vong $Pm_{sp,k,(x,y),t}$

$$Nd_{sp,(x,y),t} = \frac{dN2_{sp,(x,y)}}{dt} = \sum_k (N1_{sp,k,(x,y),t} + Ns_{sp,k,(x,y),t}) \cdot Pm_{sp,k,(x,y),t}$$

Tương tác cục bộ

CGMM đưa vào bên trong phần tử sự không đồng nhất thông qua các tương tác cục bộ bao gồm:

- *Tách biệt các lớp d0.3 trong một nhóm*: quá trình tăng đường kính tích lũy được cập nhật cho từng năm. Khi đường kính tích lũy trung bình và đường kính quan trắc vượt quá khoảng kích thước của lớp, một lớp kích thước mới được xác định, cây được chuyển sang lớp mới này.

- *Cạnh tranh trong nhiều cây*: cạnh tranh giữa các cây được thể hiện bởi yếu tố FA:

$$FA_{k,t} = 1 - \exp \left[- \left(\frac{\bar{R}_{j \neq k,t}}{X_{thr}} \right)^\gamma \right]$$

$$X_{thr} = f(\text{dist})$$

$$\gamma = f(R_{k,t})$$

Trong đó:

$\bar{R}_{j \neq k,t}$ là giá trị trung bình khu vực ảnh hưởng của lớp d0.3 thứ j khác k

k là lớp d0.3 bị ảnh hưởng

X_{thr} là ngưỡng của $\bar{R}_{j \neq k,t}$, phụ thuộc khoảng cách trung bình giữa các cây

dist là hàm của tổng số cây trong phần tử và diện tích phần tử

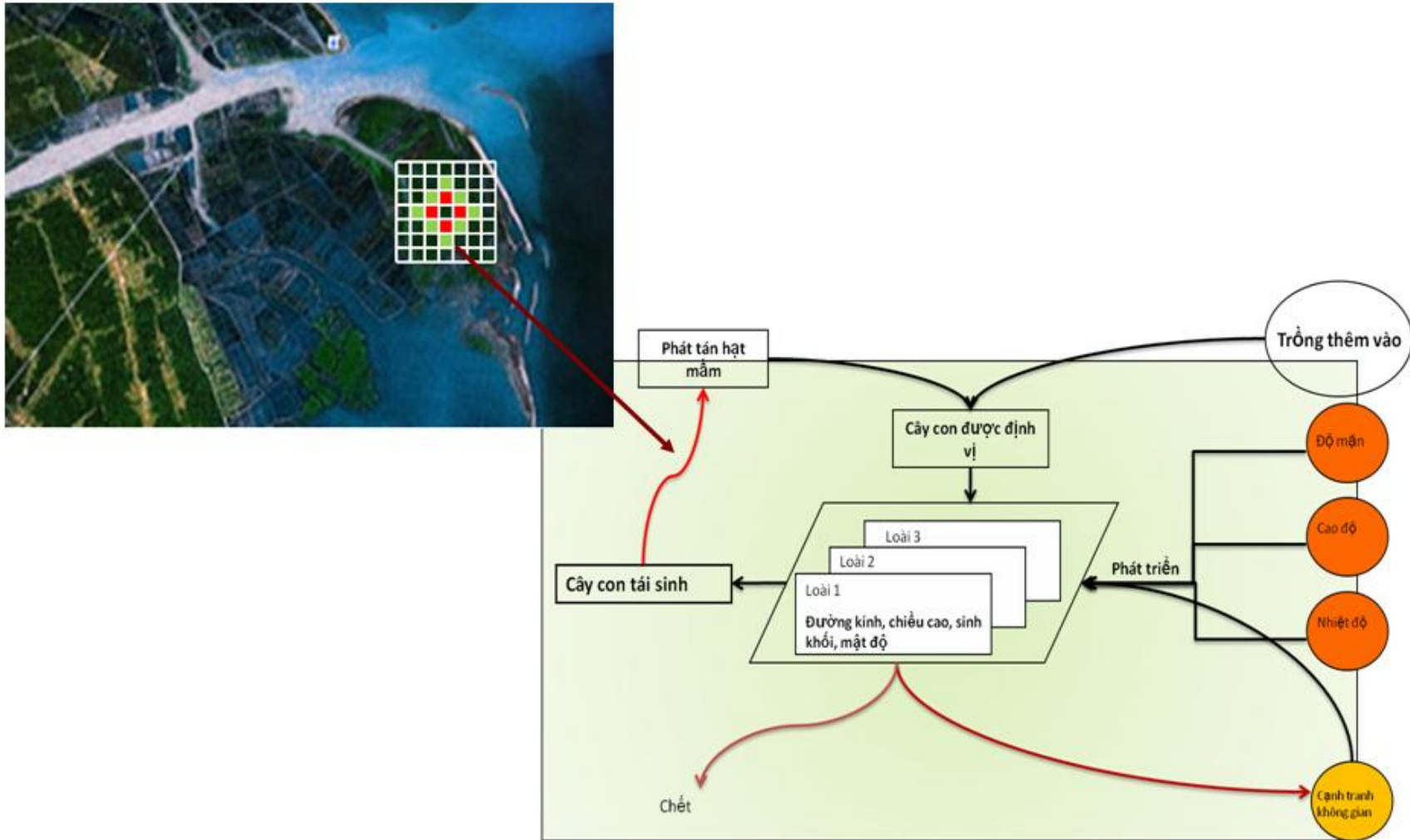
$$\left(\text{dist} = 0,5 \cdot \sqrt{\frac{S_{cell}}{N}} \right)$$

γ là giá trị xác định độ dốc đường cong $FA_{k,t}$, phụ thuộc vào khu vực ảnh hưởng $R_{k,t}$ của lớp d0.3 thứ k.

Tương tác không gian

Các phần tử trong mô hình tương tác thông qua phát tán cây con. Số cây $Ns_{(x,y),t}$ thêm vào phần tử (x,y) tại thời điểm t là tổng số cây con từ phần tử (x,y) và từ các phần tử khác nhân với xác suất $P(x,y)$.

Kế thừa cấu trúc mô hình CGMM, tác giả đề xuất cấu trúc mô hình cho khu vực nghiên cứu với một số thay đổi (thêm yếu tố nhiệt độ vào trong các yếu tố môi trường - tuy nhiên do điều kiện không cho phép, trong đề tài mới chỉ tính toán cho một yếu tố cao độ (*độ ngập*)).



Hình 2. 4: Sơ đồ thiết kế cấu trúc khái niệm của mô hình tại khu vực nghiên cứu

CHƯƠNG III

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng rừng ngập mặn tại khu vực nghiên cứu

3.1.1. Thành phần loài khu vực nghiên cứu

Tại khu vực nghiên cứu, phần lớn diện tích rừng ngập mặn là rừng trồng với mục tiêu chính, ban đầu của những chương trình trồng và phát triển rừng ở đây là bảo vệ bờ biển. Với mục tiêu đó, thành phần loài, thiết kế kỹ thuật trồng rừng theo hướng tích cực cho mục tiêu đề ra đó. Để sớm đạt được mục tiêu bảo vệ rừng nhất thì loài trang (*K. candel*) đã được chọn là loài chính, chiếm tỷ lệ lớn trong thành phần loài cây. Và cũng để đảm bảo việc bảo vệ bờ biển nhanh nhất, mật độ trồng cây tương đối cao (70cm x 70cm). Với tốc độ tái sinh tự nhiên nhanh (sau 3 năm tuổi, hầu hết các cây ở đây đã có khả năng ra hoa, kết quả và thực hiện nhiệm vụ duy trì nòi giống). Vì những lý do đó, mà mật độ cây trong vùng nghiên cứu là rất cao.

Bảng 3. 1: Thống kê số lượng loài tại các OTC

Loài	Bảng 1			Bảng 2			Bảng 3			Tổng
	OTC1	OTC2	OTC3	OTC1	OTC2	OTC3	OTC1	OTC2	OTC3	
Trang	385	86	123	107	93	136	120	93	202	1.345
Cây con	53	1	17	25	16	84	23	2	94	315
Cây trưởng thành	332	85	106	82	77	52	97	91	108	1.030
Bần chua	13		2	1						16
Cây con	6									6
Cây trưởng thành	7		2	1						10
Tổng	398	86	125	108	93	136	120	93	202	1.361

Có thể nhận thấy thành phần loài ở thời điểm hiện tại, cây trang chiếm ưu thế tuyệt đối. Tại các Bảng điều tra, Bảng số 3 hoàn toàn không có cây bần chua nào, Bảng 2 chỉ có 1/108 cây và Bảng số 1 có số lượng là 13/398 cây.

Với hiện trạng thành phần loài như hiện nay, rừng ngập mặn tại khu vực nghiên cứu còn tương đối nghèo nàn, tương lai cần có kế hoạch trồng xen thêm một số loài

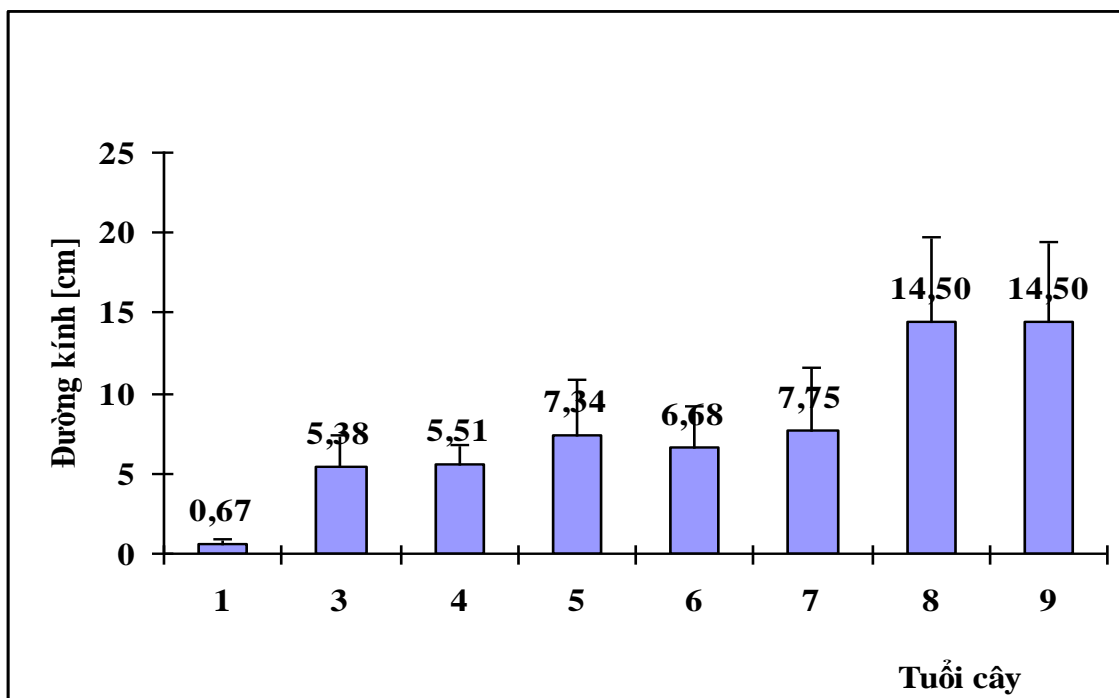
mới có điều kiện sinh trưởng, phát triển phù hợp với khu vực VQG Xuân Thủy.

3.1.2. Đặc điểm sinh trưởng các loài chính tại khu vực nghiên cứu

Tại khu vực nghiên cứu, các CNM được đo đếm theo các chỉ tiêu: số lượng loài, đường kính ngang ngực (với cây trang là đường kính tại chiều cao 0,3m; cây bản chua là đường kính tại chiều cao 1,3 m), chiều cao vút ngọn, đường kính tán, chiều cao tán, kết quả được thể hiện ở bảng dưới.

a. Đường kính thân

Tại VQG Xuân Thủy rừng được trồng với mật độ cao, nên ảnh hưởng bởi cạnh tranh giữa các cây là rất cao, làm cho quá trình sinh trưởng của CNM bị chậm lại. Ở đây các cây được phân nhóm theo độ tuổi từ 1 tuổi trở đi:

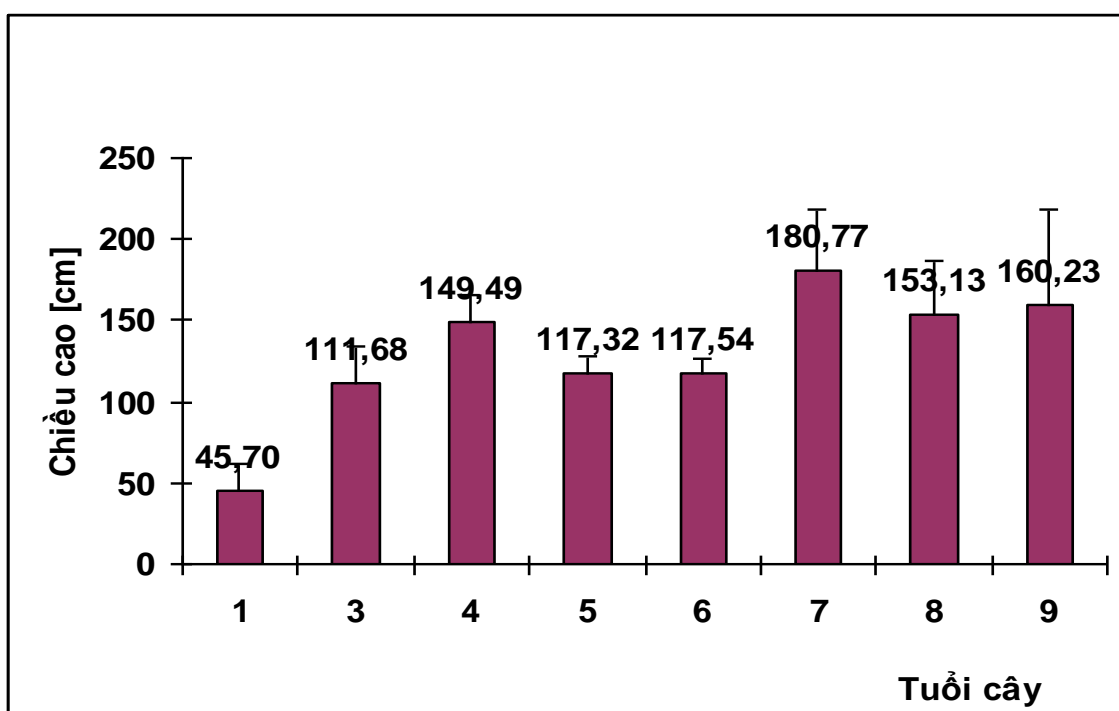


Hình 3.1: Giá trị đường kính cây theo các nhóm tuổi

Các cây trong nhóm từ 3 - 7 tuổi có đường kính thân tương đối đồng đều, giá trị trung bình đường kính thân dao động trong khoảng 5,38 cm đến 7,34 cm. Nhóm cây có độ tuổi nằm ngoài khoảng trên có khoảng đường kính lớn hơn hoặc nhỏ hơn hẳn (đường kính thân trung bình của nhóm cây 1, 8, 9 tuổi lần lượt là 0,67 cm; 14,5 cm và 14,5 cm) (hình 3.1).

b. Chiều cao thân

Trong nghiên cứu, chiều cao thân đã được đo đạc ngoài thực địa, được biểu diễn như hình 3.2.

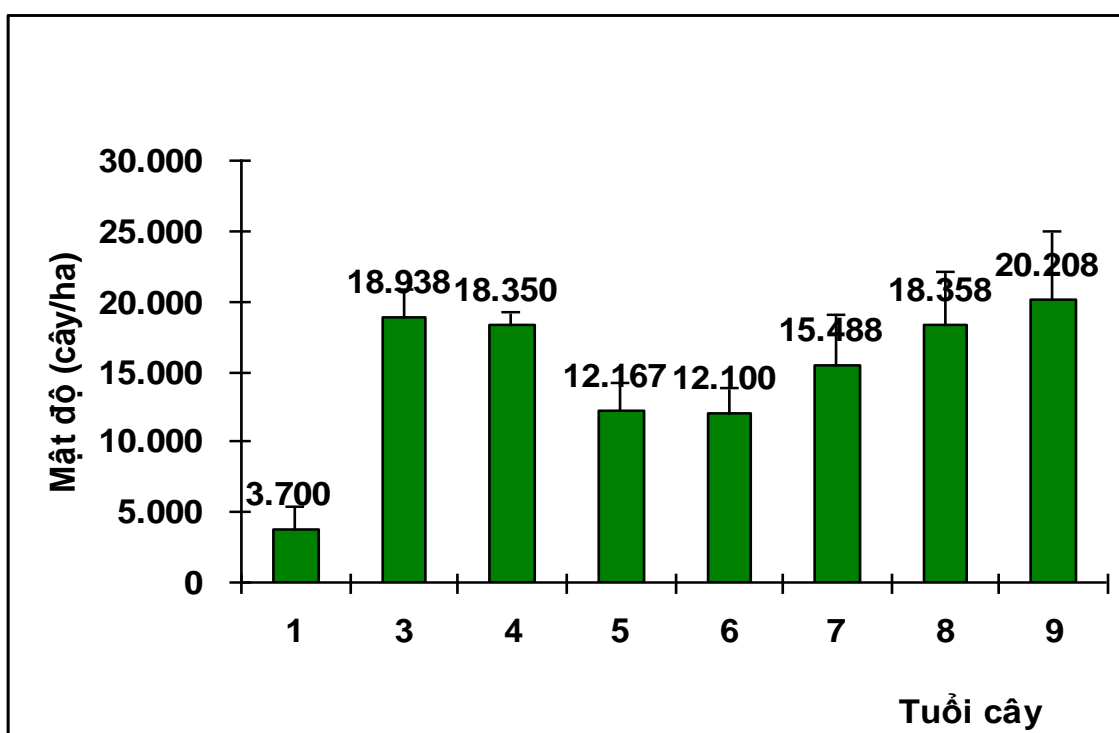


Hình 3.2: Chiều cao cây trong các OTC

Từ biểu đồ cho thấy giữa các nhóm tuổi CNM không có sự khác biệt nhiều về giá trị chiều cao, nhóm cây 1 tuổi có giá trị trung bình thấp nhất (45,70 cm), nhóm cây 7 tuổi có giá trị chiều cao trung bình cao nhất (180,77 cm), trong các nhóm tuổi cây có thể chia làm 3 dải, một dải gồm nhóm cây 1 tuổi có chiều cao thấp dưới 50 cm, một dải gồm nhóm cây từ 3 đến 6 tuổi có chiều cao trung bình từ 110 đến 150 cm, nhóm còn lại có tuổi cây lớn hơn 6 có chiều cao trung bình lớn hơn 50 cm. Như vậy các nhóm cây cùng tuổi có sự khác biệt khá rõ về chiều cao thân và đường kính thân (ví dụ nhóm cây 8, 9 tuổi có chiều cao trung bình thấp hơn nhóm 4, 7 tuổi nhưng đường kính thân lại cao hơn hẳn các nhóm khác).

c. Mật độ cây

Các ô tiêu chuẩn cũng được đo đếm số lượng cây theo nhóm tuổi:



Hình 3.3: Chiều cao cây trong các OTC

Trong các nhóm tuổi, nhóm cây 1 tuổi có mật độ thấp nhất trong các ô khoảng 3.700 cây/ha. Trong các nhóm tuổi cây, mật độ những cây ở 3, 4, 8, 9 tuổi có mật độ cao hơn hẳn các nhóm khác (mật độ nằm trong khoảng 15.000 – 20.000 cây/ha). Nhóm cây 5, 6 tuổi là nhóm cây con được sinh ra đầu tiên (sau khi cây mẹ được trồng khoảng 3 năm) hiện nay mật độ thấp hơn nhiều so với nhóm cây con mới sinh và cây bố mẹ (hình 3.3). Đây là do ảnh hưởng của tia thừa tự nhiên trong các ô đo.

d. Sinh khối cây

Theo kết quả tính toán sinh khối cây cho các loài nghiên cứu, hiện nay cây bản chua có số lượng không nhiều nhưng sinh khối tương đối lớn, trong khu vực nghiên cứu thì bản chua là loài có sinh khối lớn nhất trong cùng lớp tuổi cây. Kết quả đo cho thấy sinh khối của bản chua tại thời điểm điều tra (2012) là khoảng 300 tấn/ha, gấp 1,5 lần cây trang. Ở VQG Xuân Thủy, loài Bản chỉ được trồng xen với cây trang (cây trồng chủ đạo để chắn sóng, bảo vệ bờ biển) đã phát triển tương đối mạnh và đã cho ra đời những thế hệ kế tiếp. Mặc dù đã phát triển thành cây trưởng thành nhưng dưới tác động của yếu tố nhiệt độ, từ năm 2008 đến nay nhiều diện tích Bản trưởng thành đã bị chết hoặc suy thoái.

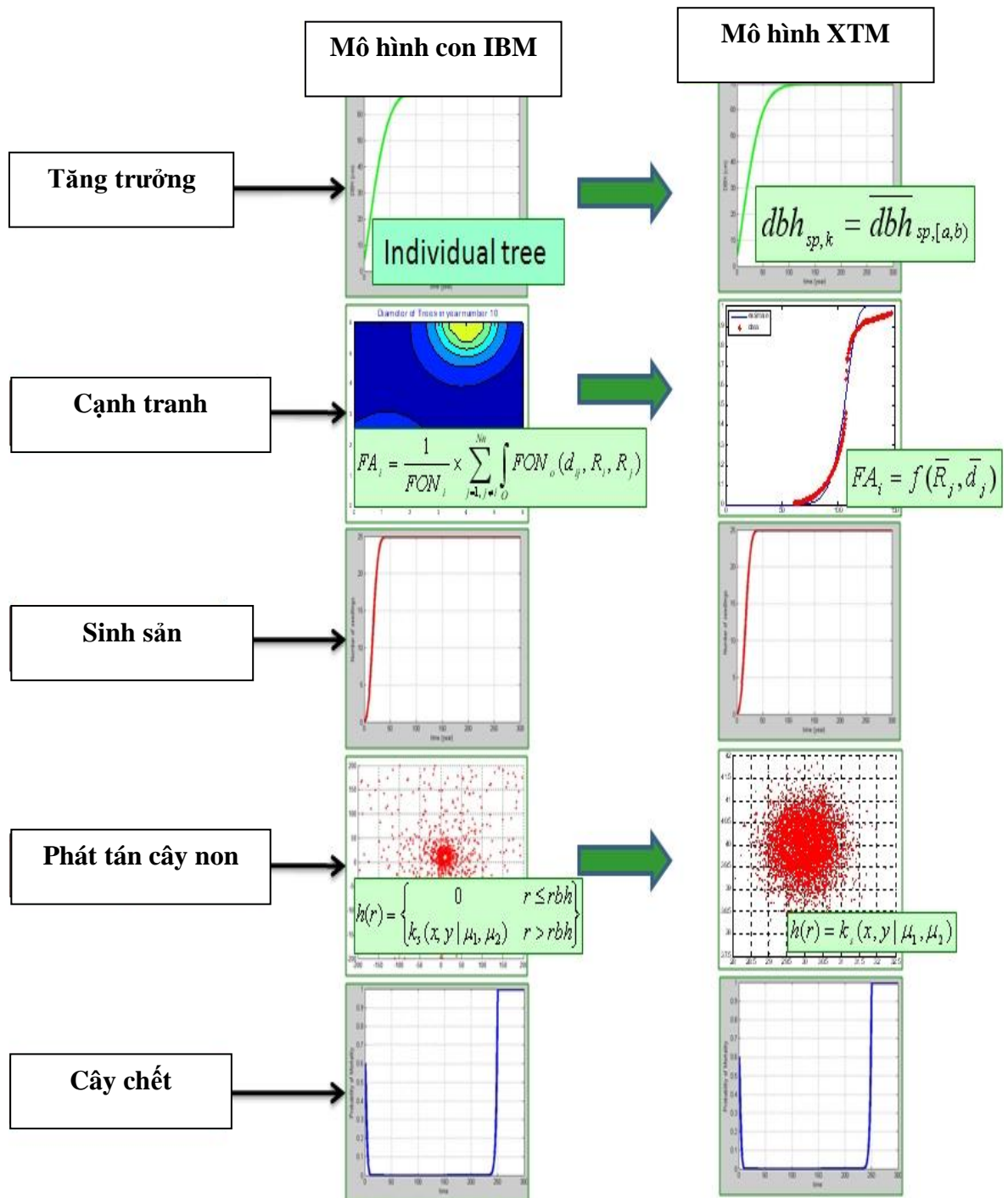
3.2. Kết quả mô hình hóa ảnh hưởng của sự thay đổi độ ngập - do biến đổi khí hậu đến động thái rừng ngập mặn VQG Xuân Thủy

3.2.1. Kết quả chạy mô hình

Trong đề tài này, chúng tôi xây dựng một mô hình sinh thái mô phỏng diễn biến phân bố rừng ngập mặn. Mô hình này được thiết lập nhờ sự tích hợp của nhiều bước thực hiện: từ việc áp dụng các số liệu thống kê điểm không gian để xác định phương trình tương quan giữa sinh trưởng của thực vật với các giá trị điều kiện môi trường đặc thù, áp dụng lý thuyết hệ thống phân cấp để thiết kế thứ tự vận hành của các chương trình con trong mô hình, và sau đó là xây dựng một mô hình..

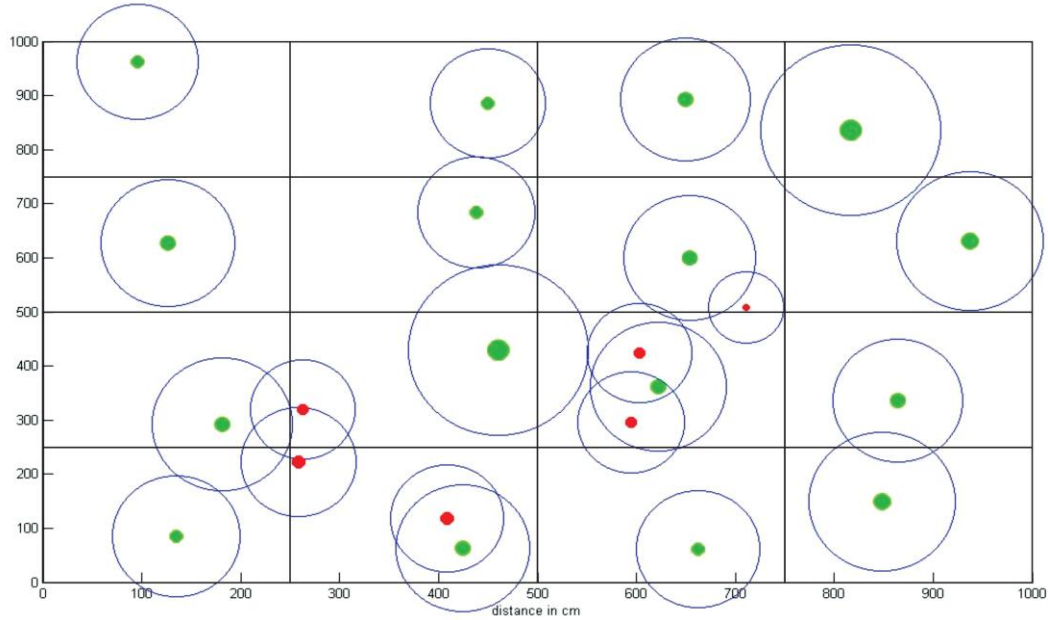
Các mô phỏng chạy cho 110 năm (1990-2100) trên một toàn bộ diện tích vùng rừng ngập mặn và bãi bồi ven biển từ đê Trung ương đến độ sâu 0 m nước biển trong giai đoạn hiện tại. Thời gian chúng tôi lựa chọn cho việc bắt đầu thực hiện mô hình mô phỏng là khi trong vùng chỉ còn một diện tích nhỏ thực vật ngập mặn, tồn tại không tập trung. Quá trình mô phỏng thể hiện mạnh mẽ từ sau năm 1996-1998 khi một diện tích đáng kể, tập trung cây ngập mặn được trồng trong vùng. Mô phỏng dựa trên sự tác động lẫn nhau của 2 yếu tố đó là sự thay đổi về mực nước biển và sự cạnh tranh về không gian giữa các cá thể cây ngập mặn.



Ngoài yếu tố môi trường chủ đạo được quan tâm trong nghiên cứu là yếu tố độ ngập, quá trình diễn biến của thảm thực vật trong vùng còn được phân tích trong mối quan hệ giữa các cá thể cũng như tuân thủ quá trình sống: sinh trưởng, phát triển và chết. (Hình 3.4)



Hình 3. 4: Mô hình mô phỏng tương tác của từng cá thể với nhau và quá trình phát triển của chúng

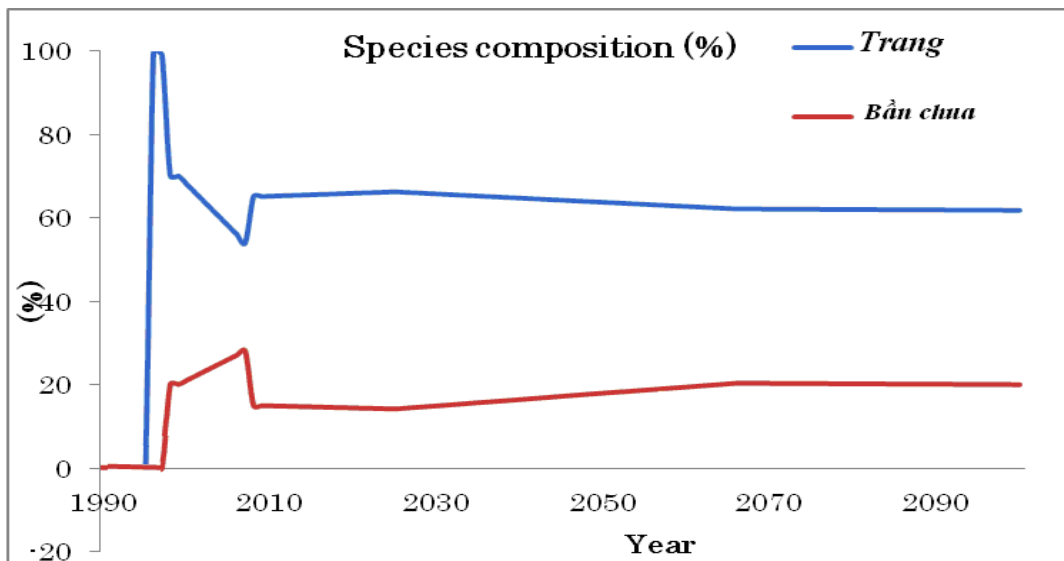
Cạnh tranh về không gian mô phỏng trong mô hình được thể hiện trong hình 3.5. Ở đó, loài chiếm ưu thế có sự diễn biến và cạnh tranh mạnh mẽ nhất, ngoài ra còn có sự thể hiện của 2 loài cùng tồn tại trong vùng.



Ghi chú:  Biểu thị cây trang và vùng ảnh hưởng cạnh tranh của nó
 Biểu thị cây bản chua và vùng ảnh hưởng cạnh tranh của nó

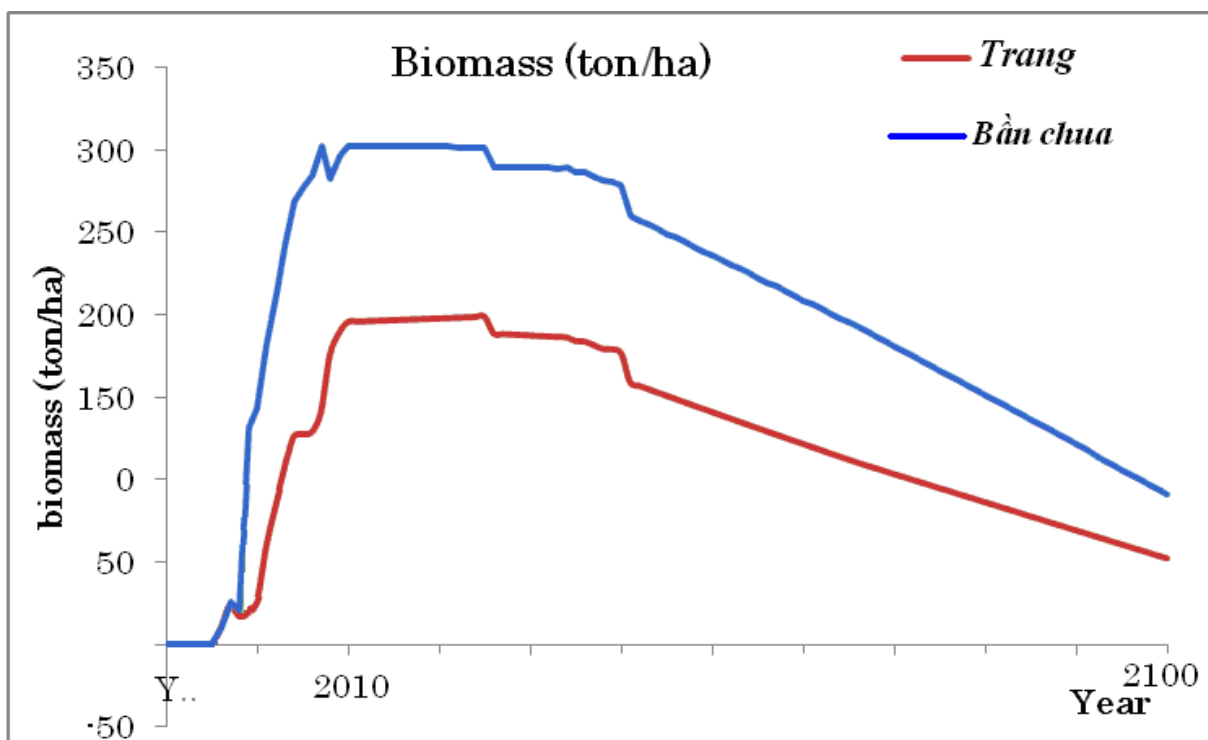
Hình 3.5: Cạnh tranh về không gian của các cá thể trong mô hình (Đơn vị cm)

Kết quả phân tích mô hình mô phỏng về biến động trong thành phần loài của các loài cũng như sinh khối của từng loài và của cả khu vực thể hiện trong hình 3.6 và 3.7.



Hình 3.6: Diễn biến phân bố loài theo thời gian

Kết quả phân tích mô hình cho thấy thành phần loài trong khu vực nghiên cứu có xu hướng không tăng (2 loài) nếu không có những tác động tích cực của con người như hoạt động trồng xen, tạo khoảng trống cho quá trình tái sinh tự nhiên của các loài cây khác có khả năng thích ứng với điều kiện của vùng. Với từng loài cụ thể cho thấy, loài Trang giảm dần và tiến tới ổn định về số lượng cá thể trong ô tiêu chuẩn, loài Bần chua sẽ tăng dần số lượng cá thể nhưng vẫn chiếm tỷ lệ nhỏ trong cơ cấu loài.



Hình 3.7: Diễn biến giá trị sinh khối của các loài theo thời gian

Tổng sinh khối và sinh khối của các loài trong vùng đều có xu hướng giảm sau năm 2010. Với mật độ cao như hiện tại, quá trình tự tía thưa diễn ra liên tục, và theo tốc độ này, cơ hội cho các cây non tự tái sinh cũng không cao, do vậy sinh khối của các loài nói chung sẽ giảm. Ngoài ra, các yếu tố khí hậu bị biến đổi do hiện tượng trái đất nóng lên cũng có những tác động đến sinh trưởng và phát triển của thảm thực vật và do đó có những ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp đến sinh khối của từng loài và tổng sinh khối trên ha của cả vùng.

3.2.2. Đề xuất quy hoạch RNM

* Cơ sở pháp lý lập quy hoạch phân bố RNM

- Luật Đất đai năm 2003.
- Luật Bảo vệ và Phát triển rừng năm 2004.

- Luật Bảo vệ môi trường năm 2005
- Nghị định số 181/2004/NĐ-CP ngày 29/10/2004 của Thủ tướng Chính phủ về việc thi hành Luật Đất đai năm 2003 và một số văn bản hướng dẫn của Bộ Tài nguyên và Môi trường.
- Nghị định số 23/2006/NĐ-CP ngày 03/3/2006 của Chính phủ về thi hành Luật Bảo vệ và phát triển rừng.
- Nghị định 80/2006/NĐ-CP ngày 09/8/2006 của Chính phủ hướng dẫn thi hành Luật Bảo vệ môi trường.
- Quyết định số 186/2006/QĐ - TTg ngày 14/8/2006 của Thủ tướng Chính phủ về việc ban hành Quy chế Quản lý rừng.
- Quyết định số 18/2007/QĐ-TTg ngày 05/02/2007 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chiến lược phát triển lâm nghiệp Việt Nam giai đoạn 2006-2020.
- Chỉ thị số 38/2005/CT-TTg ngày 05/12/2005 của Thủ tướng Chính phủ về việc rà soát quy hoạch lại 3 loại rừng (phòng hộ, đặc dụng và sản xuất).
- Văn bản số 405/TTg-KTN ngày 16/3/2009 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Đề án Phục hồi và phát triển rừng ngập mặn giai đoạn 2008 – 2015.

** Cơ sở khoa học lập quy hoạch*

- Hướng đến phát triển bền vững RNM tại khu vực nghiên cứu
- Vùng nghiên cứu có điều kiện phù hợp với các cây ngập nước đã tồn tại trong vùng về: Độ ngập, thổ nhưỡng, độ mặn...
- Hướng tới phát triển đa dạng loài và đa dạng tầng tán
- Đảm bảo bảo vệ bờ biển, đê
- Hỗ trợ phát triển kinh tế địa phương

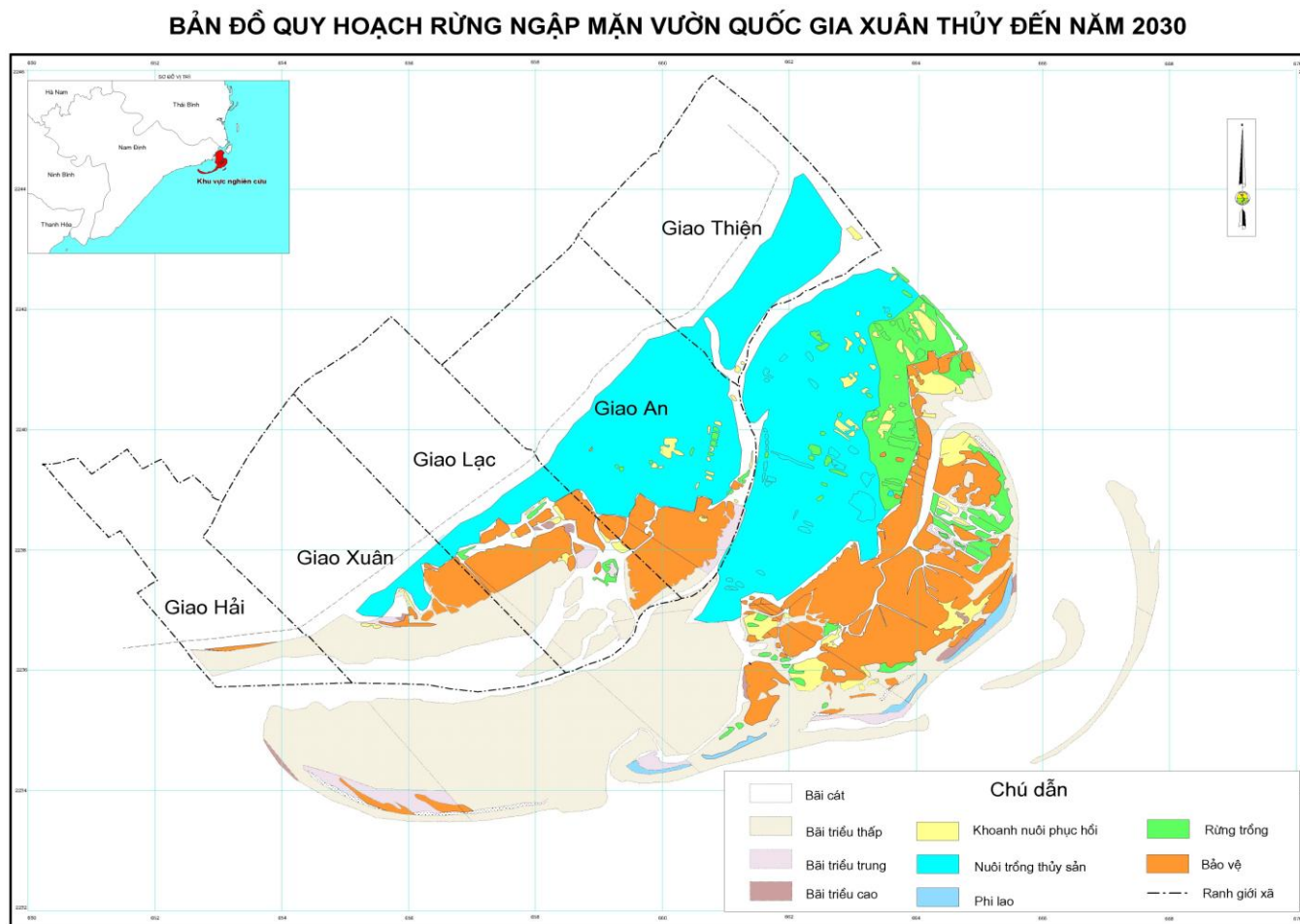
** Phương án quy hoạch rừng ngập mặn tại VQG Xuân Thủy*

Việc bảo tồn và phát triển rừng ngập mặn nói chung và trong vùng nghiên cứu của đề tài nói riêng cần phải được chú trọng đến việc phát triển cả chất lượng và số lượng. Như đã phân tích, trong bối cảnh biến đổi khí hậu, những kết quả chỉ ra rằng có nhiều biến động về số lượng (diện tích rừng ngập mặn). Những nguyên nhân đầu tiên dẫn đến sự biến động đó được cho là ảnh hưởng của mực nước biển dâng do hệ quả của biến đổi khí hậu. Tuy nhiên, tồn tại trong thiên nhiên nên hệ sinh thái rừng ngập mặn cũng như các hệ sinh thái khác chịu tác động của hệ những tương tác khác như nhiệt độ,

độ mặn, những hiện tượng thời tiết cực đoan... và cả những tác động của con người.

Ngoài việc phát triển rừng theo hướng lán biển, việc phát triển rừng trên những diện tích nuôi trồng thủy sản đã bỏ hoang hoặc hết thời hạn thầu khoán là một việc làm cần thiết. Tuy nhiên, hướng phát triển này cần nhiều thời gian và công của do vùng nuôi trồng thủy sản có bề mặt không thuận lợi cho việc phát triển rừng, hơn nữa, việc thu hồi ngay diện tích mặt nước cũng không phải dễ dàng. Do vậy, nhóm nghiên cứu đề xuất hướng quy hoạch phát triển rừng vào phía diện tích đầm nuôi theo cách nhà nước và nhân dân cùng làm dựa trên mô hình nuôi tôm/ nuôi trồng thủy sản sinh thái. Trên diện tích mặt nước, theo chu kỳ 3-5 năm, tăng dần tỷ lệ diện tích rừng/ diện tích mặt nước cho các ao tôm. Đặt mục tiêu đến năm thứ 15 hoặc 20 (tùy từng địa phương cụ thể) kể từ thời điểm bắt đầu quy hoạch sẽ đạt được tỷ lệ 60-70% diện tích rừng/ diện tích mặt nước nuôi trồng thủy sản hiện nay. Để thực hiện được hướng quy hoạch phát triển này cần có sự hỗ trợ về kỹ thuật (cần tiến hành nghiên cứu cụ thể trên từng vùng: trồng cây gì, trồng như nào, ...) và kinh phí (có thể áp dụng theo cách giảm chi phí thuê khoán mặt nước, và được phép thực hiện thầu khoán cho nhiệm kỳ tiếp theo...)

a. Quy hoạch phân bố rừng ngập mặn đến năm 2030

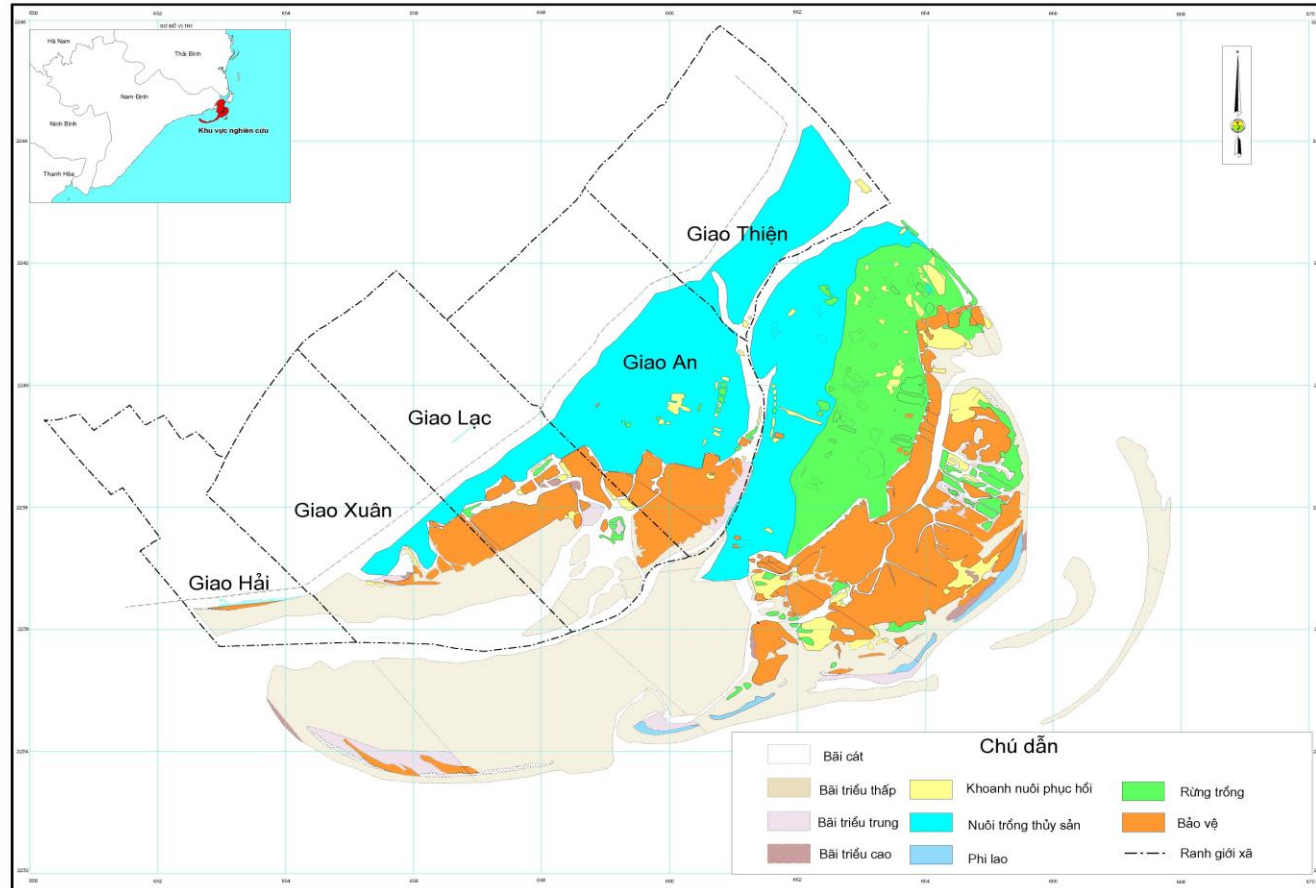


TỶ LỆ 1 : 25000

Hình 3. 8: Quy hoạch phân bố rừng ngập mặn VQGXT đến năm 2030

b. Quy hoạch phân bố rừng ngập mặn vào năm 2050

BẢN ĐỒ QUY HOẠCH RỪNG NGẬP MẶN VƯỜN QUỐC GIA XUÂN THỦY ĐẾN NĂM 2050

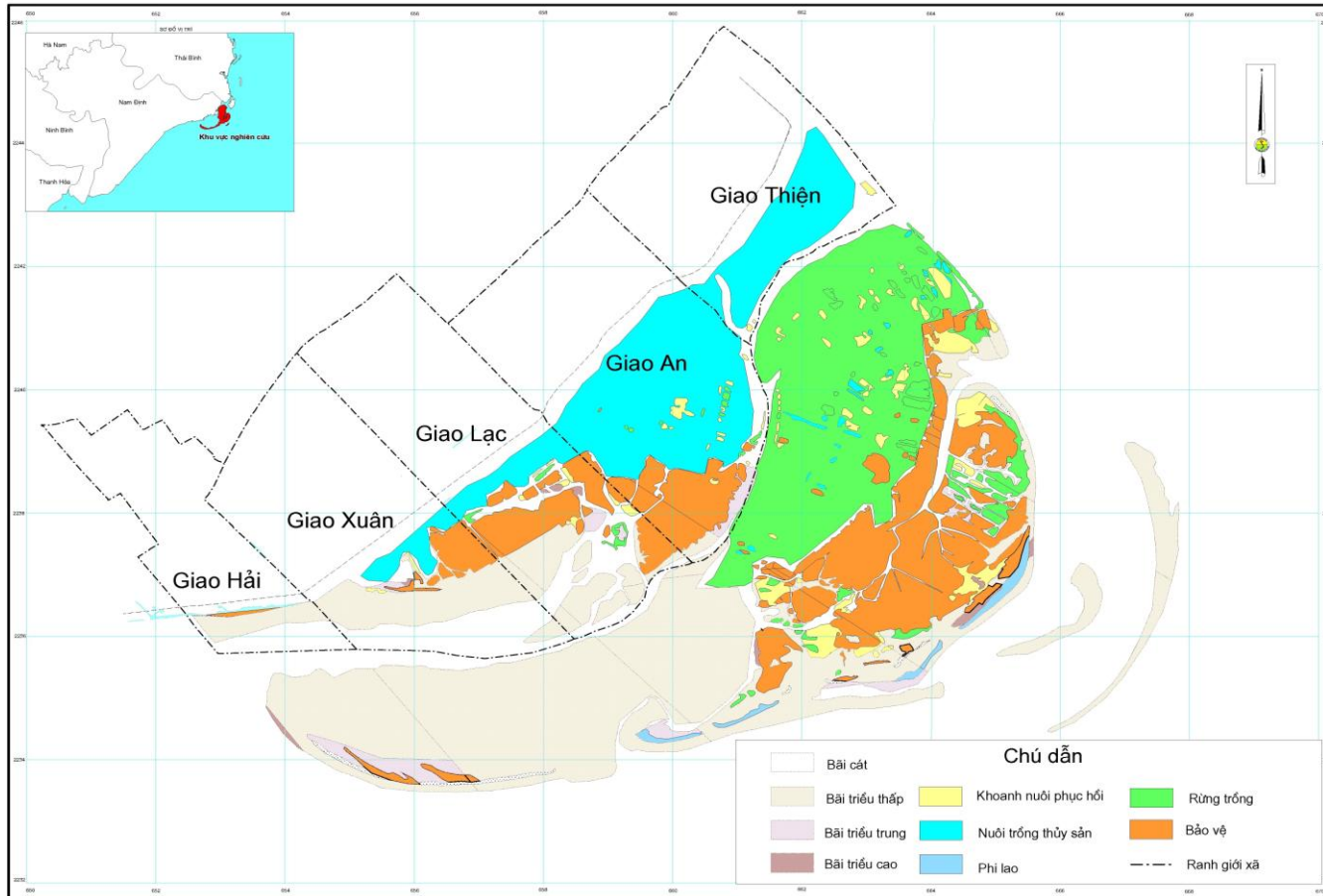


TỶ LỆ 1 : 25000

Hình 3.9: Quy hoạch phân bố rừng ngập mặn VQGXT đến năm 2050

c. Quy hoạch phân bố rừng ngập mặn vào năm 2100

BẢN ĐỒ QUY HOẠCH RỪNG NGẬP MẶN VƯỜN QUỐC GIA XUÂN THỦY ĐẾN NĂM 2100



TỶ LỆ 1 : 25000

Hình 3.10: Phân bố rừng ngập mặn VQGXT đến năm 2100

Theo các kết quả nghiên cứu, diện tích RNM ở VQG Xuân Thủy sẽ tăng dần ở diện tích rừng trồng và bổ sung (tại khu vực nằm trên địa bàn xã Giao Thiện và Giao An), vùng bảo vệ là toàn bộ diện tích hiện trạng RNM ở vùng lõi của VQG (đến năm 2020 có 4.732).

Bảng 3. 2: Diện tích quy hoạch RNM đến năm 2100 tại vùng nghiên cứu

Loại	Hiện trạng	Năm 2030	Năm 2050	Năm 2100
Diện tích rừng được bảo vệ		1.206	2.042	3.623
Diện tích rừng trồng		177	1.066	1.109
Diện tích rừng phục hồi		659	515	
Tổng	1.206	2.042	3.623	4.732

Trên cơ sở nghiên cứu mô hình phát triển sinh thái của khu vực đã đề xuất quy hoạch phát triển rừng ngập mặn vùng nghiên cứu với diện tích và vị trí phát triển rừng cho từng giai đoạn từ 2011-2100:

- Giai đoạn 2011-2030: Giữ vững diện tích rừng được bảo vệ nghiêm ngặt (1.206 ha) và tăng cường trồng và phục hồi rừng ở những khu vực nuôi trồng thủy sản hiện có (với kế hoạch trồng 177 ha và phục hồi 659 ha RNM).

- Giai đoạn 2030 - 2050: tiếp tục mở rộng diện tích rừng bảo vệ nghiêm ngặt, đẩy mạnh trồng rừng và phục hồi rừng (đến năm 2050 có 2.042 ha đất rừng được bảo vệ và 1.581 ha đất rừng được trồng mới và phục hồi).

- Giai đoạn 2050 - 2100: mở rộng diện tích rừng bảo vệ nghiêm ngặt, đẩy mạnh trồng rừng (đến năm 2100 có 3.623 ha đất rừng được bảo vệ và 1.109 ha đất rừng phục hồi)

KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

Đề tài đã điều tra hiện trạng rừng tại khu vực VQG Xuân Thủy với các chỉ tiêu lâm sinh (D, H, N, sinh khối...), kết quả đánh giá là RNM vùng nghiên cứu đang có dấu hiệu của sự suy thoái và sẽ tiếp tục trở lên nghiêm trọng hơn trong tương lai, về cả số lượng và chất lượng. Khả năng tái sinh của thực vật rừng có diễn ra nhưng vẫn chậm hơn so với tốc độ suy thoái.

Kết quả chạy mô hình đã chỉ ra sự suy giảm về mật độ cá thể và sinh khối của các loài theo thời gian

Thành phần loài tại khu vực nghiên cứu còn khá nghèo nàn, có 2 loài thực vật chính (2 loài cây ngập mặn chính thức: Bần chua, Trang và 01 loài ngập mặn gia nhập là Sú). Số lượng loài Trang vẫn chiếm ưu thế tuyệt đối và mật độ dày do được trồng với mục đích giữ đất, chắn sóng, bảo vệ bờ biển.

Đề tài đã đề xuất quy hoạch rừng theo kịch bản nước biển dâng tại các mốc thời gian 2030, 2050, 2100 về diện tích theo thứ tự tương ứng là: 2.042 ha; 3.623 ha; 4.732 ha, chia làm 3 giai đoạn như sau:

- Giai đoạn 2011-2030: Giữ vững diện tích rừng được bảo vệ nghiêm ngặt (1.206 ha) và tăng cường trồng và phục hồi rừng ở những khu vực nuôi trồng thủy sản hiện có, đến năm 2030 vùng có 3.623 ha đất rừng ngập mặn.

- Giai đoạn 2030 - 2050: tiếp tục mở rộng diện tích rừng bảo vệ nghiêm ngặt, đẩy mạnh trồng rừng và phục hồi rừng, đến năm 2050 vùng có 3.623 ha đất rừng ngập mặn.

- Giai đoạn 2050 - 2100: mở rộng diện tích rừng bảo vệ nghiêm ngặt, đẩy mạnh trồng rừng, đến năm 2100 vùng có 4.732 ha đất rừng ngập mặn.

KHUYẾN NGHỊ

Xây dựng Quy hoạch chi tiết về trồng và quản lý rừng ngập mặn tại VQG Xuân Thủy

Nghiên cứu đề xuất trồng thêm nhiều loài mới phù hợp với điều kiện khí hậu của vùng.

Nghiên cứu đề xuất phương án tía thưa để tạo khoảng trống cho quá trình tái sinh RNM tự nhiên.

Cần nghiên cứu xây dựng ngân hàng lưu giữ và bảo tồn những loài thực vật đã từng tồn tại và phát triển trong khu vực.

Xây dựng khung pháp lý, cơ chế chính sách để hỗ trợ công tác bảo tồn và phát triển rừng ngập mặn

Tiếp tục có những nghiên cứu về mô hình hóa ảnh hưởng của các yếu tố môi trường đến biến động sinh trưởng và phát triển của các loài CNM ở các khắp địa bàn trên cả nước

Tiếp tục có những nghiên cứu để thử nghiệm kết quả mô hình tại VQG Xuân Thủy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2009. Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2011. Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam
3. Nguyễn Thị Kim Cúc (2004). Xã hội học thực vật ngập mặn xã Thụy Trường, huyện Thái Thụy, Tỉnh Thái Bình
4. Nguyễn Văn Cư (1984). Đặc điểm dao động mực nước vùng ven bờ biển Việt Nam, Tuyển tập các khoa học về Trái đất
5. Nguyễn Đức Cự (1996). Biến động đất ướt ngập triều vùng cửa sông châu thổ sông Hồng, Tạp chí các khoa học về Trái đất
6. Lê Diên Dực (2009). Quản lý hệ sinh thái đất ngập nước. Tài liệu đào tạo cao học (CRES)
7. Lưu Đức Hải (2009). Cơ sở khoa học môi trường, Nxb Đại học Quốc gia Hà Nội
8. "Nguyễn Mỹ Hằng và Phan Nguyên Hồng (1995). Tìm hiểu ảnh hưởng của nhiệt độ thấp đến sự sinh trưởng của một số loài trong họ Đước (Rhizophoraceae) trồng thí nghiệm, Hội thảo quốc gia phục hồi và quản lý hệ sinh thái rừng ngập mặn Việt Nam, Hải Phòng."
9. Nguyễn Hoàn (1996). Nghiên cứu biến đổi địa hình và quá trình hình thành các cồn bãi ở khu vực cửa sông Hồng (cửa Ba Lạt), Viện địa lý, Trường ĐHKHTN
10. Phạm Hoàng Hộ (1960). Sinh thái và địa vật của cây ngập nước
11. Phan Nguyên Hồng (1984). Đánh giá tài nguyên hệ sinh thái rừng ngập mặn và vai trò của rừng đối với nguồn hải sản, Hội thảo khoa học về Hệ sinh thái rừng ngập mặn
12. Phan Nguyên Hồng (1984). Kết quả điều tra hệ thực vật rừng ngập mặn ở Việt Nam, Hội thảo khoa học về hệ sinh thái rừng ngập mặn Việt Nam,

13. Phan Nguyên Hồng (1999). Rừng ngập mặn Việt Nam, Nxb Nông nghiệp
14. Phan Nguyên Hồng (1991). Đánh giá tác động của các nhân tố sinh thái đến sự phân bố của RNM
15. Phan Nguyên Hồng (1991). Sinh thái thảm rừng ngập mặn Việt Nam, Luận án tiến sỹ Khoa học sinh học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội
16. Phan Kế Lộc, Nguyễn Tiến Hiệp (1998). Một số dẫn liệu về thực vật ở Khu bảo tồn Xuân Thủy,
17. Nguyễn Phương Nga (1980). Bước đầu nghiên cứu chế độ nước của một số loài CNM
18. Lê Thi Phương (1980). Bước đầu tìm hiểu một số đặc điểm sinh thái của các cây ngập mặn liên quan tới chế độ muối
19. Vũ Trung Tạng (1993). Các hệ sinh thái cửa sông Việt Nam, Nxb Khoa học và Kỹ thuật
20. Trần Thục, Dương Hồng Sơn (2012). Nước biển dâng và tác động đến Việt Nam,
21. Đặng Trung Tấn (1994). Diễn biến lâm sinh trên các loại hình sử dụng đất rừng ngập nước Minh Hải
22. Đào Văn Tấn và Trần Văn Ba (2004). Ảnh hưởng của nhiệt độ thấp đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của cây Bần chua (*Sonneratia caseolaris*) trồng tại Giao Thủy, Nam Định
23. Trung tâm kỹ thuật và công nghệ địa chính, Báo cáo chuyên đề Chuyển đổi cơ cấu sử dụng hợp lý tài nguyên khu vực vườn quốc gia Xuân Thủy,
24. Mai Sỹ Tuấn, Phan Nguyên Hồng, (1984). Một số đặc điểm sinh thái các loài trong chi Mắm
25. Mai Sỹ Tuấn (1995). Ảnh hưởng của độ mặn đến nảy mầm, sinh trưởng và quang hợp của mắm biển (*Avicennia marina*)
26. UBND tỉnh Nam Định (2004). Quy hoạch quản lý bảo vệ và phát triển Vườn Quốc gia Xuân Thủy,

Tiếng Anh

27. Berger, U. and H. Hildenbrandt (2000). A new approach to spatially explicit modelling of forest dynamics: spacing, ageing and neighbourhood competition of mangrove trees
28. Berninger, F. and E. Nikinmaa (1997). Implications of varying pipe model relationships on scots pine growth in different climates
29. Botkin, D. B. (1993). Forest dynamics. An Ecological Model. Oxford University Press
30. Chapman. V. J. (1976). Mangrove vegetation, Auckland University NewZealand
31. Chen, R. and R. R. Twilley (1998). A gap dynamic model of mangrove forest development along gradients of soil salinity and nutrient resources. *Journal of Ecology* 86, 37-51
32. Ellison, J. (1993). Mangrove Retreat with Rising Sea-level. Bermuda, *Estuarine. Coastal and Shelf Science*, 37: 75-87.
33. Islam M.R. (2004). Where Land Meets the Sea: A Profile of the Coastal Zone of Bangladesh. Dhaka: University Press Limited
34. Luan, J., R. I. Muetzelfeldt, and J. Grace (1996). Hierarchical approach to forest ecosystem simulation. *Ecological Modelling* 86, 37.
35. Mladenoff, D. and W. Baker (1999). Spatial modeling of forest landscape change: approaches and applications. Cambridge University Press
36. Hoang Anh Nguyen (2011). A model for predicting mangrove forest dynamics under variable environmental conditions - A Case study of the Estuary of Dongnai - Saigon River system, Vietnam
37. Semeniuk, V. (1994). Predicting the Effect of Sea-level Rise on Mangroves in Northwestern Australia. *Journal of Coastal Research*, 10(4): 1.050-1.076

PHỤ LỤC

Phụ lục 1: Các chỉ tiêu sinh trưởng của cây tại băng số 1

Biểu đo đếm sinh trưởng của cây con trong Băng số 1

TT	H (cm)	D _o (mm)	Ghi chú	OTC
1	22	1	Trang	1
2	26	1,15	Trang	1
3	39,2	0,75	Trang	1
4	30,6	0,9	Trang	1
5	28,6	1,1	Trang	1
6	19,3	0,85	Trang	1
7	31	0,9	Trang	1
8	34,3	1,15	Trang	1
9	25,9	0,65	Trang	1
10	27	1,2	Trang	1
11	20	1,2	Bần chua	1
12	26	1,7	Bần chua	1
13	27,5	1,5	Bần chua	1
14	28	1,4	Bần chua	1
15	23	1,3	Bần chua	1
16	21,5	1,1	Bần chua	1

TT	H (cm)	D _o (mm)	Ghi chú	OTC
17	18,5	0,7	Trang	2
21	1,1	62	Trang	3
22	1,2	42,5	Trang	3
23	1	48	Trang	3
24	1,7	94,5	Trang	3
25	0,9	60,5	Trang	3
26	1,25	17,6	Trang	3
27	1,1	65,5	Trang	3
28	0,7	26,4	Trang	3
29	1	68,5	Trang	3
30	1,2	78,6	Trang	3
31	1,3	55	Trang	3
32	0,7	39	Trang	3
33	0,65	20,3	Trang	3
34	0,8	65,5	Trang	3

Biểu đo đếm sinh trưởng của cây cao trong Bảng số 1

TT	D0.3 (D1.3)	H (cm)	H _{tan} (cm)	D _{tan} (cm)	Ghi chú	OTC
1	4	355	85	45	Trang	1
2	6,6	367	87	56	Trang	1
3	3,2	369	68	63	Trang	1
4	3,4	303	62	71	Trang	1
5	3,5	400	79	64	Trang	1
6	3,1	368	82	62	Trang	1
7	4	346	48	80	Trang	1
8	4,2	360	70	65	Trang	1
9	3,4	368	90	64	Trang	1
10	2,4	304	71	59	Trang	1
11	3,1	359	49	72	Trang	1
12	4,4	360	81	71	Trang	1
13	3,3	367	66	46	Trang	1
14	2,4	354	63	57	Trang	1
15	3	355	59	57	Trang	1
19	2,5	352	69	84	Trang	1
20	1,7	380	43	35	Trang	1
21	2,1	356	73	66	Trang	1
22	2,6	353	63	60	Trang	1
23	4	367		118	Bần chua	2
24	3,7	345		136	Bần chua	1
25	2,9	291		114	Bần chua	1

TT	D0.3 (D1.3)	H (cm)	H _{tan} (cm)	D _{tan} (cm)	Ghi chú	OTC
26	1,5	167		93	Bần chua	1
27	1,2	165		83	Bần chua	1
28	3	343		115	Bần chua	1
29	3,6	379		159	Bần chua	1
30	5,1	458	73	63	Trang	2
31	3	462	77	76	Trang	2
32	3,7	453	62	52	Trang	2
33	4,6	472	113	100	Trang	2
34	5,6	481	83	112	Trang	2
35	3,1	467	93	83	Trang	2
36	3,7	471	80	71	Trang	2
37	3,6	471	81	61	Trang	2
38	3,3	461	49	55	Trang	2
39	5,7	476	80	150	Trang	2
40	4,6	469	76	87	Trang	2
41	6,3	491	64	145	Trang	2
42	5,2	483	63	107	Trang	2
43	3,2	469	72	94	Trang	2
44	4,7	496	87	106	Trang	2
45	4,4	481	70	66	Trang	2
46	3,1	473	56	75	Trang	2
47	4	474	39	100	Trang	2

TT	D0.3 (D1.3)	H (cm)	H _{tan} (cm)	D _{tan} (cm)	Ghi chú	OTC
48	5,1	472	69	124	Trang	2
49	4,2	475	78	74	Trang	2
50	6,3	502	88	150	Trang	2
51	4	497	80	99	Trang	2
52	5,4	491	75	106	Trang	2
53	3,8	472	55	94	Trang	2
54	3,9	471	59	82	Trang	2
55	3,3	482	63	72	Trang	2
56	4	475	68	65	Trang	2
57	5,1	469	68	96	Trang	2
58	2,7	472	54	61	Trang	2
59	5,6	466	81	127	Trang	2
60	5,2	452	76	140	Trang	2
61	4	470	75	67	Trang	2
62	4,1	469	74	76	Trang	2
63	3,8	463	76	91	Trang	2
64	5,5	485	71	135	Trang	2
65	2,4	440	26	38	Trang	2
66	5	488	58	112	Trang	2
67	4,5	472	66	120	Trang	2
68	3,8	478	63	84	Trang	2
69	2,6	470	50	78	Trang	2
70	3,4	475	60	95	Trang	2

TT	D0.3 (D1.3)	H (cm)	H _{tan} (cm)	D _{tan} (cm)	Ghi chú	OTC
71	4,4	472	55	67	Trang	2
72	4,2	474	67	115	Trang	2
73	5	481	54	125	Trang	2
74	4,4	436	49	33	Trang	2
75	4	493	72	91	Trang	2
76	3,6	479	75	77	Trang	2
77	5,3	495	89	134	Trang	2
78	4,6	491	71	86	Trang	2
79	4,3	493	77	92	Trang	2
80	3,6	491	60	87	Trang	2
81	3,9	482	76	89	Trang	2
82	4,4	492	92	117	Trang	2
83	4,6	483	71	80	Trang	2
84	3,6	484	68	67	Trang	2
85	4,5	493	68	110	Trang	2
86	4,2	483	78	116	Trang	2
87	3,1	468	78	100	Trang	2
88	5	484	64	40	Trang	2
89	3	437	42	105	Trang	2
90	2,6	450	48	55	Trang	2
91	4,4	490	82	114	Trang	2
92	5,6	490	84	148	Trang	2
93	6,4	520	100	138	Trang	2

TT	D0.3 (D1.3)	H (cm)	H _{tan} (cm)	D _{tan} (cm)	Ghi chú	OTC
94	4,2	483	59	86	Trang	2
95	4,1	499	78	93	Trang	2
96	5,7	487	71	117	Trang	2
97	2,7	460	51	25	Trang	2
98	5,2	481	56	114	Trang	2
99	3	434	32	64	Trang	2
100	5,5	517	81	114	Trang	2
101	3,1	493	66	57	Trang	2
102	5	520	117	92	Trang	2
103	4,5	494	81	81	Trang	2
104	5,1	500	88	75	Trang	2
105	4,9	509	94	69	Trang	2
106	5	479	63	88	Trang	2
107	5	479	62	63	Trang	2
108	3,5	480	66	55	Trang	2
109	5,1	471	54	70	Trang	2
110	6	492	76	93	Trang	2
111	3,7	477	52	65	Trang	2
112	3,5	493	84	52	Trang	2
113	5,2	500	37	95	Trang	2
114	2,3	490	66	52	Trang	2
115	2,25	165	78	52	Bản chua	3
116	1,55	167	103	53	Bản chua	3

TT	D0.3 (D1.3)	H (cm)	H _{tan} (cm)	D _{tan} (cm)	Ghi chú	OTC
117	3,25	165	65	30	Trang	3
118	2,75	155	63	50	Trang	3
119	1,5	171	36	56	Trang	3
120	3,85	154	69	42	Trang	3
121	2,25	157	41	59	Trang	3
122	2,5	153	67	40	Trang	3
123	4,25	155	39	48	Trang	3
124	1,65	137	20	28	Trang	3
125	3,2	166	66	63	Trang	3
126	1,8	150	13	49	Trang	3
127	3,1	151	40	27	Trang	3
128	2,1	165	54	45	Trang	3
129	3	164	57	42	Trang	3
130	3	176	60	52	Trang	3
131	2,5	165	63	51	Trang	3
132	2,1	145	59	49	Trang	3
133	2,75	163	42	53	Trang	3
134	2,7	168	58	52	Trang	3
135	2,8	155	96	62	Trang	3
136	1,3	150	27	49	Trang	3
137	2,7	161	62	48	Trang	3
138	1,2	73	22	10	Trang	3
139	1,75	140	38	20	Trang	3

TT	D0.3 (D1.3)	H (cm)	H _{tan} (cm)	D _{tan} (cm)	Ghi chú	OTC
140	3,8	159	86	50	Trang	3
141	3,5	150	58	30	Trang	3
142	4	170	79	125	Trang	3
143	3,25	139	70	31	Trang	3
144	2,2	94	51	14	Trang	3
145	3,2	146	42	31	Trang	3
146	3,35	160	59	37	Trang	3
147	5,8	156	101	52	Trang	3
148	3,4	148	70	42	Trang	3
149	2,25	133	60	57	Trang	3
150	3,7	145	57	43	Trang	3
151	3,6	150	67	51	Trang	3
152	3,6	156	46	34	Trang	3
153	3,7	172	63	51	Trang	3
154	2	141	54	42	Trang	3
155	3,3	137	104	44	Trang	3
156	2,6	141	53	47	Trang	3
157	1,9	152	43	51	Trang	3
158	3,8	148	64	34	Trang	3
159	3,6	163	110	56	Trang	3
160	2,7	150	79	32	Trang	3
161	1,6	149	33	21	Trang	3
162	3,7	167	77	64	Trang	3

TT	D0.3 (D1.3)	H (cm)	H _{tan} (cm)	D _{tan} (cm)	Ghi chú	OTC
163	3,7	168	55	43	Trang	3
164	4,5	166	83	53	Trang	3
165	2,8	150	64	31	Trang	3
166	3,7	165	72	50	Trang	3
167	2,7	156	61	33	Trang	3
168	2,25	153	50	41	Trang	3
169	3,55	154	70	41	Trang	3
170	2,3	136	45	35	Trang	3
171	2	123	52	41	Trang	3
172	1,45	115	31	27	Trang	3
173	2	105	48	24	Trang	3
174	3	154	47	52	Trang	3
175	5,9	147	106	39	Trang	3
176	3,3	155	72	51	Trang	3
177	2,6	146	74	38	Trang	3
178	5	157	75	49	Trang	3
179	2,4	137	42	50	Trang	3
180	2,75	149	54	29	Trang	3
181	2	149	35	19	Trang	3
182	3,6	168	87	62	Trang	3
183	2,3	140	62	36	Trang	3
184	4,75	142	84	37	Trang	3
185	3,9	163	48	40	Trang	3

TT	D0.3 (D1.3)	H (cm)	H _{tan} (cm)	D _{tan} (cm)	Ghi chú	OTC
186	3,2	179	69	55	Trang	3
187	2,9	142	76	31	Trang	3
188	4,45	151	79	35	Trang	3
189	3,85	151	94	55	Trang	3
190	2,15	154	53	42	Trang	3
191	3,75	162	71	47	Trang	3
192	1,8	144	62	45	Trang	3
193	2	126	63	28	Trang	3
194	2,9	144	76	38	Trang	3
195	2,6	167	69	45	Trang	3
196	4	166	35	61	Trang	3
197	2,2	163	37	39	Trang	3
198	5,1	168	87	54	Trang	3
199	3,65	161	71	52	Trang	3
200	4,7	165	48	44	Trang	3
201	2	157	38	44	Trang	3
202	3,2	160	58	41	Trang	3
203	1,85	135	39	25	Trang	3
204	2,6	172	64	50	Trang	3

TT	D0.3 (D1.3)	H (cm)	H _{tan} (cm)	D _{tan} (cm)	Ghi chú	OTC
205	3,25	160	48	32	Trang	3
206	2,8	166	72	34	Trang	3
207	4,85	176	94	76	Trang	3
208	3,2	168	82	38	Trang	3
209	3,1	160	41	36	Trang	3
210	2,5	154	59	33	Trang	3
211	2,8	152	63	38	Trang	3
212	3,6	166	59	51	Trang	3
213	1,8	116	62	20	Trang	3
214	3,1	160	61	39	Trang	3
215	3,4	154	66	37	Trang	3
216	3,25	154	58	56	Trang	3
217	5,3	163	79	48	Trang	3
218	1,2	112	50	30	Trang	3
219	2,5	109	23	8	Trang	3
220	3,9	145	79	52	Trang	3
221	2,3	154	69	19	Trang	3
222	3,8	170	98	51	Trang	3

Phụ lục 2: Các chỉ tiêu sinh trưởng của cây tại bảng số 2

Chỉ tiêu sinh trưởng cây con trong Bảng số 2

TT	D (cm)	H (cm)	Ghi chú	OTC
1	1,1	27,3	Trang	1
2	0,85	28,6	Trang	1
3	1,2	15,5	Trang	1
4	1,1	17	Trang	1
5	0,9	21,2	Trang	1
6	0,8	13,5	Trang	1
7	0,8	12,5	Trang	1
8	0,75	15,6	Trang	1
9	0,9	28,3	Trang	1
10	0,8	15,5	Trang	1
11	0,8	15,2	Trang	1
12	1	10,1	Trang	1
13	1,1	32,2	Trang	1
14	0,85	9,9	Trang	1
15	0,7	15,5	Trang	1
16	0,9	12	Trang	1
17	1,2	11	Trang	1
18	0,8	17,8	Trang	1
19	0,8	7,9	Trang	1
20	0,65	13,8	Trang	1
21	0,95	12,7	Trang	1
22	1,2	29,9	Trang	1
23	1	28,6	Trang	1

TT	D (cm)	H (cm)	Ghi chú	OTC
24	1,2	12,7	Trang	1
25	0,75	6,1	Trang	1
26	0,6	5	Trang	2
27	0,7	11,3	Trang	2
28	0,65	11,6	Trang	2
29	0,95	42,5	Trang	2
30	1,05	11,9	Trang	2
31	0,55	9,7	Trang	2
32	1,15	21,45	Trang	2
33	1,2	19,5	Trang	2
34	1	22,2	Trang	2
35	0,65	11,4	Trang	2
36	1,1	21,6	Trang	2
37	1,45	23,8	Trang	2
38	0,8	13,6	Trang	2
39	1,2	17,4	Trang	2
40	0,8	15,5	Trang	2
41	0,75	8,6	Trang	2
42	18,5	0,9	Trang	3
43	15	0,6	Trang	3
44	40,2	1,3	Trang	3
45	35,5	0,95	Trang	3
46	40,5	1	Trang	3

TT	D (cm)	H (cm)	Ghi chú	OTC
47	14	0,85	Trang	3
48	19,5	0,9	Trang	3
49	29,4	0,75	Trang	3
50	38,4	1,15	Trang	3
51	25,8	0,4	Trang	3
52	13,4	0,85	Trang	3
53	11,5	1,25	Trang	3
54	26,4	0,75	Trang	3
55	40	1,2	Trang	3
56	18,5	0,75	Trang	3
57	21,5	1	Trang	3
58	60,8	1,95	Trang	3
59	57,5	1,4	Trang	3
60	21,3	0,9	Trang	3
61	28,2	0,9	Trang	3
62	30,9	0,8	Trang	3
63	29,8	0,9	Trang	3
64	31	1,8	Trang	3
65	37,5	1,1	Trang	3
66	22,4	0,9	Trang	3
67	19,5	0,8	Trang	3
68	23,5	0,9	Trang	3
69	15,6	1,1	Trang	3
70	12,3	0,95	Trang	3
71	84,5	1,2	Trang	3

TT	D (cm)	H (cm)	Ghi chú	OTC
72	19,8	0,75	Trang	3
73	12,4	1	Trang	3
74	29,2	0,7	Trang	3
75	58,5	0,85	Trang	3
76	11,3	0,7	Trang	3
77	34,2	0,95	Trang	3
78	13,4	0,75	Trang	3
79	30	1	Trang	3
80	13,1	1,15	Trang	3
81	21,4	1,1	Trang	3
82	9,8	1	Trang	3
83	13,6	0,4	Trang	3
84	20,4	1,5	Trang	3
85	9,5	0,4	Trang	3
86	45,5	1,4	Trang	3
87	39,5	1,05	Trang	3
88	23,5	1,1	Trang	3
89	14	1,2	Trang	3
90	13,5	1,15	Trang	3
91	14,8	1	Trang	3
92	84,5	2	Trang	3
93	15,4	1	Trang	3
94	13,9	0,8	Trang	3
95	25	0,95	Trang	3
96	14,5	0,75	Trang	3

TT	D (cm)	H (cm)	Ghi chú	OTC
97	29	1	Trang	3
98	70,5	1,2	Trang	3
99	20,1	0,9	Trang	3
100	15,3	0,8	Trang	3
101	16,4	1,1	Trang	3
102	29,9	0,95	Trang	3
103	20,3	1	Trang	3
104	29	0,95	Trang	3
105	21,2	1,2	Trang	3
106	14	1,35	Trang	3
107	34,4	0,95	Trang	3
108	36	1,2	Trang	3
109	29,5	1,2	Trang	3
110	34,8	0,95	Trang	3
111	15,4	0,8	Trang	3

TT	D (cm)	H (cm)	Ghi chú	OTC
112	18,5	0,9	Trang	3
113	34	1	Trang	3
114	42,5	1	Trang	3
115	26,3	0,95	Trang	3
116	23,5	1,2	Trang	3
117	28,8	0,9	Trang	3
118	29,5	1	Trang	3
119	24,7	1,1	Trang	3
120	23,5	0,8	Trang	3
121	43,5	1,2	Trang	3
122	40,6	0,95	Trang	3
123	3,18	1,4	Trang	3
124	32,5	1,1	Trang	3
125	22,5	0,7	Trang	3

Chỉ tiêu sinh trưởng cây cao trong Bảng số 2

TT	D (cm)	D _{tan} (cm)	H _{vn} (cm)	H _{tan} (cm)	Ghi chú
1	3,7	128	439	217	Bần chua
2	3,2	66	412	67,5	Trang
3	3,4	74	401	69	Trang
4	2,6	50	347	26	Trang
5	3,5	66	408	60	Trang
6	5,1	105	423	67	Trang
7	4,1	30	426	83	Trang
8	2,7	57	342	39	Trang
9	3,55	84	422	81	Trang
10	5,3	100	403	56	Trang
11	5,1	109	426	76	Trang
12	6,2	149	418	86	Trang
13	3,65	36	342	29	Trang
14	4,9	84	405	57	Trang
15	4,3	100	400	63	Trang
16	2,8	64	368	34	Trang
17	3	50	411	58	Trang
18	2,55	50	426	61	Trang
19	4,8	112	432	67	Trang
20	4,2	109	419	34	Trang
21	2,6	20	424	63	Trang
22	5,4	108	360	25	Trang

TT	D (cm)	D _{tan} (cm)	H _{vn} (cm)	H _{tan} (cm)	Ghi chú
23	3,4	68	424	66	Trang
24	4	60	427	73	Trang
25	2,6	38	403	46	Trang
26	6,3	106	424	58	Trang
27	2,55	48	419	68	Trang
28	4,2	55	424	83	Trang
29	4,1	96	425	94	Trang
30	4,5	85	429	79	Trang
31	3,15	72	423	90	Trang
32	4,4	110	424	64	Trang
33	3,05	87	427	89	Trang
34	2,85	56	423	62	Trang
35	4,1	93	421	76	Trang
36	5,2	118	427	49	Trang
37	3,7	81	437	64	Trang
38	2,75	50	402	41	Trang
39	4	75	435	58	Trang
40	3,9	62	444	57	Trang
41	4,7	97	447	65	Trang
42	3,8	56	437	89	Trang
43	3,9	103	448	97	Trang
44	4,55	65	417	60	Trang

TT	D (cm)	D_{tan} (cm)	H_{VN} (cm)	H_{tan} (cm)	Ghi chú
45	2,4	44	414	58	Trang
46	3	40	387	32	Trang
47	3,3	75	428	53	Trang
48	3,85	85	452	76	Trang
49	4,2	79	441	73	Trang
50	3,25	58	413	46	Trang
51	3,5	66	445	93	Trang
52	4	85	454	69	Trang
53	2,85	60	441	61	Trang
54	3,15	58	440	73	Trang
55	5,4	99	455	90	Trang
56	2,1	45	441	74	Trang
57	4,75	88	453	83	Trang
58	4	83	445	68	Trang
59	4,5	58	427	65	Trang
60	3,3	70	427	80	Trang
61	3,5	61	447	46	Trang
62	3	45	445	78	Trang
63	3,3	88	441	81	Trang
64	3,35	57	447	85	Trang
65	4,6	102	434	94	Trang
66	3,3	60	448	87	Trang
67	3,8	67	443	75	Trang

TT	D (cm)	D_{tan} (cm)	H_{VN} (cm)	H_{tan} (cm)	Ghi chú
68	3,6	67	434	78	Trang
69	2,8	30	452	74	Trang
70	4,1	84	450	78	Trang
71	5,4	73	452	78	Trang
72	3,8	63	451	98	Trang
73	3,5	32	391	37	Trang
74	4,5	83	437	83	Trang
75	4,55	90	443	72	Trang
76	4,75	101	464	96	Trang
77	2,8	57	408	66	Trang
78	4,7	102	453	88	Trang
79	3,5	30	388	44	Trang
80	5,3	100	458	100	Trang
81	4,8	65	459	83	Trang
82	3,7	79	448	91	Trang
83	3,3	65	451	93	Trang
84	6,9	108	445	83	Trang
85	4,1	80	454	129	Trang
86	4,4	102	413	87	Trang
87	2,9	70	408	81	Trang
88	3,1	77	397	72	Trang
89	5,1	115	402	71	Trang
90	4,6	108	398	63	Trang

TTD (cm)	D_{tan} (cm)	H_{vn} (cm)	H_{tan} (cm)	Ghi chú	
91	3,25	55	399	70	Trang
92	4,15	75	397	65	Trang
93	4,1	92	433	77	Trang
94	4	127	403	77	Trang
95	7	108	382	78	Trang
96	8,85	60	394	71	Trang
97	4,7	81	386	57	Trang
98	5,5	92	388	72	Trang
99	8,1	130	358	62	Trang
100	3,5	119	376	65	Trang
101	4,5	40	379	110	Trang
102	2,6	100	447	90	Trang
103	4,35	97	424	56	Trang
104	3,1	75	436	96	Trang
105	3,35	66	442	74	Trang
106	5,2	110	428	70	Trang
107	4,67	75	439	80	Trang
108	4,6	55	425	86	Trang
109	4,7	125	445	85	Trang
110	5	85	460	99	Trang
111	4,45	68	446	66	Trang
112	4	78	455	67	Trang
113	5,4	116	455	89	Trang

TTD (cm)	D_{tan} (cm)	H_{vn} (cm)	H_{tan} (cm)	Ghi chú	
114	2,6	66	458	68	Trang
115	3,5	78	466	86	Trang
116	4,3	62	462	84	Trang
117	5,2	120	459	74	Trang
118	2,8	48	447	73	Trang
119	4	70	467	75	Trang
120	4,9	98	452	80	Trang
121	4,4	74	454	54	Trang
122	6,6	120	463	68	Trang
123	3,1	72	458	59	Trang
124	4,35	67	416	46	Trang
125	5,8	99	460	77	Trang
126	2,5	139	425	56	Trang
127	4,1	42	465	82	Trang
128	3,6	93	466	93	Trang
129	4,5	116	461	83	Trang
130	3,4	69	461	75	Trang
131	3,7	85	467	93	Trang
132	2,5	77	431	77	Trang
133	2,8	82	446	88	Trang
134	4	90	447	61	Trang
135	3	76	450	85	Trang
136	4,65	127	440	72	Trang

TTD (cm)	D_{tan} (cm)	H_{vn} (cm)	H_{tan} (cm)	Ghi chú	
137	4,6	154	464	90	Trang
138	2,9	64	413	50	Trang
139	3,6	103	442	70	Trang
140	1,8	32	378	36	Trang
141	3,6	78	455	80	Trang
142	3,5	88	440	84	Trang
143	2,4	57	417	54	Trang
144	4,8	175	467	98	Trang
145	4,4	62	444	65	Trang
146	4,35	122	461	91	Trang
147	2,7	43	403	56	Trang
148	4,85	132	459	96	Trang
149	3,75	142	424	54	Trang
150	3,55	176	458	76	Trang
151	3,75	84	430	75	Trang
152	2,9	72	436	78	Trang
153	4,2	142	455	103	Trang
154	3,2	107	457	86	Trang
155	5,1	126	474	99	Trang
156	2,8	72	468	85	Trang
157	3,9	103	455	77	Trang
158	2,7	48	446	68	Trang
159	3	153	465	84	Trang

TTD (cm)	D_{tan} (cm)	H_{vn} (cm)	H_{tan} (cm)	Ghi chú	
160	4,75	106	473	79	Trang
161	5,5	114	147	46	Trang
162	6,5	98	163	55	Trang
163	4,1	105	174	60	Trang
164	5	94	181	72	Trang
165	4,4	75	170	68	Trang
166	4,35	93	183	70	Trang
167	5,2	59	161	25	Trang
168	3	111	175	95	Trang
169	5,1	114	173	69	Trang
170	3,7	92	165	69	Trang
171	5,2	128	158	68	Trang
172	4,5	72	144	54	Trang
173	5,2	124	140	47	Trang
174	3,5	85	138	39	Trang
175	4,9	88	170	50	Trang
176	3,9	80	163	73	Trang
177	4,35	70	169	71	Trang
178	5,75	92	165	61	Trang
179	4,5	90	176	63	Trang
180	5,75	109	160	65	Trang
181	3,7	80	163	52	Trang
182	3,1	49	165	45	Trang

TT	D (cm)	D_{tan} (cm)	H_{vn} (cm)	H_{tan} (cm)	Ghi chú
183	2,3	80	160	60	Trang
184	4,6	98	174	73	Trang
185	3,9	102	185	75	Trang
186	5,15	94	154	48	Trang
187	5,2	113	169	67	Trang
188	1,75	27	165	71	Trang
189	1,45	32	113	45	Trang
190	1,9	60	128	30	Trang
191	3,3	57	167	62	Trang
192	4,65	104	179	69	Trang
193	4,25	104	166	54	Trang
194	5,4	110	166	73	Trang
195	2,3	61	163	61	Trang
196	1,8	45	99	31	Trang
197	5,35	120	164	62	Trang

TT	D (cm)	D_{tan} (cm)	H_{vn} (cm)	H_{tan} (cm)	Ghi chú
198	4,7	67	144	61	Trang
199	2	47	123	43	Trang
200	3,8	61	161	69	Trang
201	4,9	83	164	58	Trang
202	5,2	64	162	55	Trang
203	2,6	85	174	75	Trang
204	1,45	32	132	39	Trang
205	3,7	78	175	85	Trang
206	5,9	92	163	82	Trang
207	6,8	110	158	58	Trang
208	6,1	147	182	99	Trang
209	4,85	132	184	64	Trang
210	4,25	82	190	80	Trang
211	6,3	83	150	48	Trang
212	3,1	97	190	82	Trang

Phụ lục 3: Các chỉ tiêu sinh trưởng của cây tại băng số 3

Chỉ tiêu sinh trưởng của cây con trong Băng số 3

TT	D (cm)	H (cm)	Ghi chú	OTC
1	1,6	20,2	Trang	1
2	1,8	19,5	Trang	1
3	1,3	3,6	Trang	1
4	0,7	11,2	Trang	1
5	1,1	19,6	Trang	1
6	0,6	15,6	Trang	1
7	1,1	12,1	Trang	1
8	0,7	21,9	Trang	1
9	0,3	5	Trang	1
10	0,5	8,6	Trang	1
11	0,8	38,5	Trang	1
12	1,1	24,1	Trang	1
13	1,4	15,5	Trang	1
14	1,5	12,3	Trang	1
15	0,9	23,5	Trang	1
16	0,7	11,8	Trang	1
17	1,1	9,1	Trang	1
18	0,6	16,1	Trang	1
19	1,1	9,8	Trang	1
20	0,8	15,7	Trang	1

TT	D (cm)	H (cm)	Ghi chú	OTC
21	1,1	21,8	Trang	1
22	0,6	21,1	Trang	1
23	0,7	13,2	Trang	1
24	0,81	23,5	Trang	2
25	1,1	25	Trang	2
26	0,6	22	Trang	3
27	1	16	Trang	3
28	1,1	25	Trang	3
29	1	14	Trang	3
30	1,1	20	Trang	3
31	1	18	Trang	3
32	0,6	7,5	Trang	3
33	0,7	16	Trang	3
34	1	26	Trang	3
35	0,9	29,5	Trang	3
36	0,8	11,4	Trang	3
37	0,95	9,7	Trang	3
38	0,8	16,5	Trang	3
39	0,7	16,8	Trang	3
40	0,8	42,5	Trang	3

TT	D (cm)	H (cm)	Ghi chú	OTC
41	0,9	40	Trang	3
42	1,3	14,8	Trang	3
43	1,2	19,3	Trang	3
44	0,7	19,5	Trang	3
45	0,4	18,4	Trang	3
46	0,6	15,6	Trang	3
47	0,7	14,2	Trang	3
48	1,1	40,5	Trang	3
49	0,9	30,5	Trang	3
50	1,1	21,2	Trang	3
51	0,7	18,5	Trang	3
52	1	12,3	Trang	3
53	0,95	14,8	Trang	3
54	0,85	15,8	Trang	3
55	1	37,5	Trang	3
56	1,1	19,5	Trang	3
57	1,2	30	Trang	3
58	1,1	31,5	Trang	3
59	1,2	15,5	Trang	3
60	0,7	21,8	Trang	3
61	0,95	36,7	Trang	3
62	1,1	11	Trang	3
63	0,6	12,2	Trang	3

TT	D (cm)	H (cm)	Ghi chú	OTC
64	0,75	10,8	Trang	3
65	0,5	18,3	Trang	3
66	0,8	12,8	Trang	3
67	1,1	13,8	Trang	3
68	0,9	13,2	Trang	3
69	1,2	16,5	Trang	3
70	0,6	18,4	Trang	3
71	0,7	11,9	Trang	3
72	0,88	14,8	Trang	3
73	0,9	13	Trang	3
74	0,8	12,6	Trang	3
75	0,9	8,5	Trang	3
76	1,4	14,7	Trang	3
77	0,9	13,8	Trang	3
78	0,9	12,8	Trang	3
79	0,85	7,7	Trang	3
80	0,95	10,9	Trang	3
81	1,3	12,8	Trang	3
82	0,8	8,6	Trang	3
83	1,2	38,2	Trang	3
84	1,3	17,8	Trang	3
85	0,65	17,6	Trang	3
86	0,6	18,2	Trang	3

TT	D (cm)	H (cm)	Ghi chú	OTC
87	1	45,7	Trang	3
88	0,9	12	Trang	3
89	1	16,8	Trang	3
90	0,8	11,7	Trang	3
91	1,4	36,5	Trang	3
92	0,9	32,7	Trang	3
93	1,5	38,9	Trang	3
94	0,9	29,4	Trang	3
95	1,05	9,6	Trang	3
96	0,6	17,8	Trang	3
97	1	20,4	Trang	3
98	1,1	29,3	Trang	3
99	0,7	17	Trang	3
100	0,6	13,4	Trang	3
101	1,4	11,4	Trang	3
102	1,1	27,8	Trang	3
103	0,9	23,4	Trang	3

TT	D (cm)	H (cm)	Ghi chú	OTC
104	1,1	46,4	Trang	3
105	0,9	22,2	Trang	3
106	0,8	12	Trang	3
107	0,9	21,5	Trang	3
108	0,7	15,1	Trang	3
109	1,3	50,5	Trang	3
110	1,2	21,2	Trang	3
111	1,2	20,2	Trang	3
112	0,6	14,8	Trang	3
113	1	23,3	Trang	3
114	0,8	21,2	Trang	3
115	1,1	33,2	Trang	3
116	1,1	15,4	Trang	3
117	1,1	22,4	Trang	3
118	0,9	25,1	Trang	3
119	0,95	27,7	Trang	3

Chỉ tiêu sinh trưởng của cây cao trong Bảng số 3

TT	D (cm)	D_{tan} (cm)	H (cm)	H_{tan} (cm)	Ghi chú
1	3,05	58	491	53	Trang
2	3,9	52	493	53	Trang
3	2,1	68	485	44	Trang
4	5,15	78	484	64	Trang
5	3,3	64	463	24	Trang
6	5,35	96	486	56	Trang
7	3,6	85	467	52	Trang
8	4,2	110	468	54	Trang
9	2,8	84	451	27	Trang
10	3,8	77	449	25	Trang
11	3,2	75	452	35	Trang
12	5,1	88	406	78	Trang
13	3,8	45	405	53	Trang
14	3,3	88	408	76	Trang
15	4,5	80	397	63	Trang
16	3,4	45	413	78	Trang
17	4,1	49	407	65	Trang
18	4,2	45	403	71	Trang
19	3,55	47	393	62	Trang
20	3,5	43	396	72	Trang
21	4,1	98	411	88	Trang
22	2,9	35	376	40	Trang

TT	D (cm)	D_{tan} (cm)	H (cm)	H_{tan} (cm)	Ghi chú
23	3,65	63	407	67	Trang
24	2,8	46	395	52	Trang
25	2,9	67	415	75	Trang
26	5,1	82	454	113	Trang
27	3,6	68	432	70	Trang
28	2,5	80	426	59	Trang
29	3,7	65	434	84	Trang
30	3,5	69	450	73	Trang
31	3,3	73	428	52	Trang
32	4,6	62	441	55	Trang
33	5,3	105	428	49	Trang
34	3,3	36	450	74	Trang
35	2,6	47	431	52	Trang
36	3,1	56	427	71	Trang
37	2,6	72	433	71	Trang
38	3,8	65	434	60	Trang
39	4,3	57	430	72	Trang
40	2,6	40	412	53	Trang
41	3,6	46	432	71	Trang
42	3,9	60	440	82	Trang
43	4,6	77	420	79	Trang
44	5,1	104	411	69	Trang

TT	D (cm)	D_{tan} (cm)	H (cm)	H_{tan} (cm)	Ghi chú
45	3,7	54	404	68	Trang
46	2,1	36	399	65	Trang
47	4	65	406	70	Trang
48	4,8	64	406	69	Trang
49	4,8	90	409	63	Trang
50	2,6	37	420	67	Trang
51	4,2	70	426	67	Trang
52	3,3	90	427	58	Trang
53	4,6	108	425	67	Trang
54	3,1	50	470	120	Trang
55	4,2	60	422	63	Trang
56	3,3	52	427	65	Trang
57	3,8	78	443	79	Trang
58	3,7	64	442	80	Trang
59	4,9	105	439	86	Trang
60	4,7	95	432	62	Trang
61	4,4	92	455	99	Trang
62	4,2	50	433	63	Trang
63	3,1	56	438	63	Trang
64	5	95	471	94	Trang
65	5,1	66	449	83	Trang
66	2,9	44	446	89	Trang

TT	D (cm)	D_{tan} (cm)	H (cm)	H_{tan} (cm)	Ghi chú
67	3,8	66	445	92	Trang
68	4,9	109	431	80	Trang
69	4,4	85	447	80	Trang
70	3,85	62	435	62	Trang
71	3	44	440	66	Trang
72	5,3	86	447	72	Trang
73	3	50	453	79	Trang
74	4,3	54	440	94	Trang
75	3,8	86	444	78	Trang
76	2,6	57	433	73	Trang
77	4,8	69	441	77	Trang
78	3	42	388	10	Trang
79	7,5	170	442	86	Trang
80	4,1	80	433	76	Trang
81	6,1	125	457	90	Trang
82	3,9	66	448	66	Trang
83	4,1	84	451	79	Trang
84	4,1	78	445	58	Trang
85	3,3	68	441	66	Trang
86	2,9	64	449	64	Trang
87	3,9	50	459	72	Trang
88	3,1	45	420	68	Trang

TT	D (cm)	D_{tan} (cm)	H (cm)	H_{tan} (cm)	Ghi chú
89	3,6	80	469	81	Trang
90	4,3	64	467	83	Trang
91	4	68	460	69	Trang
92	4,6	110	470	115	Trang
93	4,8	77	459	103	Trang
94	3,5	78	454	73	Trang
95	4,5	60	450	81	Trang
96	2,9	40	462	78	Trang
97	3,5	62	461	92	Trang
98	3,55	75	454	81	Trang
99	4,2	65	456	89	Trang
100	2,1	42	448	61	Trang
101	3,3	51	453	87	Trang
102	3,4	72	447	74	Trang
103	5,1	100	446	76	Trang
104	5,9	98	458	104	Trang
105	5,2	79	446	68	Trang
106	3,75	84	454	75	Trang
107	2,1	53	440	61	Trang
108	3,4	73	447	60	Trang
109	3	54	434	49	Trang
110	3,8	77	462	112	Trang

TT	D (cm)	D_{tan} (cm)	H (cm)	H_{tan} (cm)	Ghi chú
111	3,1	46	414	80	Trang
112	2,15	57	399	47	Trang
113	3,75	66	441	66	Trang
114	3,95	107	446	76	Trang
115	3,9	67	446	85	Trang
116	3,7	61	461	80	Trang
117	2,7	66	442	87	Trang
118	4,2	109	435	70	Trang
119	3,65	69	455	75	Trang
120	1,8	42	418	46	Trang
121	3,3	85	441	65	Trang
122	3,4	48	454	80	Trang
123	2	74	452	73	Trang
124	6,1	88	452	99	Trang
125	3	46	447	81	Trang
126	5,1	87	459	99	Trang
127	2,5	55	466	85	Trang
128	4,6	127	456	90	Trang
129	3,4	60	457	80	Trang
130	4	64	454	95	Trang
131	3,7	47	448	70	Trang
132	2,65	49	449	80	Trang

TT	D (cm)	D_{tan} (cm)	H (cm)	H_{tan} (cm)	Ghi chú
133	3	25	373	38	Trang
134	3,65	70	417	56	Trang
135	3,8	63	449	72	Trang
136	4,6	86	452	86	Trang
137	3,8	120	462	84	Trang
138	3,4	60	465	100	Trang
139	2,65	30	460	83	Trang
140	4,35	95	453	88	Trang
141	3,35	67	450	70	Trang
142	4,35	70	448	77	Trang
143	4,25	60	460	81	Trang
144	4,4	80	465	78	Trang
145	5,2	150	462	105	Trang
146	6	112	450	32	Trang
147	4,25	66	458	85	Trang
148	4,4	55	449	70	Trang
149	4,95	125	454	78	Trang
150	3,4	64	454	77	Trang
151	4,55	70	455	88	Trang
152	3,8	68	451	78	Trang
153	2,3	42	382	39	Trang
154	4,35	82	464	64	Trang

TT	D (cm)	D_{tan} (cm)	H (cm)	H_{tan} (cm)	Ghi chú
155	2,55	77	434	71	Trang
156	6,1	50	448	79	Trang
157	3,58	110	447	58	Trang
158	3,15	56	439	59	Trang
159	3,7	50	453	64	Trang
160	3,3	47	465	80	Trang
161	4,15	58	456	91	Trang
162	5,45	100	454	72	Trang
163	2,6	25	399	55	Trang
164	4,6	110	460	100	Trang
165	2,3	45	381	36	Trang
166	3,9	65	454	85	Trang
167	4,65	85	447	59	Trang
168	5	100	463	74	Trang
169	3,6	84	451	91	Trang
170	2,7	55	441	85	Trang
171	3,7	67	454	67	Trang
172	2,85	46	449	82	Trang
173	2,8	44	461	78	Trang
174	3,4	60	443	72	Trang
175	4,4	80	457	79	Trang
176	2,8	40	433	60	Trang

TT	D (cm)	D _{tan} (cm)	H (cm)	H _{tan} (cm)	Ghi chú
177	2,1	55	416	57	Trang
178	4	100	464	74	Trang
179	4,1	76	464	85	Trang
180	3,2	73	451	82	Trang
181	3,9	92	465	78	Trang
182	8,9	167	470	80	Trang
183	3,7	68	451	72	Trang
184	6,4	115	466	95	Trang
185	4,6	140	466	100	Trang
186	3,75	87	462	88	Trang
187	4	83	444	91	Trang
188	3,7	40	455	70	Trang
189	D0.3	Dt	Ho	Ht	Trang
190	4,1	62	148	78	Trang
191	2,1	70	115	79	Trang
192	2,4	67	144	93	Trang
193	2,5	45	142	88	Trang
194	3,9	80	155	95	Trang
195	4,6	86	161	93	Trang
196	3,8	88	156	98	Trang
197	2,9	57	152	99	Trang
198	3,9	78	159	106	Trang

TT	D (cm)	D _{tan} (cm)	H (cm)	H _{tan} (cm)	Ghi chú
199	4,1	87	164	96	Trang
200	3,9	73	145	95	Trang
201	2,8	46	145	67	Trang
202	1,7	45	106	83	Trang
203	4,4	105	144	90	Trang
204	3,3	93	147	87	Trang
205	3,3	74	145	85	Trang
206	2,9	31	94	82	Trang
207	1,2	53	123	69	Trang
208	3,2	56	155	96	Trang
209	3,1	66	147	100	Trang
210	3,4	83	154	95	Trang
211	2,5	79	157	96	Trang
212	3,6	75	141	87	Trang
213	2,9	67	121	85	Trang
214	3	49	139	142	Trang
215	3,1	49	130	93	Trang
216	4	66	147	66	Trang
217	2,8	76	160	95	Trang
218	3,5	85	166	99	Trang
219	3,5	94	157	92	Trang
220	2,8	75	166	57	Trang

TT	D (cm)	D _{tan} (cm)	H (cm)	H _{tan} (cm)	Ghi chú
221	4	78	164	120	Trang
222	4	85	167	107	Trang
223	3,7	77	155	95	Trang
224	2,85	39	162	108	Trang
225	2,75	67	134	103	Trang
226	3,25	92	133	88	Trang
227	3,5	67	134	97	Trang
228	3,6	101	133	83	Trang
229	2	77	106	78	Trang
230	2,5	49	129	100	Trang
231	3,5	84	132	91	Trang
232	4	91	145	85	Trang
233	4	46	136	84	Trang
234	3,3	63	126	73	Trang
235	2,9	54	153	98	Trang
236	2,5	41	160	98	Trang
237	4	96	168	98	Trang
238	2,5	75	143	97	Trang
239	1,8	87	124	94	Trang
240	2,5	65	148	97	Trang
241	2,8	42	149	112	Trang
242	3,3	44	139	95	Trang

TT	D (cm)	D _{tan} (cm)	H (cm)	H _{tan} (cm)	Ghi chú
243	4,7	72	148	86	Trang
244	3	78	159	103	Trang
245	3,1	72	150	105	Trang
246	2,2	37	128	95	Trang
247	3,5	66	134	98	Trang
248	3,6	74	136	85	Trang
249	3,6	103	158	101	Trang
250	4	70	136	93	Trang
251	4,3	92	161	97	Trang
252	3,5	64	154	100	Trang
253	2,5	65	131	84	Trang
254	2,5	68	130	83	Trang
255	2,3	73	123	95	Trang
256	2,8	68	146	99	Trang
257	2,6	38	131	92	Trang
258	3,3	62	135	79	Trang
259	3	64	123	85	Trang
260	3,6	75	142	88	Trang
261	2,9	86	141	90	Trang
262	3,4	96	152	88	Trang
263	6	79	132	85	Trang
264	3,1	64	119	84	Trang

TT	D (cm)	D_{tan} (cm)	H (cm)	H_{tan} (cm)	Ghi chú
265	3,8	121	127	93	Trang
266	3,4	68	142	98	Trang
267	2,7	56	149	83	Trang
268	3,5	58	132	74	Trang
269	3,3	69	144	98	Trang
270	4,2	78	140	94	Trang
271	3,5	79	143	49	Trang
272	4,3	26	122	81	Trang
273	3,4	83	132	97	Trang
274	4,2	75	142	88	Trang
275	3,3	68	140	92	Trang
276	3	96	130	88	Trang
277	2,8	65	135	91	Trang
278	3,6	94	146	85	Trang
279	2,8	79	160	85	Trang
280	3,8	84	154	102	Trang
281	3,2	82	158	107	Trang

TT	D (cm)	D_{tan} (cm)	H (cm)	H_{tan} (cm)	Ghi chú
282	3,1	73	139	98	Trang
283	2,3	78	135	51	Trang
284	4,9	63	144	80	Trang
285	4,2	100	155	52	Trang
286	2,4	82	134	89	Trang
287	4,6	85	154	95	Trang
288	2,9	58	137	102	Trang
289	2	41	126	86	Trang
290	2,1	46	150	34	Trang
291	3,9	75	142	83	Trang
292	4,3	59	145	86	Trang
293	2,5	78	153	94	Trang
294	2,9	65	142	88	Trang
295	5	85	148	93	Trang
296	2,5	72	154	93	Trang
297	4	72	156	99	Trang

