BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM HÀ NỘI

PHẠM HỒNG TÍNH

NGHIÊN CỨU BIẾN ĐỔI THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN VEN BIỂN MIỀN BẮC VIỆT NAM TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG

LUẬN ÁN TIẾN SĨ SINH HỌC

HÀ NỘI - 2017

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM HÀ NỘI

PHẠM HỒNG TÍNH

NGHIÊN CỨU BIẾN ĐỔI THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN VEN BIỂN MIỀN BẮC VIỆT NAM TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG

Chuyên ngành: Sinh thái học
Mã số: 62.42.01.20

LUẬN ÁN TIẾN SĨ SINH HỌC

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS. MAI SỸ TUẤN

HÀ NỘI - 2017

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi dưới sự hướng dẫn của PGS.TS. Mai Sỹ Tuấn. Các kết quả nghiên cứu trình bày trong luận án là trung thực và chưa từng được sử dụng trong bất kỳ công trình nào khác. Các thông tin sử dụng trong Luận án không do tác giả làm được trích dẫn rõ ràng và có nguồn gốc.

Tác giả luận án

Phạm Hồng Tính

LỜI CẢM ƠN

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới PGS.TS. Mai Sỹ Tuấn đã tận tình hướng dẫn, giúp đỡ và tạo mọi điều kiện thuận lợi cho tôi trong suốt thời gian học tập, nghiên cứu và hoàn thành luận án.

Tôi xin chân thành cảm ơn Bộ môn Thực vật học, Khoa Sinh học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội đã tạo điều kiện thuận lợi cho tôi trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu và làm các thủ tục cần thiết trong quá trình bảo vệ luận án.

Tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành tới PGS.TS. Trần Văn Ba, GS.TS. Nguyễn Hoàng Trí, TS. Nguyễn Thị Hồng Liên và TS. Bùi Thu Hà đã động viên, giúp đỡ tôi và có những ý kiến nhận xét quý báu trong quá trình thực hiện luận án; xin cảm ơn anh Đinh Văn Hùng, anh Nguyễn Thế Anh, ThS. Lại Thu Thảo, ThS. Nguyễn Thị Thu Hằng, ThS. Trần Thị Tuyết đã giúp đỡ tôi trong quá trình khảo sát và thu thập số liệu tại thực địa.

Tôi xin cảm ơn Lãnh đạo và các đồng nghiệp tại Trung tâm Điều tra, Đánh giá tài nguyên đất, Tổng cục Quản lý đất đai đã giúp đỡ, tạo điều kiện thuận lợi cho tôi trong quá trình thực hiện luận án.

Tôi xin cảm ơn các thành viên trong gia đình và bạn bè đã động viên, giúp đỡ tôi trong suốt thời gian thực hiện luận án.

Trân trọng cảm ơn!

Nghiên cứu sinh

Phạm Hồng Tính

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN ..... **i**
LỜI CẢM ƠN ..... **ii**
MỤC LỤC ..... **iii**
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT ..... **vi**
DANH MỤC BẢNG ..... **vii**
DANH MỤC HÌNH ..... **viii**
MỞ ĐẦU **1**
1. Lý do chọn đề tài 1
2. Mục tiêu của luận án 2
3. Nội dung của luận án 3
4. Luận điểm bảo vệ 3
5. Điểm mới của luận án 4
6. Ý nghĩa của luận án 4
7. Thời gian thực hiện luận án 5
8. Bố cục của luận án 5
CHƯƠNG I TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU **6**
1.1. SỰ BIẾN ĐỔI THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN 6
1.1.1. Sự phân bố của thảm thực vật ngập mặn 6
1.1.2. Sự phân vùng thảm thực vật ngập mặn 8
1.1.3. Sự biến đổi thảm thực vật ngập mặn 8
1.2. BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG 11
1.2.1. Khí hậu, biến đổi khí hậu 11
1.2.2. Biểu hiện của biến đổi khí hậu 12
1.2.3. Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam 14
1.3. TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG TỚI THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN 16
1.3.1. Tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng tới sự phân bố thảm thực vật ngập mặn 16

1.3.2. Tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng tới sự sinh trưởng, phát triển của thảm thực vật ngập mặn 19
1.3.3. Tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng tới cấu trúc, thành phần loài cây ngập mặn 20
1.3.4. Xây dựng mô hình công thức toán về sự biến đổi thảm thực vật ngập mặn trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng 21
CHƯƠNG II ĐỊA ĐIỂM, ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU 24
2.1. ĐỊA ĐIỂM NGHIÊN CỨU 24
2.1.1. Địa hình 24
2.1.2. Khí hậu thủy văn 25
2.1.3. Địa hóa trầm tích bãi triều 26
2.2. ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI NGHIÊN CỨU 27
2.2.1. Đối tượng nghiên cứu 27
2.2.2. Phạm vi nghiên cứu 27
2.3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU 30
2.3.1. Phương pháp tiếp cận 30
2.3.2. Phương pháp kế thừa, thu thập dữ liệu thứ cấp 31
2.3.3. Phương pháp điều tra thực địa 32
2.3.4. Phương pháp thống kê, phân tích hồi quy, tương quan 38
2.3.5. Phương pháp thành lập bản đồ 39
CHƯƠNG III KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN 42
3.1. HIỆN TRẠNG THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN TẠI CÁC ĐỊA ĐIỂM NGHIÊN CỨU 42
3.1.1. Hiện trạng thảm thực vật ngập mặn tại Đồng Rui 42
3.1.2. Hiện trạng thảm thực vật ngập mặn tại Vườn quốc gia Xuân Thủy 50
3.1.3. Hiện trạng thảm thực vật ngập mặn tại Đa Lộc 56
3.1.4. So sánh hiện trạng thảm thực vật ngập mặn tại các địa điểm nghiên cứu 62

3.2. ĐIỀU KIỆN KHÍ HẬU VÀ MỰC NƯỚC BIỂN TÁC ĐỘNG TỚI THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN 69
3.2.1. Điều kiện khí hậu và mực nước biển tại các địa điểm nghiên cứu. 69
3.2.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ, lượng mưa, tần suất ngập triều tới thảm thực vật ngập mặn 72
3.3. SỰ BIẾN ĐỔI CỦA THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG 84
3.3.1. Điều kiện nhiệt độ, lượng mưa và mực nước biển theo kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng 84
3.3.2. Bồi tụ trầm tích-nhân tố làm thay đổi tới tần suất ngập triều 85
3.3.3. Khả năng bị biến đổi của thảm thực vật ngập mặn trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng 87
3.3.4. Biến đổi thảm thực vật ngập mặn tại các địa điểm nghiên cứu 90
3.4. ĐỀ XUẤT MỘT SỐ GIẢI PHÁP BẢO VỆ, PHÁT TRIỂN THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG 105
3.4.1. Những căn cứ đề xuất 105
3.4.2. Giải pháp bảo vệ, phát triển thảm thực vật ngập mặn trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng 106
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ 110
KẾT LUẬN 110
KIẾN NGHỊ 111
NHỮNG CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN 112
TÀI LIỆU THAM KHẢO 113
PHỤ LỤC

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

- BĐKH : Biến đổi khí hậu
- BQL : Ban quản lý
- CARE : Tổ chức cứu trợ toàn cầu của Mỹ (Cooperative for American Relief Everywhere)
- cs : Cộng sự
- FIPI : Viện Điều tra quy hoạch rừng (Forest Inventory and Planning Institute)
- GIS : Hệ thống thông tin địa lý (Geographic Information System)
- IPCC : Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi khí hậu (Intergovernmental Panel on Climate Change)
- KV : Khu vực
- MERS : Trạm nghiên cứu hệ sinh thái rừng ngập mặn (Mangrove Ecosystem Research Station)
- NBD : Nước biển dâng
- Nxb : Nhà xuất bản
- OTC : Ô tiêu chuẩn
- TTV : Thảm thực vật
- TTVNM : Thảm thực vật ngập mặn
- TN&MT : Tài nguyên và Môi trường
- UBND : Ủy ban nhân dân
- UNFCCC : Công ước khung Liên hiệp quốc về Biến đổi khí hậu (United Nations Framework Convention on Climate Change)
- VBMBVN : Ven biển miền Bắc Việt Nam
- VQG : Vườn quốc gia

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2.1. Các phương pháp nghiên cứu tương ứng với các nội dung và khung logic nghiên cứu của luận án 41
Bảng 3.1. Thành phần loài cây ngập mặn thực thụ ghi nhận tại Đồng Rui 44
Bảng 3.2. Độ đa dạng, cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn tại Đồng Rui 47
Bảng 3.3. Mật độ, kích thước cây ngập mặn và sinh khối TTVNM tại Đồng Rui 48
Bảng 3.4. Thành phần loài cây ngập mặn thực thụ ghi nhận tại VQG Xuân Thủy 51
Bảng 3.5. Độ đa dạng, cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn tại VQG Xuân Thủy 54
Bảng 3.6. Mật độ, kích thước cây ngập mặn và sinh khối TTVNM tại VQG Xuân Thủy 55
Bảng 3.7. Thành phần loài cây ngập mặn thực thụ ghi nhận tại Đa Lộc 58
Bảng 3.8. Độ đa dạng, cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn tại Đa Lộc 60
Bảng 3.9. Mật độ, kích thước cây ngập mặn và sinh khối TTVNM tại Đa Lộc 61
Bảng 3.10. So sánh diện tích TTVNM (ha) tại các địa điểm nghiên cứu 62
Bảng 3.11. Độ tương đồng về thành phần loài cây ngập mặn tại các địa điểm nghiên cứu 63
Bảng 3.12. Mô hình hồi quy của mật độ, kích thước cây, độ đa dạng và cấu trúc thành phần loài của TTVNM với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều 80
Bảng 3.13. So sánh mật độ, kích thước cây, độ đa dạng và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn từ mô hình hồi quy với số liệu đo thực địa 82
Bảng 3.14. Kết quả tính toán nhiệt độ, lượng mưa và mực nước biển theo kịch bản BĐKH và NBD tại các địa điểm nghiên cứu 85
Bảng 3.15. Kết quả điều tra, thu thập dữ liệu và cho điểm các tiêu chí đánh giá khả năng bị tổn thương của TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu 88

DANH MỤC HÌNH

Hình 2.1. Sơ đồ vị trí các điểm nghiên cứu với các tuyến điều tra và các ô tiêu chuẩn 28

Hình 2.2. Sơ đồ mặt cắt vị trí tương đối của các ô tiêu chuẩn trên tuyến điều tra và kích thước của ô tiêu chuẩn 32

Hình 2.3. Sơ đồ tóm tắt phương pháp đo độ bồi tụ trầm tích 36

Hình 2.4. Sơ đồ tóm tắt phương pháp đo độ ngập triều 36

Hình 2.5. Sơ đồ khung logic nội dung nghiên cứu của luận án 40

Hình 3.1. Phân bố TTVNM tại xã Đồng Rui 43

Hình 3.2. TTVNM có vẹt dù (*B. gymnorrhiza*) chiếm ưu thế tại Đồng Rui 49

Hình 3.3. Phân bố TTVNM tại VQG Xuân Thủy 50

Hình 3.4. TTVNM với trang (*K. obovata*) chiếm ưu thế tại VQG Xuân Thủy 53

Hình 3.5. TTVNM tại cửa Ba Lạt (VQG Xuân Thủy) 56

Hình 3.6. Phân bố TTVNM tại xã Đa Lộc 57

Hình 3.7. TTVNM với trang (*K. obovata*) chiếm ưu thế tại Đa Lộc 60

Hình 3.8. Chỉ số đa dạng Shannon và chỉ số phức tạp của TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu 64

Hình 3.9. Cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn tại các địa điểm nghiên cứu 66

Hình 3.10. Giới hạn phân bố của *K. obovata* và *K. candel* trên thế giới 67

Hình 3.11. So sánh mật độ, kích thước cây và sinh khối của TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu 68

Hình 3.12. Nhiệt độ trung bình và lượng mưa tại các địa điểm nghiên cứu 70

Hình 3.13. Biến đổi nhiệt độ, lượng mưa tại các địa điểm nghiên cứu 71

Hình 3.14. Nước biển dâng theo số liệu quan trắc tại Hòn Dáu 72

Hình 3.15. Mối quan hệ của mật độ cây/ha với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tại VBMBVN..... 73

Hình 3.16. Mối quan hệ của đường kính thân cây với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tại VBMBVN..... 74

Hình 3.17. Mối quan hệ của chiều cao cây với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tại VBMBVN 74

Hình 3.18. Mối quan hệ của chỉ số đa dạng (chỉ số Shannon) với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tại VBMBVN 76

Hình 3.19. Mối quan hệ của độ quan trọng của loài trang (*K. obovata*) với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tại VBMBVN 77

Hình 3.20. Mối quan hệ của độ quan trọng của loài đâng (*R. stylosa*) với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tại VBMBVN 77

Hình 3.21. Mối quan hệ giữa các giá trị dự báo bằng mô hình hồi quy và giá trị điều tra tại thực địa 83

Hình 3.22. Tốc độ bồi tụ trầm tích tại các địa điểm nghiên cứu..... 85

Hình 3.23. Sự thay đổi mật độ, kích thước cây của TTVNM tại Đồng Rui... 90

Hình 3.24. Sự thay đổi cấu trúc thành phần loài của TTVNM tại Đồng Rui . 92

Hình 3.25. Sự thay đổi mật độ, kích thước cây của TTVNM VQG Xuân Thủy.. 95

Hình 3.26. Sự thay đổi cấu trúc thành phần loài của TTVNM VQG Xuân Thủy . 96

Hình 3.27. Biến động đường bờ biển tại VQG Xuân Thủy..... 98

Hình 3.28. Sự thay đổi mật độ, kích thước cây của TTVNM Đa Lộc..... 99

Hình 3.29. Sự thay đổi cấu trúc thành phần loài của TTVNM Đa Lộc..... 100

Hình 3.30. TTVNM phát triển tự nhiên về phía biển và một số hoạt động của con người ngăn cản sự phát triển của TTVNM 102

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Thảm thực vật ngập mặn (TTVNM) phân bố ở hầu hết diện tích đất ngập nước ven biển vùng nhiệt đới, cận nhiệt đới, tạo thành một hệ sinh thái đặc trưng với tổng diện tích khoảng 15,2 triệu ha. Trong đó, châu Á chiếm tỉ lệ cao nhất (38,5%) với 5,86 triệu ha, tập trung chủ yếu ở các nước như Indonesia (2,9 triệu ha), Malaysia (565 nghìn ha), Thái Lan (240 nghìn ha), Trung Quốc (22,5 nghìn ha) và Việt Nam (157 nghìn ha) [48].

Mặc dù diện tích TTVNM ở nước ta cũng như ở các nước khác trên thế giới không lớn so với thảm thực vật (TTV) rừng nội địa, TTVNM có tầm quan trọng và giá trị rất to lớn trong việc bảo vệ bờ biển, chống xói lở, phòng chống thiên tai như bão, gió cũng như làm giảm thiệt hại có thể gây ra bởi sóng thần, lưu giữ phù sa, tích lũy dinh dưỡng, điều tiết và làm sạch nước. TTVNM cũng có vai trò quan trọng trong tạo cảnh quan sinh thái cho du lịch, giải trí và nghiên cứu khoa học... TTVNM còn là một bể chứa cacbon với khả năng tích lũy cacbon từ CO_2, góp phần làm giảm khí nhà kính [8], [9], [10], [13], [61], [67]. Những giá trị đó đã trực tiếp hoặc gián tiếp đem lại lợi ích cho cộng đồng dân cư ven biển.

Hiện nay, biến đổi khí hậu (BĐKH) dẫn tới sự thay đổi nhiệt độ, lượng mưa và nước biển dâng đang trở thành một vấn đề cấp bách đe dọa sự tồn tại và phát triển của hầu hết các quốc gia ven biển. Mực nước biển đã được nghiên cứu và dự báo là sẽ tăng lên nhanh chóng ở những thập kỷ tới [28]. Tại Việt Nam, kết quả đo tại trạm hải văn Hòn Dáu (thành phố Hải Phòng) cho thấy mực nước biển đã tăng 20 cm trong giai đoạn từ 1960 đến 2005 và theo dự báo của Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi khí hậu (IPCC) thì Việt Nam sẽ là một trong

những nước bị ảnh hưởng nặng nhất của nước biển dâng với rất nhiều diện tích đất ven biển bị nhấn chìm [1].

BĐKH với biểu hiện là sự thay đổi nhiệt độ, lượng mưa và nước biển dâng (NBD) có thể ảnh hưởng rất lớn đến sự sinh trưởng, phát triển và tồn tại của TTVNM thông qua sự tác động trực tiếp lên các quá trình quang hợp, hô hấp của thực vật ngập mặn, và tác động gián tiếp qua sự xói lở, thay đổi độ mặn, tần suất ngập triều và tích tụ trầm tích [38]. Ngược lại, TTVNM lại có tác dụng làm thay đổi nền đất và làm giảm tác động của BĐKH và NBD… Sự bồi tụ của trầm tích ở TTVNM làm cho đất ổn định, nền đất ngày càng được nâng cao [4] đã góp phần quan trọng trong giảm tác động của sóng vào bờ biển, chống xói lở, chống xâm nhập mặn. Điều đó có ý nghĩa rất lớn trong ứng phó với BĐKH và NBD ở những vùng ven biển.

Chính vì vậy, việc hiểu biết đầy đủ về sự sinh trưởng, phát triển, thích ứng và biến đổi của TTVNM, đặc biệt là dự báo chính xác sự thay đổi của TTVNM trong điều kiện BĐKH và NBD có thể giúp đề xuất những giải pháp quản lý, bảo vệ, quy hoạch phát triển TTVNM phù hợp cho từng vùng để góp phần giảm thiểu những rủi ro và thách thức đối với sự phát triển và an toàn của người dân ven biển [44], [53], [56], [66], [75].

Trên cơ sở những phân tích nêu trên, việc thực hiện nghiên cứu đề tài luận án: ***Nghiên cứu biến đổi thảm thực vật ngập mặn ven biển miền Bắc Việt Nam trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng*** là rất cần thiết, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

2. Mục tiêu của luận án

Đề tài luận án đặt mục tiêu dự báo xu hướng biến đổi TTVNM ven biển miền Bắc Việt Nam (VBMBVN) tới năm 2050 dưới tác động của BĐKH và NBD. Từ đó, luận án đề xuất các giải pháp kỹ thuật nhằm góp phần bảo tồn,

phát triển TTVNM, phòng chống thiên tai và nâng cao đời sống của người dân trong điều kiện BĐKH và NBD.

3. Nội dung của luận án

- Đánh giá hiện trạng TTVNM ven biển miền Bắc Việt Nam về các chỉ tiêu như: mật độ cây, kích thước trung bình và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn, chỉ số đa dạng Shannon H', chỉ số tương đồng SI, độ quan trọng IV, chỉ số phức tạp CI, độ rộng ổ sinh thái, dạng phân bố không gian A/F, trong đó tập trung tại 3 địa điểm đại diện cho 3 khu vực và tiểu khu kế tiếp nhau của vùng VBMBVN;

- Xây dựng mối quan hệ giữa các đặc điểm mật độ cây, kích thước trung bình và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn và mức độ đa dạng của TTVNM với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều;

- Dự báo sự biến đổi mật độ cây, kích thước trung bình và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn của TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu theo kịch bản BĐKH và NBD;

- Đề xuất một số giải pháp góp phần bảo tồn, phát triển TTVNM trong bối cảnh BĐKH và NBD.

4. Luận điểm bảo vệ

- Luận điểm 1: TTVNM là một hệ thống động, luôn biến đổi dưới tác động của sự thay đổi môi trường. Khi điều kiện khí hậu thay đổi, mực nước biển dâng thì TTVNM sẽ bị thay đổi về số lượng (diện tích phân bố) và chất lượng (mật độ, kích thước cây, sinh khối, đa dạng và thành phần loài…);

- Luận điểm 2: Những đặc điểm về đa dạng, thành phần loài cây ngập mặn, mật độ, kích thước cây, sinh khối của TTVNM có mối quan hệ hữu cơ

với điều kiện nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều. Những mối quan hệ đó có thể định lượng bằng các công thức toán;

- Luận điểm 3: Việc phân tích, đánh giá về hiện trạng TTVNM, BĐKH, NBD và ứng dụng các công thức toán về mối quan hệ giữa đa dạng, thành phần loài cây ngập mặn, mật độ, kích thước cây, sinh khối của TTVNM với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều có thể dự báo mức độ và xu hướng biến đổi của TTVNM trong điều kiện BĐKH và NBD.

5. Điểm mới của luận án

- Lần đầu tiên đề xuất và định lượng sự biến đổi của TTVNM tại VBMBVN đến năm 2050 thông qua các chỉ số định lượng về độ đa dạng, thành phần loài cây ngập mặn, mật độ, kích thước cây của TTVNM và mối quan hệ giữa các chỉ số đó với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều;

- Xây dựng được cơ sở thực nghiệm và ứng dụng công thức toán để dự báo mức độ biến đổi TTVNM tại VBMBVN và đề xuất các giải pháp góp phần bảo tồn, phát triển TTVNM cho các địa điểm nghiên cứu thuộc VBMBVN trong điều kiện BĐKH và NBD.

6. Ý nghĩa của luận án

- Ý nghĩa khoa học: Kết quả nghiên cứu của đề tài luận án góp phần tổng hợp, làm rõ cơ sở khoa học, phương pháp dự báo mức độ, xu hướng biến đổi của TTVNM trong điều kiện BĐKH và NBD tại VBMBVN bằng ứng dụng công thức toán về mối quan hệ giữa độ đa dạng, thành phần loài cây ngập mặn, mật độ, kích thước cây của TTVNM với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều của môi trường.

Những đóng góp ban đầu của luận án có thể được sử dụng làm cơ sở để tiếp tục hoàn thiện mô hình dự báo sự biến đổi và diễn thế TTVNM trong

điều kiện BĐKH và NBD cho không chỉ VBMBVN mà cho các vùng khác và toàn bộ TTVNM tại Việt Nam.

- Ý nghĩa thực tiễn: Kết quả nghiên cứu của đề tài luận án đã chỉ ra mức độ và xu hướng biến đổi TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu thuộc VBMBVN. Đó là cơ sở quan trọng để đề tài luận án đề xuất các giải pháp góp phần bảo tồn, phát triển TTVNM trong điều kiện BĐKH và NBD đến năm 2050.

7. Thời gian thực hiện luận án

- Từ 12/2012 đến 6/2013: Nghiên cứu tài liệu; Chuẩn bị các nội dung, phương pháp và kế hoạch điều tra thu thập số liệu.

- Từ 7/2013 đến 5/2016: Điều tra thu thập, tổng hợp, phân tích số liệu và viết các bài báo khoa học đăng trên các tạp chí khoa học và hội nghị khoa học quốc gia.

- Từ 6/2016 đến 12/2016: Viết và hoàn thiện luận án.

8. Bố cục của luận án

Luận án gồm 111 trang, được chia thành các phần:

- Mở đầu (05 trang),

- Chương 1: Tổng quan vấn đề nghiên cứu (18 trang),

- Chương 2: Địa điểm, đối tượng, phạm vi, phương pháp nghiên cứu (18 trang),

- Chương 3: Kết quả nghiên cứu và thảo luận (68 trang),

- Kết luận và kiến nghị (02 trang).

Luận án có 15 bảng; 30 biểu đồ, sơ đồ, bản đồ và ảnh; 04 phụ lục; 88 tài liệu tham khảo, trong đó có 20 tài liệu tiếng Việt và 68 tài liệu tiếng Anh.

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1. SỰ BIẾN ĐỔI THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN

1.1.1. Sự phân bố của thảm thực vật ngập mặn

TTVNM gồm chủ yếu là những cây ngập mặn thân gỗ sinh trưởng ở những nơi tiếp giáp giữa đất liền và biển tại vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới. Những cây ngập mặn này cùng với những sinh vật tham gia như vi sinh vật, nấm và động vật tương tác với những nhân tố vô sinh tạo thành hệ sinh thái ngập mặn hay hệ sinh thái ngập triều, ven biển [60].

Theo hệ thống phân loại thảm thực vật của UNESCO [6] dựa trên các tiêu chuẩn về ngoại mạo và cấu trúc thảm thực vật, TTVNM được xếp vào các thứ bậc: 1. Lớp quần hệ → 1.A. Phân lớp quần hệ → 1.A1. Nhóm quần hệ → 1.A1.1. Quần hệ → 1.A1.1.1. Phân quần hệ, cụ thể như sau:

- I.A.2n. Rừng rậm thường xanh mưa mùa nhiệt đới cây lá cứng trên đất chịu ảnh hưởng của thủy triều (ở cửa sông và ven biển):

+ I.A.2n(1). Cây Hai lá mầm (các quần xã sú, vẹt, trang…).

+ I.A.2n(2). Cây Một lá mầm (*Nipa fruticans* - dừa nước).

- III.A.1m. Trảng cây bụi thường xanh mưa mùa nhiệt đới lá cứng trên đất ngập thủy triều:

+ III.A.1m(1). Cây lá rộng (sú, vẹt...).

Như vậy, theo cách phân loại của UNESCO, TTVNM có thể được hiểu một cách đơn giản là rừng rậm (có chiều cao cây trung bình trên 5 m) hoặc thảm cây bụi (có chiều cao cây trung bình dưới 5 m) thường xanh mưa mùa nhiệt đới lá cứng trên đất ngập thủy triều.

TTVNM có ở hơn 100 quốc gia và vùng lãnh thổ. Tổng diện tích TTVNM trên toàn cầu mặc dù đã có nhiều tính toán nhưng rất chênh lệch, ví dụ 10 triệu ha [28], 14-15 triệu ha [78] hay 24 triệu ha [83]. Theo Spalding [81] tổng diện tích TTVNM trên thế giới khoảng 18 triệu ha với khoảng 41% ở Nam và Đông Nam Á, cộng với khoảng 23,5% ở Indonesia. Theo FAO [48] tổng diện tích TTVNM khoảng 15,2 triệu ha. Trong đó, châu Á chiếm tỉ lệ cao nhất (38,5%) với 5,86 triệu ha, tập trung chủ yếu ở các nước như Indonesia (2,9 triệu ha), Malaysia (565 nghìn ha), Thái Lan (240 nghìn ha), Trung Quốc (22,5 nghìn ha) và Việt Nam (157 nghìn ha). TTVNM phân bố rộng trong khoảng Vĩ tuyến 30° Nam đến 30° Bắc.

Nhiệt độ và độ ẩm ảnh hưởng rất lớn đến sự phân bố và thành phần loài cây ngập mặn của TTVNM [39], [68]. Các dòng đại dương cũng ảnh hưởng tới sự phân bố TTVNM bằng cách ngăn cản sự phát tán của các trụ mầm [37]. Mỗi loài cây ngập mặn khác nhau về thời gian phát triển trụ mầm, khả năng sinh trưởng và giới hạn thích nghi của chúng. Các nhân tố này không hoàn toàn đồng nhất trên toàn thế giới và luôn tương tác lẫn nhau tạo ra giới hạn phân bố của hầu hết các loài.

Phan Nguyên Hồng và cs [9] đã nghiên cứu sự phân bố và các đặc điểm sinh thái của TTVNM Việt Nam. Dựa vào các yếu tố địa lý, khảo sát thực địa và một phần kết quả nghiên cứu ảnh viễn thám ông đã chia TTVNM Việt Nam thành 4 khu vực (KV) với 12 tiểu khu.

- KV 1: Ven biển Đông Bắc: từ mũi Ngọc đến mũi Đồ Sơn
- KV 2: Ven biển đồng bằng Bắc Bộ: từ mũi Đồ Sơn đến mũi Lạch Trường
- KV 3: Ven biển Trung Bộ: từ mũi Lạch Trường đến mũi Vũng Tàu
- KV 4: Ven biển Nam Bộ, từ mũi Vũng Tàu đến mũi Nải, Hà Tiên.

1.1.2. Sự phân vùng thảm thực vật ngập mặn

Sự phân bố tập trung một số loài cây ngập mặn tại một vị trí nhất định đã được quan sát thấy không chỉ ở một vùng nhất định mà còn ở những vùng địa lý khác nhau. Có nhiều giả thuyết khác nhau để giải thích hiện tượng đó như là do quá trình diễn thế, sự phân vùng hay tương quan cấu trúc.

Theo quan điểm sự phân vùng là biểu hiện không gian của diễn thế, các quần xã cây ngập mặn được phân vùng từ biển vào đất liền. Chẳng hạn như trường hợp đã xảy ra đối với các loài cây ngập mặn ở mũi Chùa, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh. Ban đầu, các loài trong chi Mắm (*Avicennia*) có các đặc điểm thích nghi với độ ngập sâu, độ mặn cao và cường độ chiếu sáng mạnh như hệ rễ hô hấp, rễ dinh dưỡng phát triển, lá có tuyến tiết muối thừa… đã là loài tiên phong tại các bãi lầy mới hình thành ở xa biển, đất bùn cát lỏng. Sau đó, đất được dâng cao lên thuận lợi cho sự tái sinh của các loài thuộc chi Đước (*Rhizophora*) hay Vẹt (*Bruguiera*)… cho đến khi đất cao không còn ngập triều nữa. Khi đó, các loài cây không chịu mặn xuất hiện và thay thế các cây ngập mặn. Như vậy, quan điểm sử dụng diễn thế làm cơ sở để giải thích sự phân vùng của TTVNM là hợp logic [9].

Bên cạnh đó, một số giả thuyết khác cũng có thể giải thích cho sự phân vùng TTVNM, như giả thuyết về quá trình địa mạo gây ra sự phân vùng TTVNM; giả thuyết về sự tác động qua lại giữa độ mặn, thủy văn và sự phân vùng TTVNM; giả thuyết về sự phát tán và sống sót của cây con hay giả thuyết về sự cạnh tranh giữa các loài cây ngập mặn với nhau…

1.1.3. Sự biến đổi thảm thực vật ngập mặn

Từ những năm 1860, Henry David Thoreau đã công bố bài báo về "diễn thế cây rừng", trong đó ông đã mô tả sự biến đổi của rừng sồi. Sự

biến đổi của các TTV sau đó tiếp tục được quan tâm bằng những nghiên cứu cơ bản của Cowles [35] về diễn thế TTV trên những diện tích đất đã bị rút nước ở hồ Michigan (Mỹ) hay những nghiên cứu của Clements [33] về diễn thế của những hồ và bãi lầy được bồi tụ ở Ai Len.

Davis [37], Chapman [31] hay Lugo [63] đã có những đánh giá đầu tiên về sự biến đổi TTVNM, đặc biệt là sự diễn thế TTVNM. Các nghiên cứu này đều cho thấy TTVNM có sự phân vùng, nhưng câu hỏi đặt ra là liệu một phần nhỏ TTVNM trong toàn bộ diện tích TTVNM có được coi là một hệ sinh thái hay không? Tương tự, Lugo [63] đã đặt ra câu hỏi: liệu chúng ta có thể coi TTVNM là một hệ diễn thế (có sự biến đổi tiếp nối) hay là một hệ thống có trạng thái ổn định? Về câu hỏi thứ nhất, hầu hết các công trình nghiên cứu về TTVNM đều công nhận một phần nhỏ TTVNM là một phân hệ của hệ sinh thái lớn hơn gồm toàn bộ diện tích TTVNM [31]. Lugo cũng giải thích hệ diễn thế là một hệ thống có khả năng thay đổi môi trường tới một giới hạn mà nó được thay thế bởi một hệ khác và hệ ổn định là hệ có khả năng tự duy trì và không bị thay thế bởi một hệ sinh thái khác. Ông đã chứng minh rằng TTVNM là hệ có biến đổi hay ổn định tùy thuộc vào các tiêu chí mà người nghiên cứu sử dụng.

Davis [36] đã khẳng định TTVNM sẽ luôn luôn được thay thế bởi một hệ sinh thái khác. Ông cũng cho rằng rừng trên cạn, hệ sinh thái đại dương hay hệ sinh thái đất ngập nước ngọt là những hệ sinh thái có thể thay thế TTVNM. Trường hợp này có thể áp dụng cho những vùng bờ biển đang được mở rộng hay ở những nơi đang có sự bồi tụ mạnh. Lugo [63] lại cho rằng TTVNM cũng có thể được xem là một hệ thống ổn định ở khía cạnh chúng là những hệ sinh thái tự duy trì ổn định và đỉnh cực ở môi trường đất ngập nước ven biển nhiệt đới và cận nhiệt đới.

Theo Phan Nguyên Hồng và cs [9], sự thay đổi một cách nhanh chóng các nhân tố môi trường ở vùng cửa sông, ven biển do hoạt động của thuỷ triều và lưu lượng sông khiến cho đất bị bồi tụ hoặc bị xói lở đã ảnh hưởng trực tiếp đến sự phân bố của các loài cây ngập mặn và có sự thay thế loài này bằng loài khác. Các tác giả cũng cho rằng các quần xã thực vật ngập mặn phát triển theo hướng tiến hóa hoặc suy thoái và hai hướng này có thể xảy ra nối tiếp tại cùng một địa điểm.

Phan Nguyên Hồng và cs [9] cũng cho rằng, môi trường bãi triều có các cây tiên phong cố định đất, giữ phù sa và trầm tích làm cho đất bùn ngày càng chặt hơn, độ ngập triều giảm, lượng nước ngọt được tăng cường đã tạo điều kiện cho các loài đến sau sinh trưởng thuận lợi hơn, nên số loài phong phú dần lên, sinh khối cũng cao hơn quần xã trước đó. Đến một mức phát triển nhất định sự cạnh tranh về dinh dưỡng, ánh sáng,... tăng cao, dẫn đến sự thay thế của các loài chiếm ưu thế, những loài đến trước yếu hơn sẽ bị tiêu diệt dần. Do đó mà ở các giai đoạn ổn định về sau các quần xã sẽ đơn giản hơn về thành phần loài và cấu trúc quần xã. Đến giai đoạn cuối, khi đất không còn ngập nước triều, làm cho bùn khô hơn, thì diễn thế chuyển sang dạng thoái hoá do môi trường đã thay đổi không phù hợp với cây ngập mặn nữa. Phía sau của diễn thế đó có thể là một vùng thấp trũng ngấm nước mặn với thảm cỏ, một vùng đất mặn hoang hoá, một rừng núi đá vôi, rừng nội địa, rừng cây họ Dầu (Dipterocarpaceae), tuỳ theo vị trí địa hình và bắt đầu chuyển sang một TTV khác không giống tính chất của TTVNM.

Tóm lại, hầu hết các công trình nghiên cứu của các tác giả trong nước và quốc tế đều khẳng định TTVNM là một hệ thống luôn biến đổi. Khi các quần xã cây ngập mặn phát triển trên một diện tích bãi triều nhất định, chúng làm biến đổi môi trường, tạo điều kiện thuận lợi cho các quần xã khác phù

hợp hơn phát triển trên chính diện tích đó và cuối cùng, khi môi trường tiếp tục thay đổi không phù hợp với các loài cây ngập mặn, thì quần xã cây ngập mặn có thể được thay thế bởi một quần xã thực vật trên cạn hay một vùng đất mặn hoang hóa.

Trong luận án, chúng tôi cũng cho rằng TTVNM là một hệ thống động, luôn biến đổi dưới tác động của sự thay đổi môi trường. Khi điều kiện khí hậu thay đổi, mực nước biển dâng thì TTVNM sẽ bị thay đổi về số lượng (diện tích phân bố) và chất lượng (mật độ, kích thước cây, sinh khối, đa dạng và thành phần loài…). Sự biến đổi TTVNM cũng có thể dẫn tới sự thay thế TTVNM hiện tại bằng hệ sinh thái mới khác hệ sinh thái cũ về thành phần, cấu trúc, động thái và các mối quan hệ sinh thái.

1.2. BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG

1.2.1. Khí hậu, biến đổi khí hậu

Khí hậu là trạng thái trung bình của thời tiết tại một khu vực nào đó (tỉnh, quốc gia, châu lục hay toàn cầu) trên cơ sở chuỗi số liệu dài khoảng 30 năm trở lên. Khí hậu thường ít thay đổi. Thời tiết là trạng thái nhất thời của khí quyển tại một địa điểm nhất định được xác định bằng tổ hợp hoặc riêng lẻ các yếu tố như nhiệt độ, áp suất, độ ẩm, tốc độ gió, mưa... Thời tiết thay đổi trong một ngày, từ ngày này qua ngày khác, năm này qua năm khác [19].

Theo IPCC, BĐKH là sự thay đổi trạng thái của khí hậu có thể xác định được (bằng cách sử dụng công cụ thống kê) thông qua những thay đổi giá trị trung bình hoặc sự thay đổi các thuộc tính của nó và kéo dài trong thời gian dài, thường là vài thập kỷ hoặc lâu hơn. Sự thay đổi đó có thể do sự thay đổi tự nhiên hoặc là kết quả của những tác động của con người. Định nghĩa này của IPCC có đôi chút khác với định nghĩa của Công ước khung Liên hiệp quốc về Biến đổi khí hậu (UNFCCC), trong đó BĐKH liên quan

trực tiếp hoặc gián tiếp tới hoạt động của con người, làm thay đổi thành phần của khí quyển toàn cầu bên cạnh những biến đổi do tự nhiên có thể quan sát thấy trong cùng thời gian [58].

BĐKH thường được đánh giá thông qua sự thay đổi nhiệt độ, thay đổi lượng mưa, tăng mực nước biển...

1.2.2. Biểu hiện của biến đổi khí hậu

1.2.2.1. Biểu hiện của biến đổi khí hậu trên thế giới

Những năm gần đây, thế giới đã chứng kiến sự ấm lên toàn cầu rất rõ ràng với những biểu hiện của sự gia tăng nhiệt độ không khí và đại dương, sự tan băng trên diện rộng và qua đó tăng mực nước biển trung bình toàn cầu. Theo IPCC [58], trong 100 năm qua (1906-2005), nhiệt độ trung bình toàn cầu đã tăng khoảng 0,74^{o}C. Thế kỷ XX, cùng với sự tăng lên của nhiệt độ có sự suy giảm khối lượng băng trên phạm vi toàn cầu. Từ năm 1978 đến nay, lượng băng trung bình ở Bắc Cực giảm khoảng 2,1-3,3% mỗi thập kỷ.

IPCC [58] cũng đưa ra nhận định, mực nước biển tăng phù hợp với xu thế nóng lên, do có sự đóng góp của: hiện tượng giãn nở nhiệt của đại dương; tan băng ở Greenland, Nam Cực và các khu vực khác; thay đổi khả năng giữ nước ở đất liền. Trong các nhân tố này, hiện tượng nở vì nhiệt của đại dương đã từng được xem là nhân tố chủ yếu dẫn đến sự dâng lên của mực nước biển. Tuy nhiên, số liệu mới về tỷ lệ tan băng ở Greenland và Nam Cực cho thấy ảnh hưởng này còn có thể lớn hơn [1].

Theo số liệu quan trắc và tính toán của IPCC [58], mực nước biển trung bình toàn cầu trong thời kỳ 1961-2003 đã dâng lên với tốc độ 1,8-0,5 mm/năm. Trong đó, đóng góp do giãn nở nhiệt làm mực nước biển tăng khoảng 0,42-0,12 mm/năm và tan băng làm mực nước biển tăng khoảng 0,70-0,50 mm/năm.

Bộ TN&MT [1] đã tập hợp, phân tích và công bố số liệu cập nhật năm 2011 cho rằng, tốc độ mực nước biển trung bình toàn cầu dâng khoảng 1,8 mm/năm và mực nước biển thay đổi không đồng đều trên toàn bộ các đại dương: một số vùng tốc độ dâng có thể gấp một vài lần tốc độ dâng trung bình toàn cầu, trong khi mực nước biển ở một số vùng khác lại có thể hạ thấp. Xu thế tăng của mực nước trung bình xuất hiện tại hầu hết các trạm quan trắc trên toàn cầu, mặc dù vẫn xuất hiện một số khu vực có xu hướng giảm như ở bờ biển phía Đông của Nam Mỹ và khu vực ven biển phía Nam Alaska, Đông Bắc Canada và vùng biển Scandinavia. Bộ TN&MT [1] cũng nhận định rằng trong thập kỷ vừa qua, mực nước biển dâng nhanh nhất ở vùng phía Tây Thái Bình Dương và phía Đông Ấn Độ Dương.

1.2.2.2. Biểu hiện của biến đổi khí hậu tại Việt Nam

Xu thế biến đổi của nhiệt độ và lượng mưa rất khác nhau ở các vùng trong 50 năm qua. Nhiệt độ trung bình năm tăng khoảng 0,5^{o}C trên phạm vi cả nước và lượng mưa có xu hướng giảm ở phía Bắc, tăng ở phía Nam. Nhiệt độ mùa đông tăng nhanh hơn so với mùa hè và nhiệt độ vùng sâu trong đất liền tăng nhanh hơn nhiệt độ vùng ven biển và hải đảo [1].

Vào mùa đông, nhiệt độ ở Tây Bắc Bộ, Đông Bắc Bộ, đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ tăng nhanh hơn các vùng khác (khoảng 1,3-1,5^{o}C/50 năm). Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ có nhiệt độ tháng 1 tăng chậm hơn so với các vùng khí hậu phía Bắc (khoảng 0,6-0,9^{o}C/50 năm). Tính trung bình cho cả nước, nhiệt độ mùa đông đã tăng lên 1,2^{o}C trong 50 năm qua. Nhiệt độ tháng 7 tăng khoảng 0,3-0,5^{o}C/50 năm trên tất cả các vùng. Nhiệt độ trung bình năm tăng 0,5-0,6^{o}C/50 năm ở Tây Bắc, Đông Bắc Bộ, đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ còn

mức tăng nhiệt độ trung bình năm ở Nam Trung Bộ thấp hơn, chỉ vào khoảng 0,3^{o}C/50 năm.

Nhiệt độ có xu thế tăng ở hầu hết các khu vực trên cả nước. Tuy nhiên những khu vực nhỏ thuộc vùng ven biển Trung Bộ và Nam Bộ như Thừa Thiên - Huế, Quảng Ngãi, Tiền Giang có xu hướng giảm. Đáng lưu ý là, ở những nơi này, lượng mưa tăng trong cả hai mùa (mùa khô và mùa mưa).

Phân tích số liệu mực nước quan trắc tại các trạm hải văn ven biển Việt Nam, Bộ TN&MT [1] cho rằng, mực nước biển trung bình năm có xu hướng tăng khoảng 2,8 mm/năm. Bộ TN&MT [1] cũng dẫn số liệu mực nước đo đạc từ vệ tinh từ năm 1993 đến 2010 để chứng minh xu thế tăng mực nước biển trên toàn Biển Đông (4,7 mm/năm) và trung bình cho toàn dải ven biển Việt Nam tăng khoảng 2,9 mm/năm.

1.2.3. Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam

Bộ TN&MT [1] đã chọn thời kỳ 1980-1999 là cơ sở để xây dựng các kịch bản BĐKH cho Việt Nam đến năm 2100. Cụ thể như sau:

1.2.3.1. Kịch bản biến đổi về nhiệt độ

Theo kịch bản phát thải thấp, đến cuối Thế kỷ XXI, nhiệt độ trung bình năm tăng từ 1,6-2,2^{o}C trên phần lớn diện tích phía Bắc lãnh thổ và dưới 1,6^{o}C ở đại bộ phận diện tích phía Nam (từ Đà Nẵng trở vào).

Theo kịch bản phát thải trung bình, đến cuối Thế kỷ XXI, nhiệt độ trung bình tăng 2-3°C trên phần lớn diện tích cả nước. Riêng khu vực từ Hà Tĩnh đến Quảng Trị có nhiệt độ trung bình tăng nhanh hơn so với những nơi khác. Nhiệt độ thấp nhất trung bình tăng từ 2,2-3,0^{o}C, nhiệt độ cao nhất trung bình tăng từ 2,0-3,2^{o}C. Số ngày có nhiệt độ cao nhất trên 35°C tăng 10-20 ngày trên phần lớn diện tích cả nước.

Theo kịch bản phát thải cao, đến cuối Thế kỷ XXI, nhiệt độ trung bình năm có mức tăng phổ biến từ 2,5 đến trên 3,7^{o}C trên hầu hết diện tích nước ta.

1.2.3.2. Kịch vản biến đổi về lượng mưa

Theo kịch bản phát thải thấp, lượng mưa năm tăng đến 5% vào giữa Thế kỷ XXI, và trên 6% vào cuối Thế kỷ XXI. Mức tăng thấp nhất là ở Tây Nguyên, chỉ vào khoảng dưới 2% vào giữa và cuối Thế kỷ XXI.

Theo kịch bản phát thải trung bình, mức tăng phổ biến của lượng mưa năm trên lãnh thổ Việt Nam từ 1 đến 4% (vào giữa Thế kỷ XXI) và từ 2 đến 7% (vào cuối Thế kỷ XXI). Tây Nguyên là khu vực có mức tăng thấp hơn so với các khu vực khác trên cả nước, với mức tăng khoảng dưới 1% vào giữa Thế kỷ XXI và từ dưới 1 đến gần 3% vào cuối Thế kỷ XXI.

Theo kịch bản phát thải cao, lượng mưa năm vào giữa Thế kỷ XXI tăng phổ biến từ 1 đến 4%, đến cuối Thế kỷ XXI mức tăng có thể từ 2 đến trên 10%. Khu vực Tây Nguyên có mức tăng ít nhất, khoảng dưới 2% vào giữa Thế kỷ XXI và từ 1 đến 4% vào cuối Thế kỷ XXI.

1.2.3.3. Kịch bản nước biển dâng

Theo kịch bản phát thải thấp, vào cuối Thế kỷ XXI, mực nước biển dâng cao nhất ở khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang trong khoảng từ 54-72 cm; thấp nhất ở khu vực Móng Cái trong khoảng từ 42-57 cm. Trung bình toàn Việt Nam, mực nước biển dâng trong khoảng từ 49-64 cm.

Theo kịch bản phát thải trung bình, vào cuối Thế kỷ XXI, nước biển dâng cao nhất ở khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang trong khoảng từ 62-82cm; thấp nhất ở khu vực Móng Cái trong khoảng từ 49-64 cm. Trung bình toàn Việt Nam, mực nước biển dâng trong khoảng từ 57-73 cm.

Theo kịch bản phát thải cao, vào cuối Thế kỷ XXI, nước biển dâng cao nhất ở khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang trong khoảng từ 85-105 cm; thấp nhất ở khu vực Móng Cái trong khoảng từ 66-85 cm. Trung bình toàn Việt Nam, mực nước biển dâng trong khoảng từ 78-95 cm.

Như vậy, số liệu quan trắc trên thế giới giai đoạn 1906-2005 và tại Việt Nam giai đoạn 1993-2010 đều cho thấy sự thay đổi nhiệt độ, lượng mưa và mực nước biển dâng với mức độ khác nhau tuy thuộc thời gian và vị trí địa lý. Kết quả dự báo theo các kịch bản phát thải khác nhau trên cơ sở số liệu lịch sử cũng cho thấy đến cuối thế kỷ XXI, tại Việt Nam, nhiệt độ tăng 1,6-3,7^{o}C, lượng mưa tăng 1-4% và nước biển dâng 49-95 cm. Sự thay đổi nhiệt độ, lượng mưa và mực nước biển có thể là một trong những nguyên nhân quan trọng ảnh hưởng đến sự sinh trưởng, phát triển và phân bố của các hệ sinh thái, các thảm thực vật nói chung và thảm thực vật ngập mặn nói riêng.

1.3. TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG TỚI THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN

Trong những năm cuối Thế kỷ XX, đầu Thế kỷ XXI, có khá nhiều công trình nghiên cứu về TTVNM. Một số tác giả đã đánh giá tác động của các điều kiện nhiệt độ, mực nước biển, khí CO_2 trong không khí… đến sự phân bố, sự sinh trưởng, phát triển và cấu trúc của TTVNM cũng như sự biến đổi trong tương lai của TTVNM khi phải đối mặt với BĐKH và NBD, với các phạm vi từ địa phương đến khu vực và toàn cầu, từ biến mất hoàn toàn tới không hoặc ít bị tác động.

1.3.1. Tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng tới sự phân bố thảm thực vật ngập mặn

West (1956) và Steenis (1962) khẳng định rằng TTVNM phát triển tốt ở những nơi có nhiệt độ trung bình của tháng lạnh nhất không xuống dưới

20°C và biên độ nhiệt giữa các mùa không vượt quá 5-10°C (dẫn theo Blasco [28]). Đồng thời, Blasco [28] cho rằng, sự thay đổi nhiệt độ trung bình của tháng lạnh nhất, biên độ nhiệt ngày và năm đóng một vai trò quyết định trong sự giới hạn phân bố địa lý của một số loài cây ngập mặn ở châu Á. Ông cũng cho rằng, TTVNM không có ở những nơi mà nhiệt độ trung bình của tháng lạnh nhất xuống 16°C hoặc thấp hơn nữa trừ *Avicenia marina* var. *resifinera* và *Avicenia germinans*, những loài cây ngập mặn được cho là chịu lạnh tốt nhất. Bên cạnh đó, Chapman đã nghiên cứu và kết luận, sự thay đổi nhiệt độ dù rất nhỏ cũng có thể làm thay đổi sự phân bố của các loài cây ngập mặn [31].

Phản ứng của TTVNM đối với nước biển dâng đã được một số nhà khoa học nghiên cứu tại quần đảo Cayman, Tonga, miền nam New Guinea bằng phương pháp phân tích đồng vị cacbon ở các lớp trầm tích [42]. Các kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, nếu tốc độ bồi tụ trầm tích theo kịp tốc độ nước biển dâng thì TTVNM không bị ảnh hưởng, còn nếu tốc độ nước biển dâng lớn hơn tốc độ bồi tụ trầm tích thì TTVNM sẽ tiến về phía bờ và TTVNM phía biển sẽ bị suy thoái.

Theo Alongi [23], TTVNM phát triển mạnh ở môi trường ngập triều và thích nghi với những thay đổi của mực nước biển trong một thời gian dài. Sự thích nghi của TTVNM với những thay đổi của mực nước biển phụ thuộc vào tốc độ bồi tụ tương đối so với tốc độ thay đổi mực nước biển. Alongi cũng đưa ra số liệu đo đạc thực địa về tốc độ bồi tụ và nước biển dâng ở các vùng tương ứng và chỉ ra rằng, TTVNM vẫn theo kịp tốc độ của nước biển dâng. Điều đó có nghĩa, tốc độ bồi tụ trầm tích ở mức độ nào đó nhanh hơn so với tốc độ nước biển dâng. Semeniuk [79] lại cho rằng, không phải tất cả nền đất TTVNM đều bồi tụ. Tuy nhiên, kết quả mà

Alongi [23] công bố vẫn phù hợp với những nhận định về vai trò của TTVNM trong việc tạo điều kiện thuận lợi cho sự lắng đọng, tích lũy các vật chất trầm tích hữu cơ và vô cơ.

Bên cạnh đó, nhiều nhà khoa học đã nghiên cứu mối quan hệ giữa sự thay đổi mực nước biển với các nhân tố khác như độ mặn, tần suất và thời gian ngập triều… Trong số đó, Blasco [28], Alleng [21] và Ellison [42] đều nhận định khi mực nước biển không thay đổi so với nền đáy thì độ mặn; tần suất, thời gian và độ ngập triều; các nhân tố môi trường khác quyết định đến sự sinh trưởng và phát triển của TTVNM tại một khu vực nhất định sẽ duy trì tương đối ổn định và giới hạn TTVNM cũng không thay đổi. Theo Semeniuk [79], Ellison [41], [42], [43] và Woodruffe [87] khi mực nước biển so với nền đáy tăng lên thì TTVNM có xu hướng dịch chuyển vào đất liền và TTVNM ở phía biển sẽ có nguy cơ bị biến mất do sự xói lở, độ mặn tăng, tần suất, thời gian và độ ngập triều tăng.

Gilman [53] cho rằng, mực nước biển dâng là nhân tố cơ bản góp phần làm suy giảm diện tích của các sinh cảnh ven biển quan trọng, bao gồm TTVNM và các hệ sinh thái ngập triều khác, từ đó gián tiếp đe dọa sự an toàn của con người và sự phát triển của những vùng ven biển. Tác giả đã nghiên cứu TTVNM ở đảo Samoa (Mỹ) và kết luận: mực nước biển so với nền đáy đang tăng lên và đẩy TTVNM tiến vào đất liền. Tác giả cũng xây dựng mô hình dự báo sự biến đổi và đã tính toán diện tích TTVNM sau 100 năm dựa vào dự báo của IPCC về mực nước biển đến năm 2100 cho các đảo ở Thái Bình Dương. Kết quả cho thấy, đến năm 2100 sẽ có 12,4% diện tích TTVNM của các đảo này biến mất do nước biển dâng [54].

1.3.2. Tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng tới sự sinh trưởng, phát triển của thảm thực vật ngập mặn

Nghiên cứu về sự ảnh hưởng của nhiệt độ đến các hoạt động sinh lý sinh thái (ecophysiology) của cây ngập mặn, Cheeseman [34] nhận thấy sự thay đổi nhiệt độ sẽ làm tăng tốc độ quang hợp, hô hấp, sinh trưởng và tái sinh, cũng như dẫn tới sự thay đổi cấu trúc quần xã thực vật, đa dạng động thực vật và sự mở rộng giới hạn vĩ tuyến, ít nhất là khi nhiệt độ dưới 30-33°C. Hầu hết các loài cây ngập mặn đạt trạng thái cân bằng trong khoảng nhiệt độ đó và giảm quang hợp khi nhiệt độ trên 33°C. Số liệu thực nghiệm cũng đã chỉ ra sự quang hợp của TTVNM tăng ở những vùng có lượng mưa cao hay có nhiều sông và giảm ở những vùng khô hơn như vùng Biển Đỏ và miền Bắc Australia.

Odum and Barrett [72] cũng đã khẳng định tốc độ của hầu hết các quá trình sinh học của cá thể và của cả hệ sinh thái có xu hướng tăng lên khi nhiệt độ tăng. Thay đổi nhiệt độ ở vùng nhiệt đới có thể không ảnh hưởng lớn bằng ở những vùng cận nhiệt đới, ôn đới và sự thay đổi đó khác nhau rất nhiều ở phạm vi địa phương hay khu vực.

Ellison and Farnsworth [46] đã nghiên cứu sự nảy mầm của cây đước đỏ (*Rhizophora mangle*) trong điều kiện nước biển dâng 16 cm, hạ 16 cm và mực nước biển không thay đổi. Các tác giả kết luận: cây giống nảy mầm trong điều kiện nước biển dâng sinh trưởng nhanh hơn so với trong các điều kiện khác, nhưng giai đoạn sau đó sự sinh trưởng chậm lại. Những cây đối chứng sau 2,5 năm đã to hơn những cây thí nghiệm 10-20% cho dù không có sự khác nhau về giải phẫu giữa những cây ở 3 điều kiện thí nghiệm. Ở một nghiên cứu khác He và cs [57] cho rằng mỗi loài cây ngập mặn có khả năng

chịu đựng sự ngập nước khác nhau. Khả năng chịu đựng từ cao đến thấp là cây mắm biển (*Avicennia marina*), sú (*Aegiceras corniculatum*), đâng (*Rhizophora stylosa*) và vẹt dù (*Bruguiera gymnorrhiza*).

1.3.3. Tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng tới cấu trúc, thành phần loài cây ngập mặn

"Phản ứng điển hình của TTVNM đối với sự giảm nhiệt độ và tăng biên độ nhiệt (ngày và năm) là sự giảm đa dạng loài, chiều cao trung bình và kích thước lớn nhất của cây". Đó là nhận định của Blasco [28] về sự tác động của BĐKH (thay đổi nhiệt độ) tới cấu trúc và thành phần loài của TTVNM. Ông cũng khẳng định, sự thay đổi nhiệt độ trung bình của tháng lạnh nhất, biên độ nhiệt ngày và năm đóng một vai trò quyết định trong sự giới hạn phân bố địa lý của một số loài cây ngập mặn ở châu Á.

Tomlinson [82], Naidoo [68], [69] và Woodruffe [87] cũng khẳng định, mỗi loài cây ngập mặn có khả năng thích nghi đặc trưng đối với thời gian, tần suất và độ ngập triều, độ mặn, pH của nước và đất, mức độ ổn định và thành phần của trầm tích, thành phần dinh dưỡng… để tạo ra sự phân bố theo vùng, có nghĩa là các loài cùng chung yêu cầu thì phân bố cùng nhau tại một vùng nhất định trong toàn bộ TTVNM.

Khi nghiên cứu về diễn thế TTVNM ven biển Việt Nam, Phan Nguyên Hồng và cs [7], [9], [10] đã cho rằng mỗi một giai đoạn của quá trình diễn thế đều gắn với sự thay đổi về môi trường, về địa mạo, địa chất và thổ nhưỡng. Ở các quần xã thực vật nội địa, trong điều kiện môi trường khác nhau, diễn thế diễn ra theo hướng tiến hoá hoặc thoái hoá. Đối với TTVNM, hai quá trình này có thể xảy ra trên cùng một vị trí và nối tiếp nhau. Các tác giả cũng cho rằng, nhiệt độ thấp trong mùa đông ở Tiên Yên đã làm cho số lượng loài cây ngập mặn phân bố ở đó chỉ có 16 loài với kích thước cây lớn nhất là 10 m, trong khi

đó, Vũng Tàu, với mùa đông ấm hơn lại có tới 26 loài cây ngập mặn và chiều cao của cây lên tới trên 15-20 m.

Như vậy, những nghiên cứu trên thế giới cũng như tại Việt Nam về sự tác động của các điều kiện khí hậu và mực nước biển đến sự phân bố, sinh trưởng, phát triển, cấu trúc và thành phần loài của TTVNM, cũng như những phản ứng của TTVNM đối với những thay đổi của khí hậu đã góp phần khẳng định về sự thay đổi của TTVNM trong điều kiện thay đổi nhiệt độ, lượng mưa hay mực nước biển, gây ra do BĐKH và NBD. Tuy nhiên, trên thế giới có rất ít và đặc biệt ở Việt Nam vẫn chưa có những nghiên cứu về dự báo hay xây dựng các mô hình toán có thể ứng dụng để dự báo sự biến đổi của TTVNM trong điều kiện BĐKH và NBD.

1.3.4. Xây dựng mô hình công thức toán về sự biến đổi thảm thực vật ngập mặn trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng

Một số nghiên cứu đã cho rằng, cả lý thuyết sinh thái học và các quan sát thực nghiệm đều không thể dự báo một cách chính xác những tác động cụ thể của BĐKH lên các hệ sinh thái. Tuy nhiên, các mô hình mô phỏng được xây dựng dựa trên những hiểu biết về lý thuyết sinh thái học và những quan sát thực nghiệm có thể cho phép chúng ta phát hiện ra những thay đổi trong các hệ sinh thái [51]. Do đó, xây dựng các mô hình là phương pháp hữu hiệu nhất để đánh giá và dự báo những tác động của BĐKH và NBD lên các hệ sinh thái nói chung và TTVNM nói riêng. Theo hướng dẫn của IPCC, những mô hình mô phỏng cũng là những công cụ hữu hiệu để đánh giá tác động của môi trường tới các thảm thực vật rừng [30].

Fischlin and Gyalistras [52] đã tổng hợp một số cách tiếp cận khác nhau để xây dựng mô hình đánh giá tác động của BĐKH tới các thảm thực vật rừng, cũng như dự báo sự biến đổi của các thảm thực vật này trong điều kiện

BĐKH. Mỗi cách tiếp cận, các tác giả đã đánh giá những ưu và nhược điểm, cũng như trích dẫn rất nhiều nghiên cứu ứng dụng đã được công bố. Sau đây là ba cách tiếp cận cơ bản để xây dựng mô hình:

+ Cách tiếp cận thứ nhất dựa vào mối tương quan của các đặc điểm khí hậu với các đặc điểm của hệ sinh thái rừng.

+ Cách tiếp cận thứ hai dựa vào các mô hình sinh lý, sinh thái.

+ Cách tiếp cận thứ ba dựa vào giả thuyết về những khoảnh rừng với diện tích nhỏ, nhưng giả định là một khu rừng lớn thực sự.

Khi các mối tương quan và mô hình sinh lý, sinh thái nêu trên được định lượng, thì đó là công cụ hữu hiệu để tiên đoán những phản ứng của thảm thực vật rừng với những thay đổi của môi trường. Các cách tiếp cận trên đã được sử dụng thành công để đánh giá sự biến đổi của các thảm thực vật rừng và cũng được sử dụng rất thành công trong nghiên cứu phản ứng của các thảm thực vật rừng với BĐKH trong quá khứ, cũng như BĐKH ở tương lai.

Nói tóm lại, các nghiên cứu trên thế giới và tại Việt Nam đều khẳng định: TTVNM là một hệ thống luôn biến đổi; nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều ảnh hưởng rất lớn tới sự sinh trưởng và phát triển của TTVNM; BĐKH và NBD là một trong những nhân tố quan trọng làm biến đổi TTVNM. Tuy nhiên, những nghiên cứu về định lượng mối quan hệ giữa các đặc điểm về cấu trúc, sinh trưởng của TTVNM với điều kiện nhiệt độ, lượng mưa, tần suất ngập triều vẫn chưa đầy đủ và có hệ thống. Do đó, việc dự báo xu hướng biến đổi của TTVNM trong điều kiện BĐKH và NBD gặp rất nhiều khó khăn. Đặc biệt tại Việt Nam hầu hết những dự báo về sự biến đổi của TTVNM chỉ mang tính chất định tính, chưa có một nghiên cứu mang tính hệ thống để định lượng sự biến đổi của TTVNM trong điều kiện BĐKH và NBD.

Chính vì vây, luận án nghiên cứu đề xuất và định lượng sự biến đổi của TTVNM tại VBMBVN trong điều kiện BĐKH và NBD đến năm 2050 thông qua nghiên cứu về các đặc điểm cấu trúc, sinh trưởng của TTVNM, sự biến đổi nhiệt độ, lượng mưa, mực nước biển, tốc độ bồi tụ trầm tích, các mô hình về mối quan hệ giữa các đặc điểm cấu trúc, sinh trưởng của thảm thực vật với điều kiện nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều của môi trường. Kết quả nghiên cứu góp phần bổ sung cơ sở khoa học và thực nghiệm ứng dụng các mô hình toán để dự báo mức độ biến đổi TTVNM trong điều kiện BĐKH và NBD.

CHƯƠNG II

ĐỊA ĐIỂM, ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. ĐỊA ĐIỂM NGHIÊN CỨU

Dải bờ biển miền Bắc Việt Nam, bao gồm dải ven biển các tỉnh Quảng Ninh, Hải Phòng, Thái Bình, Nam Định, Ninh Bình và Thanh Hóa được lựa chọn là địa điểm nghiên cứu. Dải bờ biển này được phân chia dựa theo đặc điểm phân bố của TTVNM bao gồm hai khu vực: I) từ mũi Ngọc đến mũi Đồ Sơn; II) từ mũi Đồ Sơn đến cửa Lạch Trường [7], [9].

TTVNM tại khu vực này tương đối phát triển và có giá trị rất to lớn trọng việc bảo vệ bờ biển, đê biển, chống xói lở, phòng chống gió, bão. Tuy nhiên, hiện nay TTVNM này đang có dấu hiệu kém phát triển và suy thoái với một trong những nguyên nhân tác động là do BĐKH và NBD. Vì vậy, việc nghiên cứu sự biến đổi của TTVNM dưới tác động của BĐKH và NBD tại khu vực này có ý nghĩa rất lớn trong việc bảo tồn, phát triển và nhằm duy trì ổn định các giá trị vốn có TTVNM.

Dải bờ biển miền Bắc Việt Nam có một số đặc điểm tự nhiên cơ bản như sau:

2.1.1. Địa hình

Địa hình khu vực này có sự chia cắt phức tạp do các cửa sông. Một số nơi bằng phẳng và thuộc loại đồng bằng tích tụ phù sa như ở tỉnh Thái Bình hay Nam Định. Một số nơi khác lại có nhiều đảo chắn tạo thành các vịnh ven bờ. Các cửa sông có hình phễu do động lực biển lớn hơn động lực sông như ở Quảng Ninh. Đặc điểm chủ yếu của vùng cửa sông ven biển với quy luật bồi lắng thường tạo ra một vùng cồn bãi lớn, ví dụ như ở Nam Định.

Tuy nhiên, khu vực ven biển miền Bắc được chia thành ba kiểu địa hình chính theo độ cao mặt bãi, phân bố theo hướng từ sát chân đê ra đến biển [15].

- Bãi triều cao: gồm các dải đất bồi ven biển đang ngập triều và có bề mặt trung bình cao hơn 1,9 m trên 0 m hải đồ (1,9 m/0 m hải đồ)

- Bãi triều trung bình: gồm các dải bãi tiếp giáp với bãi triều cao, có độ cao bề mặt giao động trong khoảng 1,9 m - 1,1 m/0 m hải đồ. Ở một số cửa sông, do bồi tụ từ cửa sông và dòng triều mang đến, các bãi triều trung bình tách khỏi bờ như những hòn đảo nổi (Nam Triệu, Lạch Huyện hay Quảng Ninh). Những đảo này bị ngập khi triều lên cao và nổi lên khi triều xuống thấp.

- Bãi triều thấp: gồm các dải đất ngoài cùng tiếp giáp với đáy biển luôn ngập nước phía dưới và tiếp giáp bãi triều trung phía trên. Độ cao của bãi dao động trong khoảng 1,1 m - 0 m/0m hải đồ. Chúng ít khi được phơi cạn và chỉ lộ ra khi triều xuống rất thấp.

2.1.2. Khí hậu thủy văn

Các đặc điểm khí hậu và thủy văn của dải bờ biển miền Bắc đã được Phan Nguyên Hồng và cs [9] nghiên cứu và tổng hợp. Một số đặc điểm chính ảnh hưởng tới sinh trưởng, phát triển của TTVNM như sau:

Nhiệt độ: Dải ven biển miền Bắc chịu ảnh hưởng của gió mùa. Một năm có hai mùa chính: 1) Mùa hè trùng với mùa mưa (tháng 5-10), có gió mùa Tây Nam tạo nên mùa hè nóng ẩm, mưa nhiều. Nhiệt độ trung bình tháng trên 20°C và nhiệt độ trung bình cao nhất vào tháng 7 đạt 30-33°C. 2) Mùa đông-xuân khô lạnh (tháng 10-4) có gió mùa Đông Bắc. Nhiệt độ trung bình tháng < 20°C và nhiệt độ trung bình thấp nhất vào tháng 1 đạt 10-13°C.

Lượng mưa: Lượng mưa ở khu vực này giảm dần từ Bắc (Móng cái 2700 mm/năm) xuống Nam (1600 mm/năm). Về mùa mưa, các trận mưa rào

kéo dài gây ngọt hóa mạnh vùng nước ven bờ và cửa sông, đặc biệt là đối với các bãi triều rút.

Sông suối: Dọc dải ven bờ từ Móng Cái đến Yên Lập, trung bình cứ 4 km có 1 cửa sông, các sông suối ngắn, dốc, hẹp. Từ Yên Lập đến Cửa Đáy, trung bình cứ 10 km có 1 cửa sông, các sông dài và rộng. Tổng lưu lượng nước và tổng lượng phù sa của một số sông chính như sông Bạch Đằng 4-5 km^3/năm và 1,8 tấn/năm; sông Hồng 114 km^3/năm và 114 tấn/năm; sông Thái Bình 9 km^3/năm và 1,8 tấn/năm. Phù sa là nguyên liệu tạo nên các bãi bồi cung cấp chất dinh dưỡng cho các sinh vật và mở rộng vùng phân bố của chúng.

Thủy triều và dòng triều: Thủy triều ở dải ven biển miền Bắc là nhật triều đều, biên độ trung bình 3-4 m, vào lúc nước cường biên độ đạt từ 0-4,3 m.

Dòng triều: Tốc độ dòng triều lúc triều lên có xu hướng giảm dần từ Bắc xuống Nam. Tốc độ dòng triều của sông Nam Triệu 121 cm/giây, của sông Bạch Đằng 142 cm/giây, của sông Hồng 80 cm/giây, của sông Thái Bình 29 cm/giây và của sông Mã 35-57 cm/giây. Có thể thấy rằng các sông có lưu lượng nhỏ thì có tốc độ dòng triều cao. Thủy triều và dòng triều góp phần phát tán hạt giống cây ngập mặn.

Độ mặn: vùng ven bờ chịu ảnh hưởng mạnh của nước sông. Chênh lệch mùa mưa/mùa khô ở một số điểm ven bờ từ 1,4‰ đến 9,7‰ và có sự khác nhau giữa các khu vực ở hai mùa. Ví dụ độ mặn tại Cửa Ông (Quảng Ninh) 20,6‰ trong mùa mưa (tháng 5-10) và 30,3‰ trong mùa khô (tháng 11-4); tại Văn Lý (Nam Định) 20,3‰ trong mùa khô và 25,4‰ trong mùa mưa; tại Lạch Trường Thanh Hóa) 15,6‰ trong mùa khô và 20,3‰ trong mùa khô.

2.1.3. Địa hóa trầm tích bãi triều

Trầm tích trên các bãi triều có TTVNM ở dải ven biển miền Bắc ngoài sản phẩm phong hóa của lục địa do các sông đưa ra dưới dạng các

hạt lơ lửng của một số muối silicat và keo hydroxyt Fe, Al, Zn, còn có mùn bã hữu cơ của cây ngập mặn. Trầm tích bãi triều ven biển miền Bắc thể hiện mức độ phát triển khác nhau của TTVNM giữa khu vực 1 và khu vực 2. Khu vực 1 có pH thấp (6,3-7,8), trầm tích mang tính khử mạnh, có khí độc H_2S, muối nitơ cao, phốtphát thấp. Trái lại, ở khu vực 2 có pH kiềm (7,6-8,4), trầm tích không có khí độc H_2S, muối nitơ thấp, giàu phốtphát [2].

2.2. ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI NGHIÊN CỨU

2.2.1. Đối tượng nghiên cứu

Thảm thực vật ngập mặn tại khu vực ven biển miền Bắc Việt Nam.

2.2.2. Phạm vi nghiên cứu

Đề tài đánh giá sự thay đổi mật độ, kích thước cây và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn thực thụ của TTVNM đến năm 2050 tại vùng ven biển miền Bắc Việt Nam, trong đó tập trung thực nghiệm tại 3 địa điểm đại diện cho các khu vực và tiểu khu kế tiếp nhau của vùng ven biển miền Bắc Việt Nam là Đồng Rui (huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh), VQG Xuân Thủy (huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định) và xã Đa Lộc (huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa) (hình 2.1) khi các điều kiện nhiệt độ, lượng mưa và mực nước biển thay đổi. Trong đó:

- Mật độ, kích thước cây và cấu trúc thành phần loài được lựa chọn để nghiên cứu vì đó là những đặc điểm cơ bản của TTVNM, có thể bị thay đổi khi điều kiện môi trường (trong đó có khí hậu và mực nước biển) thay đổi. Mật độ, kích thước cây và cấu trúc thành phần loài cũng là những đặc điểm có thể định lượng chính xác bằng đo đếm tại thực địa.

Hình 2.1. Sơ đồ vị trí các điểm nghiên cứu với các tuyến điều tra (đường thẳng màu trắng) và các ô tiêu chuẩn (hình vuông trên tuyến điều tra)

- Luận án tập trung vào nhóm cây ngập mặn thực thụ vì đây là những loài phân bố ở những nơi ngập triều định kỳ [9] nên có thể định lượng được sự thay đổi về mật độ, kích thước và cấu trúc thành phần loài của chúng khi BĐKH và NBD gây ra sự thay đổi mực nước biển và làm thay đổi tần suất ngập triều. Nhóm cây còn lại tham gia TTVNM sống trên đất chỉ ngập triều cao hoặc vùng đất ngọt không được nghiên cứu trong đề tài luận án này. Ngoài ra, khảo sát sơ bộ tại thực địa cũng cho thấy nhóm cây tham gia

TTVNM phân bố và chiếm tỷ lệ rất nhỏ trên các bờ đầm, gò đất cao không hoặc ít khi bị ngập triều.

- Nghiên cứu tập trung thực hiện tại Đồng Rui (huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh), VQG Xuân Thủy (huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định) và xã Đa Lộc (huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa) (hình 2.1) bởi vì TTVNM tại mỗi địa điểm là điển hình và đại diện cho TTVNM tại các khu vực, tiểu khu thuộc VBMBVN với sự khác nhau về các yếu tố địa lý, địa chất, thủy văn… và theo sự phân chia của Phan Nguyên Hồng [7] với các đặc điểm cụ thể như sau:

+ Xã Đồng Rui (huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh): thuộc khu vực 1 (ven biển Đông Bắc). Đồng Rui nằm kẹp giữa sông Voi Lớn và sông Ba Chẽ, địa hình tương đối bằng phẳng, thấp thoải dần ra biển, có độ cao từ 3-1,5 m, phía ngoài có nhiều đảo che chắn. Đồng Rui có khoảng 1.457 ha TTVNM tự nhiên và 125 ha rừng trồng. TTVNM tự nhiên nằm ở phần ngoài của xã, bên trong là khu nuôi trồng thủy sản, đất nông nghiệp, đất thổ cư.

+ VQG Xuân Thủy (huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định): thuộc khu vực 2 (ven biển đồng bằng Bắc Bộ), trong khu vực bồi tụ của sông Hồng. VQG Xuân Thủy có tổng diện tích 7.100 ha. Ở vùng lõi, diện tích có TTVNM chiếm khoảng 26%, cao hơn so với TTVNM ở vùng đệm là 21% [3]. VQG Xuân Thủy có địa hình bằng phẳng, bãi triều rộng, giàu phù sa, do đó giàu dinh dưỡng nên thích hợp cho hầu hết các loài cây ngập mặn, nhưng vị trí trống trải, không có hệ thống quần đảo ở phía ngoài bảo vệ khỏi sóng lớn và gió bão như tại Đồng Rui.

+ Xã Đa Lộc (huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa): cũng thuộc khu vực 2 nhưng nằm trong khu vực bồi tụ của sông Lèn. Vùng ven biển xã Đa Lộc có địa hình bằng phẳng, giàu phù sa, nhưng bãi triều ngắn và thường xuyên chịu tác động của những cơn bão nhiệt đới, trung bình hứng chịu từ 5-6 cơn/năm.

Đa Lộc có khoảng hơn 400 ha TTVNM, chủ yếu được trồng và tái sinh sau khi hầu hết TTVNM tự nhiên đã bị tàn phá trong thời gian chiến tranh và bị chuyển đổi sang nuôi trồng thủy sản.

2.3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.3.1. Phương pháp tiếp cận

2.3.1.1. Tiếp cận hệ thống

TTVNM cùng với các sinh vật khác và các nhân tố môi trường vô sinh tạo thành hệ sinh thái ngập triều ven biển với các chu trình vật chất và chuyển hóa năng lượng trong đó. Hệ sinh thái này cũng như các hệ sinh thái khác đều có tính hệ thống. Vì vậy, khi nghiên cứu biến đổi TTVNM, tiếp cận hệ thống được sử dụng như là phương pháp tiếp cận cơ bản nhất.

2.3.1.2. Tiếp cận tổng hợp

Biến đổi của TTVNM là một quá trình phức tạp và do nhiều nguyên nhân, bao gồm nguyên nhân tự nhiên và nhân tạo. Khi nghiên cứu sự tác động của BĐKH và NBD tới TTVNM cần tính đến sự tác động tổng hợp của các nhân tố sinh thái khác với các giả thuyết sau đây:

- Sự phân bố, sinh trưởng và phát triển của các loài cây ngập mặn bị chi phối bởi tác động tổng hợp của các yếu tố môi trường.

- Các mô hình về mối quan hệ giữa các đặc điểm của TTVNM và các yếu tố môi trường được sử dụng thống nhất trước, trong và sau BĐKH và NBD. Thời điểm hiện tại là điểm tựa để xác định mối quan hệ cho tương lai. Đây là giả thuyết quan trọng để dự báo về TTVNM trong tương lai.

- Sự phân bố của các loài cây ngập mặn và đặc điểm hiện trạng của TTVNM có ý nghĩa chỉ thị cho những điều kiện sinh thái tại một địa điểm nhất định, mặc dù trước đó có sự tác động của nhân tố con người.

2.3.1.3. Tiếp cận lấy không gian bù thời gian

Mục tiêu của đề tài là nghiên cứu sự biến đổi của TTVNM khi khí hậu và mực nước biển thay đổi. Tuy nhiên, thời gian nghiên cứu không đủ dài để theo dõi được quá trình biến đổi. Do đó, đề tài sử dụng phương pháp "dãy phát triển tự nhiên" để lấy không gian bù thời gian.

2.3.1.4. Các phương pháp tiếp cận khác

Ngoài các phương pháp tiếp cận đã trình bày ở trên, luận án còn sử dụng các phương pháp tiếp cận lịch sử, kế thừa và tương tác qua lại. Tất cả các phương pháp tiếp cận đó nhằm đảm bảo vấn đề nghiên cứu được nhìn nhận chính xác, toàn diện và khách quan.

2.3.2. Phương pháp kế thừa, thu thập dữ liệu thứ cấp

Thu thập tài liệu, số liệu, bài báo, các báo cáo, bản đồ và ảnh vệ tinh có liên quan đến khu vực nghiên cứu và nội dung nghiên cứu. Tất cả các tài liệu và số liệu thu thập được thống kê, phân tích, xử lý để phục vụ cho các mục đích nghiên cứu, thảo luận và so sánh với kết quả nghiên cứu của đề tài.

Các tài liệu, số liệu về nhiệt độ, lượng mưa từng tháng giai đoạn 1994-2014 tại các trạm khí tượng gần địa điểm nghiên cứu và dữ liệu mực nước biển trung bình đo tại Trạm Hải văn Hòn Dáu (thành phố Hải Phòng) giai đoạn 1970-2010 được thu thập từ Trung tâm Tư liệu khí tượng thuỷ văn, thuộc Trung tâm Khí tượng Thuỷ văn quốc gia (Bộ TN&MT). Trong đó, dữ liệu khí hậu giai đoạn 1994-2014 tại Đồng Rui lấy từ trạm Tiên Yên; tại VQG Xuân Thủy lấy từ trạm Văn Lý và tại Đa Lộc giai đoạn 2001-2014 lấy từ trạm Thanh Hóa.

2.3.3. Phương pháp điều tra thực địa

2.3.3.1. Lựa chọn tuyến và ô tiêu chuẩn nghiên cứu

Do đặc điểm phân vùng của TTVNM thành các đai theo độ cao mặt bãi triều từ đất liền ra phía biển trong khoảng 1000-2000 m và diện tích của TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu không đồng đều, tổng số 13 tuyến nghiên cứu vuông góc với đường bờ biển được thiết lập (6 tuyến tại Đồng Rui, 4 tuyến tại VQG Xuân Thủy và 3 tuyến tại Đa Lộc); các tuyến nghiên cứu kéo dài từ chân đê tới bãi bồi phía ngoài TTVNM. Tổng số 38 ô tiêu chuẩn kích thước 10 x 10 m (18 tại Đồng Rui, 12 tại VQG Xuân Thủy và 8 tại Đa Lộc) được thiết lập trên 13 tuyến nghiên cứu (2-3 ô/tuyến) (hình 2.1). Vị trí tọa độ của các ô tiêu chuẩn được định vị bằng GPS cầm tay. Các tuyến và ô tiêu chuẩn nghiên cứu được thiết lập theo phương pháp của Phan Nguyên Hồng [12] nhằm thu thập số liệu phản ánh tương đối đầy đủ đặc điểm cấu trúc, đa dạng, thành phần loài của TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu với các độ ngập triều cao, thấp và trung bình (hình 2.2).

Hình 2.2. Sơ đồ mặt cắt vị trí tương đối của các ô tiêu chuẩn (OTC) trên tuyến điều tra (a) và kích thước của ô tiêu chuẩn (b)

2.3.3.2. Thu thập dữ liệu về thảm thực vật ngập mặn

Điều tra thành phần loài cây ngập mặn thực thụ dọc tuyến điều tra theo phương pháp của Phan Nguyên Hồng [12] và Nguyễn Nghĩa Thìn [16]. Tên loài cây ngập mặn thực thụ được xác định bằng phương pháp so sánh hình thái dựa trên các tài liệu chính của FAO [49], Sheue và cs [80] và Nguyễn Hoàng Trí [17].

Trong giới hạn của đề tài luận án này chúng tôi tập trung vào nghiên cứu những loài cây ngập mặn thực thụ dựa trên sự phân chia 2 nhóm thực vật ngập mặn (gồm thực vật ngập mặn thực thụ và thực vật tham gia TTVNM) của Phan Nguyên Hồng [7] và Nguyễn Hoàng Trí [17].

Trong mỗi ô tiêu chuẩn, tên loài, chiều cao, chu vi thân cây của từng cây được đo đạc và ghi chép. Chiều cao cây được đo trực tiếp bằng thước đo chiều cao cây có chia vạch đến 0,1 m. Chu vi thân cây được đo bằng thước dây ở vị trí 30 cm trên bạnh vè (trang, vẹt), trên rễ chống cao nhất (đâng), hoặc trên mặt đất đối với những loài không có bạnh vè và rễ chống (mắm, sú, bần chua). Đối với những cây phân nhiều nhánh và vị trí phân nhánh phía dưới vị trí đo chu vi thì đếm số nhánh và đo chu vi của 3 nhánh (lớn nhất, nhỏ nhất và trung bình) để lấy giá trị trung bình. Chu vi thân cây sau đó được quy đổi ra đường kính thân cây.

Số liệu đo đếm tại thực địa sau đó được sử dụng để tính toán định lượng các đặc điểm cấu trúc, độ đa dạng, thành phần loài của TTVNM tại các các ô tiêu chuẩn, địa điểm nghiên cứu. Các công thức tính toán bao gồm:

- *Chiều cao và đường kính thân cây*: $\overline{h_i} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} h_{ij}$ và $\overline{d_i} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} d_{ij}$

Trong đó: $\overline{h_i}, \overline{d_i}$ là chiều cao và đường kính trung bình của cây trong ô tiêu chuẩn *i*; h_{ij}, d_{ij} là chiều cao và đường kính của cây thứ *j* trong ô tiêu chuẩn *i*.

- *Sinh khối*:

$$B_i = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} b_{ij}$$

Trong đó, B_i là sinh khối của ô tiêu chuẩn *i*; b_{ij} là sinh khối của cây thứ *j* trong ô tiêu chuẩn *i* và được tính bằng công thức: $b_{ij} = 0{,}251\rho d_{ij}^{2,46}$ ($\rho = 0{,}752$ g/cm^3). Công thức tính sinh khối này đã được Kauffman và Donato [61] tổng hợp và đề nghị sử dụng chung cho khu vực Đông Nam Á khi chưa có hoặc không thể thiết lập các công thức đặc trưng cho từng địa điểm cụ thể.

- *Chỉ số đa dạng Shannon H'* [76] là phép thống kê có sự tổ hợp của cả 2 yếu tố là thành phần số lượng loài và khả năng xuất hiện các cá thể trong mỗi loài. Chỉ số *H'* phụ thuộc vào số lượng loài, số lượng cá thể và xác xuất xuất hiện của các cá thể trong mỗi loài, được tính toán bằng công thức:

$$H = -\sum_{i=1}^{s} (Ni/N)\log_2(Ni/N),$$

Trong đó: *H'* là chỉ số đa dạng sinh học hay chỉ số Shannon- Wiener, *Ni* là số lượng cá thể của loài thứ *i* và *N* là tổng số số lượng cá thể của tất cả các loài tại vị trí nghiên cứu.

- *Chỉ số tương đồng SI (Index of Similarity hay Sorensen's Index)* [76]) về thành phần loài giữa các điểm nghiên cứu được xác định theo công thức: $SI = 2C/(A+B)$, trong đó: *C* là số lượng loài xuất hiện cả ở 2 khu vực A và B; A là số lượng loài của khu vực A; B là số lượng loài của khu vực B.

- *Độ quan trọng (Importance Value - IV*) [65], [5] biểu thị cấu trúc, mối tương quan và trật tự ưu thế giữa các loài tại các địa điểm nghiên cứu. Chỉ số IV của mỗi loài được tính bằng công thức: *IV* (%) = (*RD* + *RF* + *RBA*)/3, trong đó: *RD* là mật độ tương đối được xác định bằng tỷ số giữa mật độ trung bình (tổng số cá thể của một loài nghiên cứu xuất hiện ở tất cả các ô mẫu nghiên cứu chia cho tổng số các ô mẫu nghiên cứu) của loài nghiên cứu và tổng mật độ của tất cả các loài; *RF* là tần suất xuất hiện tương đối được tính

bằng tỷ lệ của tần suất xuất hiện của một loài nghiên cứu (tỷ số % giữa số lượng các ô mẫu có loài xuất hiện và tổng số các ô mẫu nghiên cứu) và tổng số tần xuất xuất hiện của tất cả các loài; *RBA* là độ ưu thế tương đối của mỗi loài được xác định bằng tỷ số giữa tiết diện thân của loài nghiên cứu và tổng tiết diện thân của tất cả các loài.

- *Chỉ số phức tạp (Complexity Index - CI)* [73] định lượng sự phức tạp về cấu trúc thành phần loài của TTV được tính bằng công thức:

$$CI = (s \times D \times BA \times h)/10^{-5}$$

Trong đó: *s* là số loài; *D* là mật độ (cá thể/ha); *BA* là diện tích tiết diện thân (m^2/ha) và *h* là chiều cao trung bình.

- *Độ rộng ổ sinh thái (Niche width - βi)* được tính toán để xác định khả năng thích nghi của các loài khác nhau với những điều kiện môi trường sống khác nhau [84]. Độ rộng ổ sinh thái được tính bằng công thức: $\beta i = (\Sigma Nij)^2/\Sigma Nij^2$ (*Nij* là mật độ của loài *i* tại ô tiêu chuẩn *j*).

- *Dạng phân bố không gian A/F (Abundance/ Frequency)* [86] là tỷ số giữa độ phong phú (*A*) và tần xuất (*F*) của mỗi loài được sử dụng để xác định dạng phân bố không gian của loài đó trong quần xã thực vật. Độ phong phú được tính bằng tỷ số giữa tổng số cá thể xuất hiện trên tất cả các ô mẫu nghiên cứu và số lượng các ô mẫu có loài nghiên cứu xuất hiện. Nếu $A/F < 0,025$, loài có dạng phân bố liên tục và thường gặp ở những nơi có sự cạnh tranh gay gắt giữa các loài; nếu *A/F* trong khoảng 0,025 - 0,05, loài có dạng phân bố ngẫu nhiên và thường gặp ở những có môi trường sống không ổn định; nếu $A/F > 0,05$, loài có dạng phân bố lan truyền và thường phổ biến nhất trong tự nhiên, những nơi có môi trường ổn định.

2.3.3.3. Thu thập dữ liệu về độ bồi tụ trầm tích

Phương pháp đóng cọc được sử dụng để đo sự bồi tụ trầm tích tại các địa điểm nghiên cứu từ tháng 11 năm 2013 đến tháng 4 năm 2015. Tại mỗi ô tiêu chuẩn, 3 cọc tre có chiều dài 100 cm được đóng chặt, thẳng đứng xuống nền đáy và cách nhau 1-2 m. Sau khi đóng cọc tre xuống đất, khắc dấu bằng sơn đỏ và cưa vạch cách mặt đất 20 cm. Mức độ bồi tụ trầm tích được tính bằng cách lấy 20 cm trừ đi khoảng cách đo được từ mặt đất đến vạch dấu. Mức bồi tụ cho mỗi ô tiêu chuẩn là giá trị đo được từ 3 cọc tre trong ô tiêu chuẩn đó. Độ bồi tụ (cm/năm) được tính bằng tỷ số giữa mức độ và thời gian bồi tụ (hình 2.3) [4], [47].

Hình 2.3. Sơ đồ tóm tắt phương pháp đo độ bồi tụ trầm tích

2.3.3.4. Thu thập dữ liệu và tính tần suất ngập triều

Tần suất ngập triều tại mỗi ô tiêu chuẩn là tỷ lệ ngày ngập trong tháng của ô tiêu chuẩn đó. Để tính toán tần suất ngập triều, chúng tôi đo mực nước (độ ngập triều) tại các ô tiêu chuẩn, sau đó liên hệ với đỉnh triều cường trong

ngày để tính độ cao nền đáy (cao trình) tại ô tiêu chuẩn đó so với mức triều cường ở trạm Hòn Dáu. Số liệu độ cao nền đất tiếp tục được liên hệ với số liệu thủy văn của trạm Hòn Dáu năm 2013, 2014 và 2015 để tính tần suất ngập triều [32], [47]. Phương pháp tính cụ thể như sau:

- *Đo độ ngập triều tại các ô tiêu chuẩn*: bằng cách sử dụng băng nhuộm bột màu tan trong nước gắn trên thanh gỗ và đóng chặt xuống đất. Chi tiết các bước thực hiện được mô tả tại hình 2.4.

Hình 2.4. Sơ đồ tóm tắt phương pháp đo độ ngập triều

- *Tính độ cao nền đáy (E) tại mỗi ô tiêu chuẩn*: từ số liệu đo độ ngập triều ($H_{ngập}$) và đỉnh triều cường ($H_{đỉnh\ triều}$) dự báo ở Hòn Dáu của ngày đo đạc bằng công thức: $E = H_{đỉnh\ triều} - H_{ngập}$.

Độ ngập triều và độ cao nền đáy tại mỗi ô tiêu chuẩn được đo và tính toán cho 3 ngày liên tiếp, sau đó lấy giá trị trung bình.

- *Tính tần suất ngập triều*:

Tần suất ngập triều tại mỗi ô tiêu chuẩn được tính là giá trị trung bình của tỷ lệ phần trăm (%) số ngày ngập trong tất cả các tháng trong năm.

Tỷ lệ ngày ngập trong tháng (%) của mỗi ô tiêu chuẩn = 100 x (tổng số ngày ngập trong tháng / tổng số ngày trong tháng).

Ngày ngập tại mỗi ô tiêu chuẩn ($D_{ngập}$) được xác định là ngày có đỉnh triều tại trạm Hòn Dáu cao hơn độ cao nền đáy tại ô tiêu chuẩn đó.

(Chi tiết số liệu điều tra, thu thập, đo đạc tại thực địa được tổng hợp tại các phụ lục 1, 2, 3).

2.3.4. Phương pháp thống kê, phân tích hồi quy, tương quan

- Thống kê mô tả các số liệu thu thập được bằng các chương trình phần mềm excel 2007 và SPSS 11.5. Phân tích phương sai một chiều (one-way ANOVA) được sử dụng để đánh giá sự khác biệt về TTVNM và khí hậu tại các địa điểm nghiên cứu.

- Phân tích tương quan Pearson được sử dụng nhằm đánh giá mỗi quan hệ giữa mật độ, kích thước trung bình và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn của TTVNM với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều.

- Phân tích hồi quy tuyến tính đa biến được sử dụng để đánh giá mối quan hệ của các đặc điểm mật độ, kích thước trung bình và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn của TTVNM với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều. Mối quan hệ hồi quy này sau đó được sử dụng để tính toán sự biến đổi của TTVNM trong điều kiện BĐKH và NBD làm thay đổi nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều.

2.3.5. Phương pháp thành lập bản đồ

Luận án kế thừa kết quả giải đoán ảnh viễn thám (bao gồm ảnh vệ tinh Landsat của Mỹ, ảnh SPOT của Pháp năm 2010) từ Trung tâm Viễn thám và GIS thuộc Viện Điều tra, Quy hoạch rừng để số hóa và thành lập bản đồ hiện trạng và tính diện tích TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu. Bản đồ phân bố TTVNM được số hóa và thành lập bằng các phần mềm ArcGIS 9.3 và Mapinfo 10.0.

Các phương pháp nghiên cứu nêu trên được sử dụng tương ứng với mỗi nội dung nghiên cứu được trình bày tại khung logic nghiên cứu (hình 2.5, bảng 2.1).

Hình 2.5. Sơ đồ khung logic nội dung nghiên cứu của luận án

Bảng 2.1. Các phương pháp nghiên cứu tương ứng với các nội dung và khung logic nghiên cứu của luận án

Mục tiêu	**Nội dung nghiên cứu**	**Phương pháp nghiên cứu chính**	**Kết quả cụ thể**
Dự báo xu hướng biến đổi của TTVNM; từ đó đề xuất một số giải pháp góp phần bảo tồn, phát triển TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu thuộc VBMBVN trong điều kiện BĐKH và NBD	1. Đánh giá hiện trạng TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu	- Xây dựng bản đồ hiện trạng TTVNM và điều tra, thu thập số liệu diện tích TTVNM đã được công bố. - Điều tra, đo đếm thành phần loài, chiều cao, đường kinh thân cây tại các tuyến nghiên cứu các ô tiêu chuẩn nghiên cứu	1. Các đặc điểm hiện trạng TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu, bao gồm: - Diện tích - Thành phần loài - Đa dạng, cấu trúc thành phần loài - Mật độ, chiều cao, đường kính thân cây và sinh khối
	2. Xây dựng mối quan hệ giữa các đặc điểm mật độ, kích thước trung bình và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn của TTVNM với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều	- Thu thập dữ liệu thứ cấp về nhiệt độ, lượng mưa và mực nước biển. - Đo độ bồi tụ trầm tích bằng phương pháp đóng cọc tại 38 OTC. - Phân tích hồi quy, tương quan.	2. Các mô hình hồi quy đa biến của mật độ, chiều cao, đường kính thân cây và cấu trúc thành phần loài của TTVNM với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều.
	3. Dự báo sự biến đổi mật độ, kích thước trung bình và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn của TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu theo kịch bản BĐKH và NBD	- Thu thập dữ liệu thứ cấp về kịch bản BĐKH và NBD. - Đánh giá khả năng bị tổn thương đối với BĐKH và NBD của TTVNM. - Tính toán mức độ biến đổi TTVNM từ dữ liệu nhiệt độ, lượng mưa, tần suất ngập triều và các mô hình dự báo.	3. Các đặc điểm dự báo của TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu các năm 2020, 2030, 2040 và 2050. Các đặc điểm TTVNM được dự báo bao gồm: - Mật độ - Chiều cao, đường kính thân cây - Cấu trúc thành phần loài
	4. Đề xuất một số giải pháp góp phần bảo tồn, phát triển TTVNM trong điều kiện BĐKH và NBD	- Xây dựng căn cứ đề xuất giải pháp từ kết quả nghiên cứu - Đề xuất để đề xuất giải pháp cụ thể	4. Các căn cứ đề xuất, định hướng chung và giải pháp cụ thể để bảo tồn và phát triển TTVNM trong điều kiện BĐKH và NBD

CHƯƠNG III

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. HIỆN TRẠNG THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN TẠI CÁC ĐỊA ĐIỂM NGHIÊN CỨU

Đặc điểm hiện trạng TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu được đánh giá bao gồm: diện tích, phân bố không gian của TTVNM; thành phần, đa dạng và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn; kích thước cây ngập mặn; sinh khối TTVNM. Cụ thể như sau:

3.1.1. Hiện trạng thảm thực vật ngập mặn tại Đồng Rui

3.1.1.1. Diện tích, phân bố thảm thực vật ngập mặn

Kết quả tính toán từ bản đồ phân bố TTVNM tại xã Đồng Rui (hình 3.1) cho thấy Đồng Rui có 2.900 ha TTVNM. Kết quả kiểm kê đất đai năm 2014 cũng cho thấy Đồng Rui có 3.108 ha đất có TTVNM ven biển. Sự chênh lệch giữa kết quả nghiên cứu và số liệu kiểm kê 2014 được giải thích bởi hơn 200 ha TTVNM đã được trồng mới trong các đầm nuôi tôm bỏ hoang tại Đồng Rui giai đoạn 2010-2014 (Số liệu điều tra tại UBND xã Đồng Rui).

Bản đồ phân bố TTVNM xã Đồng Rui (hình 3.1) cũng cho thấy TTVNM phân bố tại các bãi bồi bao quanh xã. Năm 2015, khi hệ thống đê biển bao quanh xã đã được hoàn thiện, TTVNM phân bố hoàn toàn phía ngoài để biển, bên trong là khu nuôi trồng thủy sản, đất nông nghiệp và đất thổ cư. So với các địa điểm khác thuộc ven biển miền Bắc Việt Nam thì TTVNM tại xã Đồng Rui có phạm vi phân bố rộng hơn. Đây cũng là đặc điểm chung của TTVNM tại khu vực Đông Bắc, nơi có điều kiện tự nhiên tương đối phù hợp với sự sinh trưởng của cây ngập mặn, đặc biệt vùng này được che chắn bởi các đảo nhỏ ở phía ngoài nên ít chịu tác động mạnh của gió, bão.

Hình 3.1. Sơ đồ phân bố TTVNM tại xã Đồng Rui

(Nguồn: Biên tập từ dữ liệu hiện trạng TTVNM năm 2010 khu vực vịnh Tiên Yên do Trung tâm Viễn thám và GIS, FIPI cung cấp)

3.1.1.2. Thành phần loài cây ngập mặn

Khi nghiên cứu hệ thực vật ngập mặn, Arroyo, Santisuk và Aksornkoae (dẫn theo Phan Nguyên Hồng [7]) đã chia thành 2 nhóm: thực vật ngập mặn thực thụ (true mangrove) gồm những loài sống trên các bãi lầy ngập mặn hoặc lợ, ngập triều định kỳ và những loài tham gia TTVNM (associate mangrove) gồm những loài mọc trên bờ ít khi ngập triều.

Kết quả điều tra thành phần loài thực vật ngập mặn trên các tuyến điều tra tại Đồng Rui cho thấy có 15 loài cây ngập mặn thực thụ thuộc 13 chi, 12 họ (bảng 3.1). Kết quả này hoàn toàn phù hợp với kết quả nghiên cứu và tổng hợp của Đỗ Đình Sâm và cs [14] về số lượng loài thực vật ngập mặn thực thụ tại khu vực Tiên Yên. Sự phù hợp về kết quả này có thể giải thích do Đồng Rui cũng thuộc Tiên Yên và tổng diện tích TTVNM tại Đồng Rui (3.108 ha) chiếm hơn 90% tổng diện tích TTVNM tại Tiên Yên (3.296 ha) (số liệu điều tra tại Sở NN&PTNT tỉnh Quảng Ninh, 2014).

Bảng 3.1. Thành phần loài cây ngập mặn thực thụ ghi nhận tại Đồng Rui

STT	Tên khoa học	Tên tiếng Việt
I	PTERIDOPHYTA	NGÀNH DƯƠNG XỈ
1	Pteridaceae	Họ Chân xỉ/ Cỏ sẹo gà
1	*Acrostichum aureum* L.	Ráng biển
II	ANGIOSPERMAE	NGÀNH HẠT KÍN
II.1	*DICOTYLEDONEAE*	*LỚP HAI LÁ MẦM*
2	Acanthaceae	Họ Ô rô
2	*Acanthus ilicifolius* L.	Ô rô
3	Aizoaceae	Họ Rau đắng đất

STT	Tên khoa học	Tên tiếng Việt
3	*Sesuvium portulacastrum* L.	Sam biển
4	Avicenniaceae	Họ Mắm
4	*Avicennia marina* (Forsk.) Veirh	Mắm biển
5	Combretaceae	Họ Bàng
5	*Lumnitzera racemosa* (Gaud.) Presl.	Cóc vàng
6	Euphorbiaceae	Họ Thầu dầu
6	*Excoecaria agallocha* L.	Giá
7	Meliaceae	Họ Xoan
7	*Xylocarpus granatum* Koen.	Xu ổi
8	Myrsinaceae	Họ Đơn nem
8	*Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco	Sú
9	Rhizophoraceae	Họ Đước
9	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lam.	Vẹt dù
10	*Kandelia obovata* Sheue Liu &Yong	Trang
11	*Rhizophora stylosa* Griff.	Đâng, đước vòi
10	Rubiaceae	Họ Cà phê
12	*Scyphiphora hydrophyllacea* Gaertn. F.	Côi
11	Sonneratiaceae	Họ Bần
13	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Bần chua
14	*Sonneratia apetala* Buch-Ham	Bần không cánh
12	Sterculiaceae	Họ Trôm
15	*Heritiera littoralis* Dry.	Cui biển

Có 15 loài cây ngập mặn thực thụ đã được ghi nhận, trong số đó 6 loài được nghiên cứu chi tiết, đó là các loài cây ngập mặn thực thụ thân gỗ dường như chiếm toàn bộ sinh khối của các ô nghiên cứu tại Đồng Rui, bao gồm: mắm biển (*A. marina*), sú (*A. corniculatum*), vẹt dù (*B. gymnorrhiza*), đâng (*R. stylosa*), bần chua (*S. caseolaris*) và trang (*K. obovata*). Cả 6 loài này được đo đếm và sử dụng để tính mật độ, thành phần, đa dạng và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn; kích thước cây ngập mặn; sinh khối TTVNM. Chính sự tồn tại và phát triển của những loài cây ngập mặn thân gỗ thực thụ này là cơ sở quan trọng để tạo nên TTVNM nói chung và TTVNM tại Đồng Rui nói riêng. Những loài còn lại như cóc vàng (*Lumnitzera racemosa*), giá (*Excoecaria agallocha*), xu ổi (*Xylocarpus granatum*)… được ghi nhận ở những nơi có địa hình tương đối cao, ít ngập triều với số lượng cá thể ít. Một số loài khác như ráng biển (*Acrostichum aureum*), ô rô (*Acanthus ilicifolius*), sam biển (*Sesuvium portulacastrum*)… là những loài cây bụi và cũng sống ở những nơi có địa hình cao, ít ngập triều, kích thước của các cây này rất nhỏ bé. Nếu xét về sinh khối thì những loài còn lại này chiếm tỷ lệ không đáng kể so với 6 loài được nghiên cứu.

Vì vậy, các kết quả nghiên cứu tiếp theo về cấu trúc không gian, đa dạng, cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn tại Đồng Rui đều được tính toán trên cơ sở đo đếm tất cả những cây ngập mặn thực thụ thân gỗ được ghi nhận trong các ô tiêu chuẩn.

3.1.1.3. Đa dạng, cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn

Kết quả nghiên cứu đa dạng, cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn tại Đồng Rui (bảng 3.2) cho thấy, tại Đồng Rui, sú (*A. corniculatum*) là loài quan trọng nhất, có ưu thế cao nhất (IV = 34,18%), tiếp theo, vẹt dù (*B. gymnorrhiza*) (IV = 24,7%), trang (*K. obovata*) (IV = 21,97%), đâng (*R. stylosa*) (IV = 10,18%), mắm biển (*A. marina*) (IV = 6,05%), và bần chua (*S.

caseolaris) (IV = 2,92%). Cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn tại Đồng Rui chưa phân hóa mạnh đến mức mà một hoặc hai loài chiếm đa số và lấn át mạnh mẽ các loài còn lại.

Bảng 3.2. Độ đa dạng, cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn tại Đồng Rui

STT	Loài	Mật độ tương đối (%)	Tần suất xuất hiện tương đối (%)	Độ ưu thế tương đối (%)	Độ quan trọng (%)	Độ rộng ổ sinh thái βi	Chỉ số đa dạng Shannon H'
1	Bần chua	1,62	3,28	3,86	2,92	1,29	1,1
2	Đâng	12,17	13,11	5,26	10,18	3,99	
3	Mắm biển	4,22	9,84	4,10	6,05	4,28	
4	Sú	36,36	24,59	41,60	34,18	9,01	
5	Trang	17,02	26,23	22,66	21,97	7,91	
6	Vẹt dù	28,62	22,95	22,52	24,70	6,81	

Kết quả đánh giá mức độ chuyên biệt của một loài và khả năng của loài đó trong việc khai thác nguồn sống và duy trì quần thể trong những môi trường khác nhau thông qua độ rộng ổ sinh thái của các loài tại Đồng Rui cho thấy sú (*A. corniculatum*) có ổ sinh thái rộng nhất (*βi* = 9,01), tiếp theo là trang (*K. obovata*), vẹt dù (*B. gymnorrhiza*). Ổ sinh thái rộng của những loài này cho thấy chúng có khả năng khai thác và sử dụng nguồn sống tốt hơn. Bần chua (*S. caseolaris*) là loài có ổ sinh thái hẹp nhất (*βi* = 1,29). Nền đất có độ mặn cao, lượng phù sa ít và nghèo dinh dưỡng tại Đồng Rui có thể là nguyên nhân giới hạn sự phân bố của bần chua (*S. caseolaris*) bởi vì bần chua (*S. caseolaris*) là loài cây tiên phong ở những vùng đất bùn dày nước lợ cửa sông. Tuy nhiên, thể nền ít phù sa hay những bãi bùn cát chặt tại Đồng Rui có thể thuận lợi hơn cho sự sinh trưởng và phát triển của sú (*A. corniculatum*) [17].

Các kết quả nghiên cứu trên cũng cho thấy độ rộng ổ sinh thái của các loài tương ứng với kết quả về mức độ chiếm ưu thế của những loài đó. Có nghĩa là những loài quan trọng hơn, chiếm ưu thế hơn thì thường có ổ sinh thái rộng hơn và ngược lại.

3.1.1.4. Mật độ, kích thước cây và sinh khối của thảm thực vật ngập mặn

Kết quả nghiên cứu về mật độ cây, đường kính thân cây, chiều cao cây, và sinh khối của TTVNM xã Đồng Rui (bảng 3.3):

Bảng 3.3. Mật độ, kích thước cây ngập mặn và sinh khối TTVNM tại Đồng Rui

STT	Ô tiêu chuẩn	Mật độ (cây/ha)	Đường kính thân (cm)	Chiều cao cây (m)	Sinh khối (tấn/ha)
1	ĐR1-1	7.000	5,2	2,4	169,9
2	ĐR1-2	6.600	4,0	2,3	119,9
3	ĐR1-3	9.900	3,7	1,8	62,4
4	ĐR2-1	3.400	4,8	2,7	90,7
5	ĐR2-2	4.800	24,4	2,4	232,5
6	ĐR2-3	11.300	2,6	1,0	100,3
7	ĐR3-1	10.600	2,1	1,4	28,2
8	ĐR3-2	5.300	3,7	1,7	84,6
9	ĐR3-3	5.000	2,5	1,1	56,4
10	ĐR4-1	9.900	4,5	2,4	168,6
11	ĐR4-2	11.200	4,1	1,9	100,5
12	ĐR4-3	9.200	4,8	1,9	95,0
13	ĐR5-1	5.300	4,5	3,0	119,9
14	ĐR5-2	9.600	2,9	3,1	35,5
15	ĐR5-3	5.100	3,3	1,9	30,9
16	ĐR6-1	7.900	4,9	1,7	234,9

STT	Ô tiêu chuẩn	Mật độ (cây/ha)	Đường kính thân (cm)	Chiều cao cây (m)	Sinh khối (tấn/ha)
17	ĐR6-2	13.300	4,4	1,9	192,2
18	ĐR6-3	6.800	4,5	2,7	106,2
Trung bình (Mean)		*7.900*	*5,1*	*2,1*	*112,7*
Độ lệch chuẩn (SD)		*2.816*	*4,92*	*0,60*	*63,97*

Kết quả nghiên cứu cho thấy TTVNM tại Đồng Rui có mật độ khoảng 7.900 cây/ha, đường kính trung bình của thân cây khoảng 5,1 cm, chiều cao trung bình của cây khoảng 2,1 m và sinh khối khoảng 112,7 tấn/ha. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy các chỉ số này có sự biến động rất lớn giữa các ô tiêu chuẩn ở các vị trí khác nhau (bảng 3.3). Nhìn chung những ô tiêu chuẩn trên tuyến 1 (ĐR1-) và tuyến 2 (ĐR2-) nằm phía tây, tây bắc của xã và những ô tiêu chuẩn nằm ở phía đê (ĐR2-2, ĐR3-3, ĐR5-3) có cốt địa hình cao thì vẹt dù (*B. gymnorhiza*) chiếm ưu thế. Những ô tiêu chuẩn này có vẹt dù (*B. gymnorrhiza*) phát triển mạnh với cây cao, to, tán rộng đã lấn át những loài còn lại nên có mật độ cây thấp, cây cao hơn và có đường kính lớn hơn so với những ô tiêu chuẩn khác với loài ưu thế là trang (*K. obovata*), sú (*A. corniculatum*), đâng (*R. stylosa*) nên có mật độ cây thấp, đường kính và chiều cao cây lớn hơn (hình 3.2).

Hình 3.2. TTVNM có vẹt dù (B. gymnorrhiza) chiếm ưu thế tại Đồng Rui

3.1.2. Hiện trạng thảm thực vật ngập mặn tại Vườn quốc gia Xuân Thủy

3.1.2.1. Diện tích, phân bố thảm thực vật ngập mặn

Kết quả tính toán từ bản đồ phân bố TTVNM VQG Xuân Thủy cho thấy VQG Xuân Thủy có 1.518 ha TTVNM (hình 3.3). Kết quả tính toán này thấp hơn so với số liệu 1.661 ha TTVNM tại VQG Xuân Thủy đã được Hoàng Thị Thanh Nhàn [13] công bố.

Hình 3.3. Sơ đồ phân bố TTVNM tại VQG Xuân Thủy
(Nguồn: Biên tập từ dữ liệu hiện trạng TTVNM khu vực ven biển đồng bằng sông Hồng do Trung tâm Viễn thám và GIS, FIPI cung cấp)

Diện tích TTVNM được tính toán trong đề tài luận án này thấp hơn khoảng 8% so với số liệu diện tích TTVNM VQG Xuân Thủy của Hoàng Thị

Thanh Nhàn [13] có thể được giải thích do sự tái sinh tự nhiên và trồng mới TTVNM làm cho diện tích TTVNM tăng lên trong giai đoạn 2010-2014.

Tại VQG Xuân Thủy, TTVNM phân bố chủ yếu ở cồn Ngạn và cồn Lu. Tuy nhiên khu vực phía bắc cồn Ngạn TTVNM giảm do phần lớn được chuyển sang nuôi trồng thủy sản như tôm, ngao. Còn ở phía nam cồn Ngạn, cồn Lu (thuộc các xã Giao An, Giao Lạc và Giao Xuân) có xu hướng tăng do trong khoảng thời gian này hàng trăm hecta cây ngập mặn được trồng mới từ nguồn hỗ trợ của các cơ quan, tổ chức trong và ngoài nước cùng với những nỗ lực bảo tồn, phát triển TTVNM của địa phương.

3.1.2.2. Thành phần loài cây ngập mặn

Kết quả điều tra thành phần loài thực vật ngập mặn trên các tuyến điều tra tại VQG Xuân Thủy cho thấy có 12 loài cây ngập mặn thực thụ thuộc 11 chi, 9 họ (bảng 3.4).

Bảng 3.4. Thành phần loài cây ngập mặn thực thụ ghi nhận tại VQG Xuân Thủy

STT	Tên khoa học	Tên tiếng Việt
I	PTERIDOPHYTA	NGÀNH DƯƠNG XỈ
1	Pteridaceae	Họ Chân xỉ/ Cỏ sẹo gà
1	*Acrostichum aureum* L.	Ráng biển
II	ANGIOSPERMAE	NGÀNH HẠT KÍN
II.1	*DICOTYLEDONEAE*	*LỚP HAI LÁ MẦM*
2	Acanthaceae	Họ Ô rô
2	*Acanthus ilicifolius* L.	Ô rô
3	Aizoaceae	Họ Rau đắng đất
3	*Sesuvium portulacastrum* L.	Sam biển
4	Avicenniaceae	Họ Mắm

STT	Tên khoa học	Tên tiếng Việt
4	*Avicennia marina* (Forsk.) Veirh	Mắm biển
5	Combretaceae	Họ Bàng
5	*Lumnitzera racemosa* (Gaud.) Presl.	Cóc vàng
6	Euphorbiaceae	Họ Thầu dầu
6	*Excoecaria agallocha* L.	Giá
7	Myrsinaceae	Họ Đơn nem
7	*Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco	Sú
8	Rhizophoraceae	Họ Đước
8	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lam.	Vẹt dù
9	*Kandelia obovata* Sheue Liu &Yong	Trang
10	*Rhizophora stylosa* Griff.	Đâng, đước vòi
9	Sonneratiaceae	Họ Bần
11	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Bần chua
12	*Sonneratia apetala* Buch-Ham	Bần không cánh

Phan Nguyên Hồng và cs [10] đã điều tra và công bố 14 loài thuộc 12 chi và 10 họ thực vật ngập mặn thực thụ. Các tác giả cũng cho rằng hệ thực vật phong phú nhất tập trung ở VQG Xuân Thủy. Tuy nhiên so với Phan Nguyên Hồng và cs [10], có 2 loài cóc đỏ (*Lumnizera littorea* (Jack.) Voigt.) và dừa nước (*Nypa fruiticans* (Thumb.) Wurmb) không còn được tìm thấy trong nghiên cứu của đề tài luận án này. Điều đó có thể được giải thích do dừa nước (*Nypa fruiticans* (Thumb.) Wurmb) là loài cây được du nhập từ miền Nam ra trồng và không còn sống sót; cóc đỏ (*Lumnizera littorea* (Jack.) Voigt.) là loài bị tuyệt chủng ngoài tự nhiên và chỉ còn trồng ở trạm nghiên cứu của Trung tâm Nghiên cứu hệ sinh thái rừng ngập mặn, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội.

Kết quả điều tra cũng cho thấy, chỉ có 4 loài cây ngập mặn thực thụ thân gỗ gồm sú (*A. corniculatum*), đâng (*R. stylosa*), bần chua (*S. caseolaris*) và trang (*K. obovata*) được ghi nhận phân bố và chiếm sinh khối chủ yếu, nên 4 loài này được nghiên cứu chi tiết tại Xuân Thuỷ. Đặc biệt trong 12 ô tiêu chuẩn nghiên cứu cũng chỉ ghi nhận sú (*A. corniculatum*), đâng (*R. stylosa*), bần chua (*S. caseolaris*) và trang (*K. obovata*). Trong đó, trang (*K. obovata*) phân bố chủ yếu ở những nới nền đất bồi cao, bùn sâu và ngập triều trung bình (hình 3.4). Sú (*A. corniculatum*), đâng (*R. stylosa*) thường mọc xen với trang (*K. obovata*), trong khi bần chua (*S. caseolaris*) phát triển mạnh ở cửa sông nơi có phù sa bồi đắp liên tục và độ mặn thấp hơn. Các loài còn lại chỉ được ghi nhận với số lượng cá thể ít như bần không cánh (*S. apetala*), vẹt dù (*B. gymnorrhiza*) hay những cây cỏ bò, cây bụi sống trên các bờ đầm hay các vùng đất cao ít chịu tác động của thủy triều như ráng biển (*A. aureum*), ô rô (*A. ilicifolius*), sam biển (*S. portulacastrum*), cóc vàng (*L. racemosa*) với sinh khối nhỏ không đáng kể.

Hình 3.4. TTVNM với trang (K. obovata) chiếm ưu thế tại VQG Xuân Thủy

3.1.2.3. Đa dạng và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn

Kết quả nghiên cứu đa dạng, cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn tại VQG Xuân Thủy (bảng 3.5):

Bảng 3.5. Độ đa dạng, cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn tại VQG Xuân Thủy

STT	Loài	Mật độ tương đối (%)	Tần suất xuất hiện tương đối (%)	Độ ưu thế tương đối (%)	Độ quan trọng IV (%)	Độ rộng ổ sinh thái βi	Chỉ số đa dạng Shannon H
1	Bần chua	4,93	16,67	3,12	8,24	3,29	0,7
2	Đâng	1,93	6,67	0,60	3,06	1,88	
3	Sú	30,57	40,00	48,70	39,76	6,97	
4	Trang	62,58	36,67	47,58	48,94	10,01	

Kết quả nghiên cứu cho thấy tại VQG Xuân Thủy, trang (*K. obovata*) là loài quan trọng và có ưu thế cao nhất (IV = 48,94%), tiếp theo, sú (*A. corniculatum*) (IV = 39,76%), bần chua (*S. caseolaris*) (IV = 8,24%) và đâng (*R. stylosa*) (IV = 3,06%). Như vây độ quan trọng của cả 2 loài trang (*K. obovata*) và sú (*A. corniculatum*) chiếm tới gần 90%, lấn át mãnh mẽ các loài còn lại.

Kết quả đánh giá độ rộng ổ sinh thái của các loài tại VQG Xuân Thủy cho thấy trang (*K. obovata*) có ổ sinh thái rộng nhất (*βi* = 10,01), tiếp theo là sú (*A. corniculatum*) (*βi* = 6,97). Điều đó cho thấy cả trang (*K. obovata*) và sú (*A. corniculatum*) có khả năng khai thác nguồn sống tốt hơn các loài còn lại, đồng thời lý giải sự ghi nhận của cả 2 loài này trong tất cả các ô tiêu chuẩn. Sự phân bố rộng rãi của trang (*K. obovata*) và sú (*A. corniculatum*) cũng phù hợp với kết quả phân tích nêu trên về độ quan trọng của 2 loài này.

3.1.2.4. Mật độ, kích thước cây và sinh khối của rừng ngập mặn

Kết quả nghiên cứu về mật độ cây, đường kính thân cây, chiều cao cây, và sinh khối của TTVNM VQG Xuân Thủy (bảng 3.6):

Bảng 3.6. Mật độ, kích thước cây ngập mặn và sinh khối TTVNM tại VQG Xuân Thủy

STT	Ô tiêu chuẩn	Mật độ (cây/ha)	Đường kính thân (cm)	Chiều cao cây (m)	Sinh khối (tấn/ha)
1	XT1-1	6.800	2,7	1,2	109,8
2	XT1-2	6.100	2,9	1,5	82,8
3	XT1-3	6.800	5,4	2,5	208,6
4	XT2-1	8.700	6,5	3,0	339,0
5	XT2-2	7.200	6,2	5,5	303,9
6	XT2-3	7.000	6,9	3,5	260,5
7	XT3-1	7.700	6,7	2,1	169,9
8	XT3-2	6.700	7,6	4,5	284,0
9	XT3-3	7.000	6,7	5,0	244,3
10	XT4-1	6.300	8,4	6,4	298,5
11	XT4-2	6.500	8,2	5,5	273,4
12	XT4-3	6.300	7,1	2,5	192,5
Trung bình (Mean)		*6.925*	*6,3*	*3,6*	*230,6*
Độ lệch chuẩn (SD)		*711,1*	*1,8*	*1,7*	*79,5*

Kết quả nghiên cứu cho thấy TTVNM tại Xuân Thủy có mật độ khoảng 6.900 cây/ha, đường kình trung bình của thân cây khoảng 6,3 cm, chiều cao trung bình của cây khoảng 1,7 m và sinh khối khoảng 230,6 tấn/ha. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy mật độ cây tương đối đồng đều, đặc biệt các ô tiêu

chuẩn thuộc tuyến 2, 3 và 4 (XT2-…, XT3-…, XT4-…) có kích thước cây cũng tương đối đồng đều. Chỉ có 2 ô tiêu chuẩn trên tuyến 1 (XT1-1 và XT1-2) nằm gần cửa Ba Lạt (hình 3.5) có cả chiều cao cây và đường kính thân cây nhỏ hơn những ô tiêu chuẩn còn lại.

Hình 3.5. TTVNM tại cửa Ba Lạt (VQG Xuân Thủy)

3.1.3. Hiện trạng thảm thực vật ngập mặn tại Đa Lộc

3.1.3.1. Diện tích, phân bố thảm thực vật ngập mặn

Kết quả điều tra cho thấy TTVNM tại xã Đa Lộc đã được hình thành từ rất lâu nhưng không được quan tâm nghiên cứu nhiều. Từ năm 1952-1953, diện tích TTVNM của xã vào khoảng 20 ha. Sau đó, diện tích TTVNM tại khu vực này giảm xuống nghiêm trọng còn lại không đáng kể trong thời gian chiến tranh. Tuy nhiên đến cuối những năm 1980, được sự quan tâm của chính quyền địa phương và sau đó là sự hỗ trợ của các tổ chức trong nước và quốc tế như Hội chữ thập đỏ Nhật Bản, Quỹ nhi đồng Anh, Tổ chức CARE quốc tế..., hàng trăm hecta TTVNM đã được phục hồi và bảo vệ.

Qua tính toán từ bản đồ phân bố TTVNM xã Đa Lộc (hình 3.6) có 415 ha TTVNM tại xã Đa Lộc. Số liệu tính toán này thấp hơn khoảng 33 ha so với

số liệu thống kê diện tích TTVNM năm 2013 của Phòng Tài nguyên và Môi trường huyên Hậu Lộc (448 ha). Tuy nhiên sự chênh lệch diện tích TTVNM giữa kết quả tính toán trong luận án và số liệu thống kê của địa phương có thể được giải thích do trong giai đoạn 2010-2013, tại xã Đa Lộc hàng chục hecta TTVNM đã được trồng mới do sự hỗ trợ của Quỹ Hỗ trợ phòng tránh thiên tai miền Trung (Thông tin điều tra tại UBND xã Đa Lộc).

Hình 3.6. Sơ đồ phân bố TTVNM tại xã Đa Lộc

(Nguồn: Biên tập từ dữ liệu hiện trạng TTVNM khu vực ven biển Bắc Trung bộ do Trung tâm Viễn thám và GIS, FIPI cung cấp)

3.1.3.2. Thành phần loài cây ngập mặn

Kết quả điều tra thành phần loài thực vật ngập mặn trên các tuyến điều tra tại xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa cho thấy có 9 loài cây ngập mặn thực thụ thuộc 9 chi, 8 họ (bảng 3.7).

Bảng 3.7. Thành phần loài cây ngập mặn thực thụ ghi nhận tại Đa Lộc

STT	Tên khoa học	Tên tiếng Việt
I	PTERIDOPHYTA	NGÀNH DƯƠNG XỈ
1	Pteridaceae	Họ Chân xỉ/ Cỏ sẹo gà
1	*Acrostichum aureum* L.	Ráng biển
II	ANGIOSPERMAE	NGÀNH HẠT KÍN
II.1	*DICOTYLEDONEAE*	*LỚP HAI LÁ MẦM*
2	Acanthaceae	Họ Ô rô
2	*Acanthus ilicifolius* L.	Ô rô
3	Aizoaceae	Họ Rau đắng đất
3	*Sesuvium portulacastrum* L.	Sam biển
4	Avicenniaceae	Họ Mắm
4	*Avicennia marina* (Forsk.) Veirh	Mắm biển
5	Euphorbiaceae	Họ Thầu dầu
5	*Excoecaria agallocha* L.	Giá
6	Myrsinaceae	Họ Đơn nem
6	*Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco	Sú
7	Rhizophoraceae	Họ Đước
7	*Kandelia obovata* Sheue Liu &Yong	Trang

STT	Tên khoa học	Tên tiếng Việt
8	*Rhizophora stylosa* Griff.	Đâng, đước vòi
8	Sonneratiaceae	Họ Bần
9	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Bần chua

Kết quả điều tra cho thấy, tại Đa Lộc cũng chỉ có 4 loài cây ngập mặn thực thụ thân gỗ gồm sú (*A. corniculatum*), đâng (*R. stylosa*), bần chua (*S. caseolaris*) và trang (*K. obovata*) được ghi nhận phân bố và có sinh khối chiếm chủ yếu nên 4 loài này cũng được nghiên cứu chi tiết. Trong đó, trang (*K. obovata*) cũng là loài chiếm tỷ lệ rất cao, tham gia chủ yếu vào cấu trúc tầng cây gỗ, các loài khác như sú (*A. corniculatum*), đâng (*R. stylosa*), bần chua (*S. caseolaris*) thường mọc xen với trang (*K. obovata*) nhưng với số lượng không nhiều. Các loài còn lại chỉ được ghi nhận với số lượng cá thể ít hay là những cây cỏ bò, cây bụi sống trên các bờ đầm hay các vùng đất cao ít chịu tác động của thủy triều như ráng biển (*A. aureum*), ô rô (*A. ilicifolius*) hay sam biển (*S. portulacastrum*). Một số loài như cóc vàng (*L. racemosa*), vẹt dù (*B. gymnorrhiza*) được ghi nhận trong vùng TTVNM ven biển miền Bắc Việt Nam nhưng không thấy xuất hiện tại Đa Lộc.

3.1.3.3. Đa dạng và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn

Kết quả nghiên cứu đa dạng, cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn tại xã Đa Lộc (bảng 3.8):

Bảng 3.8. Độ đa dạng, cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn tại Đa Lộc

STT	Loài	Mật độ tương đối (%)	Tần suất xuất hiện tương đối (%)	Độ ưu thế tương đối (%)	Độ quan trọng (%)	Độ rộng ổ sinh thái βi	Chỉ số đa dạng Shannon H'
1	Bần chua	3,44	27,27	6,50	12,40	4,61	0,4
2	Đâng	3,19	31,82	3,49	12,83	5,12	
4	Sú	0,37	4,55	0,73	1,88	1,00	
5	Trang	93,01	36,36	89,28	72,88	7,42	

Kết quả nghiên cứu cho thấy tại xã Đa Lộc, trang (*K. obovata*) có ưu thế tuyệt đối với độ quan trọng IV lên tới 72,88%, lấn át mạnh mẽ những loài còn lại như sú (*A. corniculatum*) (IV = 1,99), đâng (*R. stylosa*) (IV = 12,83%) và bần chua (*S. caseolaris*) (IV = 12,40%). Kết quả đánh giá mức độ chuyên biệt của một loài và khả năng của loài đó trong việc khai thác nguồn sống và duy trì quần thể tại xã Đa Lộc cũng cho thấy trang (*K. obovata*) có ổ sinh thái rộng nhất (*βi* = 7,42), tiếp theo là đâng (*R. stylosa*), bần chua (*S. caseolaris*) và cuối cùng là sú (*A. corniculatum*). Kết quả này giải thích khả năng khai thác nguồn sống của trang (*K. obovata*) tốt hơn các loài còn lại và hoàn toàn phù hợp với sự ưu thế tuyệt đối của trang (*K. obovata*) tại TTVNM xã Đa Lộc.

Hình 3.7. TTVNM với trang (K. obovata) chiếm ưu thế tại Đa Lộc

3.1.3.4. Mật độ, kích thước cây và sinh khối của thảm thực vật ngập mặn

Kết quả nghiên cứu về mật độ cây, đường kính thân cây, chiều cao cây, và sinh khối của TTVNM xã Đa Lộc (bảng 3.9):

Bảng 3.9. Mật độ, kích thước cây ngập mặn và sinh khối TTVNM tại Đa Lộc

STT	Ô tiêu chuẩn	Mật độ (cây/ha)	Đường kính thân (cm)	Chiều cao cây (m)	Sinh khối (tấn/ha)
1	ĐL1-1	9.400	9,19	2,40	609,83
2	ĐL1-2	5.700	11,16	3,15	435,37
3	ĐL1-3	10.900	9,23	3,12	531,85
4	ĐL2-1	13.800	6,11	2,93	291,89
5	ĐL2-2	14.900	4,86	2,69	196,81
6	ĐL3-1	10.500	7,48	2,80	318,47
7	ĐL3-2	7.200	12,07	3,57	678,93
8	ĐL3-3	9.100	9,18	3,34	472,29
Trung bình (Mean)		*10.188*	*8,66*	*3,00*	*441,93*
Độ lệch chuẩn (SD)		*3.088*	*2,42*	*0,37*	*165,29*

Kết quả nghiên cứu cho thấy TTVNM tại Đa Lộc có mật độ trung bình 10.188 cây/ha, đường kình trung bình của thân cây khoảng 8,66 cm, chiều cao trung bình của cây khoảng 3,0 m và sinh khối khoảng 441,93 tấn/ha. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy chiều cao, đường kính của cây giảm theo hướng ra phía sông và hướng về phía bờ đê (bảng 3.9). Các ô tiêu chuẩn ở giữa các tuyến điều tra như ĐL1-2 và ĐL3-2 đều có đường kính và chiều cao trung bình cao nhất. Điều đó có thể giải thích được do càng về phía sông cây càng dễ bị tác động mạnh của các yếu tố ngoại cảnh như thời gian ngập triều lâu hơn, sự tác động của sóng và gió mạnh hơn. Trong khi đó, ở phía đê cây có xu

hướng bị suy thoái do sự bồi tụ trầm tích làm cho nền đất cao lên. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với những nhận xét của Phan Nguyên Hồng và cs [9] về quy luật diễn thế sinh thái TTVNM tại Việt Nam.

3.1.4. So sánh hiện trạng thảm thực vật ngập mặn tại các địa điểm nghiên cứu

3.1.4.1. Diện tích, phân bố thảm thực vật ngập mặn

Kết quả so sánh diện tích TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu với nhau được trình bày ở bảng 3.10. Theo đó, diện tích TTVNM theo kết quả tính toán của Luận án và số liệu hiện trạng TTVNM được công bố tại Đồng Rui đều lớn hơn rất nhiều so với diện tích TTVNM tại VQG Xuân Thủy và Đa Lộc.

Bảng 3.10. So sánh diện tích TTVNM (ha) tại các địa điểm nghiên cứu

Địa điểm	Kết quả nghiên cứu	Số liệu đã được công bố
Đồng Rui	2900	3108(*)
VQG Xuân Thủy	1518	1661(†)
Đa Lộc	415	448(‡)

(*)Số liệu điều tra tại UBND xã Đồng Rui (2014)

(†)Hoàng Thị Thanh Nhàn [13]

(‡)Số liệu điều tra tại Phòng TN&MT huyện Hậu Lộc (2013)

Có rất nhiều yếu tố tự nhiên và xã hội ảnh hưởng tới sự phát triển và diện tích phân bố của TTVNM. Trong đó, vị trí địa lý, địa hình, khí hậu… đóng vai trò rất quan trọng. Như đã được phân tích ở mục trên, Đồng Rui và Xuân Thủy có điều kiện vị trí, địa hình thuận lợi, đất đai màu mỡ nên TTVNM phát triển tốt với diện tích phân bố lớn. Trong khi đó, bãi bồi ven biển xã Đa Lộc là bãi ngang, ngắn và ngập sâu hơn so với VQG Xuân Thủy,

hơn nữa ở Đa Lộc không có hệ thống đảo bao quanh như Đồng Rui nên việc bảo vệ, phục hồi TTVNM rất khó khăn do thường xuyên chịu tác động của những cơn bão nhiệt đới từ biển ập vào cùng với sóng mạnh, triều cường và nước biển dâng. Vì vậy, mặc dù diện tích TTVNM tại Đa Lộc không lớn nhưng lại có vai trò rất lớn trong việc chắn sóng, chắn gió, chống sạt lở bảo vệ hệ thống đê biển đồng thời bảo vệ cuộc sống, tính mạng và tài sản của người dân trong vùng.

3.1.4.2. Thành phần loài cây ngập mặn

So sánh thành phần loài cây ngập mặn tại các địa điểm nghiên cứu thông qua kết quả nghiên cứu chỉ số tương đồng SI (bảng 3.11) cho thấy có sự tương đồng khá lớn về thành phần loài cây ngập mặn thực thụ giữa các địa điểm nghiên cứu. Cụ thể, chỉ số SI giữa Đồng Rui và VQG Xuân Thủy = 0,89; giữa VQG Xuân Thủy và Đa Lộc = 0,86; giữa Đồng Rui và Đa Lộc = 0,7.

Bảng 3.11. Chỉ số tương đồng (SI) về thành phần loài cây ngập mặn tại các địa điểm nghiên cứu

	Đồng Rui	Xuân Thủy	Đa Lộc
Đồng Rui		0,89	0,75
Xuân Thủy	0,89		0,86
Đa Lộc	0,75	0,86	

Những địa điểm có sự tương đồng về thành phần loài cao hơn thể hiện sự "pha trộn" các loài lớn hơn. Kết quả so sánh cho thấy những điểm nghiên cứu ở gần nhau hơn như Đồng Rui-VQG Xuân thủy hay VQG Xuân Thủy-Đa Lộc có sự pha trộn các loài lớn hơn so với ở những điểm nghiên cứu ở xa nhau như Đồng Rui-Đa Lộc. Điều đó có thể do các địa điểm nghiên cứu gần nhau có sự tương đồng về điều kiện tự nhiên như nhiệt độ, lượng mưa… hay

đều nằm ở cửa sông (VQG Xuân Thủy nằm ở cửa Ba Lạt và TTVNM Đa Lộc nằm ở cửa Lạch Sung) với lượng phù sa lớn, hàm lượng dinh dưỡng trong đất cao. Các địa điểm gần nhau hơn cũng tạo điều kiện thuận lợi cho sự di chuyển, phát tán trụ mầm hơn so với những địa điểm nằm xa nhau. Shannon và Wiener [76] cũng cho rằng sự đa dạng loài phụ thuộc vào sự thích nghi của loài và tăng lên cùng với sự ổn định của quần xã. Điều đó giải thích sự đa dạng loài tại Đồng Rui cao hơn so với các địa điểm còn lại vì Đồng Rui được nhiều đảo phía ngoài chắn gió, sóng nên sự phát triển ổn định hơn các địa điểm còn lại.

3.1.4.3. Đa dạng và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn

Độ đa dạng của những loài cây ngập mặn thực thụ cao nhất được ghi nhận tại Đồng Rui (H = 1,1), tiếp theo tại Xuân Thủy (H = 0,7) và Đa Lộc (H = 0,4). Ngược lại, TTVNM phức tạp nhất được ghi nhận tại Đa Lộc (CI = 77,8), tiếp theo Đồng Rui (CI = 42,7) và Xuân Thủy (CI = 20,6) (hình 3.8).

Hình 3.8. Chỉ số đa dạng Shannon và chỉ số phức tạp của TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu

Như đã phân tích ở trên, sự khác nhau về mức độ đa dạng (thông qua chỉ số Shannon) giữa Đồng Rui, VQG Xuân Thủy và Đa Lộc có thể được giải thích do nguyên nhân tự nhiên và tác động của con người. Đồng Rui với vị trí địa lý thuận lợi hơn cho sự phát triển của TTVNM, đồng thời TTVNM tại Đồng Rui được bảo tồn tốt nên mức độ đa dạng thành phần loài cây ngập mặn cao hơn. Trong khi đó, VQG Xuân Thủy và Đa Lộc có vị trí chịu nhiều sóng gió, đồng thời TTVNM ở những khu vực này chủ yếu được tái sinh và phục hồi nên mức độ đa dạng thành phần loài thấp hơn. Ngoài ra, do TTVNM tại VQG Xuân Thủy được quan tâm, bảo vệ, phát triển từ rất sớm và gần đây ít bị tác động bởi con người hơn so với TTVNM tại Đa Lộc nên mức độ đa dạng thành phần loài tại VQG Xuân Thủy cao hơn so với tại Đa Lộc. Diện tích TTVNM tại Đồng Rui và VQG Xuân Thủy lớn hơn, ổn định hơn rất nhiều so với diện tích và sự ổn định của TTVNM tại Đa Lộc cũng có thể là nguyên nhân TTVNM tại Đồng Rui và VQG Xuân Thủy có chỉ số đa dạng (chỉ số Shannon) cao hơn so với tại Đa Lộc. Điều này là phù hợp, vì như chính Shannon và Wiener [76] đã cho rằng sự đa dạng loài phụ thuộc vào sự thích nghi của loài và tăng lên cùng với sự ổn định của quần xã thực vật.

Chính sự khác nhau về lịch sử phát triển như đã phân tích ở trên tạo nên TTVNM tại Đa Lộc phức tạp hơn so với TTVNM tại VQG Xuân Thủy và Đồng Rui. Kết quả nghiên cứu cho thấy TTVNM tại Đa Lộc có mật độ cá thể và kích thước cây lớn hơn. Khi so sánh với những TTVNM khác trên thế giới, chúng tôi nhận thấy chỉ số phức tạp CI của TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu thuộc vùng ven biển miền Bắc thấp hơn nhiều so với vùng Orissa (Ấn Độ) [84], nhưng lại cao hơn so với TTVNM tại đầm phá Puttalam và vịnh Dutch (Sri Lanka) [24].

Mặc dù kết quả nghiên cứu độ tương đồng về thành phần loài cây ngập mặn thực thụ được phân tích ở trên cho thấy các địa điểm nghiên cứu có

thành phần loài khá tương đồng (> 75%), chỉ có trang (*K. obovata*) và đâng (*R. stylosa*) là hai loài phân bố tương đối đồng đều trong các ô tiêu chuẩn tại cả ba địa điểm nghiên cứu. Các loài khác như vẹt dù (*B. gymnorrhiza*) phân bố chủ yếu tại Đồng Rui, còn bần chua (*B. caseolaris*) lại phân bố nhiều ở VQG Xuân Thủy và Đa Lộc. Chính vì vậy, để so sánh cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn tại các địa điểm nghiên cứu, đề tài luận án tính toán và so sánh độ quan trọng của 3 loài, nhóm loài gồm trang (*K. obovata*), đâng (*R. stylosa*) và những loài khác tại các địa điểm nghiên cứu khác nhau (hình 3.9).

Hình 3.9. Cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn tại các địa điểm nghiên cứu

Hình 3.9 cho thấy tại Đồng Rui độ quan trọng của trang (*K. obovata*) và đâng (*R. stylosa*) lần lượt chiếm 22% và 10,2%, những loài còn lại chiếm tới 67,8%. Trong khi đó tại VQG Xuân Thủy, độ quan trọng của trang (*K. obovata*) 48,9%, đâng (*R. stylosa*) chỉ chiếm 3,1% còn lại là những loài khác. Đặc biệt, tại Đa Lộc, trang (*K. obovata*) có độ quan trọng tới 72,9%, đâng (*R. stylosa*) 12,8%, các loài còn lại chỉ chiếm 14,3%. Như vậy trang (*K. obovata*) có độ ưu thế tăng dần từ nơi có vĩ độ cao (Đồng Rui) xuống nơi có vĩ độ thấp hơn (VQG Xuân Thủy, Đa Lộc); độ ưu thế của đâng (*R. stylosa*) thay đổi một

cách ngẫu nhiên giữa các địa điểm nghiên cứu và độ ưu thế của các loài khác có xu hướng giảm dần từ Đồng Rui tới VQG Xuân Thủy và Đa Lộc. Điều này là phù hợp với các nghiên cứu trước đây trên thế giới. Kết quả nghiên cứu, tổng hợp của Sheue và cs [80] cho thấy trang (*K. obovata*) là loài chịu lạnh và vùng phân bố của các loài này từ ven biển miền Bắc Việt Nam lên phía Bắc tới Hồng Kông, Đài Loan và Nam Nhật Bản (hình 3.10). Giới hạn nhiệt độ lạnh có thể là nguyên nhân chi phối sự phân bố của trang (*K. obovata*). Trong đề tài luận án này, tại 3 địa điểm nghiên cứu thuộc vùng ven biển miền Bắc Việt Nam sự phát triển và ưu thế của trang (*K. obovata*) tăng dần từ nơi có vĩ độ cao xuống nơi có vĩ độ thấp hơn. Như vậy, bên cạnh giới hạn nhiệt độ lạnh, số liệu cho thấy các điều kiện khác như lượng mưa, độ mặn, tần suất và độ ngập triều... tại mỗi địa điểm nghiên cứu cũng là những nhân tố quyết định sự sinh trưởng và phát triển của trang (*K. obovata*). Điều đó hoàn toàn phù hợp với quy luật tác động tổng hợp của các nhân tố sinh thái lên sinh vật.

Hình 3.10. Sơ đồ chỉ giới hạn phân bố của K. obovata (ký hiệu hình tròn) và K. candel (ký hiệu tam giác) trên thế giới (Theo Sheue và cs [80])

3.1.4.4. Mật độ, kích thước cây và sinh khối của thảm thực vật ngập mặn

Kết quả so sánh mật độ cây, chiều cao cây, đường kính thân cây và sinh khối của TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu được trình bày ở hình 3.11.

Hình 3.11. So sánh mật độ, kích thước cây và sinh khối của TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu

Kết quả cho thấy mật độ cây tại Đồng Rui (7.900 cây/ha) và Xuân Thủy (6.925 cây/ha) thấp hơn đáng kể so với mật độ cây tại Đa Lộc (10.188 cây/ha). Đồng thời kích thước của cây cũng tăng dần từ Đồng Rui (đường kính thân cây 5 cm, chiều cao cây 2,1 m) tới Xuân Thủy (đường kính thân cây 6,3 cm, chiều cao cây 3,6 m) và Đa Lộc (đường kính thân cây 8,7 cm, chiều cao cây 3,0 m). Sự khác nhau đó có thể là do Đồng Rui có nhiều điều kiện thuận lợi hơn cho sự phát triển của TTVNM so với Xuân Thủy và Đa

Lộc: Đồng Rui được che chắn bởi các quần đảo ở phía ngoài nên mặc dù nằm trong khu vực chịu nhiều tác động của gió mùa và bão nhưng tác động của sóng tới TTVNM không đáng kể. Về mùa đông khi gió mùa đông bắc tràn xuống nước ta, khu vực Đồng Rui có nhiệt độ không khí, đất và nước xuống thấp, thậm chí giảm đột ngột đã kìm hãm sự sinh trưởng và phát triển của cây ngập mặn. Sự tác động của gió mùa đông bắc giảm dần khi xuống phía Nam, khu vực Xuân Thủy và Đa Lộc.

Kết quả nghiên cứu trên cũng phù hợp với kết luận của Phan Nguyên Hồng [7] về sự tác động của gió mùa đông bắc làm giảm nhiệt độ đột ngột tại khu vực Đông Bắc làm cho một số loài cây không thích nghi nổi, các loài khác chịu đựng được thì bị kìm hãm về kích thước. Ngoài ra, sự khác nhau về các yếu tố sinh thái khác như độ mặn, trầm tích bãi triều, địa hình… cũng là những nguyên nhân của sự khác nhau về mật độ, kích thước trung bình và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn của TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu.

3.2. ĐIỀU KIỆN KHÍ HẬU VÀ MỰC NƯỚC BIỂN TÁC ĐỘNG TỚI THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN

3.2.1. Điều kiện khí hậu và mực nước biển tại các địa điểm nghiên cứu

Phan Nguyên Hồng [7], [9] và nhiều nhà khoa học khác đã cho rằng sự khác nhau về các yếu tố khí hậu, thủy văn cùng với các nhân tố sinh thái khác là nguyên nhân của sự khác nhau về cấu trúc, thành phần loài cây ngập mặn. Trong giới hạn của đề tài luận án này, các nhân tố sinh thái nhiệt độ trung bình năm (^{o}C), lượng mưa trung bình (mm/năm) và mực nước biển được nghiên cứu nhằm tìm ra mối quan hệ giữa các đặc điểm của TTVNM với sự thay đổi nhiệt độ, lượng mưa và mực nước biển, qua đó đánh giá sự biến đổi của TTVNM trong điều kiện BĐKH và NBD.

3.2.1.1. Điều kiện nhiệt độ, lượng mưa tại các địa điểm nghiên cứu

Số liệu nghiên cứu tại hình 3.12 cho thấy khi nhiệt độ trung bình năm tăng dần từ 23°C tại Đồng Rui đến 23,7°C tại Xuân Thủy và 24,3°C tại Đa Lộc, lượng mưa có sự thay đổi phức tạp hơn, cao nhất là tại Đồng Rui (2324,9 mm/năm), và thấp nhất là tại Xuân Thủy (1582,8 mm/năm).

Hình 3.12. Nhiệt độ trung bình và lượng mưa tại các địa điểm nghiên cứu (Nguồn: Trung tâm Tư liệu khí tượng và thủy văn - Bộ TN&MT)

Đánh giá sự thay đổi nhiệt độ, và lượng mưa, số liệu điều tra, thu thập cho thấy tại khu vực VQG Xuân Thủy, nhiệt độ tăng trung bình khoảng

0,013^{o}C/năm, lượng mưa giảm khoảng 4,145 mm/năm; tại Đồng Rui, nhiệt độ tăng trung bình khoảng 0,02^{o}C/năm, lượng mưa tăng khoảng 15,34 mm/năm; và tại vùng Đa Lộc, nhiệt độ tăng trung bình khoảng 0,023^{o}C/năm, lượng mưa tăng khoảng 1,122 mm/năm (hình 3.13).

Hình 3.13. Biến đổi nhiệt độ, lượng mưa tại các địa điểm nghiên cứu (Nguồn: Trung tâm Tư liệu khí tượng và thủy văn - Bộ TN&MT)

Nhiệt độ tăng lên cùng với lượng mưa giảm như đối với VQG Xuân Thủy có thể làm tăng điều kiện khô từ đó làm giảm năng suất và đa dạng sinh học bởi vì một số loài như bần chua (*Sonneratia caseolaris*) rất nhạy cảm với sự tăng độ mặn do điều kiện khô tăng lên. Tuy nhiên khi lượng mưa tăng lên như đối với Đồng Rui và Đa Lộc cũng có thể làm giảm độ mặn từ đó ảnh hưởng tới sự phân bố của các loài cây ngập mặn [45].

3.2.1.2. Mực nước biển và tần suất ngập triều tại các địa điểm nghiên cứu

Mực nước biển là một trong những yếu tố quan trọng quyết định tần suất ngập triều do đó khi BĐKH làm thay đổi mực nước biển cũng làm thay đổi tần suất ngập triều. Số liệu mực nước biển tại trạm quan trắc gần địa điểm nghiên cứu nhất, trạm Hòn Dáu (thành phố Hải Phòng) được lựa chọn để tính toán tần suất ngập triều tại các địa điểm nghiên cứu. Số liệu tính toán cho thấy mực nước biển trung bình giai đoạn 2001-2014 là 193,0 cm.

Kết quả thu thập và phân tích số liệu mực nước biển quan trắc tại trạm Hòn Dáu (Hải Phòng) cho thấy mực nước biển đã tăng trung bình khoảng 1,9 mm/năm (hình 3.14). Thay đổi đó là kết quả của rất nhiều hiện tượng tự nhiên như sự giãn nở của nước biển, sự nâng lên hạ xuống của đất, lục địa hoặc đáy đại dương.

Cùng với thay đổi nhiệt độ, lượng mưa, nước biển dâng làm thay đổi tần suất ngập triều cũng tác động rất lớn tới sự sinh trưởng, phát triển và phân bố của TTVNM. Đặc biệt là trong điều kiện nước biển dâng làm cho TTVNM không còn khả năng tiến ra phía biển, đồng thời các công trình như đê biển, nuôi trồng thủy hải sản, ô nhiễm môi trường nước, đất ven biển có thể ngăn cản TTVNM tiến vào đất liền.

Hình 3.14. Nước biển dâng theo số liệu quan trắc tại Hòn Dáu
(Nguồn: Trung tâm Tư liệu khí tượng và thủy văn - Bộ TN&MT)

3.2.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ, lượng mưa, tần suất ngập triều tới thảm thực vật ngập mặn

Nhiều nhân tố môi trường như nhiệt độ, lượng mưa, thổ nhưỡng, thể nền, độ ngập triều… trong TTVNM tạo thành một tổ hợp các nhân tố sinh thái cùng tác động tới TTVNM [7], [9]. Tuy nhiên, nghiên cứu mối quan hệ

và quy luật tác động của từng nhân tố sinh thái nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tới TTVNM thông qua các chỉ số có thể định lượng được như mật độ cây, kích thước cây, mức độ đa dạng loại và cấu trúc thành phần loài của TTVNM sẽ cho phép đánh giá chính xác hơn về sự tác động của BĐKH và NBD tới TTVNM, làm cơ sở để dự báo sự biến đổi của TTVNM trong điều kiện BĐKH và NBD.

3.2.2.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tới mật độ, kích thước cây

Ảnh hưởng của nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tới mật độ, kích thước cây của TTVNM được nghiên cứu trên cơ sở phân tích mối quan hệ giữa mật độ, kích thước cây của TTVNM với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều. Kết quả được thể hiện ở các hình 3.15, 3.16 và 3.17.

Hình 3.15. Mối quan hệ của mật độ cây/ha với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tại VBMBVN

Hình 3.16. Mối quan hệ của đường kính thân cây với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tại VBMBVN

Hình 3.17. Mối quan hệ của chiều cao cây với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tại VBMBVN

Kết quả nghiên cứu khẳng định các đặc điểm mật độ và kích thước cây có mối quan hệ tương quan chặt chẽ với các điều kiện nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều ($R \geq 0,5$; $p < 0,05$). Đánh giá chi tiết từng mối quan hệ nêu trên, chúng tôi nhận thấy mật độ, đường kính thân, chiều cao cây có quan hệ tuyến tính dương với nhiệt độ (có nghĩa là khi nhiệt độ tăng lên thì các đặc điểm này cũng tăng lên), nhưng đường kính thân, chiều cao cây thì chưa phải đã tuân theo quy luật này (có nghĩa là khi lượng mưa tăng lên cao thì các đặc điểm này không tăng) và mật độ cây có xu hướng ổn định khi lượng mưa tăng lên. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy khi tần suất ngập triều tăng lên (có nghĩa là ở những nơi thường xuyên bị ngập triều hơn) thì mật độ và chiều cao cây dường như không tăng lên.

Mendez-Alonzo [64] và Novitzky [71] khi nghiên cứu đặc điểm cấu trúc TTVNM tại Vịnh Mexico và Florida (Mỹ) đã cho rằng kích thước của cây TTVNM tỷ lệ thuận với nhiệt độ và lượng mưa. Như vậy, kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho rằng kích thước của cây ngập mặn tỷ lệ nghịch với lượng mưa (cụ thể là Đồng Rui có lượng mưa cao hơn nhưng lại có kích thước cây ngập mặn thấp hơn so với VQG Xuân Thủy và Đa Lộc) hoàn toàn trái ngược với nhận xét của Mendez-Alonzo [65] và Novitzky [72] cho rằng kích thước của cây ngập tỷ lệ thuận với lượng mưa. Tuy nhiên, sự khác nhau này có thể được giải thích là do Đồng Rui có nhiệt độ thấp, đặc biệt là khi gió mùa đông bắc tràn xuống thì nhiệt độ không khí, nước và đất giảm đột ngột đã kìm hãm sự sinh trưởng của cây ngập mặn. Mặt khác, Đồng Rui có trầm tích bãi triều nghèo, chủ yếu là cát nhỏ hay cát bột nên các loài cây ngập mặn sinh trưởng cũng kém hơn so với tại VQG Xuân Thủy và Đa Lộc, nơi có trầm tích là bùn sét, giàu dinh dưỡng.

3.2.2.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tới đa dạng loài và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn

Ảnh hưởng của nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tới đa dạng loài và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn được nghiên cứu trên cơ sở phân tích mối quan hệ giữa đa dạng loài và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều. Kết quả được thể hiện ở các hình 3.18, 3.19 và 3.20.

Hình 3.18. Mối quan hệ của chỉ số đa dạng (chỉ số Shannon) với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tại VBMBVN

Hình 3.19. Mối quan hệ của độ quan trọng của loài trang (K. obovata) với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tại VBMBVN

Hình 3.20. Mối quan hệ của độ quan trọng của loài đâng (R. stylosa) với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tại VBMBVN

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy chỉ số đa dạng (chỉ số Shannon) có quan hệ tương quan chặt chẽ với cả nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều ($R \geq 0,6$; $p < 0,05$). Trong đó, độ đa dạng loài cây ngập mặn tỷ lệ nghịch với nhiệt độ và tần suất ngập triều, nhưng tỷ lệ thuận với lượng mưa (có nghĩa là độ đa dạng loài giảm xuống khi nhiệt độ và tần suất ngập triều tăng lên, nhưng tăng lên khi lượng mưa tăng lên). Kết quả nghiên cứu này cũng có phần trái ngược với những nhận xét của Pool và cs [73], Lugo và Zucca [62] bởi vì các tác giả này cho rằng phản ứng điển hình của quần xã cây ngập mặn đối với sự sụt giảm nhiệt độ đó là sự giảm số lượng loài và ở những nơi có điều kiện môi trường khô hơn thì độ phức tạp của thảm thực vật TTVNM thấp hơn.

Sự khác nhau về kết quả nghiên cứu của chúng tôi và nhận xét của Pool và cs [73], Lugo và Zucca [62] cũng có thể được giải thích do đặc điểm khác biệt của Đồng Rui. Mặc dù Đồng Rui có điều kiện khí hậu không thuận lợi (nhiệt độ trung bình thấp hơn VQG Xuân Thủy và Đa Lộc) nhưng lại được các đảo nhỏ phía ngoài che chắn gió, bão nên TTVNM vẫn phát triển, nhiều diện tích rừng tự nhiên vẫn được bảo tồn do đó độ đa dạng loài cao hơn. Đồng Rui có nhiệt độ thấp, đặc biệt là khi gió mùa đông bắc tràn xuống thì nhiệt độ không khí, nước và đất giảm đột ngột đã kìm hãm sự sinh trưởng của cây ngập mặn nên cây ngập mặn tại Đồng Rui thấp hơn so với các địa điểm khác. Đồng thời, Đồng Rui có trầm tích bãi triều nghèo, phù sa chủ yếu là cát nhỏ hay cát bột nên các loài cây ngập mặn sinh trưởng cũng kém hơn so với tại VQG Xuân Thủy và Đa Lộc, nơi có trầm tích là bùn sét, giàu dinh dưỡng.

Đánh giá mối quan hệ của độ quan trọng (IV) của các loài nghiên cứu với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều chúng tôi nhận thấy độ quan trọng của trang (*K. obovata*) và đâng (*R. stylosa*) đều có quan hệ tương quan chặt chẽ với cả nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập ($R > 0,5$; $P < 0,05$). Độ

quan trọng của đâng (*R. stylosa*) giảm, nhưng độ quan trọng của trang (*K. obovata*) tăng lên khi nhiệt độ và tần suất ngập triều tăng lên. Ngược lại, độ quan trọng của đâng (*R. stylosa*) tăng, nhưng độ quan trọng của trang (*K. obovata*) giảm xuống khi lượng mưa tăng lên. Điều đó có nghĩa là ở những nơi có nhiệt độ cao hơn, thường xuyên bị ngập triều thì trang (*K. obovata*) chiếm ưu thế nhưng khi lượng mưa tăng lên thì sự ưu thế của trang (*K. obovata*) giảm và đâng (*R. stylosa*) tăng lên.

Như vậy, qua kết quả nghiên cứu của luận án có thể góp phần khẳng định: nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều là những nhân tố ảnh hưởng tới mức độ ưu thế và phân bố của các loài cây ngập mặn như trang (*K. obovata*) và đâng (*R. stylosa*). Điều này có thể bổ sung cho ý kiến của Bunt và cs [29], cho rằng điều kiện khí hậu không phải là nhân tố quan trọng nhất mà mức độ mặn của nước đã hạn chế sự phân bố của các loài cây ngập mặn. Khi đánh giá trên quan điểm tổng hợp, Phan Nguyên Hồng [9] đã cho rằng mỗi thành phần của khí hậu (nhiệt độ, lượng mưa, độ ẩm, gió...) có ảnh hưởng nhất định đến sự sinh trưởng và phân bố của các loài cây ngập mặn; tùy theo điều kiện cụ thể mà nhân tố này có thể tác động mạnh hay yếu hơn các nhân tố khác. Bên cạnh đó Phan Nguyên Hồng [7] cũng cho rằng tần suất ngập triều cũng là một trong những nhân tố ảnh hưởng trực tiếp tới sự sinh trưởng và phân bố của các loài cây ngập mặn.

3.2.2.3. Ảnh hưởng tổng hợp của nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tới thảm thực vật ngập mặn

Để đánh giá sự tác động tổng hợp của các nhân tố nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tới mật độ và kích thước cây, độ đa dạng và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn, các mô hình hồi quy đa biến đã được xây dựng và kết quả được trình bày ở bảng 3.12.

Bảng 3.12. Mô hình hồi quy của mật độ, kích thước cây, độ đa dạng và cấu trúc thành phần loài của TTVNM với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều

STT	Mô hình				R	F	p
	Biến phụ thuộc	**Biến độc lập**	**Hệ số**	**Hệ số chuẩn hóa**			
1	Mật độ (cây/ha)	Hằng số	-138669,407		0,69	3,347	0,03
		Nhiệt độ	5909,169	1,120			
		Lượng mưa	7,042	0,890			
		Tấn suất ngập	-71,569	-0,287			
2	Chiều cao cây (m)	Hằng số	24,218		0,75	5,094	0,005
		Nhiệt độ	-0,731	-0,306			
		Lượng mưa	-0,003	-0,775			
		Tấn suất ngập	0,014	0,126			
3	Đường kính thân cây (cm)	Hằng số	-62,728		0,61	2,756	0,047
		Nhiệt độ	2,749	0,369			
		Lượng mưa	0,001	0,078			
		Tấn suất ngập	0,032	0,089			
4	Chỉ số đa dạng Shannon *H'*	Hằng số	2,988		0,81	8.639	<0,001
		Nhiệt độ	-0,075	-0,080			
		Lượng mưa	0,001	0,374			
		Tấn suất ngập	-0,017	-0,390			
5	Độ quan trọng của đâng (%)	Hằng số	107,376		0,73	2,815	0,044
		Nhiệt độ	-5,441	-0,201			
		Lượng mưa	0,018	0,343			
		Tấn suất ngập	-0,031	-0,023			
6	Độ quan trọng của trang (%)	Hằng số	-436,635		0,93	31,238	<0,001
		Nhiệt độ	19,753	0,298			
		Lượng mưa	-0,040	-0,392			
		Tấn suất ngập	1,197	0,390			

Kết quả phân tích hồi quy cho thấy hệ số xác định R của các mô hình trong khoảng 0,61-0,93. Trong đó, các mô hình của mật độ, chiều cao cây, đường kính thân cây, chỉ số đa dạng (chỉ số Shannon) và độ quan trọng của loài đâng (*R. stylosa*) và trang (*K. obovata*) với nhiệt độ, lượng mưa và tỷ lệ ngày ngập có hệ số xác định R khá cao, tương ứng là 0,69; 0,75; 0,61; 0,81; 0,73 và 0,93, tức là nhiệt độ, lượng mưa và tỷ lệ ngày ngập có thể giải thích khoảng 69% những thay đổi về mật độ, 75% những thay đổi về chiều cao cây, 61% những thay đổi về đường kính thân cây, 81% những thay đổi về chỉ số đa dạng (chỉ số Shannon), 73% những thay đổi về độ quan trọng của loài đâng (*R. stylosa*) và 93% những thay đổi về độ quan trọng của loài trang (*K. obovata*). Kiểm định F cũng cho thấy các mô hình nêu trên đều có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Kết quả này cũng tương ứng với kết quả phân tích tương quan ở trên.

Về lý thuyết thì hệ số hồi quy R có giá trị từ 0 đến 1 và R càng cao thì mô hình hồi quy tương ứng càng có độ tin cậy cao trong việc giải thích biến động của biến phụ thuộc (có nghĩa là giá trị R càng cao là một dấu hiệu cho thấy mối liên hệ giữa biến độc lập và biến phụ thuộc càng chặt chẽ). Tuy nhiên việc xác định giá trị tối thiểu cho hệ số hồi quy chỉ là tương đối. Vì vậy, chúng tôi áp dụng các mô hình hồi quy này vào tính toán đồng thời so sánh kết quả với số liệu đo thực tế tại các ô tiêu chuẩn nhằm kiểm tra độ chính xác và đánh giá khả năng ứng dụng thực tế của các mô hình vào dự báo mức độ biến đổi của TTVNM khi điều kiện nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều thay đổi. Kết quả so sánh được trình bày ở bảng 3.13 và hình 3.21.

Bảng 3.13. So sánh mật độ, kích thước cây, độ đa dạng và cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn từ mô hình hồi quy với số liệu đo thực địa

STT	Đặc điểm TTVNM	Đo thực địa (R)	Mô hình hồi quy (P)	Sai số (E) (%)
1	Mật độ (cây/ha)	8074,0	8825	9,3
2	Chiều cao (m)	2,8	2,6	-7,1
3	Đường kính (cm)	8,1	7,4	-8,6
4	Chỉ số đa dạng Shannon H’	0,5	0,55	10,0
	Độ quan trọng (%)			
5	Trang (*K. obovata*)	49,8	54,3	9,0
6	Đâng (*R. stylosa*)	13,5	12,3	-8,9

Ghi chú: $E = 100 \times \frac{P - R}{R}$

Kết quả tính toán từ các mô hình hồi quy đều có sai số tương đối thấp (< 10%). Trong đó, các mô hình hồi quy đường kính, chiều cao và độ quan trọng của loài đâng (*R. stylosa*) thấp hơn so với giá trị đo đếm tại thực địa; các mô hình hồi quy mật độ cây/ha, mức độ đa dạng (chỉ số Shannon) và độ quan trọng của loài trang (*K. obovata*) lớn hơn so với giá trị đo đếm thực địa. Điều đó có nghĩa là có thể áp dụng những mô hình hồi quy để dự báo nhanh sự thay đổi của TTVNM.

Khi cân nhắc áp dụng các mô hình hồi quy để dự báo sự biến đổi của TTVNM chúng tôi ưu tiên sử dụng những mô hình cho giá trị dự báo thấp hơn giá trị đo tại thực địa để có thể đưa ra những đề xuất có ý nghĩa mang tính cảnh báo và bảo tồn TTVNM. Bởi lẽ, thực tế cho thấy một dự báo thấp hơn (xấu hơn) so với thực tế để đưa ra biện pháp bảo tồn và phát triển vẫn tốt hơn, dễ chấp nhận hơn một dự báo cao hơn (tốt đẹp hơn) so với thực tế [74]. Trong giới hạn nghiên cứu của luận án và kết quả dự báo sự biến đổi của TTVNM sẽ được sử dụng mang tính định hướng cho tương lai trong

điều kiện BĐKH và NBD thì sai số dưới 10% của tất cả các mô hình dự báo trên là có thể chấp nhận được.

Hình 3.21. Mối quan hệ giữa các giá trị dự báo bằng mô hình hồi quy và giá trị điều tra tại thực địa

Chính vì vậy, các mô hình hồi quy nêu trên đã bước đầu được sử dụng để định lượng sự biến đổi của TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu trong điều kiện BĐKH và NBD dẫn tới thay đổi nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tại các địa điểm nghiên cứu Đồng Rui, VQG Xuân Thủy và Đa Lộc. Các mô hình hồi quy trên chỉ đặc trưng cho khu vực nghiên cứu. Khi nghiên cứu ứng dụng mô hình tại khu vực khác cần xây dựng mới hoặc sửa đổi mô hình bằng cách bổ sung dữ liệu thu thập tại địa điểm đó. Ngoài ra, cần phải rà soát, đánh giá, biện luận về sự tác động của những nhân tố sinh thái khác (không phải là nhiệt độ, lượng mưa, tần suất ngập triều) có thể tác động tới TTVNM để có cái nhìn tổng hợp, khách quan về sự biến đổi của TTVNM trong điều kiện BĐKH và NBD.

3.3. SỰ BIẾN ĐỔI CỦA THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG

3.3.1. Điều kiện nhiệt độ, lượng mưa và mực nước biển theo kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng

Các kịch bản BĐKH và NBD cho Việt Nam đã được Bộ TN&MT [1] xây dựng theo các kịch bản phát thải khí nhà kính khác nhau: thấp, trung bình và cao. Bộ TN&MT cũng khuyến nghị trong thời điểm hiện nay sử dụng kịch bản ứng với mức phát thải trung bình. Đề tài luận án này cũng sử dụng kịch bản phát thải trung bình trong các phân tích liên quan đến biến đổi khí hậu tại VBMBVN.

Kết quả tính toán nhiệt độ, lượng mưa, mực nước biển đến năm 2050 cho các địa điểm nghiên cứu theo kịch bản phát thải trung bình nêu trên được trình bày ở bảng 3.14. Mực nước biển đến năm 2050 tại các địa điểm nghiên cứu tiếp tục được so sánh với số liệu về độ bồi tụ trầm tích (mục 3.3.2) để tính

tần suất ngập triều tại từng ô tiêu chuẩn tại các điểm nghiên cứu theo phương pháp đã được trình bày ở mục 2.3.2.4.

Bảng 3.14. Kết quả tính toán nhiệt độ, lượng mưa và mực nước biển theo kịch bản BĐKH và NBD tại các địa điểm nghiên cứu

Chỉ tiêu	Năm	Đồng Rui	Xuân Thủy	Đa Lộc
Nhiệt độ trung bình năm (^oC)	2020	23,8	24,2	24,8
	2030	24,0	24,5	25,0
	2040	24,3	24,8	25,3
	2050	24,5	25,1	25,5
Lượng mưa trung bình (mm/năm)	2020	2224,5	1646,2	1759,3
	2030	2239,9	1655,9	1769,8
	2040	2255,3	1668,9	1780,2
	2050	2272,9	1681,9	1792,4
Mực nước biển (cm)	2020	198,2	193,3	196,4
	2030	200,1	186,9	195,2
	2040	202,5	181,0	194,5
	2050	206,4	176,6	195,3

3.3.2. Bồi tụ trầm tích-nhân tố làm thay đổi tới tần suất ngập triều

Một trong những vai trò quan trọng của TTVNM là lưu giữ phù sa, trầm tích từ các sông đổ về và từ đại dương mang lại, chính vì vậy nền đất của thảm thực vật ngập mặn liên tục được nâng cao lên [4]. Kết quả đo thực địa cho thấy tốc độ bồi tụ trầm tích trung bình tại TTVNM Đồng Rui, VQG Xuân Thủy và Đa Lộc lần lượt là 3,2; 10,9 và 5,2 mm/năm (hình 3.22). Vì thời gian đo đạc chỉ giới hạn trong thời gian thực hiện đề tài luận án nên tốc độ bồi tụ trầm tích đo được có thể chưa phản ánh hết tốc độ nâng cao nền đáy. Theo

thời gian lớp trầm tích bồi tụ đó sẽ chặt lại, lớp trầm tích bồi tụ mới hình thành và độ dày lớp trầm tích được bồi tụ còn phụ thuộc vào dòng chảy, tốc độ dòng chảy của sông, sóng, gió bão hay địa hình.... Trong giới hạn về thời gian và điều kiện thực hiện đề tài luận án, kết quả đo tốc độ bồi tụ trầm tích nêu trên vẫn thể hiện được xu hướng chung của bồi tụ trầm tích và được chọn nghiên cứu cho các nội dung tiếp theo.

Hình 3.22. Tốc độ bồi tụ trầm tích tại các địa điểm nghiên cứu

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy tốc độ bồi tụ trầm tích tại các địa điểm Đồng Rui, VQG Xuân Thủy và Đa Lộc tương ứng là 3,2; 10,4 và 5,2 mm/năm (hình 3.22), cao hơn khá nhiều so với tốc độ tăng mực nước biển chỉ 1,9 mm/năm (mục 3.2.1.2). Như vậy, tại những khu vực này, nền đất vẫn tiếp tục cao lên, có nghĩa là diện tích bãi bồi có khả năng tiếp tục được mở rộng. Kết quả này đóng vai trò quan trọng trong việc phân tích khả năng phát triển của TTVNM ra phía biển, cũng như đề xuất các giải pháp quản lý TTVNM và phát triển cho khu vực ven biển tại các địa điểm nghiên cứu.

3.3.3. Khả năng bị biến đổi của thảm thực vật ngập mặn trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng

Ellison [45] đã phát triển phương pháp đánh giá tổng hợp, có thể sử dụng rộng rãi để đánh giá khả năng bị tổn thương của TTVNM đối với BĐKH và NBD. Phương pháp này dựa trên những thông tin thu thập được từ các tài liệu khoa học đã được công bố hoặc đo đạc ngoài thực địa với những cơ sở lý luận sau đây:

- Diện tích phân bố hay các đặc điểm như tỷ lệ cây chết, sự tái sinh, sự sinh trưởng phát triển và thành phần loài cây ngập mặn có thể thay đổi do tác động trực tiếp, gián tiếp của BĐKH và NBD. Sự thu hẹp giới hạn phân bố, suy giảm năng suất và sinh trưởng là dấu hiệu của khả năng bị tổn thương tăng.

- Sự bồi tụ trầm tích ở TTVNM cho phép nền đáy của nó tăng lên. Sự bồi tụ trầm tích không theo kịp mực nước biển dâng gây ra do biến đổi khí hậu có thể ảnh hưởng tới phân bố, sinh trưởng và phát triển của TTVNM. Mặt khác, sự bồi tụ trầm tích cũng trực tiếp ảnh hưởng tới thời gian và tần suất ngập, độ mặn, nồng độ oxy trong đất, từ đó ảnh hưởng tới khả năng thích ứng của TTVNM đối với BĐKH và NBD.

- Điều kiện khô tăng lên do BĐKH có thể làm giảm năng suất và đa dạng sinh học. Những loài cây ngập mặn như bần chua (*S. caseolaris*), đâng (*R. stylosa*)... rất nhạy cảm với sự tăng độ mặn do điều kiện khô hạn tăng lên.

- Hệ thống quản lý, bảo vệ TTVNM yếu kém, sự tham gia hạn chế của các bên liên quan vào quản lý TTVNM và cộng đồng địa phương gia tăng áp lực lên TTVNM do các sinh kế và chiến lược thích ứng không thích hợp có thể làm tăng khả năng bị tổn thương đối với BĐKH và NBD.

Kết quả điều tra thực địa và phân tích số liệu về khí hậu, thủy triều, biến động diện tích rừng, đặc điểm sinh học và khả năng mở rộng diện tích

TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu theo các chỉ tiêu đánh giá nêu trên của Ellison [45] được trình bày ở bảng 3.15.

Bảng 3.15. Kết quả điều tra, thu thập dữ liệu và cho điểm các tiêu chí đánh giá khả năng bị tổn thương của TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu

STT	**Các yếu tố đánh giá**	**Điểm số theo 5 mức tác động của từng yếu tố đánh giá tới TTVNM**					**Điểm số cho từng yếu tố tác động tới TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu**		
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**Đồng Rui**	**VQG Xuân Thủy**	**Đa Lộc**
1	Sự tác động của tự nhiên/ con người	*Không có dấu hiệu*	*Vừa phải*	*Tương đối mạnh*	*Mạnh*	*Rất mạnh*	*3*	*2*	*4*
2	Sự tái sinh	*Tất cả các loài*	*Hầu hết các loài*	*Một số loài*	*Vài loài*	*Không loài nào*	*3*	*2*	*4*
3	Diện tích ngang thân (m^2/ha)	*>25*	*15-25*	*15-10*	*10-5*	*<5*	*2*	*1*	*1*
4	Sự thu hẹp giới hạn phân bố (phía biển)	*Không*	*Ít*	*Trung bình*	*Đáng kể*	*Rất đáng kể*	*2*	*2*	*2*
5	Sự suy giảm diện tích TTVNM	*Không hoặc rất ít*	*Ít*	*Trung bình*	*Đáng kể*	*Rất đáng kể*	*1*	*1*	*1*
6	Độ lớn thủy triều (m)	*>3*	*2-3*	*1,5-2,0*	*1-1,5*	*<1*	*1*	*2*	*2*
7	Khoảng độ cao phân bố TTVNM (cm)	*>60*	*50-60*	*30-50*	*20-30*	*<20*	*1*	*1*	*3*
8	Diện tích để rừng tiến vào đất liền	*Rất lớn*	*Lớn*	*Trung bình*	*Ít*	*Không có*	*5*	*5*	*5*
9	Thay đổi mực nước biển	*Tăng nhiều*	*Tăng ít*	*Không thay đổi*	*Giảm ít*	*Giảm nhiều*	*2*	*2*	*2*
10	Bồi tụ trầm tích so với nước biển dâng (mm)	*Cao hơn, >1*	*Cao hơn, <1*	*Bằng nhau*	*Thấp hơn, <1*	*Thấp hơn, >1*	*2*	*1*	*1*

STT	Các yếu tố đánh giá	Điểm số theo 5 mức tác động của từng yếu tố đánh giá tới TTVNM					Điểm số cho từng yếu tố tác động tới TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu		
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**Đồng Rui**	**VQG Xuân Thủy**	**Đa Lộc**
11	Thay đổi về lượng mưa	*Ẩm ướt hơn*	*Không thay đổi*	*Khô hơn, không đáng kể*	*Khô hơn nhiều*	*Khô hơn rất nhiều*	*3*	*1*	*1*
12	Cơ chế bảo vệ TTVNM	*Tốt*	*Khá*	*Trung bình*	*Kém*	*Không có*	*2*	*2*	*2*
13	Khả năng quản lý của cộng động	*Tốt*	*Khá*	*Trung bình*	*Kém*	*Không có*	*2*	*2*	*2*
14	Sự tham gia của các bên liên quan	*Tốt*	*Khá*	*Trung bình*	*Kém*	*Không có*	*2*	*2*	*2*
Trung bình							***2,21***	***1,86***	***2,29***

Với nguyên tắc điểm trung bình thấp tương ứng với tính dễ bị tổn thương thấp [45], TTVNM tại Vườn quốc gia Xuân Thủy ít bị tổn thương hơn so với tại Đồng Rui và Đa Lộc. Tuy nhiên, với điểm đánh giá tổn thương trung bình trong khoảng 1,86-2,29 và so sánh với kết quả nghiên cứu của Ellison [45], khả năng bị tổn thương của TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu đối với BĐKH và NBD ở mức tương đối thấp, có nghĩa là hiện tại TTVNM tại khu vực này có khả năng chống chịu khá tốt với BĐKH và NBD.

Phân tích chi tiết các yếu tố cho thấy tính dễ bị tổn thương đối với BĐKH và NBD của TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu thấp là do rất nhiều nguyên nhân từ con người và tự nhiên. Một trong những yếu tố quan trọng đó là diện tích TTVNM tại tất cả các địa điểm nghiên cứu đều tăng trong những năm qua. Sự gia tăng diện tích phân bố TTVNM không chỉ do sự phát triển tự nhiên của TTVNM mà hàng trăm hecta cây ngập mặn đã

được trồng tại các địa điểm nghiên cứu [20]. Kết quả này cho thấy những nỗ lực bảo vệ, phát triển TTVNM sẽ góp phần đáng kể trong việc giảm khả năng bị tổn thương của TTVNM đối với BĐKH và NBD.

Ngoài tác động của con người trong việc trồng, phục hồi TTVNM, tốc độ bồi tụ trầm tích cao hơn, thậm chí cao hơn rất nhiều so với nước biển dâng (ví dụ trường hợp đối với VQG Xuân Thủy, tốc độ bồi tụ trầm tích lên tới 10,4 mm/năm, trong khi tốc tăng mực nước biển dự báo là 1,9 mm/năm) cũng là một trong những nguyên nhân cơ bản góp phần làm giảm tính dễ bị tổn thương đối với BĐKH và NBD của TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu. Điều đó có thể giải thích là do khi tốc độ bồi tụ trầm tích cao hơn nước biển dâng làm cho diện tích bãi bồi có thể được mở rộng ra, từ đó TTVNM cũng có thể mở rộng ra phía biển [55]. Như vậy, về mặt lý thuyết, nước biển dâng không phải là yếu tố quan trọng có thể đe dọa sự tồn tại, sinh trưởng và phát triển của TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu.

3.3.4. Biến đổi thảm thực vật ngập mặn tại các địa điểm nghiên cứu

3.3.4.1. Biến đổi của thảm thực vật ngập mặn tại Đồng Rui

Kết quả tính toán mức độ biến đổi mật độ, kích thước cây và cấu trúc thành phần loài của TTVNM tại Đồng Rui đến năm 2050 được trình bày ở các hình 3.23, 3.24.

Hình 3.23. Sự biến đổi mật độ, kích thước cây của TTVNM tại Đồng Rui

Hình 3.24. Sự biến đổi cấu trúc thành phần loài của TTVNM tại Đồng Rui

Kết quả nghiên cứu cho thấy đến năm 2050, trong điều kiện BĐKH và NBD mật độ cây và kích thước cây ngập mặn đều tăng lên, trong khi đó các chỉ số này thay đổi không rõ ràng nếu BĐKH không xảy ra. Mức thay đổi lớn nhất đối với chiều cao và đường kính thân cây; giai đoạn 2030-2050, chiều cao cây có thể tăng gấp đôi và đường kính thân cây lớn hơn khoảng 1,5 lần so với chiều cao và đường kính thân cây hiện nay (hình 3.23). Kết quả này có thể được giải thích là do BĐKH làm tăng nhiệt độ và lượng mưa đã thúc đẩy sự sinh trưởng và phát triển của TTVNM.

Như đã phân tích ở trên, gió mùa đông bắc và nhiệt độ xuống thấp vào mùa đông đã kìm hãm sự sinh trưởng và phát triển của TTVNM tại khu vực ven biển miền Bắc Việt Nam nói chung và Đồng Rui nói riêng; tuy nhiên BĐKH có thể làm cho nhiệt độ mùa đông ấm hơn và tác động của gió mùa đông bắc tới TTVNM không rõ rệt nên sự sinh trưởng, phát triển và kích thước của cây ngập mặn lớn hơn so với hiện nay.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy từ nay đến năm 2050, trong điều kiện BĐKH và NBD, độ quan trọng của trang (*K. obovata*) và đâng (*R. stylosa*) tăng lên gần gấp đôi, từ 22% năm 2015 lên 38,7% năm 2050 đối với trang (K. obovata) và từ 10,2% năm 2015 lên 22,3% năm 2050 đối với đâng (*R. stylosa*); đồng thời độ quan trọng của những loài còn lại giảm mạnh từ 67,8% năm 2015 xuống còn 39% năm 2050 (hình 3.24a). Nếu không có BĐKH độ quan trọng của đâng (*R. stylosa*) tăng nhanh từ khoảng 10,2% lên tới 26,7%; độ quan trọng của trang (*K. obovata*) cũng tăng trong giai đoạn này nhưng không đáng kể, chỉ từ 22% năm 2015 lên 24,3% năm 2050; độ quan trọng của những loài còn lại giảm từ 67,8% năm 2015 xuống còn 49,1% năm 2050 (hình 3.24b). Như vậy, nếu nhìn một cách tổng thể cả quá trình biến đổi thì hiện nay sú (*A. corniculatum*), vẹt dù (*B. gymnorrhiza*), trang (*K. obovata*) và đâng (*R. stylosa*) đang cùng chiếm ưu thế tại TTVNM Đồng Rui, nhưng qua số liệu tính toán đến 2050, đâng (*R. stylosa*) và trang (*K. obovata*) sẽ dần chiếm ưu thế và lấn át mạnh mẽ các loài còn lại.

Kết quả nghiên cứu trên có thể không hoàn toàn giống với những nhận xét của Phan Nguyên Hồng [7] cho rằng sau giai đoạn tiên phong của mắm biển (*A. marina*) hoặc sú (*A. corniculatum*) là giai đoạn hỗn hợp gồm các loài trang (*K. obovata*), đâng (*R. stylosa*) hay vẹt dù (*B. gymnorrhiza*) và sau đó là giai đoạn vẹt dù (*B. gymnorrhiza*) chiếm ưu thế. Đó là do kết quả nghiên cứu của đề tài luận án này là những tính toán cho toàn bộ diện tích TTVNM tại

Đồng Rui và trong điều kiện của BĐKH và NBD. Mặt khác, như đã khẳng định ở phần tổng quan tài liệu, TTVNM tại Đồng Rui cũng như bất kỳ một TTVNM nào đều có sự phân vùng và tại mỗi vùng quá trình biến đổi mà Phan Nguyên Hồng [7] gọi là diễn thế ở những giai đoạn khác nhau. Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*) chiếm ưu thế ở những nơi có nền đất được nâng cao và ổn định với thành phần đất chủ yếu là limon pha cát dạng bùn chặt có lẫn đá cuội, nhưng khi đánh giá toàn bộ TTVNM Đồng Rui hiện tại thì vẹt dù (*B. gymnorrhiza*) không còn là loài chiếm ưu thế nữa mà là các loài như đâng (*R. stylosa*) và trang (*K. obovata*).

Như vậy, Phan Nguyên Hồng [7] nghiên cứu, đề xuất và mô tả các giai đoạn của quá trình biến đổi TTVNM nói chung trên cơ sở nghiên cứu từng diện tích (phân vùng) trong đó với một nhóm loài thực vật ngập mặn tương ứng mà ông gọi là quần xã. Phương pháp tính toán dự báo của đề tài luận án này không chia TTVNM thành những đơn vị nhỏ hơn mà coi đó là cả một quần xã thực vật. Do đó kết quả nghiên cứu của đề tài luận án không mâu thuẫn mà hoàn toàn có thể bổ sung cho những kết quả nghiên cứu của Phan Nguyên Hồng [7] để có thể đánh giá cũng như dự báo quá trình biến đổi của TTVNM một cách toàn diện hơn trong điều kiện BĐKH và NBD.

3.3.4.2. Biến đổi của thảm thực vật ngập mặn tại VQG Xuân Thủy

Kết quả tính toán mức độ biến đổi mật độ, kích thước cây và cấu trúc thành phần loài của TTVNM VQG Xuân Thủy đến năm 2050 được trình bày ở các hình 3.25, 3.26.

Hình 3.25. Sự biến đổi mật độ, kích thước cây của TTVNM VQG Xuân Thủy

a) Trong điều kiện có BĐKH

b) Trong điều kiện không có BĐKH

Hình 3.26. Sự biến đổi cấu trúc thành phần loài của TTVNM VQG Xuân Thủy

Kết quả nghiên cứu cho thấy trong điều kiện BĐKH và NBD từ nay (năm 2015) đến năm 2050, TTVNM phát triển tương đối ổn định với mật độ cây khoảng 8.000-9.000 cây/ha, chiều cao và đường kính thân cây tăng từ 20-30% so với chiều cao và đường kính thân cây năm 2015. Trong khi đó nếu không có BĐKH và NBD thì TTVNM dần dần bị suy thoái với cả mật độ cây giảm, chiều cao và đường kính thân cây đều giảm đáng kể với chỉ 1.400 cây/ha, đường kính thân cây 5,3 cm và chiều cao cây 0,9 m (hình 3.25). Kết quả này phản ánh trong điều kiện không có BĐKH và NBD, nhiều cây ngập

mặn không thể tồn tại, chết đi; một số cây sống sót và tái sinh nhưng cây tái sinh kém phát triển với đường kính và chiều cao trung bình nhỏ hơn rất nhiều.

Kết quả cũng cho thấy đến năm 2050, trong điều kiện có BĐKH và NBD thì độ quan trọng của các loài vẫn tương đối ổn định (hình 3.26a). Kết quả đó hoàn toàn trái ngược với những tính toán nếu không có BĐKH và NBD, bởi vì khi đó cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn có nhiều biến động. Đặc biệt là từ năm 2030 đến 2050, độ quan trọng của trang (*K. obovata*) giảm từ khoảng 46,2% xuống chỉ còn khoảng 22,2%, trong khi độ quan trọng của đâng (*R. stylosa*) tăng từ 7,2% lên 21,3% và độ quan trọng của các loài còn lại ít thay đổi (hình 3.26b).

Kết quả trên có thể được giải thích do sự bồi tụ trầm tích tại VQG Xuân Thủy diễn ra rất mạnh 10,9 mm/năm (hình 3.22) và nếu mực nước biển không thay đổi hoặc ít thay đổi thì nền đất sẽ được nâng cao làm cho độ ngập và tần suất ngập triều tại VQG Xuân Thủy sẽ giảm nhanh chóng, kéo theo là rất nhiều những thay đổi về thổ nhưỡng, độ mặn, pH, dinh dưỡng… trong đất. Tất cả những thay đổi đó sẽ không còn phù hợp với các loài cây ngập mặn và TTVNM sẽ bị suy thoái và sau năm 2050 TTVNM có thể bị thay thế bằng một hệ sinh thái khác phù hợp hơn.

Kết quả nghiên cứu của Van Maren [85] về sự biến động đường bờ biển tại khu vực ven biển tỉnh Nam Định nói chung và VQG Xuân Thủy nói riêng giai đoạn 1952-1996 là minh chứng cụ thể cho những nhận định trên của chúng tôi. Theo đó năm 1952 đường bờ biển vẫn nằm hoàn toàn phía trong VQG Xuân Thủy và từ năm 1952 đến 1996 đường bờ biển liên tục biến động theo hướng mở rộng ra phía biển để hình thành VQG Xuân Thủy như hiện nay (hình 3.27). Mặc dù hiện nay thì tốc độ dòng chảy, lượng phù sa do sông Hồng mang lại có thể giảm do một loạt các công trình thủy điện được

xây dựng ở đầu nguồn, nhưng với tốc độ bồi tụ như hiện nay thì đến năm 2050 và sau đó, đường bờ biển vẫn có thể sẽ tiến xa về phía biển và VQG Xuân Thủy hiện nay sẽ là một vùng đất cao không hoặc ít bị ngập triều và không còn phù hợp với các loài cây ngập mặn.

Hình 3.27. Biến động đường bờ biển tại VQG Xuân Thủy
(Theo Van Maren [85])

Như vậy, đối với VQG Xuân Thủy thì nếu không có BĐKH và NBD, TTVNM sẽ biến đổi theo hướng suy thoái và nếu được dự báo chính xác, quy hoạch cũng như quản lý tốt thì TTVNM sẽ phát triển và tiến ra phía biển cùng với sự bồi tụ trầm tích và mở rộng bãi bồi về phía biển. Còn trong điều kiện BĐKH và NBD, cùng với những định hướng bảo tồn, phát triển hợp lý TTVNM sẽ tiếp tục phát triển tại VQG Xuân Thủy mặc dù có sự thay đổi về cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn.

3.3.4.3. Biến đổi của thảm thực vật ngập mặn tại Đa Lộc

Kết quả tính toán mức độ biến đổi mật độ, kích thước cây và cấu trúc thành phần loài của TTVNM tại Đa Lộc đến năm 2050 được trình bày ở các hình 3.28, 3.29.

Hình 3.28. Sự biến đổi mật độ, kích thước cây của TTVNM Đa Lộc

a) Trong điều kiện có BĐKH

b) Trong điều kiện không có BĐKH

Hình 3.29. Sự biến đổi cấu trúc thành phần loài của TTVNM Đa Lộc

Từ nay đến năm 2050 TTVNM tại Đa Lộc phát triển tương đối ổn định trong cả hai điều kiện giả định có và không có BĐKH và NBD. Trong cả hai trường hợp, mật độ và kích thước cây đều tăng lên. Cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn cũng có nhiều biến động; trong đó, độ quan trọng của trang (*K. obovata*) tăng từ 72,9% năm 2015 lên 86,3% năm 2050 trong điều kiện khí hậu ổn định và tăng lên 89,6% trong điều kiện có BĐKH và NBD. Độ quan trọng của những loài còn lại giảm từ 27,1% năm 2015 xuống

còn 13,7% khi điều kiện khí hậu ổn định và còn 10,4% khi điều kiện khí hậu biến đổi. Như vậy đến năm 2050, trang (*K. obovata*) tiếp tục là loài chiếm ưu thế tuyệt đối và lấn át mạnh mẽ những loài cây ngập mặn còn lại tại TTVNM Đa Lộc (các hình 3.28, 3.29). Kết quả trên có thể do lịch sử phát triển TTVNM tại khu vực này chủ yếu do hoạt động trồng rừng từ 10-20 năm trở lại đây và loài được trồng chủ yếu là trang (*K. obovata*). Các loài khác như bần chua (*S. caseolaris*) hay đâng (*R. stylosa*) cũng được trồng nhưng với số lượng cây ít và khả năng sống sót không cao so với trang (*K. obovata*).

3.3.4.4. Đánh giá chung về sự biến đổi của thảm thực vật ngập mặn trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng

Luận án chỉ tập trung thực nghiệm tại 3 địa điểm đại diện cho 3 khu vực, tiểu khu liên tiếp tại vùng VBMBVN, nhưng kết quả nghiên cứu trên của luận án, những quan sát thực địa và tổng hợp kết quả nghiên cứu của Phan Nguyên Hồng và cs [9], [10] tại các tỉnh thuộc VBMBVN (Quảng Ninh, Hải Phòng, Thái Bình, Nam Định, Ninh Bình và Thanh Hóa) cho thấy TTVNM đều có những đặc điểm tương đồng với TTVNM tại một trong các địa điểm nghiên cứu đại diện. Do đó, những kết quả nghiên cứu của luận án có thể đại diện cho vùng VBMBVN.

Tổng hợp kết quả nghiên cứu cho thấy tại VBMBVN, sự biến đổi của TTVNM đến năm 2050 chưa đạt đến sự thay thế hoàn toàn TTVNM hiện tại bằng một hệ sinh thái mới khác hoàn toàn về thành phần, cấu trúc, động thái và các mối quan hệ. Tuy nhiên, TTVNM tại VBMBVN có thay đổi theo 2 xu hướng rõ rệt:

- Xu hướng thứ nhất (như xảy ra đối với TTVNM tại Đồng Rui và VQG Xuân Thủy): TTVNM bị suy thoái tự nhiên với mật độ cây, kích thước cây giảm và cấu trúc thành phần loài biến đổi. Trong điều kiện BĐKH và NBD mức độ suy thoái chậm hơn so với khi không có BĐKH và NBD. Tuy vậy, đến năm 2050, trong 3 vùng nghiên cứu, TTVNM VQG Xuân Thuỷ bị suy thoái nhiều nhất với mật độ và kích thước cây bị suy giảm đáng kể.

- Xu hướng thứ hai (như xảy ra đổi với TTVNM tại Đa Lộc): TTVNM phát triển ổn định trong cả hai điều kiện giả định có và không có BĐKH và NBD với mật độ cây, kích thước cây ổn định, cấu trúc thành phần loài biến đổi nhưng không lớn.

Kết quả trên có thể được giải thích do sự bồi tụ trầm tích tại các địa điểm nghiên cứu khá mạnh, đặc biệt là tại Xuân Thủy với tốc độ bồi tụ trầm tích 10,9 mm/năm (hình 3.22) làm cho nền đất cao lên từ đó làm giảm tần suất ngập triều và biến đổi các điều kiện lý, hóa học của đất, từ đó làm biến đổi TTVNM. Phan Nguyên Hồng [7] cũng cho rằng khi đất không còn ngập nước triều, làm cho bùn khô hơn thì diễn thế sinh thái TTVNM chuyển sang dạng thoái hoá do môi trường đã biến đổi không phù hợp với cây ngập mặn nữa. Phía sau của diễn thế đó có thể là một vùng thấp trũng ngấm nước mặn với thảm cỏ, một vùng đất mặn hoang hoá, một rừng núi đá vôi, rừng nội địa, rừng cây họ Dầu (Dipterocarpaceae) tuỳ theo vị trí địa hình, và bắt đầu chuyển sang một thảm thực vật khác không giống tính chất của TTVNM. Như vậy những tính toán của chúng tôi hoàn toàn phù hợp với những đánh giá của Phan nguyên Hồng [7] về diễn thế TTVNM.

Những tính toán trong điều kiện BĐKH và NBD cũng cho thấy TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu vẫn phát triển ổn định đến năm 2050.

Mật độ và kích thước cây giữ ổn định nhưng cấu trúc thành phần loài biến đổi (các hình 3.24a, 3.26a và 3.29a). Kết quả này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Gilman [53] cho rằng TTVNM vẫn phát triển và theo kịp tốc độ tăng mực nước biển. Điều đó có nghĩa là khi nước biển dâng xảy ra nhưng trầm tích vẫn được bồi tụ và tốc độ bồi tụ trầm tích cao hơn hoặc bằng tốc độ tăng mực nước biển thì TTVNM ít bị tác động.

a)

b)

c)

d)

Hình 3.30. TTVNM phát triển tự nhiên về phía biển (a) và một số hoạt động của con người ngăn cản sự phát triển của TTVNM: nuôi ngao (b), khai thác vạng (c) và chặt phá cây ngập mặn để nuôi tôm sau đó bỏ hoang (d)

Tuy nhiên khi các điều kiện khí hậu khác như nhiệt độ, lượng mưa thay đổi sẽ tác động trực tiếp hoặc gián tiếp (thông qua thay đổi độ mặn đất

và nước) tới sự sinh trưởng và phân bố của các loài cây ngập mặn [42], [50]. Duke và cs [40] khi so sánh TTVNM ở một số nơi trên thế giới và Australia đã có kết luận rằng TTVNM có xu hướng cao hơn và đa dạng hơn ở những nơi có lượng mưa lớn hơn và ngược lại. Điều đó được Ellison [42] giải thích là do lượng mưa tăng làm tăng lượng trầm tích phù sa, giảm sulphat và độ mặn. Nói tóm lại, TTVNM nói chung và TTVNM tại VBMBVN nói riêng không chỉ có vai trò góp phần ứng phó và làm giảm nhẹ tác động của BĐKH và NBD mà TTVNM còn trực tiếp chịu tác động của BĐKH và NBD. Bên cạnh những tác động tiêu cực nhất thời của các hiện tượng thời tiết cực đoan như gió mạnh, bão hay lốc xoáy, BĐKH và NBD giúp duy trì sự phát triển của TTVNM, làm chậm hoặc ngăn cản quá trình suy thoái TTVNM.

Tất cả những tính toán và phân tích nêu trên chủ yếu dựa trên sự phát triển tự nhiên và quá trình biến đổi của TTVNM do BĐKH và NBD. Trên thực tế, con người luôn có những tác động trực tiếp hoặc gián tiếp tới TTVNM thông qua các hoạt động như quai đê, chuyển đổi TTVNM sang sản xuất nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản, các hoạt động vận tải biển, xây dựng các cảng biển, khu công nghiệp gần TTVNM hay khai thác hải sản trong TTVNM và trồng mới cây ngập mặn… Hoạt động của con người có thể ngăn cản quá trình phát triển tự nhiên của TTVNM (hình 3.30b,c,d) và ảnh hưởng trực tiếp đến kết quả tính toán dự báo nêu trên. Chính vì vậy, kết quả nghiên cứu của đề tài luận án này sẽ là nền tảng để tiếp tục đánh giá khả năng biến đổi của TTVNM dưới tác động của con người để từ đó dự báo được chính xác sự biến đổi của TTVNM làm cơ sở cho bảo tồn và phát triển TTVNM ven biển.

3.4. ĐỀ XUẤT MỘT SỐ GIẢI PHÁP BẢO VỆ, PHÁT TRIỂN THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG

3.4.1. Những căn cứ đề xuất

Kết quả nghiên cứu đạt được cho thấy từ nay (2015) đến năm 2050, TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu Đồng Rui, VQG Xuân Thủy và Đa Lộc có nhiều biến đổi. Trong điều kiện không có BĐKH và NBD thì TTVNM đều có xu hướng suy thoái và tiến ra phía biển; trong điều kiện có BĐKH và NBD thì TTVNM cũng có xu hướng bị suy thoái nhưng chậm và mức độ suy thoái ít hơn so với khi không có BĐKH và NBD. Sự suy thoái mạnh nhất sẽ diễn ra tại VQG Xuân Thủy sau đó là Đồng Rui và Đa Lộc.

Kết quả điều tra, khảo sát thực địa các bãi bồi mới hình thành, ổn định tại các địa điểm nghiên cứu và các địa điểm khác thuộc VBMBVN như Thái Bình, Ninh Bình cho thấy để cho quá trình tái sinh tự nhiên của TTVNM diễn ra thuận lợi thì ngoài những điều kiện tự nhiên cần thiết như bãi bồi phải được hình thành ổn định với độ cao nhất định, sự tác động của con người có ý nghĩa quyết định:

- Việc chuyển đổi TTVNM và các bãi bồi vào các mục đích sử dụng đất khác như đất sản xuất nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản, xây dựng cơ sở hạ tầng… sẽ làm mất hoặc suy thoái đến không thể phục hồi TTVNM.

- Hoạt động nuôi trồng thủy sản đặc biệt là nuôi ngao tại các bãi bồi phía ngoài TTVNM đã trực tiếp ngăn cản sự phát tán của trụ mầm, chặn đứng sự phát triển tự nhiên của TTVNM ra các bãi mới bồi.

- Việc con người thường xuyên vào và khai thác thủy hải sản trên những bãi mới bồi, giẫm đạp lên các trụ mầm và cây non làm giảm đáng kể sự tái sinh tự nhiên của TTVNM.

- Hoạt động thường xuyên của các tàu vận tải, tàu đánh cá… gây sóng lớn, tập trung rác thải và các chất gây ô nhiễm làm trôi dạt các trụ mầm, đánh đổ cây non và ảnh hưởng tới sự sinh trưởng phát triển của những cây ngập mặn lớn hơn.

Vì vậy, để bảo tồn, phát triển TTVNM, cần phải có những giải pháp tác động tích cực về chính sách quản lý, nghiên cứu khoa học, kỹ thuật, công nghệ, kinh tế - xã hội và giáo dục - đào tạo vào quá trình biến đổi của TTVNM nhằm tạo điều kiện cho quá trình tái sinh tự nhiên của cây ngập mặn về phía biển nơi bãi bồi mới hình thành, được ổn định và diễn ra thuận lợi, nhanh hơn; đồng thời cũng phải có những giải pháp duy trì sự phát triển ổn định hay làm giảm tốc độ suy thoái của TTVNM hiện tại.

3.4.2. Giải pháp bảo vệ, phát triển thảm thực vật ngập mặn trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng

Những căn cứ định hướng nêu trên là nền tảng cơ bản để đề xuất những giải pháp cụ thể tác động tích cực tới sự biến đổi của TTVNM trong điều kiện BĐKH và NBD. Các giải pháp về chính sách quản lý, nghiên cứu khoa học, kinh tế - xã hội hay giáo dục - đào tạo… được xác định là những giải pháp căn cơ và luôn cần thiết. Tuy nhiên, với phạm vi và nội dung nghiên cứu về sinh thái học, luận án tập trung vào các giải pháp kỹ thuật và công nghệ để đảm bảo TTVNM phát triển ổn định, cụ thể như sau:

** Tạo điều kiện thuận lợi để duy trì sự phát triển, làm chậm quá trình suy thoái của TTVNM hiện tại:*

Kết quả phân tích sự biến đổi TTVNM tại các địa điểm nghiên cứu (mục 3.3.4), đặc biệt tại VQG Xuân Thủy và Đồng Rui đều cho thấy TTVNM có xu hướng bị suy thoái. Do đó cần phải có những giải pháp kỹ

thuật cụ thể để duy trì sự phát triển hoặc làm chậm quá trình suy thoái của TTVNM.

- Đối với vị trí có TTVNM bị suy thoái nhanh do bồi tụ trầm tích làm cho nền đất TTVNM ngày càng cao lên, đặc biệt tại những vị trí có tốc độ bồi tụ trầm tích nhanh hơn nhiều so với tốc độ nước biển dâng như VQG Xuân Thủy (kết quả nghiên cứu tại mục 3.3.2), những loài cây ngập mặn chiếm ưu thế như trang (*K. obovata*) có thể chết đi, những cây con tái sinh của chúng kém phát triển hoặc khả năng sống sót không cao (kết quả nghiên cứu tại mục 3.3.4.2). Vì vậy, để kéo dài thời gian phát triển của cây trang (*K. obovata*) người ta có thể đào các rãnh dẫn nước vào những nơi ít ngập triều, giữ cho nền đất luôn ẩm và các rãnh dẫn nước tạo điều kiện để phát tán cây giống sang các vùng xung quanh. Tuy vậy, việc thuận theo chiều hướng diễn thế tự nhiên là trồng thay thế những loài cây ít chịu ngập trên vùng đất đã bị bồi tụ cao vẫn là biện pháp tốn ít kinh phí và phù hợp hơn. Những loài cây ngập mặn có thể trồng trên vùng đất cao như cóc (*Lumnitzera racemosa*), ráng biển (*Acrostichum aureum*) hoặc tra làm chiếu (*Hibiscus tiliaceus*),… Đây chính là tác động tích cực của con người vào quá trình biến đổi TTVNM nhằm đảm bảo cho TTVNM phát triển ổn định, thích ứng kịp thời với BĐKH và NBD.

- Đối với vị trí có TTVNM bị suy thoái do các bờ đầm nuôi trồng thủy sản làm ngăn cản dòng nước chảy tới TTVNM (kết quả điều tra tại Đồng Rui (hình 3.30d) cho thấy rất rõ điều này), cần dần dần phá bỏ những bờ đầm và tìm cách đào thêm mương dẫn nước để hạn chế diện tích đất bị chia cắt và một phần đất nào đó không ngập nước định kỳ dẫn tới TTVNM bị suy thoái nhanh chóng. Đồng thời cần nghiên cứu trồng bổ sung vào TTVNM các loài cây khác với loài cây ngập mặn hiện tại đang bị suy thoái như đâng

(*R. stylosa)* hay vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)… nhằm nâng cao độ đa dạng và đảm bảo sự phát triển ổn định của TTVNM.

** Tạo không gian, điều kiện thuận lợi thúc đẩy sự phát triển của TTVNM ra phia biển:*

- Kết quả nghiên cứu cho thấy TTVNM biến đổi theo xu hướng suy thoái ở vị trị hiện tại và nếu có đủ không gian là những bài bồi mới hình thành và ổn định thì TTVNM có thể phát triển tự nhiên ra phía biển. Việc bố trí các bãi nuôi trồng thuỷ sản như ngao và tôm ở phía ngoài và bao kín các TTVNM như hiện nay ở các tỉnh thuộc phạm vị nghiên cứu đề tài làm cho TTVNM không có không gian phát triển tự nhiên, chặn đứng quá trình diễn thế tự nhiên của TTVNM. Kết quả phân tích tại mục 3.3.4.4 trong luận án đã cho thấy điều này. Như vậy, nếu không có quy hoạch và tạo không gia phát triển thì trước sau gì TTVNM cũng bị suy thoái và biến mất, làm mất khả năng phòng hộ rất quan trọng của TTVNM. Quy hoạch để tạo không gian cho TTVNM phát triển được coi là yếu tố kỹ thuật quan trọng và rất cần thiết hiện nay ở các tỉnh ven biển miền Bắc Việt Nam.

- Kết quả phân tích về cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn ở vùng bãi bồi mới được hình thành chủ yếu là các loài chịu ngập như mắm biển (*A. marina*) ở Đồng Rui, bần chua (*S. caseolaris*) hay trang (*K. obovata*) ở VQG Xuân Thủy, Đa Lộc. Do vậy ở những vùng này, cần nghiên cứu, ứng dụng kỹ thuật, công nghệ làm giảm sóng (như làm hàng rào tre, quây lưới...) tạo điều kiện thuận lợi cho các trụ mầm, cây con của những loài cây ngập mặn tiên phong như trang (*K. obovata*), bần chua (*S. caseolaris*) hay mắm biển (*A. marina*) tái sinh trên các bãi bồi mới hình thành và ổn định. Đồng thời, để đẩy nhanh quá trình phát triển của những cây tiên phong trên bãi bồi mới ổn định, thực hiện trồng bổ sung cây ngập mặn. Chẳng hạn, đối với khu vực

cửa sông như cửa Ba Lạt, Trà Lý hay cửa Lèn, tàu thuyền hoạt động liên tục, bên cạnh gió bão thường xuyên gây ra sóng lớn thì những cây bần chua (*S. caseolaris*) được trồng trong vườn ươm 1-3 năm, sau đó đánh bầu và đem trồng trên các bãi bồi mới hình thành và ổn định sẽ có tỷ lệ sống sót cao hơn so với cây tái sinh tự nhiên từ các trụ mầm trên mặt bãi bồi.

Việc áp dụng đồng thời những giải pháp nêu trên làm chậm quá trình suy thoái TTVNM và thúc đẩy quá trình tái sinh của các cây ngập mặn ra phía biển diễn ra nhanh hơn có thể giúp duy trì sự phát triển ổn định của TTVNM, đảm bảo các chức năng phòng hộ quan trọng của TTVNM.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

1. Vùng VBMBVN có TTVNM phát triển, tuy nhiên thành phần loài cây ngập mặn thực thụ không nhiều với 15 loài thuộc 13 chi, 12 họ, trong đó đâng (*R. stylosa*) và trang (*K. obovata*) phân bố và tham gia vào nhóm loài chiếm ưu thế ở tất cả các địa điểm nghiên cứu. TTVNM có mật độ cây khoảng 7.900-10.188 cây/ha; chiều cao trung bình tương đối thấp, khoảng 2,1-3,6 m và đường kính trung bình của thân cây khá nhỏ, khoảng 5,0-8,7 cm.

2. Mật độ, kích thước cây (chiều cao, đường kính thân cây), chỉ số đa dạng (chỉ số Shannon) và độ quan trọng của 2 loài chủ yếu trang (*K. obovata*) và đâng (*R. stylosa*) của TTVNM tại khu vực VBMBVN chịu sự tác động chặt chẽ của của các yếu tố khí hậu, thủy văn như nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều ($R = 0,61-0,93$; $p < 0,05$).

3. Đến năm 2050, TTVNM tại VBMBVN chưa bị thay đổi bằng một thảm thực vật hay hệ sinh thái khác có thành phần, cấu trúc, động thái và mối quan hệ khác, nhưng có thể thay đổi theo 2 xu hướng:

- TTVNM bị suy thoái tự nhiên với mật độ cây, kích thước cây giảm và cấu trúc thành phần loài thay đổi. Điển hình như sự thay đổi TTVNM tại Đồng Rui và VQG Xuân Thủy. Tuy nhiên, trong điều kiện BĐKH, TTVNM phát triển ổn định hơn, ít bị suy thoái hơn so với trong điều kiện không có BĐKH.

- TTVNM phát triển ổn định trong cả hai điều kiện giả định có và không có BĐKH với mật độ cây, kích thước cây ổn định, cấu trúc thành phần loài thay đổi nhưng không lớn. Điển hình như sự thay đổi TTVNM tại Đa Lộc.

4. Đến năm 2050, TTVNM tại một số địa điểm biến đổi theo hướng suy thoái. Do đó, cần phải có giải pháp tổng hợp về chính sách quản lý, nghiên

cứu khoa học, kỹ thuật - công nghệ, kinh tế - xã hội và giáo dục - đào tạo… để bảo vệ và phát triển TTVNM. Trong đó, cần tập trung vào 2 nhóm các giải pháp kỹ thuật - công nghệ nhằm tạo điều kiện thuận lợi để duy trì sự phát triển và làm chậm quá trình suy thoái của TTVNM hiện tại. Nhóm 1 là các giải pháp kỹ thuật làm chậm quá trình suy thoái thảm thực vật ở vùng đất ngày càng bồi tụ cao dần như đào rãnh dẫn nước, phá các bờ đầm ngăn dòng nước chảy, trồng cây chịu được hạn trên vùng đất cao. Nhóm 2 là các giải pháp tạo không gian và điều kiện thuận lợi thúc đẩy sự phát triển của TTVNM ra phía biển như quy hoạch quỹ đất tạo không gian cho TTVNM phát triển ra phía biển; áp dụng công nghệ làm giảm sóng bằng làm tường mềm chắn sóng ngăn xói lở đất kết hợp trồng cây ngập mặn ở vùng đất thấp, quây lưới bảo vệ trụ mầm và cây con, áp dụng kỹ thuật trồng cây ngập mặn ở vùng đất thấp...

KIẾN NGHỊ

1. Một trong những nội dung quan trọng của luận án là dự báo sự biến đổi của TTVNM trong điều kiện BĐKH lần đầu tiên được thực hiện tại VBMBVN; số liệu mới chỉ được thu thập tại 3 địa điểm nghiên cứu nên cần tiếp tục thu thập bổ sung số liệu để hoàn thiện và nâng cao hiệu quả dự báo của các mô hình.

2. Các mô hình dự báo thực nghiệm nói chung và mô hình dự báo biến đổi của TTVNM trong luận án này nói riêng đều có tính chất “địa phương”, có nghĩa là chỉ áp dụng được ở những nơi mà dữ liệu xây dựng nên mô hình được thu thập. Do đó, khi áp dụng các mô hình dự báo này cho những địa điểm khác cần phải điều chỉnh các mô hình bằng cách bổ sung thêm số liệu thu thập tại những địa điểm đó.

NHỮNG CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. Pham Hong Tinh, Nguyen Thi Hong Hanh and Mai Sy Tuan, 2016. Relationship between climatic condition and mangrove forest structure on northern coast of Vietnam. *Journal of Science and Technology* 54(4): 443-451.

2. Pham Hong Tinh and Mai Sy Tuan, 2015. Vulnerability to climate change of mangroves in Xuan Thuy National Park, Vietnam. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science* 10(2): 55-60.

3. Phạm Hồng Tính và Mai Sỹ Tuấn, 2015. Phân tích định lượng các chỉ số đa dạng sinh học và phân bố của thảm thực vật thân gỗ TTVNM tại VBMBVN. *Tạp chí Sinh học* 38(1): 53-60.

4. Phạm Hồng Tính, Nguyễn Thị Thu Hằng, Lại Thị Thảo và Mai Sỹ Tuấn, 2015. Tính dễ bị tổn thương đối với biến đổi khí hậu của TTVNM tại VBMBVN. *Tuyển tập báo cáo hội nghị khoa học toàn quốc lần thứ 6 về sinh thái và tài nguyên sinh vật*, NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam: 1723-1728.

5. Phạm Hồng Tính, Phạm Đức Cường và Mai Sỹ Tuấn, 2014. Đánh giá tính dễ bị tổn thương đối với biến đổi khí hậu của hệ sinh thái TTVNM: lựa chọn phương pháp và những kết quả áp dụng bước đầu. *Tuyển tập báo cáo hội nghị khoa học toàn quốc lần thứ 2 về sinh học biển và phát triển bền vững*, NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam: 305-313.

6. Phạm Hồng Tính, Nguyễn Thị Hồng Hạnh và Mai Sỹ Tuấn (2016). Mối quan hệ giữa đa dạng thành phần loài thực vật ngập mặn thực thụ thân gỗ với nhiệt độ, lượng mưa và tần suất ngập triều tại vùng ven biển miền Bắc, Việt Nam. *Báo cáo Khoa học về Nghiên cứu và Giảng dạy Sinh học ở Việt Nam, Hội nghị Khoa học Toàn quốc lần thứ II*, NXB Đại học quốc gia Hà Nội: 810-817.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Bộ TN&MT (2012), *Kịch bản BĐKH, NBD cho Việt Nam, Hà Nội*.
2. Nguyễn Đức Cự (1991), Một số đặc điểm địa hóa trầm tích rừng ngập mặn tại ven biển miền Bắc Việt Nam, *Tuyển tập Tài nguyên và Môi trường biển* (Tập I), tr. 54-59.
3. Phan Thị Anh Đào, Phan Nguyên Hồng, Lê Xuân Tuấn, Trần Minh Phượng và Nguyễn Hữu Thọ (2007), *Đặc điểm kinh tế – xã hội ở Vườn Quốc gia Xuân Thủy*. Trung tâm Nghiên cứu Hệ sinh thái Rừng ngập mặn - Trung tâm Bảo tồn Sinh vật biển và Phát triển Cộng đồng, Hà Nội, Việt Nam.
4. Nguyễn Thị Hồng Hạnh và Mai Sỹ Tuấn (2008), Đặc tính của thể nền rừng ngập mặn - yếu tố tạo cho TTVNM là bể chứa khí thải nhà kính, *Tạp chí Sinh học*, 30(9), tr. 106-113.
5. Nguyễn Thị Thu Hiền và Trần Thị Thu Hà (2014), Nghiên cứu một số đặc điểm cấu trúc rừng tự nhiên lá rộng thường xanh tại Vườn quốc gia Vũ Quang - Hà Tính, *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, 2014(3), tr. 3408-3416.
6. Phan Kế Lộc (1985), Thử vận dụng bảng phân loại Thảm thực vật của UNESCO 1973 để xây dựng khung phân loại thảm thực vật Việt Nam, *Tạp chí Sinh học*, 7(4), tr. 1-5.
7. Phan Nguyên Hồng (1991), *Sinh thái thảm thực vật rừng ngập mặn Việt Nam*, Luận án tiến sỹ sinh học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội.
8. Phan Nguyên Hồng, Trần Văn Ba, Hoàng Thị Sản (1997), *Vai trò của rừng ngập mặn Việt Nam, kỹ thuật trồng và chăm sóc*, Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.

9. Phan Nguyên Hồng, Trần Văn Ba, Viên Ngọc Nam, Hoàng Thị Sản, Vũ Trung Tạng, Lê Thị Trễ, Nguyễn Hoàng Trí, Mai Sỹ Tuấn, Lê Xuân Tuấn (1999), *Rừng ngập mặn Việt Nam*, Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.

10. Phan Nguyên Hồng (chủ biên) (2004), *Hệ sinh thái rừng ngập mặn ven biển đồng bằng sông Hồng*, Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.

11. Phan Nguyên Hồng, Nguyễn Thị Kim Cúc, Vũ Thục Hiền (2008), *Phục hồi rừng ngập mặn ứng phó với biến đổi khí hậu hướng tới phát triển bền vững*, Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.

12. Phan Nguyên Hồng (2003), *Phương pháp Điều tra rừng ngập mặn*, Sổ tay hướng dẫn quan sát và điều tra đa dạng sinh học, Nxb Giao thông vân tại, Hà Nội, tr. 315-331.

13. Hoàng Thị Thanh Nhàn (2014), *Nghiên cứu xây dựng chỉ thị quan trắc đa dạng sinh học đất ngập nước ven biển ở Việt Nam - trường hợp tại Vườn quốc gia Xuân Thủy, Nam Định*, Luận án Tiến sĩ khoa học môi trường, Đại học Quốc gia Hà Nội.

14. Đỗ Đình Sâm, Nguyễn Ngọc Bình, Ngô Đình Quế, Vũ Tấn Phương (2005), *Tổng quan rừng ngập mặn Việt Nam*, Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.

15. Đoàn Đình Tam (2012), *Báo cáo tổng kết đề tài KHCN: Nghiên cứu kỹ thuật trồng rừng ngập mặn trên các điều kiện lập địa khó khăn góp phần chắn sóng vùng ven biển phía Bắc Việt Nam*, Bộ NN & PTNT, Hà Nội.

16. Nguyễn Nghĩa Thìn (1997), *Cẩm nang nghiên cứu đa dạng sinh vật*, Nxb Nông nghiệp Hà Nội.

17. Nguyễn Hoàng Trí (1996), *Thực vật rừng ngập mặn Việt Nam*, Nxb Giáo dục, Hà Nội.

18. Nguyễn Hoàng Trí (2006), *Sinh quyển và các khu dữ trữ sinh quyển*, Nxb Đại học Sư phạm, Hà Nội.

19. Vũ Văn Triệu, Nguyễn Văn Cường, Trần Văn Giải Phóng, Nguyễn Ngọc Huy, Phạm Minh Thư, Nguyễn Quang Tân, Trần Phong và Phạm Thị Bích Ngọc (2010), *Tài liệu tập huấn về biến đổi khí hậu*, Thuộc dự án xây dựng năng lực về Biến đổi khí hậu cho các Tổ chức Xã hội Dân sự, do đại sứ quán Phần Lan tài trợ.

20. Lê Xuân Tuấn, Phan Nguyên Hồng và Trương Quang Học, 2008, *Những vấn đề môi trường ven biển và phục hồi rừng ngập mặn tại Việt Nam*, Kỷ yếu hội thảo quốc tế Việt Nam học lần thứ 3: Tiểu ban: Tài nguyên thiên nhiên, môi trường và phát triển bền vững, 12/2008, Hà Nội, tr. 678-692.

Tiếng Anh

21. Alleng, G. (1998), Historical development of the PortRoyal mangrove wetland, Jamaica, *Journal of CoastalResearch*, 14(3), pp. 951–959.

22. Alongi, D.M. (2002), "Present state and future of the world's mangrove forests", *Environmental Conservation*, 29, pp. 331-349.

23. Alongi, D.M. (2008), Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76, pp. 1-13.

24. Amarasinghe M. D., Balasubramaniam S. (1992), Structural properties of two types of mangrove stands on the northwestern coast of Sri Lanka. *Hydrobiologia*, 24, pp. 17-27.

25. Arlot, S. and Celisse, A. (2010), A survey of cross-validation procedures for model selection. *Statistics Surveys* 4: pp: 40-79.

26. Berger, U., Rivera-Monroy, V.H., Doyle, T.W., Dahdouh-Guebas, F., Duke, N.C., Fontalvo-Herazo, M.L., Hildenbrandt, H., Koedam, N., Mehlig, U., Piou, C., Twilley, R.R. (2008), Advances and limitations of Individual-based models to analyze and predict dynamics of mangrove forests: A review, *Aquat. Bot.*, 89, pp. 260–274.

27. Bindoff, N.L., J. Willebrand, V. Artale, A, Cazenave, J. Gregory, S. Gulev, K. Hanawa, C. Le Quéré, S. Levitus, Y. Nojiri, C.K. Shum, L.D. Talley and A. Unnikrishnan (2007), *Observations: Oceanic Climate Change and Sea Level*. In: Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IntergoveTTVNMental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

28. Blasco, F. (1996), Mangroves as indicators of coastal change, *Catena*, 27, pp. 167-78.

29. Bunt, J. S. (1992), *Introduction*. In Robertson A.I. and Alongi D.M (eds), *Tropical mangrove ecosystem*, American Geophysical Union, Washington DC, USA, pp. 1-6.

30. Carter, T.R., Parry, M.L., Harasawa, H. and Nishioka, S. (1994), *IPCC technical guidelines for assessing climate change impacts and adaptation*, Department of Geography, University College London, National Institute for Environmental Studies, Japan, 59 pp.

31. Chapman, V.J. (1976), *Mangrove vegetation*, Valduz Cramer.

32. Clough, B. (2013), *Continuing the Journey Amongst Mangroves*, ISME Educational Book Series No.1, International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japan, and International Tropical Timber Organization, Yokohama, Japan, 86 pp.

33. Clements F.E. (1916), *Plant succession. An analysis of the development of vegetation*, Carnegie Insititution of Washington, 242, Washington.

34. Cheeseman, J.M. (1994), *Depressions of photosynthesis in mangrove canopies*. In: Baker, N.R., Bowyer, J.R. (Eds.), *Photoinhibition of Photosynthesis: From Molecular Mechanisms to the Field*, BIOS, Oxford, pp. 377-389.

35. Cowles H.C. (1899), The ecological relations of vegetation on the sand dunes of Lake Michigan, *Bot. Gazette*, 27, pp. 95-117, 167-202, 218-308.

36. Davis, J.H. (1940), *The ecology and geologic role of mangroves in Florida*, Publications of the Carnegie Institute, Washington, DC. Publication no. 517.

37. De Lange, W.P. and De Lange, P.J. (1994), An appraisal of factors controlling the latitudinal distribution of mangrove (Avicennia marina var. resinifera) in New Zealand, *Journal of Coastal Research*, 10 (3), pp. 539-548.

38. Donald R. Cahoona, Philippe F. Hensel. (2006), *High-Resolution Global Assessment of Mangrove Responses to Sea-Level Rise: A Review*. In *Proceedings of the Symposium on Mangrove Responses to Relative Sea-Level Rise and Other Climate Change Effects*, 13 July 2006, Cairns Convention Centre, Cairns, Australia.

39. Duke, N.C. (1992), *Mangrove floristics and biogeography*. In Robertson A.I. and Alongi D.M. (eds), *Tropical Mangrove Ecosystems*, American Geophysical Union, Washington DC, USA, pp. 63-100.

40. Duke, N.C., Ball, M.C., Ellison, J.C. (1998), Factors influencing biodiversity and distributional gradients in mangroves. *Global Ecol. Biogeogr*., 7, pp. 27–47.

41. Ellison, J. (1993), Mangrove retreat with rising sea level, Bermuda, *Estuarine Coastal and Shelf Sciences*, 37, pp. 75–87.

42. Ellison, J. (2000), *How South Pacific mangroves may respond to predicted climate change and sea level rise*. In: Gillespie, A. & Burns, W. (Eds.) *Climate change in the South Pacific: Impacts and responses in Australia, New Zealand, and small islands states*, Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, Chapter 15, pp. 289–301.

43. Ellison, J. (2001), *Possible impacts of predicted sea-level rise on South Pacific mangroves*. In: Noye, B. & Grzechnik, M. (Eds.), *Sea-level changes and their effects*, Singapore: World Scientific Publishing Company, pp. 289–301.

44. Ellison, J. (2004), *Vulnerability of Fiji's Mangroves and Associated Coral Reefs to Climate Change*, Prepared for the World Wildlife Fund, Launceston, Australia: University of Tasmania.

45. Ellison, J. (2012), *Climate Change Vulnerability Assessment and Adaptation Planning for Mangrove Systems*, Washington, DC: World Wildlife Fund (WWF).

46. Ellison, A.M., Farnsworth, E.J. (1997), Simulated sea level change alters anatomy, physiology, growth, and reproduction of red mangrove (Rhizophora mangle L.), *Oecologia*, 112, pp. 435-446.

47. English, S., Wilkinson, C. và Baker, V. (1997), *Survey Manual for Tropical Marine Resources*, 2nd Edition, Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia, 389 pp.

48. FAO (2007), *The World's Mangrove 1980-2005*, Rome, Italy.

49. FAO (2007), *Mangrove Guidebook for Southeast Asia*, Printed by Dharmasarn Co. Ltd.

50. Field, C. (1995), Impacts of expected climate change on mangroves, *Hydrobiologia*, 295, pp. 75–81.

51. Fischlin, A. (1991), *Interactive modeling and simulation of environmental systems on workstations*. In D.P.F. Moller (ed.), *Analysis of dynamic systems in medicine, biology and ecology*, Springer, Berlin.

52. Fischlin, A. and Gyalistras, D. (1997), Assessing impacts of climatic change on forests in the Alps, *Global Ecology and Biogeography Letter*, 6, pp. 19-37.

53. Gilman, E. (2004), *Assessing and Managing Shoreline Response to Projected Relative Sea-Level Rise and Climate Change*, Prepared for the UNESCO World Heritage Central Pacific Project.

54. Gilman, E., Van Lavieren, H., Ellison, J., Jungblut, V., Wilson, L., Areki, F., Brighouse, G., Bungitak, J., Dus, E., Henry, M., Sauni, I., Kilman, M., Matthews, E., Teariki-Ruatu, N., Tukia, S., Yuknavage, K. (2006), *Pacific Island mangroves in a changing climate and rising sea*, UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 179, UNEP, Nairobi, 58 pp.

55. Gilman Eric L. Gilman, Joanna Ellison, Norman C. Duke, Colin Field (2008), Threats to mangroves from climate change and adaptation options: A review, *Aquatic Botany*, 89, pp. 237–250

56. Hansen, L.J., Biringer, J. (2003), *Building resistance and resilience to climate change*, In L.J. Hansen, J.L. Biringer, J.R. Hoffmann (eds.). *Buying Time: A User's Manual for Building Resistance and Resilience to Climate Change in Natural Systems*, Martin Hiller.

57. He, B., Lai, T., Fan, H., Wang, W., Zheng, H. (2007), Comparison of flooding tolerance in four mangrove species in a diurnal tidal zone in the Beibu Gulf. Estuarine, *Coastal and Shelf Science*, 74, pp. 254-262.

58. IPCC (2007), *The Physical Science Basis*, Cambridge University Press.

59. Kalakoti B. S., Pangty Y. P S. and Saxena A. K. (1987), Quantitative analysis of high altitude vegetation in Kumaon Himalaya. *J. Indian Bot. Soc*., 65, pp. 384-396.

60. Kathiresan K. and Bingham B.L. (2001), Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems, *Advanced in marine biology*, 40, pp. 81-251.

61. Kauffman, J.B. and Donato, D.C. (2012), *Protocols for the measurement, monitoring and reporting of structure, biomass and carbon stocks in mangrove forests*, Working Paper 86, CIFOR, Bogor, Indonesia.

62. Lugo, A. E. and C. P. Zucca (1977), The impact of low temperature stress on mangrove structure and growth, *Tropical Ecology*, 18(2), pp. 149.

63. Lugo, A. E. (1980), Magrove ecosystems: successional or steady state, *Tropical Succession*, 12(2), pp. 65-72.

64. Medez-Alonzo Rodrigo (2008), Latitudinal Variation in Leaf and Tree Traits of the Mangrove Avicennia germinans (Avicenniaceae) in the Central Region of the Gulf of Mexico, *Biotropica*, 40(4), pp. 449-456.

65. Misra R. (1968), *Ecology work book*, New Delhi: Oxford & IBH Publishing Co.

66. Mullane, R., and Suzuki, D. (1997), *Beach Management Plan for Maui*. University of Hawaii Sea Grant Extension Service and County of Maui Planning Department, Maui, HI, USA, 41 pp.

67. Nagelkerken, I., C.M. Roberts, G. van der Velde, M. Dorenbosch, M.C. van Riel, E. Cocheret, de la Mornière, and P.H. Nienhuis (2002), How important are mangroves and seagrass beds for coral-reef fish? The

nursery hypothesis tested on an island scale, *Marine Ecology Progress Series*, 244, pp. 299-305.

68. Naidoo, G. (1985), Effects of waterlogging and salinity on plant-water relations and on the accumulation of solutes in three mangrove species, *Aquatic Botany*, 22, pp. 133-143.

69. Naidoo, G. (1990), Effects of nitrate, ammonium and salinity on growth of the mangrove Bruguiera gymnorrhiza (L.) Lam., *Aquatic Botany*, 38, pp. 209–219.

70. Nguyen Hoang Tri (2008), forecasting important changes of mangrove forests under impacts of sea level rise (SLR) in Vietnam, *Journal of science of HNUE*, 53(7), pp.75-82.

71. Novitzky Peter (2010), *Analysis of mangrove structure and latitudinal relationships on the Gulf Coast of peninsular Florida*, Graduate School Theses and Dissertations, University of South Florida.

72. Odum, E.P., Barrett, G.W. (2004), *Fundamentals of Ecology*, fifth ed. Brooks-Cole, Belmont, CA, 598 pp.

73. Pool D. J., S. C. Snedaker & A. E. Lugo. (1977) Structure of mangrove forests in Florida, Puerto Rico, Mexico and Costa Rica, *Biotropica*, 9, pp. 195-212.

74. Pham Hong Tinh, Tsuzuki Hayato and Tatsuo Sweda (2011), *Effect of species on accuracy of timber stock estimation by Airborne Laser Profiling*, In Proceeding of 32nd Asian Conference on Remote Sensing: Sensing for Green Asia, 3-7 October 2011, Taipei, Taiwan. Vol. 1, pp. 467-473.

75. Ramsar Bureau (1998), *Economic Valuation of Wetlands*, Ramsar Information Paper, No. 12, Gland, Switzerland.

76. Shannon, C.E. & W. Wiener. (1963), *The Mathematical Theory of Communication*, University of Illinois Press, Urbana.

77. Saenger, P. and Snedaker, S.C. (1993), Pantropical trends in mangrove above-ground biomass and annual litter fall, *Oecologia*, 96; pp: 293-299.

78. Schwamborn, R. and Saint-Paul, U. (1996), Mangroves - Forgotten Forests? *Natural Resources and Development*, pp. 43-44, 13-36.

79. Semeniuk,V. (1980), Mangrove zonation along an eroding coastline in King Sound, North-Western Australia, *Journal of Ecology*, 68, pp. 789–812.

80. Sheue C. R., Liu H. Y., Yong J. W. H. (2003), Kandelia obovata (Rhizophoraceae), a new mangrove species from Eastern Asia, *Taxon (Austria)*, 52, pp. 287-294.

81. Spalding, M. (1997), The global distribution and status of mangrove ecosystems, *International News Letter of Coastal Management-Intercoast Network*, Special edition 1, pp. 20-21.

82. Tomlinson, P.B. (1986), *The botany of mangroves*, Cambridge, UK: Cambridge University Press.

83. Twilley, R.R., Chen, R. and Hargis, T. (1992), Carbon sinks in mangroves and their implication to carbon budget of tropical ecosystems, *Water, Air and Soil Pollution*, 64, pp. 265-288.

84. Upadhyay V. P. and Mishra P. K. (2014), An ecological analysis of mangroves ecosystem of Odisha on the Eastern Coast of India. *Proc. Indian Natn. Sci. Acad.*, 8 (3), pp. 647-661.

85. Van Maren D.S. (2004), *Morphodynamics of a cyclic prograding delta: the Red River, Vietnam*, Royal Dutch Geographical Society/Faculty of Geosciences, Utrecht University, the Netherlands.

86. Verma R. K. (2000), Analysis of species diversity and soil quality under *Tectona grandis* L.f. and *Acacia catechu* (L.f.) Wild plantations raised on degraded bhata land. *Indian Journal of Ecology*, 27(2), pp. 97-108.

87. Woodruffe, C.D. (1990), "The impact of sea-level rise on mangrove shorelines", *Progress in Physical Geography*, 14, pp. 483-20.

88. Wakushima, S., Kuraishi, S., Sakurai, N., Supappibul, K., & Siripatanadilok, S. (1994), Stable soil pH of Thai man-groves in dry and rainy seasons and its relation to zonal distribution of mangroves, *Journal of Plant Research*, 107, pp. 47–52.

PHỤ LỤC

Phụ lục 1. Một số chỉ tiêu thống kê trên các ô tiêu chuẩn ..... - 1 -

Phụ lục 2. Cơ sở dữ liệu nhiệt độ, lượng mưa và mực nước biển ..... - 39 -

Phụ lục 3. Kịch bản biến đổi khí và hậu nước biển dâng ..... - 41 -

Phụ lục 4. Một số hình ảnh về hoạt động nghiên cứu..... - 43 -

Phụ lục 1. Một số chỉ tiêu thống kê trên các ô tiêu chuẩn

Ô tiêu chuẩn: ĐR1-1

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	4700	67,1	4,0	2,1
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)	100	1,4	7,1	3,0
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)	2200	31,4	6,8	2,8
	7000	100,0	5,1	2,4

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	51,4
2	57,0
3	63,6
Trung bình	57,3

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh
- Tọa độ: 21° 13’ 22,4” vĩ bắc; 107° 22’ 18,1” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 13/4/2016 (độ ngập, thực vật)

Ô tiêu chuẩn: ĐR1-2

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	1500	22,7	4,1	1,6
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)	4000	60,6	3,7	2,4
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)	1100	16,7	5,2	2,8
	6600	100,0	4,0	2,3

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	39,5
2	48,9
3	44,5
Trung bình	44,3

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh
- Tọa độ: 21° 13’ 19,2” vĩ bắc; 107° 22’ 26,2” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 13/4/2016 (độ ngập, thực vật)

Ô tiêu chuẩn: ĐR1-3

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)				
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)	8600	86,9	3,7	1,8
Đâng (*R. stylosa*)	1300	13,1	3,7	1,6
Trang (*K. obovata*)				
	9900	100,0	3,7	1,8

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	51,4
2	57,0
3	53,6
Trung bình	54,0

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh
- Tọa độ: 21° 13’ 15,9” vĩ bắc; 107° 22’ 35,1” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 13/4/2016 (độ ngập, thực vật)

Ô tiêu chuẩn: ĐR2-1

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	500	14,7	4,6	2,5
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)	700	20,6	7,6	2,7
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)	2200	64,7	4,1	2,8
	3400	100,0	4,8	2,7

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	51,4
2	49,0
3	30,3
Trung bình	43,6

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh
- Tọa độ: 21° 12’ 16,5” vĩ bắc; 107° 22’ 0,4” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 14/4/2016 (độ ngập, thực vật)

Ô tiêu chuẩn: ĐR2-2

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	400	8,3	3,2	1,5
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)	4300	89,6	8,2	2,4
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)	100	2,1	8,2	2,9
	4800	100,0	24,4	2,4

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	61,4
2	57,0
3	66,5
Trung bình	61,6

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh
- Tọa độ: 21° 12’ 22,3” vĩ bắc; 107° 22’ 11,3” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 14/4/2016 (độ ngập, thực vật)

Ô tiêu chuẩn: ĐR2-3

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	11300	100,0	2,6	
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)				
	11300	100,0	2,6	1,0

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	45,0
2	59,0
3	62,0
Trung bình	55,3

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh
- Tọa độ: 21° 12’ 28,0” vĩ bắc; 107° 22’ 21,1” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 14/4/2016 (độ ngập, thực vật)

Ô tiêu chuẩn: ĐR3-1

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)				
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)	10000	94,3	2,0	1,3
Đâng (*R. stylosa*)	200	1,9	3,5	3,0
Trang (*K. obovata*)	400	3,8	1,9	1,4
	10600	100,0	2,1	1,3

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	39,0
2	52,0
3	40,4
Trung bình	43,8

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	0
2	1
3	
Trung bình	0,5

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh
- Tọa độ: 21° 11’ 11,4” vĩ bắc; 107° 22’ 58,2” kinh đông
- Diện tích: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 16/4/2016 (độ ngập); 07/4/2014 (thực vật); 07/4/2014-26/4/2015 (bồi tụ trầm tích)

Ô tiêu chuẩn: ĐR3-2

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)	100	1,9	7,7	1,7
Sú (*A. corniculatum*)	800	15,1	3,3	1,5
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)	2900	54,7	3,1	1,5
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)	1500	28,3	4,7	2,0
	5300	100,0	3,7	1,6

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	61,4
2	65,0
3	53,6
Trung bình	60,0

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	1
2	3
3	2
Trung bình	2,0

<u>Ghi chú</u>:

- Địa điểm: xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh
- Tọa độ: 21° 11’ 27,2” vĩ bắc; 107° 23’ 2,4” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 16/4/2016 (độ ngập); 07/4/2014 (thực vật); 07/4/2014-26/4/2015 (bồi tụ trầm tích)

Ô tiêu chuẩn: ĐR3-3

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)	800	16,0	3,2	1,5
Sú (*A. corniculatum*)	3800	76,0	1,9	0,9
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)	200	4,0	2,8	1,6
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)	200	4,0	1,3	1,5
	5000	100,0	2,5	1,1

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	52,0
2	47,0
3	68,0
Trung bình	55,7

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	2
2	5
3	4
Trung bình	3,7

<u>Ghi chú</u>:

- Địa điểm: xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh
- Tọa độ: 21° 11’ 47,7” vĩ bắc; 107° 23’ 0,6” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 16/4/2016 (độ ngập); 07/4/2014 (thực vật); 07/4/2014-26/4/2015 (bồi tụ trầm tích)

Ô tiêu chuẩn: ĐR4-1

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)	1900	19,2	2,6	
Sú (*A. corniculatum*)	4100	41,4	4,1	
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)	400	4,0	6,8	
Đâng (*R. stylosa*)	100	1,0	4,5	
Trang (*K. obovata*)	3400	34,3	5,8	
	9900	100,0	4,5	2,4

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	43,0
2	62,0
3	61,2
Trung bình	55,4

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	3
2	1
3	1
Trung bình	1,7

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh
- Tọa độ: 21° 13’ 4,4” vĩ bắc; 107° 23’ 57,1” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 16/4/2016 (độ ngập); 06/4/2014 (thực vật); 06/4/2014-25/4/2015 (bồi tụ trầm tích)

Ô tiêu chuẩn: ĐR4-2

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)	1600	14,3	3,7	
Sú (*A. corniculatum*)	3000	26,8	4,1	
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)	2800	25,0	4,5	
Đâng (*R. stylosa*)	2700	24,1	3,7	
Trang (*K. obovata*)	1100	9,8	4,5	
	11200	100,0	4,1	1,9

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	41,4
2	55,0
3	45,2
Trung bình	47,2

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	3
2	2
3	5
Trung bình	3,3

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh
- Tọa độ: 21° 12’ 56,1” vĩ bắc; 107° 24’ 13,0” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 16/4/2016 (độ ngập); 06/4/2014 (thực vật); 06/4/2014-25/4/2015 (bồi tụ trầm tích)

Ô tiêu chuẩn: ĐR4-3

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)	1200	13,0	4,1	
Sú (*A. corniculatum*)	400	4,3	4,5	
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)	2800	30,4	6,0	
Đâng (*R. stylosa*)	4000	43,5	4,4	
Trang (*K. obovata*)	800	8,7	4,1	
	9200	100,0	4,8	2,0

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	38,0
2	55,0
3	42,9
Trung bình	45,3

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh
- Tọa độ: 21° 12’ 49,0” vĩ bắc; 107° 24’ 27,1” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 16/4/2016 (độ ngập); 06/4/2014 (thực vật); 06/4/2014-25/4/2015 (bồi tụ trầm tích)

Ô tiêu chuẩn: ĐR5-1

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	4500	84,9	4,2	2,8
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)	300	5,7	6,2	5,4
Trang (*K. obovata*)	500	9,4	6,1	3,4
	5300	100,0	4,5	3,0

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	51,0
2	
3	39,4
Trung bình	45,2

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	5
2	4
3	6
Trung bình	5,0

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh
- Tọa độ: 21° 14’ 43,8” vĩ bắc; 107° 25’ 46,0” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 16/4/2016 (độ ngập); 05/4/2014 (thực vật); 05/4/2014-24/4/2015 (bồi tụ trầm tích)

Ô tiêu chuẩn: ĐR5-2

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	2000	20,8	2,6	2,0
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)	6800	70,8	3,0	3,5
Trang (*K. obovata*)	800	8,3	3,9	2,1
	9600	100,0	3,0	3,1

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	57,0
2	49,0
3	49,4
Trung bình	51,8

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	5,0
2	7,0
3	8,0
Trung bình	6,7

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh
- Tọa độ: 21° 14’ 30,1” vĩ bắc; 107° 25’ 25,1” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 16/4/2016 (độ ngập); 05/4/2014 (thực vật); 05/4/2014-24/4/2015 (bồi tụ trầm tích)

Ô tiêu chuẩn: ĐR5-3

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)				
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)	3100	60,8	3,7	1,9
Đâng (*R. stylosa*)	1900	37,3	2,8	2,0
Trang (*K. obovata*)	100	2,0	2,5	1,2
	5100	100,0	3,3	1,9

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	31,4
2	37,0
3	39,0
Trung bình	35,8

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	5
2	4
3	3
Trung bình	4,0

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh
- Tọa độ: 21° 14’ 18,9” vĩ bắc; 107° 25’ 3,9” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 16/4/2016 (độ ngập); 05/4/2014 (thực vật); 05/4/2014-24/4/2015 (bồi tụ trầm tích)

Ô tiêu chuẩn: ĐR6-1

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	5600	70,9	4,9	
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)	2300	29,1	4,9	
	7900	100,0	4,9	1,7

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	39,0
2	
3	47,2
Trung bình	43,1

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh
- Tọa độ: 21° 14’ 55,3” vĩ bắc; 107° 24’ 4,3” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 17/4/2016 (độ ngập, thực vật)

Ô tiêu chuẩn: ĐR6-2

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	6300	47,4	3,9	
Bần chua (*S. caseolaris*)	300	2,3	9,9	
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)	400	3,0	4,0	
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)	6300	47,4	4,6	
	13300	100,0	4,4	2,0

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	33,0
2	37,0
3	45,2
Trung bình	38,4

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh
- Tọa độ: 21° 14’ 39,1” vĩ bắc; 107° 24’ 2,1” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 17/4/2016 (độ ngập, thực vật)

Ô tiêu chuẩn: ĐR6-3

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	2800	41,2	1,6	1,4
Bần chua (*S. caseolaris*)	2000	29,4	8,4	5,1
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)	800	11,8	5,4	2,2
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)	1200	17,6	4,8	2,1
	6800	100,0	4,5	2,7

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	32,0
2	27,0
3	39,4
Trung bình	32,8

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh
- Tọa độ: 21° 14’ 24,0” vĩ bắc; 107° 23’ 58,1” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 17/4/2016 (độ ngập, thực vật)

Ô tiêu chuẩn: XT1-1

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	4200	72,4	2,7	
Bần chua (*S. caseolaris*)	1600	27,6	2,9	
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)				
	5800	100,0	2,7	1,2

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	110,0
2	118,0
3	121,8
Trung bình	116,6

Bồi tụ tầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	2
2	1
3	1
Trung bình	1,3

Ghi chú:

- Địa điểm: VQG Xuân Thủy, huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định
- Tọa độ: 20° 15’ 24,4” vĩ bắc; 106° 34’ 30,1” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 16/11/2013-09/8/2015 (bồi tụ trầm tích); 16/11/2013 (thực vật); 10/8/2015 (ngập triều)

Ô tiêu chuẩn: XT1-2

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	3500	57,4	2,6	
Bần chua (*S. caseolaris*)	1300	21,3	3,6	
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)	1300	21,3	3,0	
	6100	100,0	2,9	1,5

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	2
2	2
3	1
Trung bình	1,7

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	87,6
2	99,3
3	101,2
Trung bình	96,0

Ghi chú:

- Địa điểm: VQG Xuân Thủy, huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định
- Tọa độ: 20° 15’ 27,3” vĩ bắc; 106° 34’ 19,5” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 16/11/2013-09/8/2015 (bồi tụ trầm tích); 16/11/2013 (thực vật); 10/8/2015 (ngập triều)

Ô tiêu chuẩn: XT1-3

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	3100	45,6	4,7	
Bần chua (*S. caseolaris*)	900	13,2	9,0	
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)	2800	41,2	5,1	
	6800	100,0	5,4	2,5

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	3
2	2
3	1
Trung bình	2,0

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	79,4
2	67,0
3	81,6
Trung bình	76,0

Ghi chú:

- Địa điểm: VQG Xuân Thủy, huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định
- Tọa độ: 20° 15’ 31,6” vĩ bắc; 106° 34’ 10,2” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 16/11/2013-09/8/2015 (bồi tụ trầm tích); 16/11/2013 (thực vật); 10/8/2015 (ngập triều)

Ô tiêu chuẩn: XT2-1

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	6100	52,1	5,3	
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)	1000	8,5	5,4	
Trang (*K. obovata*)	4600	39,3	8,3	
	11700	100,0	6,5	3,0

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	3
2	4
3	1
Trung bình	2,7

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	71,2
2	57,0
3	76,1
Trung bình	68,1

Ghi chú:

- Địa điểm: VQG Xuân Thủy, huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định
- Tọa độ: 20° 13’ 55,9” vĩ bắc; 106° 34’ 10,1” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 17/11/2013-09/8/2015 (bồi tụ trầm tích); 17/11/2013 (thực vật); 10/8/2015 (ngập triều)

Ô tiêu chuẩn: XT2-2

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	2900	40,3	5,8	
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)	600	8,3	3,2	
Trang (*K. obovata*)	3700	51,4	7,0	
	7200	100,0	6,2	5,5

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	9
2	17
3	10
Trung bình	12,0

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	91,1
2	79,5
3	94,4
Trung bình	88,3

Ghi chú:

- Địa điểm: VQG Xuân Thủy, huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định
- Tọa độ: 20° 13’ 46,2” vĩ bắc; 106° 34’ 18,0” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 17/11/2013-09/8/2015 (bồi tụ trầm tích); 17/11/2013 (thực vật); 10/8/2015 (ngập triều)

Ô tiêu chuẩn: XT2-3

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	1400	20,0	6,9	
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)	5600	80,0	7,0	
	7000	100,0	7,0	3,5

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	5
2	4
3	5
Trung bình	4,7

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	112,6
2	89,9
3	119,3
Trung bình	107,3

Ghi chú:

- Địa điểm: VQG Xuân Thủy, huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định
- Tọa độ: 20° 13’ 39,0” vĩ bắc; 106° 34’ 25,3” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 17/11/2013-09/8/2015 (bồi tụ trầm tích); 17/11/2013 (thực vật); 10/8/2015 (ngập triều)

Ô tiêu chuẩn: XT3-1

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	600	10,5	6,3	
Bần chua (*S. caseolaris*)	100	1,8	6,8	
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)	5000	87,7	6,8	
	5700	100,0	6,7	2,1

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	7
2	3
3	9
Trung bình	6,3

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	126,6
2	107,4
3	111,2
Trung bình	115,1

Ghi chú:

- Địa điểm: VQG Xuân Thủy, huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định
- Tọa độ: 20° 13’ 6,6” vĩ bắc; 106° 32’ 36,2” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 18/11/2013-10/8/2015 (bồi tụ trầm tích); 18/11/2013 (thực vật); 11/8/2015 (ngập triều)

Ô tiêu chuẩn: XT3-2

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	500	7,5	7,7	
Bần chua (*S. caseolaris*)	200	3,0	8,1	
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)	6000	89,6	7,6	
	6700	100,0	7,6	4,5

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	36
2	42
3	24
Trung bình	34,0

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	101,3
2	77,6
3	90,5
Trung bình	89,8

Ghi chú:

- Địa điểm: VQG Xuân Thủy, huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định
- Tọa độ: 20° 13’ 8,76” vĩ bắc; 106° 32’ 49,1” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 18/11/2013-10/8/2015 (bồi tụ trầm tích); 18/11/2013 (thực vật); 11/8/2015 (ngập triều)

Ô tiêu chuẩn: XT3-3

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	2100	30,0	5,9	
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)	4900	70,0	7,0	
	7000	100,0	6,7	5,0

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	3
2	2
3	4
Trung bình	3,0

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	71,1
2	77,0
3	60,8
Trung bình	69,6

Ghi chú:

- Địa điểm: VQG Xuân Thủy, huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định
- Tọa độ: 20° 13’ 13,4” vĩ bắc; 106° 33’ 7,5” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 18/11/2013-10/8/2015 (bồi tụ trầm tích); 18/11/2013 (thực vật); 11/8/2015 (ngập triều)

Ô tiêu chuẩn: XT4-1

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	100	1,6	6,1	
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)	6200	98,4	8,5	
	6300	100,0	8,4	6,4

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	3
2	4
3	1
Trung bình	2,7

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	121,8
2	115,6
3	120,5
Trung bình	119,3

<u>Ghi chú</u>:

- Địa điểm: VQG Xuân Thủy, huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định
- Tọa độ: 20° 13’ 44,0” vĩ bắc; 106° 30’ 31,0” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 19/11/2013-11/8/2015 (bồi tụ trầm tích); 19/11/2013 (thực vật); 12/8/2015 (ngập triều)

Ô tiêu chuẩn: XT4-2

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	400	6,2	5,7	
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)	6100	93,8	8,4	
	6500	100,0	8,2	5,5

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	28
2	11
3	19
Trung bình	19,3

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	99,4
2	
3	91,8
Trung bình	95,6

Ghi chú:

- Địa điểm: VQG Xuân Thủy, huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định
- Tọa độ: 20° 13’ 45,8” vĩ bắc; 106° 30’ 22,2” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 19/11/2013-11/8/2015 (bồi tụ trầm tích); 19/11/2013 (thực vật); 12/8/2015 (ngập triều)

Ô tiêu chuẩn: XT4-3

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	500	7,9	6,1	
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)	5800	92,1	7,1	
	6300	100,0	7,0	2,5

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	6
2	8
3	7
Trung bình	7,0

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	81,6
2	76,4
3	66,8
Trung bình	74,9

Ghi chú:

- Địa điểm: VQG Xuân Thủy, huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định
- Tọa độ: 20° 13’ 48,7” vĩ bắc; 106° 30’ 13,3” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 19/11/2013-11/8/2015 (bồi tụ trầm tích); 19/11/2013 (thực vật); 12/8/2015 (ngập triều)

Ô tiêu chuẩn: ĐL1-1

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)				
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)	600	6,4	10,9	
Trang (*K. obovata*)	8800	93,6	9,1	
	9400	100,0	9,2	2,4

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	8
2	10
3	7
Trung bình	8,3

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	93,9
2	118,6
3	86,6
Trung bình	99,7

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa
- Tọa độ: 19° 57’ 14,0” vĩ bắc; 106° 0’ 7,6” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 04/5/2014-03/5/2015 (bồi tụ trầm tích); 04/5/2014 (thực vật); 04/5/2015 (ngập triều)

Ô tiêu chuẩn: ĐL1-2

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)				
Bần chua (*S. caseolaris*)	200	3,5	14,1	
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)	100	1,8	9,7	
Trang (*K. obovata*)	5400	94,7	11,1	
	5700	100,0	11,2	3,2

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	8
2	13
3	9
Trung bình	10,0

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	96,4
2	79,7
3	90,3
Trung bình	88,8

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa
- Tọa độ: 19° 57’ 16,2” vĩ bắc; 106° 0’ 3,6” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 04/5/2014-03/5/2015 (bồi tụ trầm tích); 04/5/2014 (thực vật); 04/5/2015 (ngập triều)

Ô tiêu chuẩn: ĐL1-3

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)				
Bần chua (*S. caseolaris*)	400	3,7	11,4	
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)	200	1,8	10,0	
Trang (*K. obovata*)	10300	94,5	9,1	
	10900	100,0	9,2	3,1

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	14
2	10
3	7
Trung bình	10,3

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	81,5
2	95,7
3	69,3
Trung bình	82,2

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa
- Tọa độ: 19° 57’ 17,6” vĩ bắc; 106° 0’ 0,5” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 04/5/2014-03/5/2015 (bồi tụ trầm tích); 04/5/2014 (thực vật); 04/5/2015 (ngập triều)

Ô tiêu chuẩn: ĐL2-1

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)				
Bần chua (*S. caseolaris*)	200	1,4	11,5	
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)	800	5,8	5,3	
Trang (*K. obovata*)	12800	92,8	6,1	
	13800	100,0	6,1	2,9

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	
2	4
3	1
Trung bình	2,5

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	89,5
2	96,5
3	97,6
Trung bình	94,5

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa
- Tọa độ: 19° 56’ 42,3” vĩ bắc; 105° 59’ 39,1” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 05/5/2014-04/5/2015 (bồi tụ trầm tích); 05/5/2014 (thực vật); 05/5/2015 (ngập triều)

Ô tiêu chuẩn: ĐL2-2

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)				
Bần chua (*S. caseolaris*)	900	6,0	5,3	
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)	300	2,0	4,9	
Trang (*K. obovata*)	13700	91,9	4,8	
	14900	100,0	4,9	2,7

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	5
2	3
3	5
Trung bình	4,3

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	91,7
2	67,0
3	81,5
Trung bình	80,1

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa
- Tọa độ: 19° 56’ 51,3” vĩ bắc; 106° 0’ 10,8” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 05/5/2014-04/5/2015 (bồi tụ trầm tích); 05/5/2014 (thực vật); 05/5/2015 (ngập triều)

Ô tiêu chuẩn: ĐL3-1

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)	300	2,9	5,5	
Bần chua (*S. caseolaris*)	400	3,8	8,3	
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)	300	2,9	8,3	
Trang (*K. obovata*)	9500	90,5	7,5	
	10500	100,0	7,5	2,8

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	10
2	12
3	8
Trung bình	10,0

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	96,7
2	89,2
3	92,5
Trung bình	92,8

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa
- Tọa độ: 19° 56’ 51,0” vĩ bắc; 105° 59’ 32,1” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 06/5/2014-05/5/2015 (bồi tụ trầm tích); 06/5/2014 (thực vật); 06/5/2015 (ngập triều)

Ô tiêu chuẩn: ĐL3-2

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)				
Bần chua (*S. caseolaris*)	700	9,7	16,4	
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)				
Trang (*K. obovata*)	6500	90,3	11,6	
	7200	100,0	12,1	3,6

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	8
2	14
3	9
Trung bình	10,3

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	89,6
2	97,5
3	73,8
Trung bình	87,0

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa
- Tọa độ: 19° 56’ 56,7” vĩ bắc; 106° 0’ 4,7” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 06/5/2014-05/5/2015 (bồi tụ trầm tích); 06/5/2014 (thực vật); 06/5/2015 (ngập triều)

Ô tiêu chuẩn: ĐL3-3

Thực vật:

Tên loài	N (cây/ha)	Mật độ tương đối (%)	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
Mắm biển (*A. marina*)				
Sú (*A. corniculatum*)				
Bần chua (*S. caseolaris*)				
Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)				
Đâng (*R. stylosa*)	300	3,3	11,6	
Trang (*K. obovata*)	8800	96,7	9,1	
	9100	100,0	9,2	3,3

Bồi tụ trầm tích:

Cọc	H0 - H1 (mm)
1	4
2	9
3	7
Trung bình	6,7

Độ ngập:

Cọc	$H_{Ngập}$ (cm)
1	81,4
2	88,4
3	62,0
Trung bình	77,3

Ghi chú:

- Địa điểm: xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa
- Tọa độ: 19° 57’ 1,1” vĩ bắc; 106° 0’ 0,3” kinh đông
- Diện tích ô tiêu chuẩn: 100 m^2
- Ngày điều tra, đo đạc: 06/5/2014-05/5/2015 (bồi tụ trầm tích); 06/5/2014 (thực vật); 06/5/2015 (ngập triều)

Phụ lục 2. Cơ sở dữ liệu nhiệt độ, lượng mưa và mực nước biển

Năm	Nhiệt độ trung bình năm (^oC)			Lượng mưa trung bình (mm/năm)			Mực nước biển (cm) *trạm Hòn Dáu*
	Đồng Rui (*trạm Tiên Yên*)	Xuân Thủy (*trạm Văn Lý*)	Đa Lộc (*trạm Thanh Hóa*)	Đồng Rui (*trạm Tiên Yên*)	Xuân Thủy (*trạm Văn Lý*)	Đa Lộc (*trạm Thanh Hóa*)	
1976	-	22,8	-	-	-	-	180
1977	-	23,3	-	-	-	-	184
1978	-	23,4	-	-	-	-	190
1979	-	23,9	-	-	-	-	191
1980	-	23,7	-	-	-	-	192
1981	-	23,9	-	-	-	-	192
1982	-	23,6	-	-	-	-	188
1983	-	23,1	-	-	-	-	188
1984	-	22,9	-	-	-	-	204
1985	-	23,4	-	-	-	-	201
1986	-	23,5	-	-	-	-	189
1987	-	24,7	-	-	-	-	189
1988	-	23,3	-	-	-	-	185
1989	-	23,2	-	-	-	-	191
1990	-	23,9	-	-	-	-	188
1991	-	24,2	-	-	-	-	191
1992	-	23,3	-	-	-	-	189
1993	-	23,8	-	-	-	-	190
1994	22,8	23,9	-	2283,3	-	-	192
1995	22,2	23,4	-	2045,6	1516	-	194
1996	22,1	23,2	-	2206,5	1785	-	193
1997	22,8	24,0	-	2188,3	1576	-	192
1998	23,5	24,6	-	2164,8	1803	-	193

Năm	Nhiệt độ trung bình năm (^oC)			Lượng mưa trung bình (mm/năm)			Mực nước biển (cm) *trạm Hòn Dáu*
	Đồng Rui (*trạm Tiên Yên*)	Xuân Thủy (*trạm Văn Lý*)	Đa Lộc (*trạm Thanh Hóa*)	Đồng Rui (*trạm Tiên Yên*)	Xuân Thủy (*trạm Văn Lý*)	Đa Lộc (*trạm Thanh Hóa*)	
1999	22,8	23,8	-	2010,8	1735	-	194
2000	22,5	23,6	-	2010,2	1615	-	197
2001	22,5	23,6	25,3	3159,3	1815,0	2063,7	190
2002	22,9	24,1	24,9	1778,3	1878,0	1468,2	192
2003	23,1	24,6	24,4	1879,6	1615,0	1436,3	194
2004	22,5	23,7	24,6	1669,7	1072,0	1403,3	193
2005	22,8	23,6	23,8	2208,1	1560,0	1692,7	192
2006	23,3	24,5	24,3	2127,9	1363,0	1770,9	193
2007	23,0	24,0	24,1	2113,5	1176,0	1663,2	194
2008	22,3	23,3	23,3	2544,1	1503,0	1610,5	197
2009	23,4	24,4	24,3	2722,0	1513,0	1690,3	197
2010	23,4	23,9	24,5	2723,4	1600,0	2062,4	193
2011	23,4	22,8	24,4	2713,6	1785,0	2068,9	191
2012	23,5	22,1	24,5	2713,5	2113,0	2077,8	190
2013	-	23,9	24,0	-	1759,0	1768,8	200
2014	22,9	24,2	24,0	1871,0	1719,0	1586,3	199

(*Nguồn: Trung tâm Tư liệu khí tượng thuỷ văn, thuộc Trung tâm Khí tượng Thuỷ văn quốc gia*)

Phụ lục 3. Kịch bản biến đổi khí và hậu nước biển dâng

* Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (^oC) so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2)

STT	Mốc thời gian	Đồng Rui (Quảng Ninh)	Xuân Thủy (Nam Định)	Đa Lộc (Thanh Hóa)
1	2020	0,5	0,5	0,5
2	2030	0,7	0,8	0,7
3	2040	1,0	1,1	1,0
4	2050	1,2	1,4	1,2
5	2060	1,6	1,7	1,5
6	2070	1,8	2,0	1,7
7	2080	2,1	2,3	2,0
8	2090	2,3	2,5	2,2
9	2100	2,5	2,7	2,4

* Mức thay đổi lượng mưa so (%) so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2)

STT	Mốc thời gian	Đồng Rui (Quảng Ninh)	Xuân Thủy (Nam Định)	Đa Lộc (Thanh Hóa)
1	2020	1,3	1,3	1,1
2	2030	2,0	1,9	1,7
3	2040	2,7	2,7	2,3
4	2050	3,5	3,5	3,0
5	2060	4,3	4,2	3,7
6	2070	5,0	4,9	4,3
7	2080	5,6	5,6	4,8
8	2090	6,2	6,1	5,3
9	2100	6,7	6,6	5,8

* Nước biển dâng (cm) so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2)

STT	Mốc thời gian	Nước biển dâng tại Hòn Dáu
1	2020	7,5
2	2030	11,5
3	2040	16,0
4	2050	22,0
5	2060	28,0
6	2070	34,5
7	2080	41,5
8	2090	48,5
9	2100	56,5

(*Nguồn: Bộ TN&MT, 2012*)

Phụ lục 4. Một số hình ảnh về hoạt động nghiên cứu

Khảo sát hiện trạng TTVNM tại vùng lõi VQG Xuân Thủy

Trao đổi với cán bộ địa chính về hiện trạng và quản lý TTVNM tại Đồng Rui

Lập ô tiêu chuẩn tại TTVNM xã Đa Lộc

Tham gia hội nghị khoa học toàn quốc về Sinh học biển và PTBV lần II

Định vị tọa độ địa lý của ô tiêu chuẩn bằng GPS cầm tay tại TTVNM Đồng Rui

Trao đổi với các chuyên gia về hiện trạng và biến đổi của TTVNM VQG Xuân Thủy