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

NGUYỄN HOÀNG HANH

NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM TÁI SINH TỰ NHIÊN VÀ PHỤC HỒI THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN KHU VỰC QUANH ĐẢO ĐỒNG RUI, HUYỆN TIÊN YÊN, TỈNH QUẢNG NINH

LUẬN ÁN TIẾN SĨ SINH HỌC

HÀ NỘI - NĂM 2019

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

NGUYỄN HOÀNG HANH

NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM TÁI SINH TỰ NHIÊN VÀ PHỤC HỒI THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN KHU VỰC QUANH ĐẢO ĐỒNG RUI, HUYỆN TIÊN YÊN, TỈNH QUẢNG NINH

Chuyên ngành: Sinh thái học
Mã số: 9.42.01.20

LUẬN ÁN TIẾN SĨ SINH HỌC

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

HÀ NỘI - NĂM 2019

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu, kết quả phân tích nêu trong luận án là trung thực và chưa từng được công bố trong bất kỳ công trình nào để bảo vệ luận án Thạc sĩ hay Tiến sĩ. Những số liệu kế thừa đã được chỉ rõ nguồn và được sự cho phép sử dụng của các tác giả. Các hình và ảnh sử dụng trong công trình là của tác giả.

Người hướng dẫn khoa học 1 **Tác giả luận án**

Người hướng dẫn khoa học 2

LỜI CẢM ƠN

Hoàn thành luận án này, tác giả đã nhận được sự giúp đỡ của Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội, thầy giáo hướng dẫn khoa học cùng các chuyên gia và đồng nghiệp.

Tôi xin được bày tỏ sự kính trọng và biết ơn sâu sắc tới PGS.TS. Mai Sỹ Tuấn, PGS.TS. Trịnh Văn Hạnh đã dành nhiều thời gian, công sức, tận tình hướng dẫn về chuyên môn, động viên tôi trong suốt quá trình thực hiện và hoàn thành luận án.

Tôi xin trân trọng cảm ơn Khoa Sinh học, các thầy cô Bộ môn Thực vật học, Phòng Đào tạo Sau đại học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội đã tận tình giúp đỡ tôi về chuyên môn, góp ý, chia sẻ về học thuật để luận án được hoàn thiện.

Tôi xin trân trọng cảm ơn lãnh đạo và nhân viên Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình, UBND xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh, các tập thể, cá nhân đã tạo điều kiện cho tôi thực hiện điều tra, khảo sát, thu thập số liệu để thực hiện luận án.

Tôi xin được gửi lời cảm ơn tới các chuyên gia, các nhà khoa học, các tác giả của những kết quả nghiên cứu đã được trích dẫn trong luận án này.

Tôi xin cảm ơn sự giúp đỡ của các đồng nghiệp trong quá trình điều tra khảo sát ngoại nghiệp, thu thập, xử lý, phân tích số liệu để thực hiện luận án.

Xin dành thành công và vinh dự này cho gia đình tôi đã luôn cổ vũ, động viên tôi vượt qua những khó khăn để hoàn thành luận án./.

Hà Nội, tháng 3/2019

Tác giả

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

Viết tắt	Viết đầy đủ
α	Tham số quy mô có thể biến thiên từ 0-∞ sử dụng trong chỉ số Rényi
BĐKH	Biến đổi khí hậu
CNM	Cây ngập mặn
CTS	Cây tái sinh
CTTT	Công thức tổ thành
$D_{0,0}$	Đường kính gốc
Dt	Đường kính tán
ĐVT	Đơn vị tính
ĐDSH	Đa dạng sinh học
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên Hiệp Quốc)
GPS	Định vị vệ tinh
H	Chỉ số đa dạng Shannon
HST	Hệ sinh thái
HTV	Hệ thực vật
Hvn	Chiều cao vút ngọn
Hα	Dãy chỉ số đa dạng Rényi
ITTO	International Tropical Timber Organizatio (Tổ chức Gỗ Nhiệt đới Quốc tế)
Ki	Hệ số tổ thành loài cây tái sinh
LT	Lỗ trống
N	Mật độ cây/ha

Viết tắt	**Viết đầy đủ**
Nk,t	Số cây ở tầng k vào thời điểm đo
NN&PTNT	Nông nghiệp và Phát triển nông thôn
NTTS	Nuôi trồng thuỷ sản
ODB	Ô dạng bản
ODV	Ô định vị
OTC	Ô tiêu chuẩn
TVNM	Thực vật ngập mặn
QXTVNM	Quần xã thực vật ngập mặn
Rk	Số cây bổ sung vào tầng cây k
RNM	Rừng ngập mặn
S	Tổng số loài
TCC	Tầng cây cao
TSTV	Tái sinh triển vọng
TTVNM	Thảm thực vật ngập mặn
VQG	Vườn quốc gia

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN ..... **i**
LỜI CẢM ƠN ii
DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT ..... **iii**
DANH MỤC HÌNH ..... **vii**
DANH MỤC BẢNG ..... **ix**
MỞ ĐẦU **1**
1. Tính cấp thiết của đề tài nghiên cứu 1
2. Mục tiêu nghiên cứu 3
3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu 3
3.1. Đối tượng nghiên cứu *3*
3.2. Phạm vi nghiên cứu *3*
4. Ý nghĩa của luận án 4
5. Đóng góp mới của luận án 4
6. Bố cục của luận án 5
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU **6**
1.1. Một số khái niệm cơ bản 6
1.1.1. Khái niệm chung về thảm thực vật *6*
1.1.2. Tái sinh tự nhiên của thảm thực vật *6*
1.2. Tổng quan các nghiên cứu trên thế giới về vấn đề của luận án 7
1.2.1. Phân bố RNM trên thế giới *7*
1.2.2. Nghiên cứu về đặc điểm tái sinh và phục hồi RNM trên thế giới *9*
1.3. Tổng quan các nghiên cứu ở Việt Nam về vấn đề của luận án 15
1.3.1. Phân bố RNM ở Việt Nam *15*
1.3.2. Nghiên cứu về tái sinh và phục hồi RNM ở Việt Nam *17*
1.3.3. Một số nghiên cứu về RNM liên quan đến khu vực xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh *21*
1.4. Thảo luận chung 23
CHƯƠNG 2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU **25**
2.1. Nội dung nghiên cứu 25
2.2. Phương pháp nghiên cứu 27
2.2.1. Phương pháp luận *27*
2.2.2. Phương pháp điều tra *27*
2.2.3. Phương pháp phân tích và xử lý số liệu *37*
CHƯƠNG 3. ĐẶC ĐIỂM TỰ NHIÊN, KINH TẾ - XÃ HỘI KHU VỰC NGHIÊN CỨU **42**
3.1. Đặc điểm tự nhiên khu vực nghiên cứu 42

3.1.1. Các yếu tố khí hậu *43*
3.1.2. Thuỷ văn *44*
3.1.3. Chế độ hải văn *45*
3.1.4. Đặc điểm thể nền *46*
3.2. Điều kiện kinh tế - xã hội 48
3.2.1. Diện tích, dân số *48*
3.2.2. Thực trạng kinh tế - xã hội khu vực nghiên cứu *48*
CHƯƠNG 4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN 51
4.1. Đặc điểm cơ bản thảm thực vật ngập mặn quanh đảo Đồng Rui 51
4.1.1. Hệ thực vật *51*
4.1.2. Đa dạng các QXTVNM *53*
4.2. Đặc điểm cấu trúc tầng cây cao một số QXTVNM tự nhiêntại khu vực nghiên cứu ... 58
4.2.1. Cấu trúc tổ thành tầng cây cao *58*
4.2.2. Mật độ, độ tàn che của các QXTVNM tự nhiên *60*
4.2.3. Một số chỉ tiêu sinh trưởng tầng cây cao *61*
4.2.4. Mức độ ưu thế (D) và đa dạng loài (H) tầng cây cao *63*
4.3. Đặc điểm tái sinh tự nhiên của các QXTVNM khu vực nghiên cứu 65
4.3.1. Đặc điểm tái sinh tự nhiên dưới tán của các quần xã thực vật ngập mặn *65*
4.3.2. Đặc điểm tái sinh tự nhiên trong lỗ trống của các QXTVNM *74*
4.4. Quá trình phục hồi tự nhiên của một số QXTVNM 93
4.4.1. Quá trình phục hồi thông qua tái sinh tự nhiên của một số QXTVNM từ năm 2012 đến năm 2018 ..... *93*
4.4.2. Xu hướng diễn thế quần xã thực vật ngập mặn tự nhiên tại khu vực nghiên cứu *115*
4.4.3. Các diễn biến QXTVNM và diện tích đất tại khu vực nghiên cứu *121*
4.5. Đề xuất giải pháp phục hồi và phát triển thảm thực vật ngập mặn tại khu vực nghiên cứu 129
4.5.1. Cơ sở để xuất giải pháp *129*
4.5.2. Giải pháp lâm sinh để phục hồi và phát triển QXTVNM tại khu vực nghiên cứu ... *131*
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ 133
Kết luận 133
Kiến nghị 135
TÀI LIỆU THAM KHẢO 136
DANH SÁCH CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN 143

DANH MỤC HÌNH

Hình 1. Bản đồ vị trí khu vực nghiên cứu xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh 2
Hình 1.1. Sơ đồ phân bố rừng ngập mặn trên thế giới 8
Hình 2.1. Sơ đồ khung logic các nội dung nghiên cứu 26
Hình 2.2. Sơ đồ bố trí tuyến điều tra năm 2012 và tuyến chụp ảnh Flycam năm 2018 30
Hình 2.3. Sơ đồ cách đo đường kính, chiều cao cây tái sinh 33
Hình 2.4. Sơ đồ bố trí các ODB trên ODV 34
Hình 2.5. Sơ đồ thiết kế điều tra tái sinh lỗ trống 35
Hình 3.1. Biểu đồ lượng mưa trung bình các tháng trong năm, giai đoạn 2012 – 2017 tại xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh 43
Hình 3.2. Biểu đồ nhiệt độ trung bình các tháng trong năm, giai đoạn 2012 – 2017 tại xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh 44
Hình 4.1. Sơ đồ phân bố thảm thực vật ngập mặn xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh năm 2018 (thu từ tỉ lệ 1/10.000) 54
Hình 4.2. Hình ảnh thảm thực vật ngập mặn, đảo Đồng Rui 55
Hình 4.3. Biểu đồ chỉ số đa dạng Rényi TCC các QXTVNM tự nhiên 64
Hình 4.4. Biểu đồ chỉ số đa dạng Rényi tầng CTS dưới tán QXTVNM tự nhiên 68
Hình 4.5. Biểu đồ phân bố N/Hvn và NL/Hvncủa CTS dưới tán QXTVNM tự nhiên 71
Hình 4.6. Biểu đồ phân bố lỗ trống theo cấp diện tích giai đoạn 2012 - 2018 77
Hình 4.7. Biểu đồ biến động số lượng lỗ trống tại các QXTVNM tự nhiên giai đoạn 2012 – 2018 79
Hình 4.8. Sơ đồ phân bố các ODV nghiên cứu lỗ trống tại Đồng Rui 80
Hình 4.9. Biểu đồ dãy chỉ số đa dạng Rényi của TCC năm 2012 và 2018 97
Hình 4.10. Biểu đồ dãy chỉ số đa dạng Rényi của CTS dưới tán năm 2012 và 2018 97
Hình 4.11. Biểu đồ so sánh đa dạng loài các tầng cây ở các ODV 99
Hình 4.12. Biểu đồ phân bố CTS dưới tán theo chiều cao cây qua các năm 102
Hình 4.13. Biểu đồ số CTS dưới tán trung bình bị chết và bổ sung hàng năm 104
Hình 4.14. Biểu đồ diễn biến bổ sung (R), chết (M), chuyển cấp (O) của CTS dưới tán.. 105
Hình 4.15. Biểu đồ dãy chỉ số đa dạng Rényi của CTS trong lỗ trống năm 2012 và 2018110
Hình 4.16. Biểu đồ phân bố CTS trong lỗ trống theo cấp chiều cao cây qua các năm 115
Hình 4.17. Sơ đồ mặt cắt phản ánh xu hướng diễn thế QXTVNM tự nhiên khu vực Đông Nam, đảo Đồng Rui 116
Hình 4.18. Sơ đồ mặt cắt phản ánh xu hướng diễn thế QXTVNM tự nhiên khu vực Tây Bắc, đảo Đồng Rui 117
Hình 4.19. Sơ đồ mặt cắt phản ánh xu hướng diễn thế QXTVNM tự nhiên khu vực Tây Nam, đảo Đồng Rui 118

Hình 4.20. Bản đồ thảm thực vật ngập mặn khu vực quanh đảo Đồng rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh, năm 2012 124
Hình 4.21. Bản đồ thảm thực vật ngập mặn khu vực quanh đảo Đồng rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh, năm 2018 125
Hình 4.22. Biểu đồ diễn biến diện tích đất và QXTVNM khu vực Đồng Rui giai đoạn 2012 - 2018 128

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2.1. Ma trận biến động giữa hai thời điểm 2012 – 2018 41
Bảng 3.1. Một số đặc điểm lý tính, hóa tính đất ngập mặn ở các QXTVNM 47
Bảng 4.1. Cấu trúc HTV ngập mặn tại xã Đồng Rui 51
Bảng 4.2. Sự phân bố các taxon trong HTV RNM Đồng Rui 51
Bảng 4.3. Danh mục các loài CNM thực thụ tại đảo Đồng Rui 52
Bảng 4.4. Cấu trúc tổ thành loài TCC các QXTVNM 59
Bảng 4.5. Mật độ, độ tàn che của các QXTVNM tự nhiên 60
Bảng 4.6. Một số chỉ tiêu sinh trưởng của thực vật TCC ở các QXTVNM tự nhiên 61
Bảng 4.7. Tính đa dạng loài TCC của các QXTVNM tự nhiên 63
Bảng 4.8. Mật độ, tổ thành loài CTS tự nhiên dưới tán QXTVNM 66
Bảng 4.9. Mức ưu thế và độ đa dạng CTS tự nhiên dưới tán các QXTVNM 67
Bảng 4.10. Phân bố số loài, mật độ CTS dưới tán QXTVNM tự nhiên theo chiều cao 69
Bảng 4.11. Mật độ, tổ thành loài CTS triển vọng dưới tán QXTVNM tự nhiên 72
Bảng 4.12. Phẩm chất CTS dưới tán các QXTVNM tự nhiên 73
Bảng 4.13. Đặc điểm lỗ trống tại khu vực nghiên cứu 75
Bảng 4.14. Thống kê số lỗ trống năm 2012 và 2018 77
Bảng 4.15. Tỷ lệ phân cấp lỗ trống theo diện tích của các QXTVNM (%) 78
Bảng 4.16. Đặc điểm lỗ trống trong các ô định vị 81
Bảng 4.17. Đặc điểm lỗ trống trong các ô định vị giữa các năm 2012 và 2018 81
Bảng 4.18. Mật độ và tổ thành loài TCC xung quanh lỗ trống 83
Bảng 4.19. Mật độ và tổ thành CTS trong lỗ trống năm 2012 86
Bảng 4.20. Tỷ số hỗn loài, độ ưu thế và độ đa dạng CTS trong lỗ trống (năm 2012) 87
Bảng 4.21. Phân bố mật độ cây, số loài tái sinh trong lỗ trống theo cấp chiều cao 88
Bảng 4.22. Mật độ, tổ thành CTS triển vọng trong lỗ trống 90
Bảng 4.23. Chất lượng CTS trong lỗ trống 92
Bảng 4.24. Tổ thành TCC và tầng CTS dưới tán năm 2012 và 2018 94
Bảng 4.25. Sự thay đổi thành phần loài và chỉ số đa dạng của CTS dưới tán QXTVNM 95
Bảng 4.26. Chỉ số tương đồng loài giữa TCC và TCTS dưới tán 100
Bảng 4.27. Chỉ số tương đồng về loài (SI) giữa lần đo 2012 và 2018 100
Bảng 4.28. Biến động mật độ CTS dưới tán qua các năm trong các ODV 101
Bảng 4.29. Số CTS dưới tán bị chết và bổ sung hàng năm 103
Bảng 4.30. Diễn biến số CTS dưới tán bổ sung, chết và chuyển cấp 104
Bảng 4.31. Sự chuyển cấp giữa các tầng cây trong các ODV 106
Bảng 4.32. Tổ thành CTS lỗ trống năm 2012 và 2018 107
Bảng 4.33. Sự thay đổi thành phần loài và chỉ số đa dạng của CTS trong lỗ trống 108

Bảng 4.34. Chỉ số tương đồng loài giữa TCC và tầng CTS trong các lỗ trống 111
Bảng 4.35. Chỉ số tương đồng về loài (SI) giữa lần đo 2012 và 2018 của CTS trong lỗ trống 112
Bảng 4.36. Biến động mật độ CTS trong lỗ trống qua các năm (cây/ha) 113
Bảng 4.37. Diện tích đất có rừng và chưa có rừng qua các năm nghiên cứu 122
Bảng 4.38. Ma trận diễn biến TTVNM xã Đồng Rui, giai đoạn 2012 - 2018 123
Bảng 4.39. Diễn biến diện tích đất và QXTVNM xã Đồng Rui giai đoạn 2012 - 2018.... 126

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài nghiên cứu

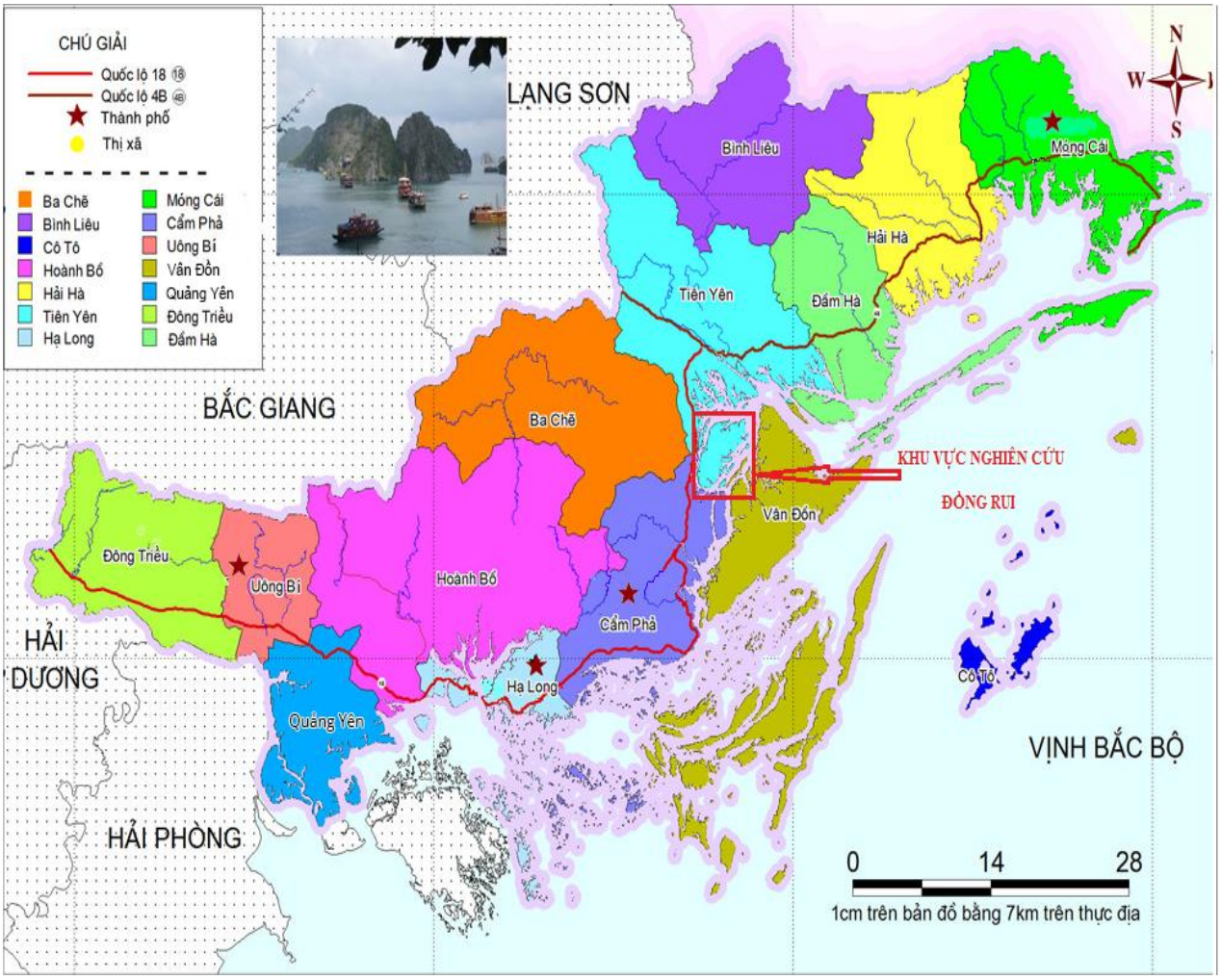
Hệ sinh thái (HST) rừng ngập mặn (RNM) có ý nghĩa vô cùng quan trọng cả về mặt môi trường và kinh tế xã hội. Đây là HST có năng suất cao, giữ vai trò quan trọng ở vùng cửa sông ven biển nhiệt đới, có nhiều tài nguyên quý giá, đóng góp cho đời sống con người, đặc biệt là cư dân vùng cửa sông ven biển về cả kinh tế xã hội và môi trường sống. Song, đây lại là một HST rất nhạy cảm với các tác động của con người và thiên nhiên.

Thảm thực vật ngập mặn (TTVNM) xã Đồng Rui là HST tiêu biểu cho tiểu khu 1 (Khu vực từ Móng Cái đến Cửa Ông) thuộc khu vực I - ven biển Đông Bắc từ Mũi Ngọc đến mũi Đồ Sơn theo cách phân chia của Phan Nguyên Hồng (1991) [13]. HST RNM Đồng Rui tương đối phong phú với các loài chịu mặn cao, không có các loài ưa nước lợ điển hình (Phan Nguyên Hồng, 1999) [14]. Đặc điểm về thành phần loài khá đặc trưng, bao gồm một số loài như Đâng (*Rhizophora stylosa* Griff.), Vẹt dù (*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lam.), Trang (*Kandelia obovata* Sheue Liu & Yong), đây là các loài vốn phân bố phổ biến ở khu vực này nhưng rất ít gặp ở ven biển Nam Bộ, cũng như chỉ gặp rải rác ở ven biển Trung Bộ.

Trong những năm gần đây, HST RNM Đồng Rui đã và đang chịu nhiều áp lực do quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội, thông qua các hoạt động khai thác và nuôi trồng thủy sản, v.v... Vì thế, diện tích TTVNM tự nhiên tại đây đã bị tàn phá, bị thu hẹp và suy giảm nhiều về số lượng và chất lượng. TTVNM thường được phục hồi bằng quá trình tái sinh tự nhiên, hoặc bằng cách trồng rừng. Thông qua tái sinh tự nhiên, hầu hết các loài đặc trưng của quần xã thực vật ngập mặn (QXTVNM) trước đó sẽ được phục hồi (Đinh Thanh Giang, 2010) [10]. Ưu điểm chính của tái sinh tự nhiên là rừng sau quá trình phục hồi được trông đợi giống với các loài cây ngập mặn (CNM) phân bố tự nhiên tại địa phương. HST RNM phục hồi thông qua tái sinh tự nhiên có sức chống chịu tốt hơn, bền vững hơn các hệ sinh thái được khôi phục bằng phương pháp trồng rừng nhân tạo. Bên cạnh đó việc phục hồi TTVNM thông qua tái sinh tự nhiên giúp giảm chi phí phục hồi, cũng như có khả năng phục

hồi TTVNM ở những khu vực khó khăn, khó triển khai trồng rừng, đặc biệt là đối với HST RNM

Xuất phát từ những quan điểm trên, đề tài luận án: *"Nghiên cứu đặc điểm tái sinh tự nhiên và phục hồi thảm thực vật ngập mặn khu vực quanh đảo Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh"* đã được thực hiện từ năm 2012. Những nghiên cứu của đề tài nhằm đánh giá đặc điểm tái sinh tự nhiên, thông qua việc nghiên cứu diễn biến của các tầng CTS trong quá trình phục hồi TTVNM và đánh giá các xu hướng diễn thế của các QXTVNM của một số chuỗi diễn thế tiêu biểu tại khu vực.



Hình 1. Bản đồ vị trí khu vực nghiên cứu xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh

(Nguồn: http://www.quangninh.gov.vn/Trang/ban-do.aspx)

2. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu tổng quát: Mục tiêu nghiên cứu trong đề tài của luận án là định lượng được các thông tin, số liệu khoa học cần thiết về đặc điểm của tái sinh tự nhiên và phục hồi TTVNM khu vực đảo Đồng Rui, phục vụ công tác phục hồi, phát triển và quản lý bền vững HST RNM tại khu vực này. Các mục tiêu cụ thể của luận án gồm:

i) Đánh giá được các đặc điểm tái sinh và phục hồi của TTVNM tại khu vực nghiên cứu;

ii) Đánh giá được hiện trạng cấu trúc và xu hướng biến động TTVNM khu vực nghiên cứu;

iii) Đề xuất được giải pháp phục hồi TTVNM khu vực quanh đảo Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

3.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của luận án là TTVNM, trong đó được chia ra thành 13 QXTVNM tự nhiên và 1 QXTVNM nhân tạo (rừng trồng). Đặc điểm tái sinh tự nhiên và phục hồi của 13 QXTVNM tự nhiên tại khu vực quanh đảo Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh.

3.2. Phạm vi nghiên cứu

Nội dung nghiên cứu của luận án chỉ giới hạn trong việc nghiên cứu đánh giá khả năng tái sinh và phục hồi các TTVNM tự nhiên khu vực quanh đảo Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh; thông qua việc nghiên cứu đặc điểm cơ bản TTVNM, đặc điểm cấu trúc tầng cây cao của một số QXTVNM tự nhiên, đặc điểm tái sinh tự nhiên của các QXTVNM và xu hướng diễn thế của TTVNM tại khu vực nghiên cứu, để từ đó đề xuất một số giải pháp phục hồi và phát triển TTVNM tại khu vực nghiên cứu.

Thời gian nghiên cứu được tiến hành trong 7 năm, từ tháng 12 năm 2011 đến tháng 9 năm 2018, trong đó:

+ Từ tháng 12/2011 ÷ tháng 2/2012: Nghiên cứu tài liệu, tổng hợp thông tin, hoàn thiện phương pháp và lên kế hoạch chi tiết;

+ Từ tháng 3/2012 ÷ tháng 3/2018: Điều tra thu thập số liệu, xử lý và phân tích số liệu;

+ Từ tháng 3/2018 ÷ tháng 9/2018: Viết các bài báo khoa học, viết và hoàn thiện luận án.

4. Ý nghĩa của luận án

Kết quả thu được của luận án là các dẫn liệu mang tính hệ thống và lượng hóa về diễn biến tái sinh tự nhiên và phục hồi của TTVNM khu vực quanh đảo Đồng Rui, Tiên Yên, Quảng Ninh. Đây cũng là các dẫn liệu khoa học về cơ chế duy trì đa dạng loài trong HST RNM tại khu vực này nói riêng và các HST RNM có đặc điểm tương tự tại các khu vực khác ở miền Bắc Việt Nam nói chung. Đồng thời góp phần làm cơ sở khoa học nhằm định hướng các giải pháp lâm sinh, kinh tế - xã hội để bảo tồn, phục hồi và duy trì các HST RNM tại khu vực quanh đảo Đồng Rui.

5. Đóng góp mới của luận án

Những điểm mới của luận án:

1- Đã nghiên cứu và nhận dạng được tính đa dạng của Khu hệ thực vật bậc cao có tại khu vực quanh đảo Đồng Rui với 144 loài, 115 chi, 53 họ thuộc 2 ngành Dương xỉ (Pteridophyta) và Ngọc Lan (Magnoliophyta). Trong đó có 16 loài TVNM thực thụ. Đồng thời xác định và mô tả được 14 quần QXTVNM tại vùng biển quanh đảo Đồng Rui.

2- Cung cấp các dẫn liệu khoa học có lượng hóa về các quá trình biến đổi tổ thành loài; đa dạng loài; diễn biến cây chết, cây bổ sung, cây chuyển cấp của tầng CTS dưới tán và tái sinh lỗ trống trong các QXTVNM tự nhiên tại khu vực đảo Đồng Rui trên cơ sở nguồn số liệu thu thập từ các ô định vị (ODV) với thời gian theo dõi trong 6 năm (2012 - 2018).

3- Xác định được cơ chế duy trì đa dạng loài của TTVNM thông qua đặc điểm tái sinh tự nhiên dưới tán và tái sinh trong lỗ trống của các QXTVNM tự nhiên khác nhau, tại khu vực nghiên cứu.

6. Bố cục của luận án

Luận án gồm 143 trang, được chia thành các phần:

- Mở đầu: 5 trang
- Chương 1: Tổng quan vấn đề nghiên cứu (19 trang)
- Chương 2. Nội dung và phương pháp nghiên cứu (17 trang)
- Chương 3. Đặc điểm tự nhiên, kinh tế - xã hội của khu vực nghiên cứu (9 trang)
- Chương 4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận (82 trang)
- Kết luận và kiến nghị (3 trang)
- Tài liệu tham khảo (7 trang)
- Danh sách các công trình đã công bố liên quan đến luận án (1 trang)

Luận án có 41 bảng; 31 hình (16 biểu đồ, 11 sơ đồ, 3 bản đồ và 1 ảnh; 27 phụ lục; 71 tài liệu tham khảo, trong đó có 44 tài liệu tiếng Việt và 27 tài liệu tiếng Anh.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1. Một số khái niệm cơ bản

1.1.1. Khái niệm chung về thảm thực vật

Trên thế giới nói chung và ở Việt Nam nói riêng, khái niệm về thảm thực vật đã được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm. Năm 1999, Thái Văn Trừng [40] đã đưa ra khái niệm về thảm thực vật: Thảm thực vật gồm các quần thể thực vật phủ trên mặt đất như một tấm thảm xanh. Còn theo Trần Đình Lý (1998) [21] thì thảm thực vật là tầng phủ thực vật ở một vùng cụ thể hay trên toàn bộ bề mặt Trái Đất. Thành phần chủ yếu của thảm thực vật là cá thể của các loài cây cỏ, nhưng đối tượng nghiên cứu của thảm thực vật lại là những quần thể thực vật được hình thành do một số lượng lớn hay nhỏ những cá thể của các loài thực vật hợp lại.

1.1.2. Tái sinh tự nhiên của thảm thực vật

Tái sinh tự nhiên là một quá trình, nói đến tái sinh tự nhiên và sự phục hồi của thảm thực vật là nói đến diễn biến tái sinh, trong đó có sự thay đổi trong thành phần loài và cấu trúc của rừng theo thời gian. Để đánh giá được diễn biến tái sinh, cần nghiên cứu và đánh giá được các nhân tố như số lượng loài và cá thể tái sinh bổ sung hàng năm; số lượng loài và cá thể cây tái sinh bị chết; số lượng loài và cá thể cây tái sinh sống sót, sinh trưởng và chuyển lên các tầng cây cao hơn (dẫn theo Nguyễn Đắc Triển, 2014 [38] và Bùi Chính Nghĩa, 2012 [23]). Tổng hợp của ba nhân tố hay cũng chính là ba quá trình này sẽ làm thay đổi cấu trúc tổ thành của thảm thực vật và phản ánh diễn biến của tái sinh thảm thực vật.

Sự xáo trộn tái sinh rừng là hiện tượng xảy ra thường xuyên trong rừng tự nhiên nhiệt đới. Ở đó, những loài ưa sáng thường chiếm ưu thế ở tầng trên của tán rừng và điều này thường diễn ra trong phần lớn chu kỳ sống của chúng. Dưới tán có thể có một hoặc nhiều thế hệ cây non của những loài cây tầng trên, hoặc có những cá thể thành thục của các loài có kích thước bé hơn. Những đối tượng bị đào thải thường là những cây quá già cỗi ở tầng tán trên và những cây tái sinh phẩm chất

kém, khả năng cạnh tranh kém ở tầng cây tái sinh dưới tán rừng. Sự đổ gẫy của những cây già cỗi, đặc biệt là các cây có tán rộng đã tạo ra những lỗ trống trong tán rừng (Nguyễn Văn Thêm, 2002 [29] và Trần Xuân Thiệp, 1995 [31]).

1.1.3. Phục hồi RNM

Có nhiều quan điểm về tái sinh và phục hồi RNM trên thế giới khi các hoạt động phục hồi RNM cần phải quan tâm đến cả các giá trị sinh thái, môi trường sống của động vật và các nguồn thức ăn cho các chuỗi thức ăn trên cạn và chuỗi thức ăn ở biển. Theo C. Field (1998) [55] thì khôi phục RNM là sự thiết lập lại các đặc điểm cấu trúc và chức năng của hệ sinh thái. Trong cách tiếp cận quản lý tổng hợp vùng ven biển, việc khôi phục RNM là hướng đến phục hồi tính năng sinh thái và nhờ đó nâng cao chức năng phòng hộ của vành đai RNM ven biển và tăng cường khả năng phục hồi của nó trước BĐKH

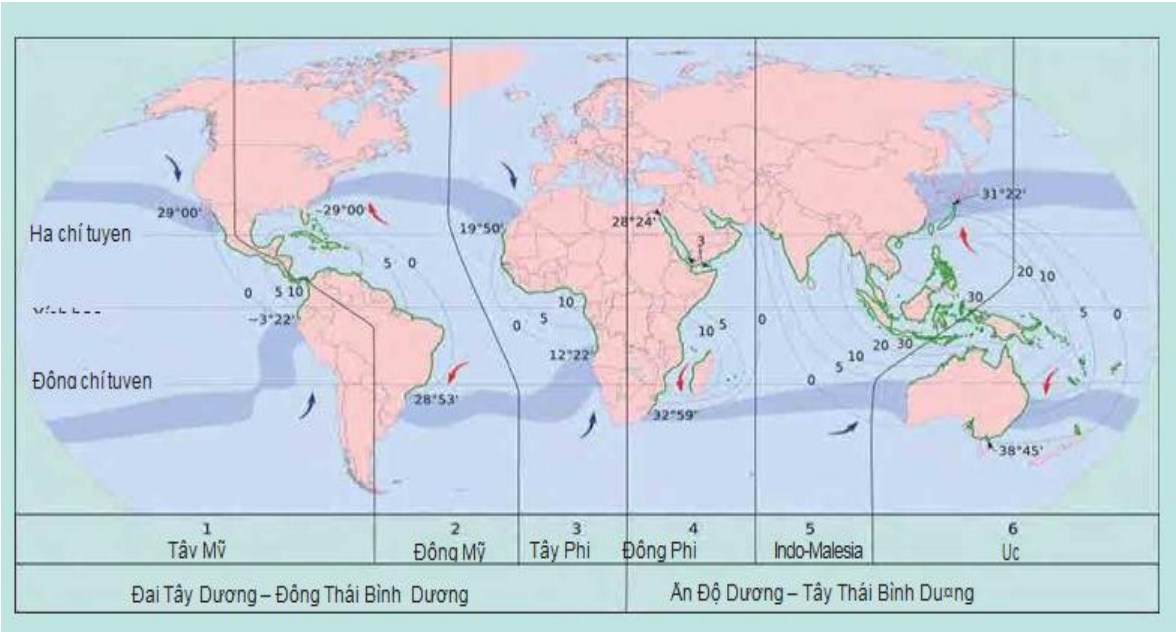
1.2. Tổng quan các nghiên cứu trên thế giới về vấn đề của luận án

1.2.1. Phân bố RNM trên thế giới

RNM phân bố chủ yếu ở vùng xích đạo và nhiệt đới hai bán cầu. Tuy nhiên, một số loài có thể mở rộng khu phân bố lên phía Bắc tới Bermuda ($33^0$22’ độ vĩ Bắc) như Trang *(Kandelia candel* (L.) Druce*)*, Vẹt dù *(Bruguiera gymnorrhiza)*, Đâng *(Rhizophora stylosa)* (Phan Nguyên Hồng, 1999) [14].

Giới hạn phía Nam của CNM là New Zealand ($38^0$03’ vĩ độ Nam) và phía Nam Australia ($38^0$43’ vĩ độ Nam). Ở những vùng này, do khí hậu mùa đông lạnh nên chỉ có loài Mắm biển (*Avicennia marina* (Forssk.) Veirh.) (Phan Nguyên Hồng, 1999) [14].

RNM hiện nay có thể phân ra thành sáu vùng khác nhau từ Đông sang Tây (Hình 1.1), mỗi vùng bị chia cách bởi đất liền hoặc đại dương, ngăn cản sự phát tán của thực vật ngập mặn từ vùng này sang vùng khác.



Hình 1.1. Sơ đồ phân bố rừng ngập mặn trên thế giới

(Nguồn: M. Spalding et al. 2010) [69]

Sự phân bố RNM hiện nay có ba kiểu: Kiểu thứ nhất là khác nhau trong các loài cả về thành phần loài và số lượng loài giữa châu Phi, châu Á và châu Mỹ. Kiểu thứ hai giảm về số lượng loài theo vĩ độ tăng lên; hầu hết do ảnh hưởng của điều kiện nhiệt độ. Kiểu thứ ba giảm tính đa dạng loài do lượng mưa giảm dần và khô hạn tăng dần.

Với sự hỗ trợ của các tổ chức ITTO và FAO, M. Spalding và cộng sự. (2010) [69] đã xuất bản cuốn sách World Atlas of Mangroves, cho biết diện tích RNM còn lại khoảng 152.361 km^2, phân bố trên 10 khu vực. Trong đó khu vực Đông Nam Á có diện tích lớn nhất (51.049 km^2, chiếm 33,5 %). Vùng Đông Á có diện tích thấp nhất (với 215 km^2, chiếm 0,1 %).

Theo FAO (2015) [56], tổng diện tích RNM của 12 quốc gia có diện tích RNM lớn nhất trên thế giới là xấp xỉ 105 nghìn km^2, trong đó Indonesia có diện tích RNM lớn nhất với hơn 31 nghìn km^2. Diện tích RNM của 7 quốc gia thuộc châu Á (Campuchia, Trung Quốc, Indonesia, Malaysia, Philippin, Thái Lan, Việt Nam) chiếm 30 % tổng diện tích RNM của thế giới, nhưng tỷ lệ rừng bị phá hủy hàng năm lớn hơn 55 % mức trung bình của thế giới. Điều đó đồng nghĩa với việc đa

dạng sinh học của khu vực này đang bị suy giảm nghiêm trọng và đã trở thành mối quan tâm của toàn cầu.

Theo C. Giri và cộng sự. (2015) [53], từ năm 2000 đến 2012, ở khu vực Nam Á, có đến 92.135 ha RNM bị mất. Diện tích rừng được trồng lại ở các quốc gia Nam Á là khoảng 80.461 ha nhưng vẫn không đủ bù cho diện tích bị mất. Cùng với suy giảm về diện tích, chất lượng RNM cũng có chiều hướng suy giảm. Tại đồng bằng Indus, Pakistan, trong tổng số 98.014 ha RNM, chỉ có khoảng 26.555 ha là rừng giàu (độ che phủ lớn hơn 50 %) và có đến 71.459 ha là rừng thưa thớt (độ che phủ dưới 50 %).

1.2.2. Nghiên cứu về đặc điểm tái sinh và phục hồi RNM trên thế giới

A. Winata và cộng sự. (2014) [70] đã nghiên cứu về sự đa dạng sinh học và tái sinh tự nhiên của RNM ở Indonesia trên 730 cá thể của các loài CNM khác nhau giai đoạn sinh trưởng, được tính trong các ô mẫu, bao gồm 12 loài, trong số đó, loài trong chi Dà (*Ceriops*) có chỉ số giá trị quan trọng nhất ở cấp độ giống (126,26 %) và cây non (121,07 %). A. Wintana và cộng sự. cũng cho rằng thể nền đóng vai trò quan trọng trong quá trình tái sinh tại khu vực nghiên cứu. Các thành phần của chất nền ảnh hưởng đến các loài CNM chiếm ưu thế, ảnh hưởng đến sự tái sinh của chúng, cụ thể là hai loài Dà (*Ceriops tagal* (Perr) C.B.Rob.) và Cóc (*Lumnitzera racemosa* (Gaud.) Presl.*)*. Các khu vực RNM bị suy thoái, chẳng hạn như các ao nuôi tôm bị bỏ hoang, thường được phục hồi nhờ sự tái sinh của Đước (*Rhizophora apiculata* Blume*)* (A. Pranchai, 2017) [64]. Nghiên cứu được thực hiện với *R. apiculata* 16 tuổi được trồng trên đầm tôm hoang hóa ở tỉnh Nakhon Si Thammarat, miền Nam Thái Lan. Các mô phỏng chỉ ra rằng 50% cây trồng *R. apiculata* ban đầu đã chết do tự tỉa thưa nhưng có tới 38 % số cây mới là cây tái sinh tự nhiên ở gần cây mẹ. Tác giả cho rằng, mật độ của cây giống *R. apiculata* trồng ban đầu có thể được hạ xuống để giảm chi phí phục hồi RNM, như một số lượng lớn cây con bị mất do tỷ lệ tử vong phụ thuộc vào mật độ, tận dụng khả năng tái sinh tự nhiên để phục hồi rừng theo mục đích. Từ những năm 1990, các dự án phục hồi rừng đã được thiết lập để chống lại sự suy giảm của RNM (S. Aksornkoae,

1996, dẫn theo A. Pranchai, 2017) [64]. Sự cạnh tranh ngày càng tăng giữa các loài cây diễn ra dẫn tới sự tỉa thưa tự nhiên, giảm mật độ rừng khi kích thước cây tăng. Cấu trúc tầng cây cao ảnh hưởng đến tăng trưởng, tỷ lệ tử vong và các quá trình tái sinh trong các HST RNM và việc nghiên cứu cấu trúc RNM giúp tăng cường sự hiểu biết về cơ chế ảnh hưởng đến tái sinh rừng. Năm 2013, A. O. Olagoke và cộng sự. [63] đã tiến hành phân tích mô hình điểm lần đầu tiên áp dụng cho sinh thái RNM để khám phá cấu trúc không gian tái sinh của loài Đưng *(Rhizophora mucronata* Lamk*)* trong một quần xã RNM. Mật độ của Đưng (*R. mucronata*) khác nhau theo các mức ngập triều khác nhau. Nghiên cứu đó cho thấy, cây con thường có khoảng cách tương đối gần so với cây mẹ. Như vậy, sự phân bố của cây tái sinh phụ thuộc nhiều vào điều kiện môi trường xung quanh gốc cây mẹ, như thể nền, mức độ ngập triều và cả độ che sáng của tán cây mẹ. Phân bố loài và cấu trúc không gian trong RNM được chi phối bởi ảnh hưởng của tổng hợp các nhân tố như nhiệt độ, độ mặn, ngập triều, kết cấu đất, pH, địa mạo (Smith, 1992, dẫn theo A. O. Olagoke) [63]. M. D. Kamruzzaman và cộng sự. (2017) [60] đã nghiên cứu về cấu trúc tái sinh và mô hình các quần xã RNM dọc theo vùng Oligohaline của Sundarbans, Bangladesh. Kết quả nghiên cứu cho thấy, RNM ở Karamjol có cấu trúc phức tạp hơn khu vực Ghagramari. Sự tái sinh và sự đa dạng loài tương tự nhau giữa hai khu vực nghiên cứu. Tác giả cũng kết luận rằng, tỷ lệ thành công của việc tuyển chọn cây giống không giống nhau đối với tất cả các loài CNM dưới tán rừng. Nghiên cứu cũng cung cấp thông tin về cây giống tuyển dụng, cấu trúc và thành phần dưới các quần xã trưởng thành, cùng ý nghĩa sinh thái của chúng có thể được xem xét trong việc đề xuất các cơ chế quản lý RNM tại khu vực nghiên cứu. A. C. Ferreira và cộng sự. (2015) [54] cho rằng, phục hồi RNM là một công cụ mạnh mẽ để tái tạo các cửa sông nhiệt đới suy thoái trên toàn thế giới. Các mức độ can thiệp cần thiết để xây dựng lại một khu vực RNM vẫn đang được nghiên cứu, bởi vì hệ thống này là khá năng động và một số khu vực bị suy thoái có thể tự phục hồi. Tác giả đã so sánh một khu vực được phục hồi rừng bằng cách trồng Đước đỏ (*Rhizophora mangle* L.) và một khu vực được phục hồi do tái sinh tự nhiên. Sau 5

năm quan sát, nhóm nghiên cứu thấy rằng chiều cao cây và sinh khối, cũng như mật độ của rừng trồng cao hơn đáng kể so với khu vực phục hồi bằng tái sinh tự nhiên. Tuy nhiên, độ phong phú về thành phần loài ở khu vực phục hồi bằng TSTN lại cao hơn khu rừng trồng. Đây là yếu tố thể hiện sự bền vững về mặt đa dạng sinh học cho cả HST rừng. Từ đó tác giả nhận định rằng, để tiết kiệm chi phí phục hồi rừng thì hoàn toàn có thể tận dụng khả năng phục hồi tự nhiên của của các quần xã RNM. M. Sillanpää và cộng sự. (2017) [68] khi nghiên cứu về tái sinh và phục hồi RNM trên các diện tích rừng trồng sau khai thác ở Indonesia đã cho rằng cấu trúc thứ sinh sau động thái tái sinh tự nhiên không đạt tiêu chuẩn như rừng gốc ban đầu, chưa đạt được cấu trúc và thành phần giống như rừng gốc ở giai đoạn 25 tuổi. Hơn nữa, tăng trưởng ở các mô hình cho thấy rằng việc luân canh thu hoạch có thể cần phải được kéo dài đến 30 - 40 năm để đạt được các tiêu chí tương tự về cấu trúc, thành phần và khối lượng rừng so với các khu rừng gốc. Những kết luận này sẽ giúp quản lý rừng trong tương lai, để có cơ chế đúng đắn việc nhượng quyền cho các công ty tư nhân tham gia quản lý thứ cấp rừng, nhằm giữ các chức năng sinh thái của rừng và sinh khối cao như đã được quan sát thấy trong các khu rừng gốc ban đầu. RNM ở Đông Nam Á đang nhanh chóng suy giảm, hoặc thông qua chuyển đổi đất để sản xuất hàng hóa (nuôi trồng thủy sản, trồng lúa, cọ dầu), khai thác gỗ không bền vững và than củi, hoặc quản lý kém (Macintosh và cộng sự., 2002; Richards và Friess, 2016, dẫn theo M. Sillanpää và cộng sự., 2017) [68]. Để chống lại xu hướng này, cần xây dựng những tiêu chí để đảm bảo tái sinh thành công RNM. Rừng tái sinh thành công thường được xác định như một khu rừng đã thay thế hoàn toàn các đặc điểm cấu trúc hoặc chức năng mà trước đó đã bị thay đổi hoặc bị mất (C. Field, 1998) [55]. Tái sinh thành công thảm thực vật RNM là một thành phần quan trọng góp phần quản lý bền vững vì năng suất rừng, năng suất đa dạng sinh học và các dịch vụ HST sẽ được phục hồi và được duy trì để quản lý trong tương lai (M. T. Qureshi, 1996 [66]). B. Heather và cộng sự. (2014) [58] cũng đã nghiên cứu về vai trò của rừng Đước nói riêng và RNM nói chung trong việc bảo tồn, lắng tụ trầm tích khu vực gần bờ. Khi cộng đồng và các nhà quản lý nhận thức được những tác động

lâu dài của việc để mất RNM. Họ ước tính được khoảng 1 - 2 % diện tích rừng mất đi mỗi năm đã làm xói mòn trầm tích; còn sự phục hồi RNM đã giúp giữ lượng trầm tích đáng kể. Trong nghiên cứu của mình tác giả đã tiến hành kiểm tra tỷ lệ xói lở trong HST rừng Đước ven biển và so sánh các tỷ lệ này với tỷ lệ bồi tụ trong RNM nguyên vẹn; tác giả cũng điều tra yếu tố vi sinh vật và các yếu tố ảnh hưởng đến sự tồn tại của cây giống cùng sự tái sinh tự nhiên của cây con tái sinh tự nhiên. Sự khác biệt về xói lở được so sánh giữa các khu vực bờ biển còn rừng Đước chưa bị tác động và các khu vực đã bị chặt phá để xác định hàm lượng bẫy trầm tích được cung cấp bởi rừng ngập trong khoảng thời gian 24 tháng. Tốc độ tăng trưởng của cây giống ngập mặn trong rừng chưa bị tác động được so sánh với cây con ở các khu vực bị ô nhiễm. Kết quả cho thấy, các khu vực trong RNM chưa bị tác động có bồi lắng trầm tích (M = +3,83 mm) trong khi các khu vực RNM bị xói lở trầm tích bị mất đi thêm (M = -7,30 mm). Tăng trưởng cây con (chiều cao) trong giai đoạn nghiên cứu 2 năm có sự khác biệt đáng kể giữa 2 khu vực. Nghiên cứu này là minh chứng hữu ích trong việc xác định các khu vực dễ bị tổn thương sau khi phá bỏ RNM và vị trí lý tưởng của phục hồi sau loại bỏ RNM. Cấu trúc và mô hình tái sinh của thảm thực vật RNM ven đô Mombasa tại Tudor đã được nghiên cứu dọc theo đường vành đai tại 2 khu rừng của Kombeni và Tsalu (M. O. S. Mohamed và cộng sự. 2008) [62] và cho biết, rừng Đước chiếm ưu thế với loài Đâng (*Rhizophora macronata*), với mật độ thay đổi từ 1.264 - 1.301 cây/ha ở cả hai địa điểm nghiên cứu. Mô hình phân phối không gian của cây trưởng thành và cây non cũng có sự khác nhau giữa các địa điểm nghiên cứu. Mô hình gần như đồng đều cho cây trưởng thành, nhưng có xu hướng phân bố theo nhóm cho tầng cây non. A. Amir (2009, 2012) [45, 46] khi nghiên cứu về tái sinh lỗ trống do cây RNM bị sét đánh ở Úc và Malaysia cho rằng việc mở rìa hoặc tạo khoảng trống do sét đánh là một hình thức phổ biến của sự xáo trộn ngoại sinh trong RNM. Khoảng trống tán có hình dạng gần như tròn, bao gồm một nhóm cây chết đứng phân hủy, đồng thời với sự phát triển của cây mới. Đặc tính này chủ yếu là khác với các khu rừng trên cạn, nơi những khoảng trống tán thường được tạo ra bởi cây đổ. Sự hình thành lỗ trống do sét đánh

trong RNM đã tạo ra điều kiện cho tái sinh tự nhiên, nhờ đó cây con khó phát triển dưới các tán các cây mẹ đã có cơ hội để sinh trưởng và phát triển và cuối cùng là thay thế các tán cây chết. Phát hiện này cũng hỗ trợ giả thuyết rằng sự xáo trộn tán rừng ngăn cản sự già hóa của RNM.

Trên thế giới có khá nhiều nghiên cứu về các giải pháp phục hồi rừng như trồng RNM, phục hồi và phát triển các HST RNM đã có. Đước đôi (*Rhizophora apiculata*) và Đưng (*Rhizophora mucronata*) là 2 loài cây trồng RNM chủ yếu, trong chương trình phục hồi RNM ở Thái Lan (S. Aksornkoae, 1996 [47] và S. Havanond, 1994 [57]); trong đó trồng Đước đôi bằng trụ mầm và cây con đều có tỷ lệ sống khá cao > 80 %, và Đưng có tỷ lệ sống đạt tới > 94 %.

Về các nhân tố ảnh hưởng đến tái sinh RNM, nhiều nghiên cứu đều chỉ rõ, khí hậu, thể nền, chế độ thủy triều, mức độ ngập triều và độ mặn có ảnh hưởng quan trọng và quyết định tới phân bố, sinh trưởng và phát triển của các trạng thái.

Có 7 yếu tố sinh thái cơ bản ảnh hưởng đến sự phát triển RNM là: nhiệt độ, thể nền đất bùn, sự bảo vệ, độ mặn, thuỷ triều, dòng chảy hải lưu, biển nông (V. J. Chapman, 1975) [48]. Theo A. Quarto (2007) [65] chế độ thủy văn, thủy triều bao gồm các yếu tố như độ sâu ngập triều, chu kỳ, tần suất, chế độ ngập triều, địa mạo ảnh hưởng rất lớn đến khả năng phục hồi RNM. V. J. Chapman (1977) [48] cho rằng nhiệt độ là nhân tố quan trọng ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phân bố RNM Ông xác định, nhiệt độ phải không dưới 20^0C, biên độ nhiệt theo mùa không vượt quá 10^0C mới đảm bảo cho CNM sinh trưởng phát triển tốt. C. Raunkier (1934) [67] nhận định rằng, trong các nhân tố khí hậu thì lượng mưa là nhân tố quan trọng với vai trò cung cấp nguồn nước ngọt cho CNM tăng trưởng phát triển và RNM sinh trưởng tốt nhất ở nơi có lượng mưa đầy đủ. Nhân tố sinh thái tiếp theo cần được nhắc tới là độ mặn, đây là nhân tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến tăng trưởng, tỉ lệ sống, phân bố các loài CNM (S. Aksornkoae, 1996) [47], tác giả cho rằng RNM tồn tại, phát triển ở nơi có độ mặn từ 10 - 30 ‰ và phân chia thực vật ngập mặn thành hai nhóm theo mức độ thích nghi với độ mặn của nước biển: nhóm phát triển ở độ mặn từ 10 - 30 ‰ và nhóm phát triển ở độ mặn từ 0 - 10 ‰. Theo S.P. Mayer et al., 1965 [61] thì mức độ ngập triều cũng là nhân tố ảnh hưởng tới sinh

trưởng của RNM. Có thể thấy rõ giới hạn của các QXTVNM liên quan với các mực nước triều khác nhau, càng lên dần phía trên thì tác dụng của triều càng giảm, có nghĩa là vùng triều càng hẹp hơn, các loài thực vật thích nghi với độ mặn thấp và trung bình như: Sú (*Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco.), Cui biển (*Heritiea littolaris* Dry.) và Ráng (*Acrostichum aureum* L.) tăng lên, đôi khi thay thế hoàn toàn cây sống ngập trong nước mặn. Bên cạnh các nhân tố khí hậu, thủy văn thì đặc điểm thể nền cũng ảnh hưởng đến sinh trưởng CNM. Nhiều tác giả cho rằng: đất là nhân tố chính giới hạn sự tăng trưởng và phân bố CNM (dẫn theo S. Aksornkoae, 1996) [47]. Đất RNM thường là đất phù sa bồi tụ có độ muối cao, thiếu O_2, giàu H_2S, RNM thấp và cằn cỗi trên các bãi lầy có ít phù sa, nghèo chất dinh dưỡng. Nghiên cứu ở Thái Lan của S. Aksornkoae (1996) [47] cho thấy đất ngập mặn tại đây có độ pH từ 6,5 - 8, độ mặn của đất từ 3,3 - 17,3 ‰. Tác giả đã chia đất ra 3 loại: loại có độ mặn thấp dưới 5 ‰, loại có độ mặn trung bình từ 5 - 10 ‰ và loại có độ mặn cao trên 15 ‰. Theo C. Field (1998) [55], đất và thể nền có tác động đối với phân bố loài cây của RNM. Hệ sinh thái RNM sinh trưởng tốt nhất ở những vùng ven bờ nơi có lượng bùn thấp nền đất ổn định, không bị xói mòn và có độ sâu thích hợp là môi trường thuận lợi cho cây RNM phát triển. Bên cạnh đó, thể nền cũng là nơi cung cấp chất dinh dưỡng và giữ vững cây cũng có tác động quan trọng tới sinh trưởng của cây (J. K. Choudhury, 1994) [50].

Để phục hồi RNM, từ năm 1987 đến năm 1992, Nhà nước Malaysia đã trồng được khoảng 4.300 ha, cây trồng chính cũng là Đước đôi và Đưng (Chan, 1996, dẫn theo Đinh Thanh Giang 2016) [11]. Còn ở Indonesia, 4 loài cây chính để trồng RNM là Đước đôi, Đước vòi (*Rhizophora stylosa*), Đưng (*Rhizophora mucrotana*) và Vẹt dù (*Bruguiera gymnorrhiza*) (Soemodihardo, 1995, dẫn theo A. G. Untawle, 1996) [71].). Tại Ấn độ và Pakistan, 5 loài cây chính đã được dùng để trồng RNM là: Mắm trắng (*Avicennia alba* Blume), Mắm biển (*Avicennia marina*), Đước đôi (*Rhizophora apiculata*), Đưng (*Rhizophora mucronata*) và Bần chua (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.). Các loài này đã được trồng trực tiếp bằng trụ mầm hoặc cây con có bầu (A. G. Untawle, 1996) [71].

Như vậy, có thể thấy nghiên cứu về các nhân tố ảnh hưởng đến sự tái sinh sẽ giúp các nhà nghiên cứu có cái nhìn khách quan hơn về hiện trạng tái sinh và phục hồi của bất kỳ một QXTVNM nào đó. Nhận biết chính xác về các nhân tố sinh thái chủ yếu; sẽ là căn cứ cần thiết để xây dựng được những giải pháp hợp lý và có hiệu quả cho việc phục hồi và phát triển các HST RNM.

1.3. Tổng quan các nghiên cứu ở Việt Nam về vấn đề của luận án

1.3.1. Phân bố RNM ở Việt Nam

Việt Nam nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa nên có điều kiện thuận lợi cho RNM sinh trưởng và phát triển, nhất là vùng ven biển Nam Bộ. Trước năm 1943, RNM phân bố khá rộng ở các vùng ven biển, cửa sông với diện tích khoảng 400.000 ha, nhưng sau năm 1975 chỉ còn lại 185.877 ha. Năm 2017, tổng diện tích RNM của Việt Nam chỉ còn 145.496 ha, trong đó hai khu vực Đông Nam Bộ và Tây Nam bộ chiếm gần 80% diện tích của nước (Bộ NN&PTNT, 2018) [3]. Nguyên nhân của sự suy giảm này là do ảnh hưởng của chiến tranh hóa học của Mỹ, cộng với quá trình khai thác bất hợp lý của con người (Phan Nguyên Hồng, 1999 [14], Nguyễn Hoàng Trí, 1999 [37]).

Theo Phan Nguyên Hồng (1999) [14] các HST RNM ở nước ta có tới 45 quần xã CNM, 6 quần thể cây RNM, chúng phân bố theo 4 khu vực và 12 tiểu khu gồm:

Khu vực I: Ven biển Đông Bắc, từ mũi Ngọc đến mũi Đồ Sơn. Được chia ra làm 3 tiểu khu: tiểu khu 1 - từ Móng Cái đến Cửa Ông; tiểu khu 2 - từ Cửa Ông đến Cửa Lục; tiểu khu 3 - từ Cửa Lục đến Mũi Đồ Sơn.

Khu vực II: Ven biển Đồng Bằng Bắc Bộ, từ mũi Đồ Sơn đến mũi Lạch Trường, được chia ra làm 2 tiểu khu: tiểu khu 1 - từ mũi Đồ Sơn đến cửa sông Văn Úc; tiểu khu 2 - từ cửa sông Văn Úc đến cửa Lạch Trường.

Khu vực III: Ven biển Trung Bộ, từ mũi Lạch Trường đến mũi Vũng Tàu. Dựa vào đặc điểm địa mạo, thủy văn, có thể chia ra làm 3 tiểu khu: tiểu khu 1 - từ Lạch Trường đến mũi Ròn; tiểu khu 2 - từ mũi Ròn đến đèo Hải Vân; tiểu khu 3 - từ đèo Hải Vân đến mũi Vũng Tàu.

Khu vực IV: Ven biển Nam Bộ, từ mũi Vũng Tàu đến mũi Nài. Khu vực này được chia ra làm 4 tiểu khu: tiểu khu 1 - từ mũi Vũng Tàu đến cửa sông Soài Rạp; tiểu khu 2 - từ cửa sông Soài Rạp đến cửa sông Mỹ Thanh; tiểu khu 3 - từ cửa sông Mỹ Thanh đến cửa sông Bảy Háp (ven biển Tây Nam bán đảo Cà Mau); tiểu khu 4 - từ cửa sông Bảy Háp đến mũi Nài - Hà Tiên (ven biển phía Tây bán đảo Cà Mau).

Vũ Văn Cương (1964) [51] nghiên cứu các quần xã thực vật ở rừng Sát thuộc vùng Sài Gòn - Vũng Tàu đã chia thực vật thành 2 nhóm: nhóm thực vật nước mặn và nhóm thực vật nước lợ. Đưng (*Rhizophora mucrotana*) phân bố ven sông Soài Rạp, Đông Tranh và một số cửa sông nhỏ, Cóc trắng (*Lumnitzera racemosa*) gặp rải rác ở những nơi đất cao, Vẹt đen (*Bruguiera sexangula* (Lour) Poir*)* gặp ở vùng nước lợ.

Về khu hệ thực vật RNM Việt Nam, các tác giả Phan Nguyên Hồng, Hoàng Thị Sản (1984) [15], đã thống kê được hơn 80 loài, thuộc 30 chi của hơn 20 họ. Trong đó có trên 59 loài CNM chính thức và 21 loài gia nhập, đây là những loài có thể gặp trong RNM nhưng cũng có thể gặp ở các môi trường khác và được phân bố tại các vùng ven biển nhiệt đới và á nhiệt đới, trên hầu hết các loại lập địa như bùn sét, bùn cát, v.v...

Lê Công Khanh (1986) [19] mô tả các đặc điểm sinh học để phân biệt các chi, các họ cây có trong RNM. Tác giả đã xếp 57 loài CNM vào 4 nhóm dựa vào tính chất ngập nước và độ mặn của nước: Nhóm mọc trên đất bồi ngập nước mặn (độ mặn của nước từ 15 - 32 ‰) có 25 loài, trong đó có Đưng (*Rhirophora mucrotana*), Cóc trắng (*Lumnitzera racemosa*); nhóm sống trên đất bồi thường ngập nước lợ (độ mặn 5 - 15 ‰) có 9 loài, trong đó có Vẹt đen (*Bruguiera sexangula*) và nhóm sống trên đất bồi ít ngập nước lợ có 12 loài.

Theo một số nhà nghiên cứu, trung tâm hình thành CNM của Việt Nam là nguồn gốc từ Indonesia và Malaysia, từ đó phát tán ra các nơi khác. Theo Phan Nguyên Hồng (1991) [13] vận chuyển nguồn giống vào Việt Nam chủ yếu là do các dòng chảy đại dương và các dòng ven bờ. Gió mùa Tây Nam vào mùa hè đưa dòng chảy mang nguồn giống từ phía Nam lên, nhưng khi đến vĩ độ 12 thì dòng chảy

chuyển hướng ra khơi nên một số loài không phát tán đến bờ biển phía Bắc. Chính vì vậy mà nhiều loài phong phú ở phía Nam như: Bần trắng (*Sonneratia alba*), Bần ổi (*Sonneratia ovata* Backer), Dà quánh (*Ceriops decandra* Griff.), Đưng (*Rhirophora mucrotana*), Đước đôi (*Rhirophora apiculata*), Vẹt trụ (*Bruguiera cylindrica* (L.) Bl.), Vẹt tách (*Bruguiera parviflora* (Roxb.) Wight & Arn. ex Griff.) không xuất hiện ở miền Bắc.

Năm 1999, Phan Nguyên Hồng [14] công bố nhóm thực vật thực thụ và tham gia hay gia nhập vào HST RNM ven biển là 77 loài; nhóm CNM thực thụ có 35 loài, nhóm CNM tham gia có 42 loài. Phân theo vùng miền thì ở miền Bắc có 34 loài, ở miền Nam có 69 loài.

Những nghiên cứu đã cho thấy, các nhân tố sinh thái như các đặc điểm địa lý (địa hình, địa mạo), khí hậu (nhiệt độ, lượng mưa), thủy văn (dòng chảy ven bờ, đại dương) và độ mặn nước biển ven bờ v.v... có ảnh hưởng rất quyết định đến thành phần loài, cũng như đặc điểm sinh trưởng, phát triển v.v... của thực vật ở RNM.

1.3.2. Nghiên cứu về tái sinh và phục hồi RNM ở Việt Nam

Việt Nam là quốc gia có các vùng sinh thái khác nhau, các loài CNM sinh trưởng khác nhau tùy thuộc vào vùng phân bố.

Ở khu vực miền Nam Việt nam sinh trưởng RNM tốt hơn ở miền Bắc, thể hiện ở sự đa dạng hơn về thành phần loài và kích thước của chúng. Khi nghiên cứu về rừng trồng Đước đôi (*Rhizophora apiculata*) tại Cần Giờ (dẫn theo Đinh Thanh Giang, 2016) [11] đã áp dụng cả 3 phương pháp trồng rừng, đó là: (i) Trồng trực tiếp: Cắm trực tiếp trụ mầm sâu 1/3 trái (4 - 6 cm) xuống nền bùn, kỹ thuật này rất đơn giản và giá thành thấp nhưng tỷ lệ sống rất thấp nếu không áp dụng đúng kỹ thuật; (ii) Trồng gián tiếp: Cây con được ươm trong bầu nilon kích thước 15 x 20cm, nuôi dưỡng trong vườn ươm từ 3 - 5 tháng, khi cây có 2 - 3 cặp lá thì đem trồng và (iii) Trồng bằng cây con mọc tự nhiên trong rừng: Cây con được bứng từ rừng bằng cách đào xung quanh gốc, tuy nhiên cây đã chết sau vài tháng trồng. Trần Thanh Cao (2006) [6] khi trồng rừng Bần chua (*Sonneratia caseolaris*) tại Sóc Trăng đã kết luận rằng việc trồng rừng ở khu vực này đã gặp nhiều khó khăn như

sóng to làm trốc gốc cây và gây ra xói lở nền đất, phù sa từ các sông bồi nhanh làm lấp kín rễ thở, con Hà bám làm ngã đổ gây chết cây và độ mặn thay đổi theo mùa trong năm ảnh hưởng đến tỷ lệ sống, v.v... Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, sau khi trồng 2 tháng tỷ lệ cây sống rất thấp (< 30 %), sau 3 tháng các ô thí nghiệm bị sóng to tàn phá hoàn toàn. Tác giả cũng cho rằng việc chọn địa điểm trồng, sử dụng sọt tre, sử dụng cọc đỡ, v.v... đều không cho hiệu quả như mong muốn tại khu vực nghiên cứu. Khi tiến hành nghiên cứu trồng RNM tại Bạc Liêu vào năm 2006, tác giả Đỗ Xuân Phương [25] cho rằng ở những vùng đất cao, ít ngập triều, đất trở nên rắn chắc, độ mặn rất cao, nếu sử dụng biện pháp trồng rừng theo phương thức thông thường sẽ không mang lại kết quả, do đó cần được áp dụng kỹ thuật cải tiến bao gồm: trồng Đước đôi (*Rhizophora apiculata*) xen với cây trồng khác, trồng trong vuông tôm, trồng ngoài vuông tôm, trồng có đào rãnh, trồng trực tiếp xuống nền đất rừng, v.v...

Ngô Đình Quế (2003) [26] đã tiến hành thí nghiệm trồng RNM tại Hải phòng, trên lập địa bãi bồi bùn chặt, ngập triều trung bình. Kết quả cho thấy cây trồng sinh trưởng tốt nhất ở công thức trồng hỗn giao với mật độ (cây/ha): 8.250 cây Trang (*Kandelia obovata* Sheue Liu &Yong) + 800 cây Bần chua (*Sonneratia caseolaris*). Dải rừng này đã góp phần nâng cao khả năng phòng hộ của rừng, giảm đáng kể biên độ của sóng biển. Đinh Thanh Giang (2010) [10] đã sử dụng cây con có bầu 8 - 12 tháng tuổi, trồng với mật độ trung bình 5.000 cây/ha trong các đầm nuôi tôm bỏ hoang tại Quảng Ninh. Sau 3 năm trồng, tỷ lệ sống đạt trên 70 - 80 %, cây sinh trưởng tốt và bước đầu đã có tác dụng cải thiện môi trường đất trong các đầm nuôi tôm. Năm 2012, Đoàn Đình Tam [27] đã tiến hành phục hồi RNM trên các lập địa khó khăn đòi hỏi kỹ thuật tương đối tỷ mỉ, tác giả đã thử nghiệm xây dựng môt số mô hình trồng RNM trên một số dạng lập địa khó khăn tại vùng ven biển miền Bắc. Về vấn đề cải tạo RNM, năm 2013, Vũ Tấn Phương [24] đã xây dựng một số mô hình cải tạo RNM tự nhiên có mật độ thưa tại Quảng Ninh bằng việc trồng bổ sung Đước vòi (*Rhizophora stylosa*) với mật độ bổ sung bình quân: 800 cây/ha, cự ly trồng: cây cách cây 2,5 m, hàng cách hàng 2,5cm, trồng theo đám. Kết quả sau 2

năm trồng, tỷ lệ sống của cây trồng bổ sung > 85 %, đường kính cổ rễ bình quân là 1,55 cm, chiều cao vút ngọn bình quân đạt 73,2 cm.

Về các nhân tố ảnh hưởng đến tái sinh RNM cũng có nhiều tác giả quan tâm. Sống ở môi trường sinh thái nào thì các sinh vật sẽ chịu sự tác động đặc trưng của môi trường đó, CNM sống ở vùng chuyển tiếp giữa môi trường biển và đất liền là loại môi trường đặc biệt, các nhân tố sinh thái có ảnh hưởng lớn đến sự phân bố và sinh trưởng của các loài CNM. Hầu hết các tác giả khi nghiên cứu CNM thường đề cập đến các nhân tố sinh thái chủ yếu như: khí hậu, thuỷ triều, độ mặn, địa hình, thể nền, v.v… Ngoài các yếu tố sinh thái tự nhiên, con người cũng đóng vai trò không nhỏ trong sự phân bố và khả năng tái sinh của các CNM. Một khó khăn lớn là nhiều loài CNM có biên độ thích nghi rộng về khí hậu, đất, nước, độ mặn. Do đó khi dựa vào một khu phân bố cụ thể nào để nhận định tính chất của CNM, có thể không áp dụng được ở vùng khác hoặc không thể suy ra tính chất chung cho loại thảm thực vật này.

Theo Phan Nguyên Hồng (1991) [13], trong nhân tố khí hậu, nhiệt độ có ảnh hưởng lớn cả hai quá trình quang hợp và hô hấp. Ở những vùng có nhiệt độ bình quân trong năm cao, biên độ nhiệt giữa ngày và đêm, giữa các mùa thấp (đồng thời độ ẩm cao) thì RNM phát triển về kích thước và số loài CNM cao. Các nghiên cứu cũng cho thấy số loài CNM giảm hẳn khi nhiệt độ xuống quá thấp hoặc quá cao. Lượng mưa có ảnh hưởng rất rõ rệt đến sự sinh trưởng, phân bố và tái sinh của CNM. Tác giả cũng cho rằng, ở vùng nhiệt đới lượng mưa phân bố không đồng đều trong năm, nơi nào có mùa mưa trùng với mùa sinh sản của CNM thì nơi đó có rừng phát triển, còn nơi nào tuy có lượng mưa lớn nhưng không trùng với mùa sinh sản thì không có rừng vì thiếu nước ngọt, cây con không tái sinh được. Còn ở những vùng mưa ít, hạn nhiều thì hệ thực vật nghèo nàn, thưa thớt, cây thấp bé và rừng không liên tục. Gió có tác dụng trực tiếp hoặc gián tiếp đến sự hình thành của RNM theo nhiều cách. Ông cũng đã nghiên cứu một số tác dụng của gió đến sự hình thành và phát triển của RNM như làm tăng lượng mưa ở vùng RNM (gió mùa), đưa nước triều vào sâu trong đất liền, nên các cây nước lợ có thể phát triển dọc bờ sông vào

sâu trong đất liền trên dưới 100 km, gió mạnh làm thay đổi khí hậu địa phương như gió mùa đông bắc (tháng 10 đến tháng 2 năm sau) đem theo không khí lạnh và hanh khô làm hạn chế sự sinh trưởng của RNM. Chế độ thủy văn cũng có ảnh hưởng không nhỏ tới RNM. Thủy triều không những có tác động trực tiếp lớn đến CNM bởi mức độ và thời gian ngập nước, mà còn ảnh hưởng đến nhiều yếu tố khác như kết cấu độ mặn của đất, sự bốc hơi nước, các sinh vật khác trong rừng; các yếu tố này tác động đến đời sống của CNM, v.v… Mặt khác, thủy triều chịu tác động của gió, lượng mưa và dòng chảy trong sông, từ đó ảnh hưởng đến kết cấu RNM (Viên Ngọc Nam, 1996 [22] và Đặng Trung Tấn, 1998 [28]). CNM có khả năng giữ cân bằng muối bằng cách thải lượng muối thừa hoặc tích muối trong lá già sau đó lá già rụng đi. Tuy nhiên, không phải ở bất kỳ nồng độ mặn nào CNM cũng sinh trưởng phát triển tốt. Phần lớn CNM sinh trưởng và phát triển bình thường ở môi trường nước có độ mặn từ 15 - 35 $^{0}/_{00}$, các loài còn lại chỉ có thể gặp ở những nơi có độ mặn vừa phải 7 - 25 $^{0}/_{00}$, các loài cây nước lợ không chịu được độ mặn cao trên 30$^{0}/_{00}$ (Phan Nguyên Hồng, 1991) [13]. Tác giả đã chia các CNM thành hai nhóm: Nhóm có biên độ muối rộng và nhóm có biên độ muối hẹp. Vậy độ mặn đóng vai trò lớn tới sự phân bố, sinh trưởng và khả năng tái sinh của CNM. Một nhân tố khác cũng ảnh hưởng không nhỏ tới RNM là thể nền. Đất RNM do phù sa các sông mang từ nội địa ra cùng với trầm tích biển do thủy triều đem vào. Do đó, tính chất của loại đất này phụ thuộc vào nguồn gốc phù sa và trầm tích, nó rất dễ bị biến đổi dưới tác động của khí hậu, thủy văn, hệ động thực vật, đất. CNM có thể sống trên các thể nền ngập nước định kì khác nhau như bùn sét, bùn cát, than bùn, v.v… Tuy nhiên, từng loại thể nền khác nhau thì sự thích ứng và phân bố của CNM là khác nhau và CNM phát triển tốt nhất trên nền bùn sét có mùn hữu cơ. Ngô Đình Quế, 2003 [26] Nghiên cứu phục hồi, phát triển RNM và rừng Tràm ở Việt Nam đã cho rằng, đất ven biển Tuần Châu, Quảng Ninh, nhiều cát thô và sỏi đá, nghèo dinh dưỡng nên CNM sinh trưởng chậm, còi cọc, phân cành sát gốc; đất ở Nam Bộ giàu phù sa nên cây sinh trưởng tốt. Nói chung, thể nền và tính chất của thể nền là một trong những yêu tố thiết yếu cho sự sinh trưởng, phân bố và tái sinh của CNM. Có rất nhiều nhân

tố ảnh hưởng tới tái sinh RNM, tới sự phục hồi của HST rừng này, tuy nhiên tùy thuộc vào từng vùng, từng khu vực mà nhân tố nào có ảnh hưởng quan trọng nhất, đòi hỏi các nhà nghiên cứu phải quan sát đánh giá để quyết định nên đánh giá trọng tâm vào nhân tố nào nhằm tăng hiệu quả và tính sát thực của nghiên cứu.

Nhìn chung, RNM từ lâu đời đã được coi là tấm lá chắn bảo vệ đê, chống xói lở và gió bão; RNM còn được coi như giải pháp sinh thái hiệu quả để ứng phó với BĐKH và đảm bảo sinh kế cho người dân vùng ven biển. Những năm gần đây, ở một số địa phương việc trồng rừng, khôi phục RNM đã được áp dụng các biện pháp kỹ thuật mới với mức đầu tư khá lớn, nhưng tỷ lệ sống của rừng thấp, do đó cần có thêm nhiều các công trình nghiên cứu và thử nghiệm để hoàn thiện các hướng dẫn kỹ thuật trồng, phục hồi RNM.

1.3.3. Một số nghiên cứu về RNM liên quan đến khu vực xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh

Trần Ngọc Cường, Trần Huyền Trang (2010) [9] đã nghiên cứu các giải pháp về trồng và bảo vệ RNM tại xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh, trong đó tập trung vào lĩnh vực xây dựng vườn ươm, tập huấn kỹ thuật trồng rừng, xây dựng quy chế quản lý RNM, xây dựng và hướng dẫn mô hình sinh thái bền vững, nhằm giảm áp lực lên RNM. Đã có các cuộc hội thảo về chia sẻ kinh nghiệm quản lý RNM, nâng cao nhận thức của cộng đồng về HST RNM.

Đinh Thanh Giang (2010) [10] đã sử dụng cây con có bầu 8 - 12 tháng tuổi, trồng với mật độ trung bình 5.000 cây/ha trong các đầm nuôi tôm bỏ hoang tại xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh. Sau 3 năm trồng, tỷ lệ sống đạt trên 70 - 80%, cây sinh trưởng tốt và bước đầu đã có tác dụng cải thiện môi trường đất trong các đầm nuôi tôm. Tổng cục Môi trường (2009 - 2011) [34] có nghiên cứu đánh giá mức độ suy thoái HST RNM và cỏ biển; đồng thời lượng giá dịch vụ HST vịnh Tiên Yên.

Hoàng Văn Tuấn và cộng sự (2012) [41] đã đề xuất định hướng phân vùng chức năng sử dụng bền vững tài nguyên và môi trường vịnh Tiên Yên như sau: Tiêu chí đề xuất: Đặc điểm tài nguyên của vùng, đặc biệt là tài nguyên sinh vật và vai trò

sinh thái của chúng; khả năng khai thác các nguồn tài nguyên phục vụ nhu cầu phát triển, các hoạt động khai tác tài nguyên phải đảm bảo tính bền vững tài nguyên cho mỗi vùng chức năng; Đặc điểm địa hóa môi trường; Các hoạt động nhân sinh không sử dụng trực tiếp tài nguyên của vịnh nhưng ảnh hưởng đến môi trường của vịnh; Các hoạt động khai thác trực tiếp tài nguyên vịnh; Đảm bảo sự cộng bằng giữa các nhóm lợi ích, ưu tiên sinh kế cho cộng đồng nghèo ven vịnh; Các quy hoạch phát triển đã có; Các chính sách, kế hoạch của địa phương.

Theo quan điểm của các tác giả thì về phân vùng, căn cứ các tiêu chí nêu trên có thể chia khu vực Tiên Yên thành 07 vùng chức năng khác nhau: Vùng 1: Vùng bảo tồn thiên nhiên – sinh cảnh đất ngập nước Đồng Rui- cửa sông Tiên Yên (bao gồm diện tích các bãi triều xã Đồng Rui, Tiên Yên và Đài Xuyên, Vân Đồn); Vùng 2: Vùng phát triển cảng biển Mũi Chùa - Cửa Lân (từ cửa sông Tiên Yên ra đến Cửa Lân); Vùng 3: vùng bảo tồn và phát triển RNM kết hợp khai thác thủy sản sinh thái Tiên Yên, Hải Hà (bãi triều có tầng phủ thực vật từ Tiên Yên đến Hải Hà); Vùng 4: vùng bảo tồn sinh cảnh đất ngập nước kết hợp với NTTS bãi triều, khai thác thủy sản sinh thái Tiên Yên - Hải Hà (bao gồm hệ thống bãi triều không phủ thực vật từ Tiên Yên đến Đầm Hà); Vùng 5: vùng bảo tồn thiên nhiên kết hợp với nuôi thủy sản lồng bè, khai thác hạn chế Núi Cuống- Hòn Miếu (vùng đất ngập nước thường xuyên của Vịnh kéo dài từ Núi Cuống đến Hòn Miếu); Vùng 6: vùng phát triển công nghiệp cảng biển Hải Hà; Vùng 7: vùng phát triển kinh tế biển đảo kết hợp với an ninh, quốc phòng Cái Bầu - Vĩnh Thực (Uỷ ban nhân dân tỉnh Quảng Ninh [46]).

Tổng cục Thủy sản (2012) [35], quy hoạch chi tiết khu bảo tồn biển Tiên Yên - Hà Cối, Quảng Ninh, đã đề xuất thành lập khu bảo tồn biển Tiên Yên, Hà Cối, với 3 phân khu: phân khu bảo vệ nghiêm ngặt (HST RNM Đồng Rui); phân khu phục hồi sinh thái; phân khu phát triển. Ban quản lý khu bảo tồn biển này cũng được đề xuất thành lập với quy chế hoạt động cụ thể. Tuy nhiên, việc hình thành khu bảo tồn này vẫn mang tính bước đầu, các quy định còn mang tính hành chính. Sự tham gia của cộng đồng và các bên liên quan chưa được đề cập cụ thể trong đề án về khu bảo tồn biển này.

Trong kế hoạch hành động về bảo tồn đa dạng sinh học tỉnh Quảng Ninh được phê duyệt Ủy ban nhân dân tỉnh Quảng Ninh (2012) [43] đã đề cập đến tổng thể hiện trạng kinh tế - xã hội, đa dạng sinh học; các áp lực và đề xuất các nhóm mục tiêu, hoạt động cho toàn tỉnh, trong đó có vịnh Tiên Yên. Việc bảo tồn và phát triển HST RNM xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên cũng được quan tâm và ưu tiên thực hiện. Đinh Thanh Giang (2016) [11] nghiên cứu sinh trưởng của các loài cây trồng trong mô hình phục hồi RNM ở đầm nuôi tôm bỏ hoang tại xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh đã rút ra kết luận ở các mô hình thí nghiệm cho thấy: Trồng RNM bằng cây con có bầu đạt tỷ lệ sống cao hơn 20 - 30 % so với trồng bằng trụ mầm. Có thể sử dụng 3 loài cây là Đước vòi (*Rhirophora stylosa*), Mắm biển (*Avicennia marina*) và Trang (*Kandelia obovata*) để trồng phục hồi RNM trong các đầm nuôi tôm bỏ hoang tại tỉnh Quảng Ninh, với mật độ trồng từ 2.500 cây đến 4.000 cây/ha. Có thể trồng thuần loài hoặc hỗn giao và trồng rừng bằng cây con >12 tháng tuổi.

1.4. Thảo luận chung

Từ một số công trình nghiên cứu về RNM trên thế giới và ở Việt Nam nói chung, ở khu vực liên quan đến đảo Đồng Rui nói riêng cho thấy, đối tượng RNM hay TTVNM, đất ngập mặn rất được quan tâm nghiên cứu. Các nghiên cứu tập trung về giải pháp kỹ thuật lâm sinh như trồng, chăm sóc và bảo vệ các HST RNM tự nhiên, giải pháp về phục hồi TTVNM tại các đầm NTTS. Giải pháp về cơ chế chính sách, quản lý, quy hoạch, phân vùng TTVNM khu vực quanh đảo Đồng Rui. Tuy nhiên, do đặc thù về tự nhiên và phát triển sản xuất, nên trong thời gian qua các nghiên cứu về tái sinh TTVNM đã có thường tập trung nhiều ở các tỉnh phía Nam (khu vực Cần Giờ, thành phố Hồ Chí Minh, khu vực Đồng bằng sông Cửu Long), còn ở phía Bắc hiện chưa nhiều. Phân tích, đánh giá tổng hợp các kết quả nghiên cứu về TTVNM tại khu vực quanh đảo Đồng Rui cũng cho thấy, vẫn còn tồn tại các vấn đề liên quan đến đặc điểm tái sinh tự nhiên của HST RNM như:

- Chưa có công trình nghiên cứu, đánh giá lượng hóa được đặc điểm các QXTVNM tại khu vực quanh đảo Đồng Rui một cách đầy đủ và hệ thống;

- Chưa có các nghiên cứu đầy đủ về đặc điểm cơ bản TTVNM tự nhiên quanh đảo Đồng Rui, đặc biệt là đa dạng ở các QXTVNM;

- Chưa có nghiên cứu đánh giá đầy đủ về đặc điểm cấu trúc tổ thành, mật độ, độ tàn che, sinh trưởng, mức độ ưu thế, đa dạng loài tầng cây cao và xu hướng diễn thế của các QXTVNM tự nhiên;

- Chưa có các nghiên cứu chuyên sâu về diễn biến tái sinh như tái sinh tự nhiên dưới tán và đặc điểm tái sinh trong lỗ trống của các QXTVNM tự nhiên là cơ sở khoa học và thực tiễn để đề xuất giải pháp phục hồi và phát triển TTVNM tại khu vực quanh đảo Đồng Rui.

Do đó, nghiên cứu đặc điểm tái sinh tự nhiên làm cơ sở cho việc xác định các giải pháp hữu hiệu để phục hồi các QXTVNM tự nhiên quanh đảo Đồng Rui là đề tài mang tính cấp bách cần thiết và tính thực tiễn.

CHƯƠNG 2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung nghiên cứu

Từ mục tiêu nghiên cứu đề ra, các nội dung chính được tiến hành nghiên cứu như sau:

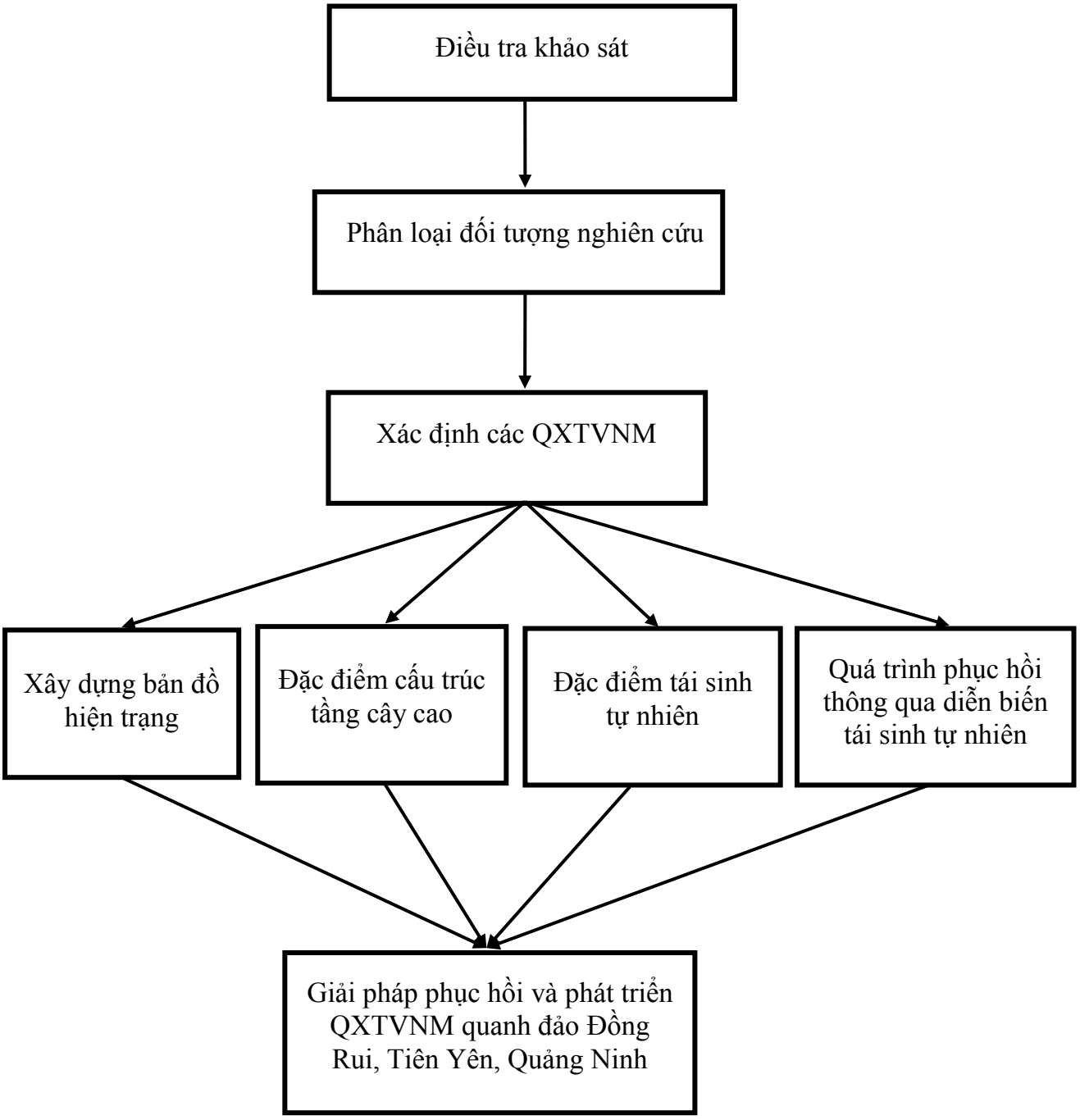
i) Nghiên cứu đặc điểm cơ TTVNM quanh đảo Đồng Rui: Hệ thực vật; Đa dạng các QXTVNM; Đặc điểm cấu trúc tầng cây cao của một số QXTVNM tự nhiên tại khu vực nghiên cứu: Cấu trúc tổ thành tầng cây cao; Mật độ, độ tàn che của các QXTVNM; Một số chỉ tiêu sinh trưởng TCC; Mức độ ưu thế và độ đa dạng loài TCC;

ii) Nghiên cứu đặc điểm tái sinh tự nhiên của các QXTVNM tại khu vực nghiên cứu: Đặc điểm tái sinh tự nhiên dưới tán; Đặc điểm tái sinh tự nhiên trong lỗ trống;

iii) Nghiên cứu, đánh giá quá trình phục hồi tự nhiên của một số QXTVNM bao gồm quá trình phục hồi thông qua tái sinh tự nhiên của một số QXTVNM từ năm 2012 đến năm 2018; Xu hướng diễn thế của QXTVNM tự nhiên tại khu vực nghiên cứu; xây dựng bản đồ biến đổi các QXTVNM tại khu vực nghiên cứu;

iv) Nghiên cứu đề xuất giải pháp phục hồi và phát triển QXTVNM tại khu vực đảo Đồng Rui: Cơ sở đề xuất giải pháp; Giải pháp lâm sinh để phục hồi và phát triển TTVNM tại khu vực nghiên cứu.

Các nội dung nghiên cứu được thể hiện trong sơ đồ khung logic (hình 2.1) như sau:



Hình 2.1. Sơ đồ khung logic các nội dung nghiên cứu

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp luận

Tái sinh rừng được coi như một thước đo về khả năng phục hồi của rừng, vậy nên việc nghiên cứu khả năng phục hồi của rừng chính là nghiên cứu tái sinh rừng bằng việc nghiên cứu các chỉ tiêu như mật độ cây tái sinh trên hecta, cây tái sinh triển vọng, diễn biến của các cấp cây tái sinh, cây tái sinh chuyển cấp, cây tái sinh bổ sung, xu hướng biến động cây tái sinh, v.v.. Tương tự như các hệ sinh thái rừng nói chung, sự phục hồi TTVNM cũng được đánh giá theo đặc điểm tái sinh tự nhiên của thảm thực vật thể hiện ở tổ thành CNM tái sinh, cây tái sinh triển vọng và xu thế diễn biến tái sinh trong cả một quá trình cụ thể. Sự phục hồi TTVNM khu vực quanh đảo Đồng Rui đã được đánh giá thông qua việc nghiên cứu đặc điểm tái sinh dưới tán và tái sinh lỗ trống trên 13 QXTVNM tự nhiên bằng việc quan sát đặc điểm tái sinh trên hệ thống các ô tiêu chuẩn định vị (04 ODV) và ô tiêu chuẩn tạm thời (39 OTC) và trên 15 lỗ trống định vị.

2.2.2. Phương pháp điều tra

Để nghiên cứu diễn biến tái sinh tự nhiên và diễn thế của rừng, các nghiên cứu từ trước đến nay thường kết hợp sử dụng hai phương pháp: i) Phương pháp nghiên cứu ODV, đây là phương pháp có tính chính xác nhất thông qua việc quan sát lâu dài các quá trình trong một ODV. Phương pháp này thường được áp dụng trong nghiên cứu giai đoạn phát triển ban đầu của rừng phục hồi (rừng tiên phong) từ 3 - 4 năm tuổi; ii) Phương pháp nghiên cứu trên OTC điển hình tạm thời. Đây là phương pháp gián tiếp, thường được thực hiện khi cần quan sát quá trình diễn thế trong thời gian dài, tức là điều tra một lần ở nhiều ô tiêu chuẩn (OTC) điển hình tạm thời trong các QXTVNM khác nhau về tuổi sao cho hệ thống ô điều tra tạo thành một chuỗi thời gian (lấy không gian thay thế thời gian). Cách tiếp cận này được dựa trên giả thiết về quá trình diễn thế giống nhau trong các lâm phần ở những điều kiện tương tự (như lịch sử sử dụng đất, thổ nhưỡng), nghĩa là tính đồng nhất của điều kiện lập địa cho các OTC. Phương pháp này có ưu điểm cho kết quả nghiên cứu nhanh,

nhưng nhược điểm là việc giải thích các kết quả điều tra phần nào mang tính xu thế, vì các lâm phần được chọn không thể giống nhau hoàn toàn về các điều kiện tự nhiên. Rừng non phục hồi luôn có biến động lớn và phức tạp, đặc biệt là đối với thảm TVNM, nên khi sử dụng phương pháp chuỗi thời gian, thì chúng ta không thể phân tích các quá trình động thái của diễn thế phục hồi từ các quan sát trực tiếp được mà chỉ có thể suy luận một cách gián tiếp dựa trên giả thiết rằng các quá trình tương tự sẽ xảy ra ở các lâm phần khác nhau. Vì lý do này, các nghiên cứu từ trước tới nay về diễn thế hay diễn biến tái sinh tự nhiên hầu hết đều kết hợp cả hai phương pháp nêu trên, nhằm phát huy thế mạnh của mỗi phương pháp đồng thời, giảm thiểu những mặt hạn chế mà cả hai phương pháp pháp đều có.

Do các điều kiện về thời gian, cùng các điều kiện cụ thể khác, luận án đã sử dụng hệ thống OTC tạm thời gồm 39 OTC (điều tra 1 lần) để đánh giá đặc điểm cấu trúc, tái sinh của các QXTVNM; lập 4 ODV theo dõi tái sinh dưới tán, 4 ODV theo dõi tái sinh trong lỗ trống trong 6 năm; thông qua diễn biến tái sinh rừng để đánh giá khả năng phục hồi tự nhiên của các QXTVNM tại khu vực nghiên cứu.

2.2.2.1. Cơ sở phân chia các QXTVNM

Bất cứ thuộc tính nào của rừng ngập mặn (hoá lý, chức năng, cấu trúc) cũng có thể sử dụng để phân loại các quần xã, khi chọn thuộc tính nào là tuỳ thuộc vào mục đích của việc phân loại. Tuy nhiên, để tiện so sánh trên phạm vi toàn cầu phần lớn các tác giả đã thực hiện theo cách sau đây: Phân loại theo thuộc tính cấu trúc, phân loại theo thuộc tính cấu trúc và diện mạo, phân loại theo địa mạo (Nguyễn Hoàng Trí, 1999) [37]. Theo Phan Nguyên Hồng (1991) [13], những nhân tố tác động đến sự hình thành và phân bố của quần xã RNM khu vực I ven biển Đông Bắc là địa hình, thuỷ triều, trầm tích bãi triều. Trong phạm vi luận án này, TTVNM tại khu vực nghiên cứu được phân chia thành các QXTVNM, chúng tôi dựa vào các thuộc tính chủ yếu sau:

- Đặc điểm cấu trúc tổ thành loài,
- Độ cao thể nền, mức độ thành thục thể nền, thành phần cấp hạt đất,

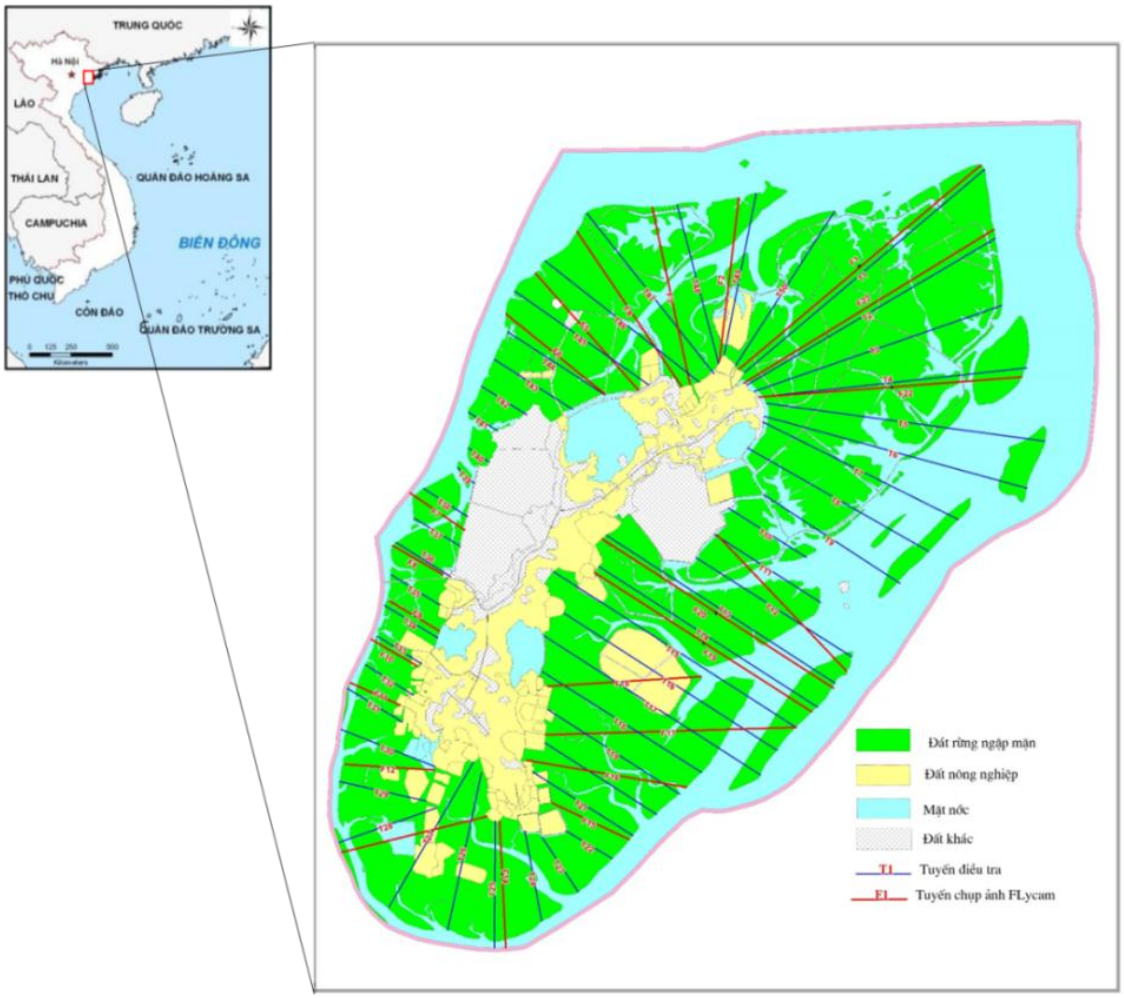
- Thời gian ngập triều,

- Nguồn gốc hình thành QXTVNM: tự nhiên hay nhân tạo.

2.2.2.2. Điều tra xác định các điểm nghiên cứu

Các tài liệu kế thừa về điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội khu vực Đồng Rui cho thấy, có thể chia vùng nghiên cứu thành 4 khu vực điển hình là: Khu vực ven các bờ đê, khu vực trong các đầm nuôi thủy sản, khu vực chịu tác động của thủy triều và khu vực bãi lầy cửa sông Tiên Yên, Ba Chẽ.

Nghiên cứu đã tập trung vào các QXTVNM tại khu vực chịu tác động của thủy triều (điều tra sơ thám khu vực này, đánh giá sơ bộ về đặc điểm tự nhiên, địa hình, thỗ nhưỡng, HTV, v.v...). Đây là khu vực rất quan trọng với hai HST đặc trưng là HST RNM và HST bãi triều, trong đó có nhiều QXTVNM khác nhau. Để thu thập mẫu vật, tư liệu, đề tài đã thực hiện 50 tuyến điều tra nghiên cứu trên toàn khu vực (hình 2.2). Cả 50 tuyến nghiên cứu phân bố đồng đều quanh xã Đồng Rui (hình 2.2) đã được thiết lập và khảo sát theo phương pháp của Nguyễn Nghĩa Thìn (2007) [30]. Trên các tuyến điều tra, đều tiến hành thu thập mẫu vật, định dạng và thống kê tên loài, dạng sống của CNM, xác định đặc điểm biến đổi thể nền, độ cao bình quân thể nền, mức độ thành thục thể nền, thời gian ngập triều, đo độ mặn, v.v… Máy định vị GPS và bản đồ hiện trạng được sử dụng để xác định ranh giới giữa các QXTVNM, từ đó, xác định các QXTVNM tại khu vực điều tra. Các thông tin điều tra được ghi chép tỉ mỉ, chính xác, chi tiết vào phiếu điều tra và đánh dấu các vị trí trên bản đồ, phục vụ việc lập OTC điều tra chi tiết.



Hình 2.2. Sơ đồ bố trí tuyến điều tra năm 2012 và tuyến chụp ảnh Flycam năm 2018

Từ kết quả điều tra sơ thám, tổng hợp và phân tích số liệu, đã xác định được 13 QXTVNM đặc trưng tại khu vực nghiên cứu và lựa chọn 4 QXTVNM đặc trưng tại khu vực để lập 4 ODV (số I, II, III, IV) phục vụ nghiên cứu diễn biến tái sinh dưới tán. Ngoài ra, còn lập các OTC tạm thời trên cả 13 QXTVNMTN để nghiên cứu đặc điểm TCC và đặc điểm tái sinh dưới tán, đảm bảo đủ 3 OTC trên mỗi quần xã; Đồng thời xác lập 4 ODV (số 1, 2, 3, 4) phục vụ nghiên cứu tái sinh trong lỗ trống.

2.2.2.3. Phương pháp nghiên cứu

a) Phương pháp phân tích mẫu thực vật

Mẫu thực vật được định danh dựa theo các tài liệu của Phạm Hoàng Hộ [12] Nguyễn Hoàng Trí (1996) [37]). Phân tích phổ dạng sống của HTV theo Raunkiær C. (1934) [67]. Phân tích giá trị nguồn gen quý hiếm theo "Sách Đỏ Việt Nam" (2007) [4]. Giá trị sử dụng của các loài được đánh giá theo Võ Văn Chi (1996) [7], Đỗ Tất Lợi (1999) [20], Triệu Văn Hùng (2007) [18]. Các kiểu quần xã thực vật nghiên cứu, sắp xếp, mô tả theo Phan Nguyên Hồng (1999) [14] và tổ hợp loài ưu thế theo Thái Văn Trừng [40].

b) Thiết lập OTC tạm thời phục vụ nghiên cứu đặc điểm cấu trúc TCC và tái sinh dưới tán

OTC tạm thời hình vuông, diện tích 100 m^2 (10 x 10 m) được thiết lập trên các QXTVNM tự nhiên đặc trưng để xác định đặc điểm lâm học và tái sinh dưới tán, với tất cả 39 OTC tạm thời, mỗi QXTVNM tự nhiên lập 3 OTC đảm bảo tính đại diện. Thông tin chi tiết của các OTC được thể hiện ở phụ lục 6.1. Thời điểm lập và điều tra trên các OTC: Tháng 3/2012.

Những thông tin cần mô tả về OTC: tọa độ địa lý, độ cao thể nền, độ thành thục thể nền, mức độ ngập triều.

Tọa độ địa lý được xác định bằng GPS cầm tay; độ thành thục thể nền được xác định bằng mắt thường, phân chia độ thành thục của đất ngập mặn như sau (QPN7 - 84) [2] [5].

1. Bùn loãng: khi đi trên bùn, độ ngập sâu của chân từ 30-40 cm.
2. Bùn chặt: khi đi tren bùn, độ ngập sâu của chân từ 20-30 cn.
3. Sét mềm: khi đi chân bị lún sâu vào đất từ 10-20 cm.
4. Sét chặt: khi đi chân bị lún sâu vào đất từ < 10 cm.
5. Đất rắn chắc: Khi đi chân không bị lún.

Trên mỗi OTC tạm thời, lập 5 ô dạng bản (ODB) diện tích 4 m^2 (2 x 2 m), 4 ô 4 góc, 1 ô nằm ở tâm của OTC tạm thời phục vụ điều tra CTS.

- Điều tra trên OTC tạm thời

(1) Đặc điểm TCC: Điều tra toàn bộ TCC trong OTC

+ Xác định tên loài,

+ Đo chiều cao cây (chiều cao vút ngọn: H_{VN}): những cây có chiều cao từ 4 m trở xuống đo trực tiếp bằng sào có chia vạch đến 0,10 m.

+ Đo đường kính cây (thường đo tại vị trí nằm trên bạnh gốc cây: $D_{0.0}$): đo trực tiếp bằng thước kẹp với độ chính xác 0,10 cm.

+ Đường kính tán (Dt, m) được đo bằng sào khắc vạch theo hình chiếu thẳng đứng của mép tán lá xuống mặt phẳng nằm ngang, với độ chính xác đến dm. Đo theo hai hướng Đông Tây – Nam Bắc và tính trị số bình quân.

Đo đường kính gốc với từng loài tại khu vực nghiên cứu, đã thực hiện như sau:

• Loài Đâng: Đo $D_{0.0}$ tại phía trên của rễ chống.

• Loài Trang: Đo $D_{0.0}$ tại phía trên của bạnh vè.

• Loài Mắm biển, Bần chua, Vẹt dù, Sú, Cóc vàng, Giá: Đo cách mặt đất 3cm (trước phần phân cành nhánh).

- Xác định độ tàn che: Độ tàn che được xác định bằng phương pháp gián tiếp thông qua ảnh chụp bằng máy ảnh kỹ thuật số Canon 450D 12,1 mega pixels, được gắn với ống kính bán cầu, đặt cố định cách mặt đất 1,5 m. Các ảnh chụp có cùng tiêu cự (f) = 4,5, tốc độ chụp 1/100 giây, ISO = 800, độ phân giải 1024 x 768. Trên mỗi OTC, chụp 05 bức ảnh, 01 ảnh chụp tại trí trung tâm ô và 4 ảnh chụp ở bốn góc OTC.

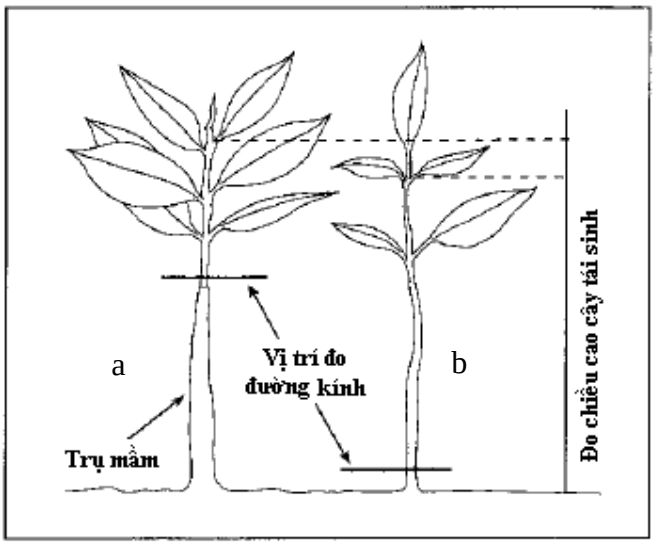
(2) Đặc điểm cây tái sinh:

CTS được đo đếm trong hệ thống ODB. Trên mỗi ODB, thu thập các thông tin về tầng CTS, gồm: *(i)* tên loài cây, *(ii)* chiều cao vút ngọn, *(iii)* đường kính gốc, *(iv)* chất lượng CTS. Trong đó:

Tên loài cây được xác định bằng phương pháp nhận biết trực tiếp, trường hợp không xác định được sẽ chụp ảnh và lấy mẫu để giám định.

Chiều cao vút ngọn (H_{vn}) được xác định bằng thước, chính xác đến cm.

Đường kính gốc ($D_{0.0}$) được xác định bằng thước kẹp Palme có độ chính xác đến mm.



Hình 2.3. Sơ đồ cách đo đường kính, chiều cao cây tái sinh

Cách đo đường kính CTS: Với những loài tái sinh bằng trụ mầm (Đâng, Trang, Vẹt dù, Sú): đo $D_{0.0}$ từ vị trí vòng nhẫn (a); các loài (Mắm biển, Bần chua) đo cách mặt đất 3 cm (b).

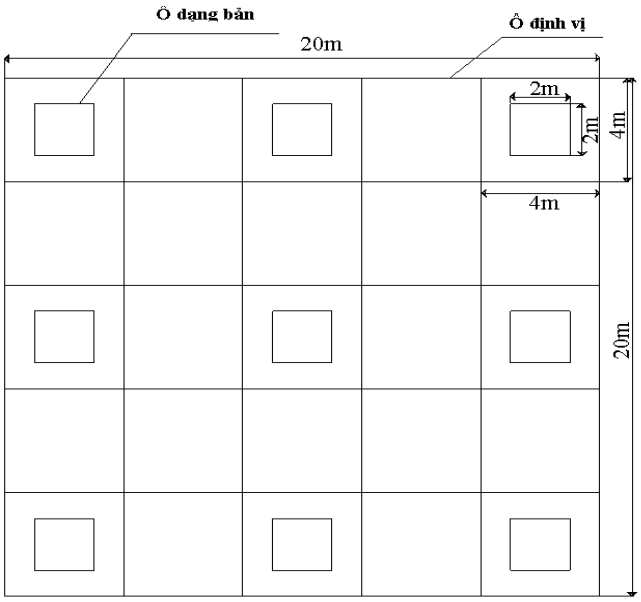
Cách đo chiều cao CTS: tất cả các loài đều đo tính từ mặt đất đến đỉnh ngọn sinh trưởng.

Chất lượng CTS được phân thành 3 cấp: Tốt (A), Trung bình (B), Xấu (C) (Hình 2.3). Cây tốt là những cây khỏe mạnh, thân thẳng, cân đối, không sâu bệnh; Cây trung bình là các cây sinh trưởng bình thường; Cây xấu là cây thân cong queo, bị sâu bệnh, cụt ngọn. Số liệu điều tra được ghi vào biểu theo mẫu theo phụ lục 03.

c) Thiết lập ODV để theo dõi quá trình phục hồi tự nhiên bằng tái sinh dưới tán

- Số lượng: 04 ODV (số I, II, III, IV), thông tin chi tiết được trình bày ở phụ lục 6.2

+ ODV hình vuông 20 m x 20 m = 400 m^2 được thiết lập trên 4 QXTVNM điển hình tại khu vực nghiên cứu (mỗi QXTVNM một ODV), trên ODV lập 9 ODB, mỗi ODB có diện tích 4 m^2, tổng diện tích các ODB là 36 m^2, các ODB được bố trí đều trong ODV (hình 2.4).



Hình 2.4. Sơ đồ bố trí các ODB trên ODV

- Điều tra trong ODV: Điều tra 4 lần vào 3/2012, 3/2014, 3/2016 và 3/2018

(1) Đặc điểm TCC:

Điều tra toàn bộ TCC trong ODV, các chỉ tiêu và phương pháp điều tra như trong điều tra TCC tại các ODV đã trình bày ở trên.

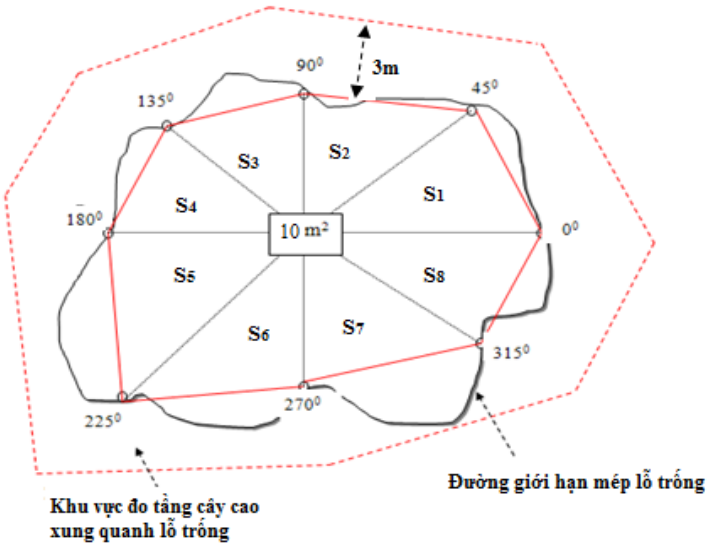
(2) Đặc điểm CTS:

CTS được đo đếm trong hệ thống ODB. Hệ thống ODB được đánh dấu (định vị) bằng cách đóng cọc vào tâm và 4 góc của ODV cho các lần đo sau để bảo đảm sự thống nhất vị trí đo đếm cây tái sinh. Điều tra CTS trong các ODB trong các năm 2012, 2014, 2016, 2018, mỗi năm 1 lần. Các chỉ tiêu đo đếm bao gồm: *(i)* tên loài cây, *(ii)* chiều cao vút ngọn, *(iii)* đường kính gốc, *(iv)* chất lượng CTS. Phương pháp xác định các chỉ tiêu này cũng tương tự phương pháp đã trình bày ở phần điều tra CTS trong OTC.

d. Điều tra tái sinh trong lỗ trống (2012, 2018)

Kết hợp ảnh vệ tinh độ phân giải cao và điều tra ngoài thực địa để nghiên cứu số lượng, diện tích lỗ trống tại các QXTVNM Đồng Rui giai đoạn 2012 - 2018. Bên cạnh đó, thiết lập 04 ODV (số 1, 2, 3, 4) hình vuông có diện tích 22.500 m^2 (150 x 150 m) để theo dõi biến động về số lượng, diện tích, loài cây, chất lượng CTS tại khu vực nghiên cứu (Hình 2.5).

- Các lỗ trống tự nhiên đạt được 4 tiêu chí: *(i)* có diện tích ước tính ≥ 10 m^2; *(ii)* đa số các cây gỗ trong lỗ trống có chiều cao ước tính nhỏ hơn 1,2 m hoặc chiều cao trung bình ≤ 50 % chiều cao của TCC xung quanh; *(iii)* cách lỗ trống được lựa chọn trước đó tối thiểu 50 m để đảm bảo không trùng lặp khi đo cây cao xung quanh lỗ trống.



Hình 2.5. Sơ đồ thiết kế điều tra tái sinh lỗ trống

(Trần Văn Con, 2009) [8]

- *Xác định diện tích lỗ trống:* công việc xác định diện tích gồm 3 bước: bước 1: từ 1 vị trí trung tâm lỗ trống, sử dụng la bàn để xác định 8 điểm thuộc mép lỗ trống nằm trên góc phương vị 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° và 315°. Đánh dấu vị trí các điểm bằng cọc gỗ để thuận tiện cho công việc đo đếm tiếp theo; bước 2: sử dụng thước dây để xác định khoảng cách giữa 8 điểm nằm trên mép lỗ trống; bước 3: đo khoảng cách vuông góc từ vị trí trung tâm lỗ trống tới đoạn thẳng nối các điểm "phương vị" trên (hình 2.5). Diện tích của lỗ trống được xác định là tổng diện tích của 8 hình tam giác có đỉnh chung nằm ở tâm lỗ trống và các đỉnh tương ứng với 8 điểm thuộc mép lỗ trống.

- *Điều tra TCC xung quanh lỗ trống*: Đo đếm toàn bộ cây cao xung quanh lỗ trống trên dải rừng có 8 cạnh bên trong được thiết lập bởi 8 "điểm phương vị" và 8 cạnh bên ngoài được thiết lập bởi 8 điểm nằm cách 8 "điểm phương vị" này

3 m (hình 2.4). Các thông tin thu thập bao gồm: loài cây, $D_{0.0}$, H_{vn}, D_t. Phương pháp xác định các chỉ tiêu này cũng tương tự như điều tra TCC trên các ODV (số I, II, III, IV).

- *Điều tra tái sinh trong lỗ trống:* Trên mỗi lỗ trống, thiết lập các ODB có diện tích 4 m^2 (2 m x 2 m), tổng diện tích ODB chiếm 20% diện tích lỗ trống, số lượng ODB phụ thuộc vào diện tích lỗ trống, các ODB phân bố đều trong lỗ trống. Điều tra tất cả CTS với các chỉ tiêu đo đếm và phương pháp điều tra cũng tương tự như điều tra trên ODB đối với tái sinh dưới tán QXTVNM.

d) Phương pháp lập bản đồ hiện trạng

** Xây dựng bản đồ hiện trạng*

Nghiên cứu sử dụng phương pháp giải đoán ảnh vệ tinh, kết hợp điều tra chỉnh lý ngoài thực địa để xây dựng bản đồ hiện trạng TTVNM tại thời điểm năm 2012 và năm 2018. Các phần mềm được sử dụng để xây dựng bản đồ gồm: Ecognition Developer 8.7, ArcGIS 10.4, Mapinfor 12.5 [5]. Các bước xây dựng bản đồ hiện trạng như sau:

- Chuẩn bị và thu thập các tài liệu có liên quan, gồm: Bản đồ hiện trạng TTVNM năm 2012 (bản đồ diễn biến rừng - nguồn: Chi cục Kiểm lâm tỉnh Quảng Ninh); Bản đồ diễn biến rừng năm 2017 (trên nền bản đồ kiểm kê rừng năm 2016 – nguồn: Chi cục kiểm lâm tỉnh Quảng Ninh); Ảnh vệ tinh SPOT 5, độ phân giải không gian 5m chụp tháng 10/2012; Ảnh vệ tinh VNREDsat, độ phân giải không gian 5m chụp tháng 10/2017 [17] [5]. Ngoài ra, sử dụng 2 cảnh ảnh landsat chụp tháng 11/2012 và tháng 11/2017.

- Lập các tuyến điều tra thực địa

+ Dựa vào bản đồ hiện trạng TTVNM năm 2012, thiết lập 50 tuyến điều tra thực địa. Các tuyến điều tra được định vị bằng GPS và đóng cọc mốc để thuận lợi cho công tác điều tra bổ sung năm 2018.

+ Điều tra, thu thập bổ sung 180 mẫu khóa ảnh - MKA (mỗi trạng thái 10 MKA). Bộ mẫu khóa ảnh vệ tinh hay bộ mẫu phân loại ảnh là tập hợp các cặp điểm mẫu trên ảnh vệ tinh cùng tọa độ tương ứng với các mẫu đối tượng tại thực địa cần

được phân loại khi giải đoán ảnh vệ tinh. Bộ mẫu khóa ảnh là căn cứ để phần mềm giải đoán ảnh sử dụng các thông số (phổ, cấu trúc v.v..) trên các mẫu khóa ảnh để phân loại cho các khu vực còn lại có đặc điểm tương tự. Mỗi điểm mẫu khóa ảnh (mẫu ảnh) gồm một đối tượng (object) trên ảnh vệ tinh và một điểm mẫu đối tượng (trạng thái) tương ứng tại thực địa có cùng tọa độ.

2.2.3. Phương pháp phân tích và xử lý số liệu

Sử dụng các phần mềm xử lý thống kê Excel theo hướng dẫn của Nguyễn Hải Tuất và cộng sự (2006) [42].

2.2.3.1 Xác định các chỉ tiêu cấu trúc cơ bản

- Mật độ cây (cây/ha): $N = \frac{n}{S_{ô}} \times 10000$ (2.1)

Trong đó n là số cây trong OTC và $S_{ô}$ là diện tích OTC.

- Xác định độ tàn che: Độ tàn che của ô là giá trị trung bình thu được từ kết quả phân tích 5 bức ảnh. Sử dụng phần mềm GLA_v2.0 (Gap Light Analyzer) để xử lý ảnh xác định độ tàn che.

- Xác định tổ thành loài

* Tổ thành TCC và CTS: được xác định theo số lượng cây (N) của từng loài:

- Hệ số tổ thành (theo phần 10) của các loài tham gia theo công thức:

$$k_i = \frac{n_i}{N} \times 10 \quad (2.2)$$

Trong đó: k_i là hệ số tổ thành loài thứ i; n_i là số lượng cây loài thứ i; N là tổng số cá thể.

Xác định công thức tổ thành (CTTT) căn cứ theo các nguyên tắc: (i) loài có hệ số k_i lớn sẽ đứng trước; (ii) nếu ki ≥ 0,5 trước đó sẽ có dấu cộng (+); nếu k_i < 0,5 trước đó sẽ có dấu trừ (-); (iii) tên cây sẽ được ký hiệu và có giải thích dưới từng công thức; (iv) các loài có hệ số k_i < 0,05 sẽ được gộp lại gọi là loài khác, ký hiệu LK.

- Phân bố số loài (N_L, loài), số cây (N, cây) tái sinh theo cấp chiều cao (H_{vn}):

Chiều cao CTS được chia thành 4 cấp: H_1<0,4 m; 0,4≤H_2<0,8 m; 0,8≤H_3<1,2 m ; H_4 ≥1,2 m.

2.2.3.2 Xác định mức độ chiếm ưu thế, độ đa dạng và sự tương đồng giữa tầng CTS với TCC

- Mức ưu thế: xác định theo chỉ số Simpson (1949). Đây là một chỉ số biểu thị đa dạng loài. Nó phản ánh xác suất ngẫu nhiên để bắt gặp 2 cá thể cùng một loài. Chỉ số Simpson được tính toán như sau:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^{m} \frac{n_i}{n}\left(\frac{n_i - 1}{n - 1}\right) \quad (2.3)$$

Trong đó, m = là số loài trong ô.

n_i = là số cá thể của loài i.

n = là tổng số tất cả các cá thể trong ô

- Độ đa dạng: xác định theo chỉ số Shannon-Wiener (1963). Đây là một chỉ số rất phổ biến để xác định mức độ đa dạng loài. Công thức xác định chỉ số này được thể hiện dưới đây. Giá trị nhỏ nhất của chỉ số này là 0, khi chỉ có một loài trong ô. H sẽ tăng nếu mức độ đa dạng loài tăng. Chỉ số Shannon - Wiener được tính toán như sau:

$$H = -\sum_{i=1}^{n} P_i \log_2(P_i) \quad (2.4)$$

Trong đó, H = là chỉ số Shannon – Wiener

m = là số loài trong ô

p_i = là tỷ lệ số cá thể loài thứ i trên tổng số cá thể trong ô, $p_i = n_i/n$

n_i = là số cá thể loài i

n = là tổng số tất cả các cá thể trong ô

- Chỉ số Rényi: Chỉ số này được tính bằng công thức như sau:

$$H_\alpha = \frac{\ln\left(\sum_{i=1}^{s} p_i^\alpha\right)}{1 - \alpha} \quad (2.5)$$

Trong đó, s là tổng số loài, pi là độ nhiều tương đối loài thứ i trong OTC, α là một tham số quy mô có thể biến thiên từ 0-∞. Hα có thể là thước đo liên tục tính đa dạng của thảm thực vật. Ưu điểm của chỉ số Hα so với nhiều chỉ số đa dạng truyền thống. Khi α=0, H=lnS, trong đó S là số loài; khi α=1, công thức Rényi sẽ có mẫu số là 0, H được đặt bằng chỉ số Shannon - Wiener; khi α=2, H=ln1/D, trong đó D là chỉ số ưu thế Simpson; và cuối cùng khi α=∞, H=ln1/p, trong đó p là độ nhiều tương đối của các loài có độ nhiều tương đối lớn hơn 5%. Một ưu điểm nữa của chỉ số Hα là nó thích hợp cho việc định nghĩa tính đa dạng thông qua việc kết hợp giữa độ nhiều và sự tương đồng. Với những ưu điểm đó, chỉ số Hα đã được nhiều tác giả sử dụng trong phân tích tính đa dạng của thảm thực vật. Trong đề tài này, chúng tôi sử dụng dãy hệ số này để phân tích sự biến thiên của giá trị Hα trong các trường hợp α=0; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8 và ∞ để vẽ đồ thị mô tả động thái đa dạng loài của RNM.

- Chỉ số tương đồng SI (*Sorensen' Index*)

$$SI = 2C/ (A + B) \quad (2.6)$$

Trong đó: C là số loài xuất hiện ở cả TCC và tầng CTS

A: Số loài của TCC, B: Số loài trong tầng CTS

Nếu chỉ số SI ≥ 0,75 có thể kết luận thành phần loài của tầng CTS và TCC có mối liên hệ chặt chẽ (dẫn theo Nguyễn Đắc Triển, 2014) [40].

2.2.3.3. Diễn biến tái sinh tự nhiên

Diễn biến tái sinh tự nhiên được xác định thông qua các chỉ số:

- Phân tích tỷ lệ cây chết:

+ Tỷ lệ chết Mp (%) = $(M/N_0)x100$ (2.7)

+ Hệ số chết Mr = $(lnN_0-lnNs)/t$ (2.8)

- Phân tích tỷ lệ CTS bổ sung và chuyển cấp

+ Tỷ lệ chuyển cấp: Rp = $(R/N_t)x100$ (2.9)

+ Hệ số chuyển cấp: Rr = $(lnN_t-lnNs)/t$ (2.10)

Trong đó: N_0, N_t số cây ở thời điểm 0 và t; Ns số cây sống ở thời điểm t; M là số cây chết trong thời gian t; t là khoảng thời gian giữa hai lần đo.

- Quá trình chuyển cấp của các cây trong QXTVNM được diễn đạt bằng công thức toán học sau:

$$N_{k,t} = N_{k,to} + R_k - O_k - M_k \quad (2.11)$$

Trong đó: $N_{k,t}$ là số cây ở tầng cây k vào thời điểm t; $N_{k,to}$ là số cây ở tầng k vào thời điểm t_o; R_k là số cây bổ sung vào tầng cây k; O_k là số cây chuyển ra khỏi tầng cây k; M_k là số cây chết ở tầng cây k trong thời gian t.

Trong phạm vi luận án, quá trình chuyển cấp của các cây trong lâm phần được thực hiện theo các tầng cây: Tầng CTS → TCC trong thời gian 6 năm. Đối với tầng CTS có phân tích động thái chết, tái sinh bổ sung và chuyển cấp theo chiều cao CTS.

2.2.3.4 Phương pháp xử lý số liệu xây dựng bản đồ hiện trạng rừng

* Giải đoán hiện trạng

- Trên cơ sở ảnh vệ tinh, mẫu khóa ảnh tiến hành giải đoán tạm thời theo phương pháp phân loại có kiểm định bằng phần mềm eCognition.

- Kết hợp bản đồ hiện trạng cũ, các mẫu khóa ảnh ngoài thực địa, ảnh vệ tinh đa thời gian Landsat 7 để giải đoán chi tiết các trạng thái.

- Điều tra, hiệu chỉnh ngoài thực địa: Trên cơ sở bản đồ đã giải đoán, tiến hành rà soát bổ sung trạng thái ngoài thực địa.

- Đối với năm 2018, luận án sử dụng thiết bị bay không người lái Flycam để rà soát chi tiết thực địa. Flycam được bố trí chụp ảnh theo các tuyến đã định sẵn với độ cao khống chế 30m, thời gian chụp cách nhau 5s. Các ảnh chụp từ Flycam sau đó được xử lý và đưa lên bản đồ phục vụ quá trình rà soát (Hình 2.1).

- Hoàn thiện và biên tập bản đồ hiện trạng: Chồng xếp các lớp bản đồ thủy văn, giao thông, địa hình, ký hiệu và biên tập bản đồ hiện trạng rừng năm 2012, 2018.

- Đối với bản đồ năm 2018, tiến hành điều tra lại các mẫu khóa ảnh, ô tiêu chuẩn, tuyến điều tra, lỗ trống đã định vị năm 2012. Rà soát hiện trạng thực tế và biên tập bản đồ hiện trạng năm 2018.

** Xây dựng bản đồ các trạng thái biến đổi thảm thực vật giai đoạn 2012 - 2018*

- Chồng xếp hai bản đồ hiện trạng năm 2012 và 2018. Sử dụng lớp bản đồ năm 2012 để cắt lớp bản đồ năm 2018. Tạo trường cập nhật hiện trạng cũ năm 2012 lên bản đồ năm 2018.

- Sử dụng bảng ma trận tính toán khu vực, trạng thái bị biến đổi.

Bảng 2.1. Ma trận biến động giữa hai thời điểm 2012 – 2018

Trạng thái		**Năm 2018**			
		L1	**L2**	**…**	**Tổng**
Năm 2012	L1	L1.1	L2.1	…	…
	L2	L1.2	L2.2	…	…
	…	…	…	…	**…**
	Tổng	…	…	…	**…**

Trên ma trận, theo cột và theo hàng là tên các trạng thái đã được phân loại tại 2 thời điểm năm 2012 và 2018. Theo đường chéo là các đơn vị không có sự biến động, còn lại là những biến động chi tiết của từng trạng thái. Ví dụ: L1.2 là trạng thái L2 của năm 2012 chuyển thành trạng thái L1 của năm 2018.

CHƯƠNG 3. ĐẶC ĐIỂM TỰ NHIÊN, KINH TẾ - XÃ HỘI KHU VỰC NGHIÊN CỨU

3.1. Đặc điểm tự nhiên khu vực nghiên cứu

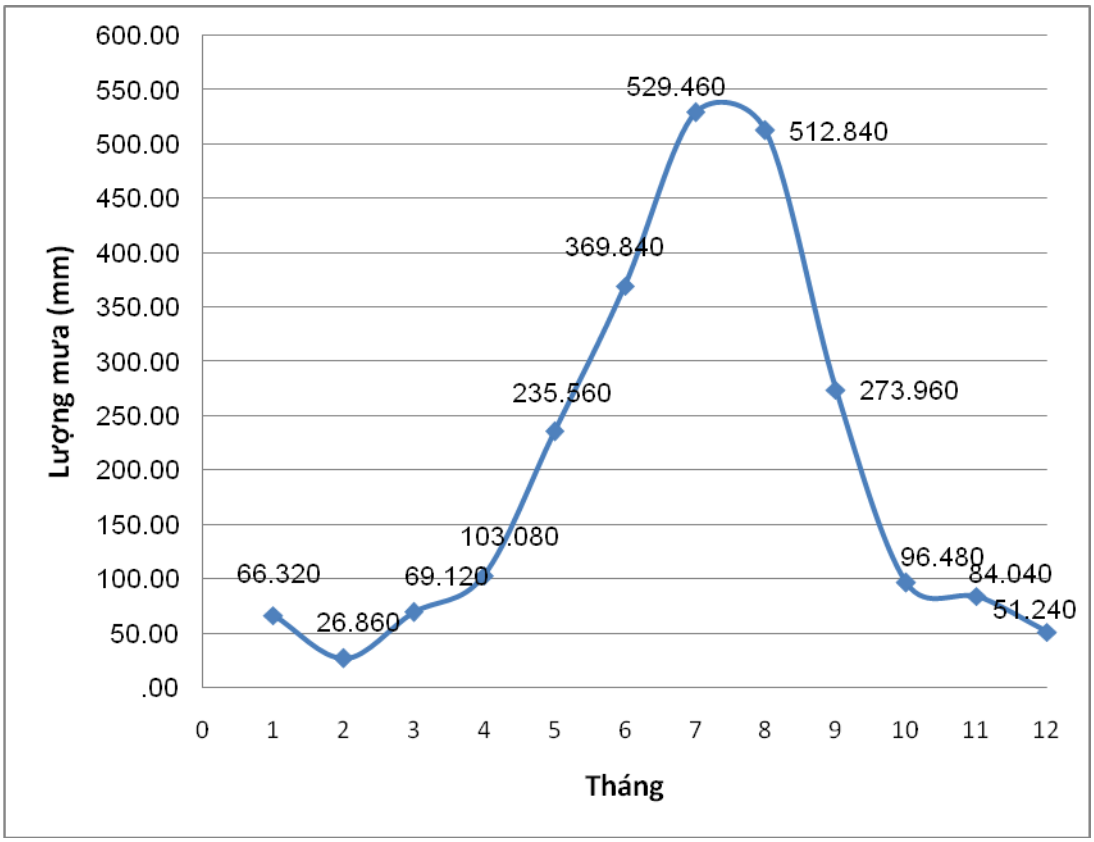
Quảng Ninh là tỉnh nằm ở vùng Đông Bắc Việt Nam với tổng diện tích tự nhiên là 6.102,35 km^2 (chưa tính biển đảo), có tọa độ địa lý từ $106^o26'$ đến $108^o31'$ kinh độ Đông và từ $20^o40'$ đến $21^o40'$ vĩ độ Bắc, phía Đông Bắc giáp Trung Quốc, phía Đông Nam, phía Nam giáp vịnh Bắc Bộ, phía Tây Nam giáp thành phố Hải Phòng, phía Tây Bắc giáp các tỉnh Lạng Sơn, Bắc Giang và Hải Dương.

Tiên Yên là một huyện miền núi ven biển nằm ở trung tâm của khu vực phía Đông của tỉnh Quảng Ninh, Phía Bắc giáp huyện Đình Lập thuộc tỉnh Lạng Sơn và huyện Bình Liêu tỉnh Quảng Ninh, phía Đông giáp huyện Quảng Hà, phía Tây giáp huyện Ba Chẽ và thị xã Cẩm Phả, phía Nam giáp huyện Vân Đồn. Huyện Tiên Yên có diện tích đất đai tự nhiên 61.707,2 ha, chiếm 10,45% diện tích đất tự nhiên của tỉnh. Có đường bờ biển dài 35 km, tiếp giáp với vịnh Bắc Bộ là điều kiện thuận lợi để giao lưu kinh tế và phát triển kinh tế biển. Thị trấn Tiên Yên là trung tâm kinh tế, chính trị, văn hoá của huyện, cách Thành phố Hạ Long 90 km về phía tây theo quốc lộ 18A, cách cửa khẩu Hoành Mô (qua Thị trấn Bình Liêu) 50 km về phía bắc theo quốc lộ 18C, cách cửa khẩu Móng Cái 90 km về phía đông theo quốc lộ 18A. Là một đầu mối giao thông giữa vùng Đông Bắc hiểm yếu, nên Tiên Yên luôn có vị trí quan trọng về kinh tế, quốc phòng.

Đồng Rui là xã đảo ven biển của huyện Tiên Yên. Đồng Rui Có đường trục nối từ trung tâm xã với Quốc lộ 18A, thuận tiện giao thông đi lại giao thương với thành phố Cẩm Phả, thị trấn Tiên Yên cùng các xã trong huyện và ngược lại. Xã Đồng Rui (huyện Tiên Yên) có biển, RNM với diện tích tự nhiên trên 4.900 ha, trong đó diện tích đất ngập nước 3.000 ha, diện tích có RNM trên 2.000 ha, có HST đa dạng, nguồn lợi hải sản phong phú, nhiều loài giá trị kinh tế cao, như: Ốc đĩa, Ngán, Cua biển, Ruốc, Cá bớp, Sá sùng, Bông thùa, các loại cá v.v...

3.1.1. Các yếu tố khí hậu

- ***Lượng mưa*:** Tổng lượng mưa năm ở khu vực dao động không nhiều, trung bình là 2.419,5 mm/năm. Lượng mưa lớn nhất vào tháng 7, 8 và thấp nhất vào tháng 1, 12. Nhìn chung, so với nhiều nơi ở vùng Đông Bắc, lượng mưa thuộc loại mưa khá cao.

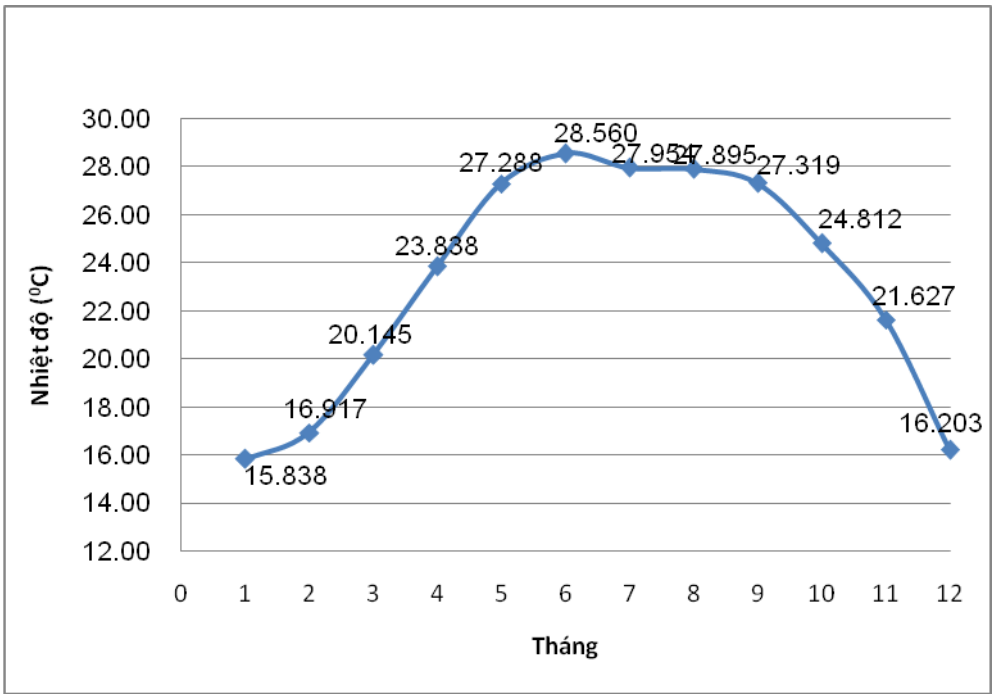


Hình 3.1. Biểu đồ lượng mưa trung bình các tháng trong năm, giai đoạn 2012 – 2017 tại xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh

Nguồn: Trung tâm Khí tượng - Thủy văn Quốc gia, giai đoạn 2012-2017

- ***Nhiệt độ không khí:*** nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa nóng ẩm, chế độ nhiệt của khu vực đạt tiêu chuẩn nhiệt đới với nhiệt độ trung bình năm 23,3 °C, tương đương với tổng độ tích ôn là 8.500 °C. Nóng nhất vào tháng 6, 7 (nhiệt độ trung bình là 37,1 ^{o}C). Tháng lạnh nhất vào tháng 1, 12 (nhiệt độ trung bình 15,8 ^{o}C) với sự xuất hiện của băng giá, rét đậm, rét hại. Nhìn chung, khu vực nghiên cứu

thuộc vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, biến tính có mùa đông dài, lạnh rét, ẩm ướt và không có mùa khô rõ ràng.



Hình 3.2. Biểu đồ nhiệt độ trung bình các tháng trong năm, giai đoạn 2012 – 2017 tại xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh

Nguồn: Trung tâm Khí tượng - Thủy văn Quốc gia, giai đoạn 2012-2017

Với nền nhiệt thấp vào các tháng cuối năm và đầu năm sau, bất lợi cho sinh trưởng của cây RNM, đặc biệt với CTS thuộc các loài CNM sinh trưởng kém và có thể bị héo ngọn, lá, phần non, v.v.. khi gặp điều kiện nhiệt độ thấp dưới 10 °C kéo dài trong một số ngày.

Đặc biệt là đợt rét đậm, rét hại kỷ lục kéo dài từ giữa tháng 1 đến cuối tháng 2 năm 2016, nền nhiệt khu vực nghiên cứu dao động từ 5 -15 °C, trong đó thời gian 5 ngày từ 23 - 27 tháng 1 năm 2016 nhiệt độ từ 5,7 – 9,3 °C.

3.1.2. Thuỷ văn

Nằm trong vùng Đông Bắc của hệ thống sông Tiên Yên - Ba Chẽ, mật độ sông trung bình khoảng 1 - 2 km/km^2. Tiên Yên ít sông nhưng lại có nhiều suối nhỏ bắt nguồn từ vùng đồi núi chảy ra phía biển. Lớn nhất là sông Tiên Yên, có lưu vực

1.070 km^2, dài 82 km, lưu lượng thấp nhất 28 m^3/s, lưu lượng nước lớn nhất 2.090 m^3/s, sông có 7 nhánh, nhánh lớn nhất là sông Phố Cũ (theo "Quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất đai huyện TiênYên thời kỳ 2002 - 2010"). Ngoài ra, còn có sông Ba Chẽ đổ ra khu vực cửa biển thuộc vùng đất phía Tây Nam xã Đồng Rui.

Mạng lưới sông ở Tiên Yên có dạng cành cây và mang đặc điểm của sông miền núi và ven biển, dốc và ít thác ghềnh, phía thượng lưu rộng, thu hẹp ở phía hạ lưu, cửa sông hẹp, chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của thuỷ triều. Chế độ thuỷ văn không điều hoà trong năm, có sự chênh lệch lớn về lưu lượng giữa 2 mùa.

Về mùa khô (mùa kiệt), mực nước sông thường thấp, lưu lượng nước nhỏ, lúc này xâm nhập mặn do dòng triều là lớn nhất tạo điều kiện thuận lợi cho NTTS nước lợ. Ngược lại, vào mùa mưa thường có lũ đơn, không kéo dài vì lũ lên nhanh và cũng rút nhanh. Do địa hình dốc về phía Nam, tạo ra nhiều khe suối nhỏ, chia cắt thành nhiều khu vực, đặc trưng của các suối này là có độ dốc từ 4 - 6 % thoát nước nhanh, nhưng vì lòng sông suối hẹp nên sau những trận mưa lớn thường gây ngập lụt ở một số nơi, đặc biệt ảnh hưởng xấu đến môi trường NTTS như gây ra hiện tượng ngọt hoá nhanh, gây đục nguồn nước do xói mòn, rửa trôi mạnh, phá huỷ hệ thống đê điều, đầm nuôi, cuốn trôi vật nuôi.

3.1.3. Chế độ hải văn

Là tỉnh ven biển nên chế độ hải văn có ảnh hưởng lớn đến đặc điểm chung trong tự nhiên. Thủy triều ở khu vực này là chế độ nhật triều đều với độ cao trung bình 1,8 - 2,0 m, tối đa đạt 3,5 - 4,0 m. Do có hệ thống đê ven biển và sông, nên ảnh hưởng của thủy triều chỉ theo các triền sông và xâm nhập mặn vùng ven biển. Thời gian triều dâng phụ thuộc vào từng mùa, từng con nước. Những vùng ít có phù sa, dòng chảy ven bờ thường lớn hơn (trung bình: 0,4 - 0,5 m/s), khi có bão đạt tới 2,5 m/s, nhất là về mùa đông, gió Đông Bắc ổn định gây dòng chảy ven bờ hướng Đông Bắc: 0,8 - 1,12 m/s, so với tốc độ di chuyển bùn cát: 0,3 m/s gây xói lở ven bờ. Độ mặn của nước biển tương đối ổn định (15 - 24 ‰), phù hợp với sinh trưởng của các loài chịu mặn cao.

Chế độ sóng

Do có hệ thống đê ven biển và sông nên ảnh hưởng của thủy triều chỉ theo các triền sông và xâm nhập mặn vùng ven biển. Thời gian triều dâng phụ thuộc vào từng mùa, từng con nước. Những vùng ít có phù sa, dòng chảy ven bờ thường lớn hơn (trung bình: 0,4 - 0,5 m/s), khi có bão đạt tới 2,5 m/s, nhất là về mùa đông, gió Đông Bắc ổn định gây dòng chảy ven bờ hướng Đông Bắc: 0,8 - 1,12 m/s, so với tốc độ di chuyển bùn cát: 0,3 m/s gây xói lở ven bờ.

Sóng cao tập trung vào các tháng từ tháng 5 đến tháng 11, điều này cũng có thể hiểu được do mưa nguồn về nhiều, gió biển kết hợp tạo độ biến động sóng biển của khu vực xã Đông Rui biến động rất mạnh trong một năm và các tháng với nhau. Đây là cũng là đặc điểm bất lợi cho việc phát triển RNM tại khu vực, bởi vì mùa trồng rừng thường diễn ra từ tháng 7 đến tháng 10 hàng năm.

3.1.4. Đặc điểm thể nền

Bãi triều Đồng Rui có diện tích khá lớn, có chỗ đạt tới 5 - 7 km chiều rộng. Trầm tích cấu tạo bãi triều là các thành tạo cát hạt mịn, bột và sét nguồn gốc biển sông đầm lầy ở trung tâm (abmQ23) và nguồn gốc biển (mQ23) ở phần rìa xung quanh.

Đất ngập mặn ở các QXTVNM vùng ven biển xã Đồng Rui hầu hết là đất ngập mặn chua, pH_{KCl} có phản ứng chua mạnh, dao động từ 4,17 - 4,93.

Thành phần cấp hạt là một chỉ tiêu độ phì quan trọng có liên quan trực tiếp đến nhiều tính chất vật lý - hoá học của đất như: khả năng giữ ẩm, giữ nhiệt, chế độ khí, hàm lượng cation trao đổi và khả năng điều tiết dinh dưỡng. Thành phần cấp hạt (0,25 - 2,0 mm) chiếm từ 29,90 - 42,34% tại các điểm lấy mẫu, điều này chứng tỏ cát thô chiếm tỷ trọng lớn ở tầng 0 - 20cm, các thành phần khác như tỷ lệ % cát mịn, limon và sét ở mức độ trung bình. Đất ngập mặn khu vực xã Đồng Rui có đặc điểm từ cát pha đến bùn chặt.

Kết quả phân tích một số chỉ tiêu lý, hóa tính của đất ngập mặn được thể hiện cụ thể qua bảng sau:

Bảng 3.1. Một số đặc điểm lý tính, hóa tính đất ngập mặn ở các QXTVNM

TT	Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị		Độ sâu tầng đất phân tích (cm)	
				TB	
				0-20	20-40
1	pH_{Kcl}			4,17	4,93
2	OM	%		3,06	4,18
3	$N_{T\ số}$	%		0,09	0,11
4	$N_{dễ\ tiêu}$	Mg N/100g đất		2,09	3,03
5	$P_2O_{5\ t\ số}$	%		0,03	0,03
6	$P_2O_{5\ dễ\ tiêu}$	Mg P_2O_5/ 100g đất		4,36	3,21
7	$K_2O_{\ t\ số}$	%		0,54	1,16
8	$K_2O_{\ dễ\ tiêu}$	Mg K_2O/ 100g đất		34,67	53,87
9	Thành phần cấp hạt	Cát thô	2-0,25mm	42,34	29,90
		Cát mịn	0,25-0,05mm	34,75	32,40
		Limon	0,05-0,002mm	14.52	23,61
		Sét	<0,002mm	8.39	14,09

Hàm lượng chất hữu cơ (OM) trong đất ở trong đất ngập mặn biến đổi từ 3,06 - 4,18 từ tầng 0 - 20cm và 20 - 40 cm, hàm lượng OM ở mức độ khá giầu.

Hàm lượng đạm tổng số (N, %) tại các điểm lấy mẫu ở xã Đồng Rui mức trung bình (N, % < 0,15%), dao động từ 0,09 - 0,11% và N dễ tiêu dao động từ 2,09 mg/100g đất - 3,03 mg/100g đất tại các điểm lấy mẫu, đây là chỉ số phản ánh đạm dễ tiêu ở mức độ trung bình. Hàm lượng đạm tập trung ở tầng 20 - 40cm, điều này chứng tỏ tầng này có sự tập trung chất dinh dưỡng do sự phân hủy của thực vật ngập mặn tạo hàm lượng đạm cao hơn tầng mặt.

Hàm lượng lân tổng số ở mức trung bình 0,03%, lân dễ tiêu đạt từ mức trung bình (từ 3,21 mg/100g đất - 4,36mg/100g đất); hàm lượng kali tổng số ở mức khá (0,54 - 1,16%) và kali dễ tiêu ở mức khá (34,67 - 53,87 mg/100g). Kết quả phân tích cho thấy thành phần chất dinh dưỡng trong trầm tích khu vực nghiên cứu ở mức nghèo đến khá. Tại tầng đất từ 0 - 20 hàm lượng chất dinh dưỡng ở mức nghèo, trung bình, chất dinh dưỡng tăng dần từ 20 - 40cm.

- Đặc trưng của quần xã sinh vật ở HST bãi triều

HST bãi triều có diện tích khá lớn tại khu vực đất ngập nước Đồng Rui. Đây là HST có tiềm năng nuôi trồng thủy sản cao của vùng. HTV chủ yếu là những loài ngập mặn thực thụ với các đại diện như Sú (*Aegiceras corniculatum*), Trang (*Kandelia obovata*), Đước (*Rhizophora apiculata*), Vẹt dù (*Bruguiera gymnorrhiza*), Đâng (*Rhizophora stylosa*), Mắm biển (*Avicennia marina*), v.v... Trong khu hệ động vật, các loài thường gặp có giá kinh tế cao, được dân địa phương thường xuyên khai thác là các loài thuộc các giống Sò (*Arca*), Ngao (*Meretrix*), Vẹm (*Mytilus*), Hàu (*Ostrea*), Phi (*Sanguinolaria*), Ngán (*Cyclina*), Vạng (*Mactra*), Don (*Glaucomya*), Dắt (*Aloidis*), Tu hài (*Lutraria*), Ốc đĩa (*Nerita*), v.v...

3.2. Điều kiện kinh tế - xã hội

3.2.1. Diện tích, dân số

Tổng diện tích tự nhiên toàn xã trên 4.000 ha, trong đó diện tích RNM trên 2.000 ha. Toàn xã có 4 thôn với 812 hộ và 2.971 nhân khẩu với 8 dân tộc, trong đó: dân tộc thiểu số chiếm 15 %, tập trung chủ yếu tại thôn Bốn; Tỷ lệ hộ nghèo hiện nay 2,78 %. Đảng bộ xã Đồng Rui có 07 chi bộ (04 chi bộ nông thôn, 02 chi bộ trường học, 01 chi bộ y tế), 90 đảng viên. Kinh tế - xã hội phát triển tương đối ổn định, cơ sở hạ tầng được quan tâm đầu tư, an ninh trật tự được giữ vững, đời sống nhân dân ngày càng được cải thiện. *(Nguồn: Phòng thống kê xã Đồng Rui, 2017)*

3.2.2. Thực trạng kinh tế - xã hội khu vực nghiên cứu

Công tác sản xuất nông, lâm, ngư nghiệp

- Nông nghiệp:

+ Trồng trọt: Tổng diện tích gieo trồng năm 2017 là: 427,9 ha, trong đó: cây lương thực: 354,3 ha, cây khoai lang: 35,6 ha, cây lạc: 11 ha, rau xanh các loại: 27 ha.

Tổng sản lượng cây trồng năm 2017 ước đạt: 2.313,2 tấn. Trong đó: cây lúa: 1.230 tấn; cây ngô: 33,8 tấn, cây khoai lang: 320,4 tấn; cây lạc: 31 tấn, rau xanh các loại: 698 tấn.

+ Chăn nuôi: Đàn trâu: 185 con; đàn bò: 02 con; đàn lợn: 1.450 con; đàn dê: 100 con; đàn gia cầm: 25.000 con.

Tổng giá trị sản xuất nông nghiệp ước đạt: 22,3 tỷ đồng (Chăn nuôi: 10,47 tỷ đồng, trồng trọt: 11,83 tỷ đồng) (Theo giá cố định 2010). *(Nguồn: Phòng thống kê xã Đồng Rui, 2017)*

- Ngư nghiệp:

Tổng sản lượng thủy sản ước đạt: 643 tấn.Trong đó:

+ Khai thác ước đạt: 462 tấn (cá: 45 tấn, tôm: 17 tấn, thủy sản khác: 400 tấn).

+ Nuôi trồng ước đạt: 181 tấn (tôm: 140 tấn, cá: 21 tấn, thủy, hải sản khác: 20 tấn).

+ Diện tích nuôi trồng thủy sản: 233 ha. Diện tích nuôi tôm: 137 ha. Diện tích nuôi cá: 96 ha.

Tổng giá trị sản xuất ngư nghiệp ước đạt: 27,54 tỷ đồng (Theo giá cố định 2010).). *(Nguồn: Phòng thống kê xã Đồng Rui, 2017)*

- Hoạt động công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp, thương mại, dịch vụ:

Giá trị sản xuất công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp năm 2017 ước đạt 4,06 tỷ đồng.

Giá cả hàng hóa năm 2017 cơ bản ổn định, đảm bảo chất lượng. Hoạt động của hệ thống các hàng quán kinh doanh, các dịch vụ vận tải đáp ứng được nhu cầu sinh hoạt, vận tải hàng hoá của nhân dân. Các dịch vụ cung cấp thức ăn chăn nuôi gia súc, gia cầm ngày càng phát triển. Tổng mức bán lẻ hàng hóa và doanh thu dịch vụ thị trường xã hội năm 2017 ước đạt 26 tỷ đồng.

Nhận xét chung:

Đặc điểm tự nhiên của xã Đồng Rui tương đối thuận lợi cho sự sinh trưởng và phát triển của RNM. Đây là khu vực có tính đa dạng sinh học rất cao, có diện tích

RNM trên 2.000 ha. Là "bức tường xanh" chắn sóng, lấn biển, bảo vệ tài sản tính mạng của người dân địa phương. RNM xã Đồng Rui không chỉ là nơi cư trú, sinh sống mà còn là nơi cung cấp nguồn dinh dưỡng, hỗ trợ cho sự tồn tại và phát triển phong phú của các quần thể sinh vật ven biển, đồng thời là nơi duy trì đa dạng sinh học cho HST biển. Tầm quan trọng của RNM đối với môi trường sinh thái đã được các nhà khoa học khẳng định từ lâu, đặc biệt trong tương lai, RNM còn là cứu cánh của con người trong việc ứng phó với BĐKH, khi mực nước biển dâng cao.

Về điều kiện dân sinh, kinh tế - xã hội, phần lớn người dân nông thôn nghề nghiệp chủ yếu là sản xuất nông nghiệp kết hợp với thai thác, nuôi trồng thuỷ sản (NTTS). Được Uỷ ban nhân dân huyện Tiên Yên, xã Đồng Rui quan tâm đầu tư cơ sở hạ tầng, các dự án phát triển sản xuất nền kinh tế có nhiều chuyển biến tích cực.

Tuy nhiên, trong địa bàn xã có tỷ lệ người dân tộc thiểu số, trình độ dân trí còn hạn chế, không đồng đều, nhận thức về chuyển đổi cơ cấu cây trồng vật nuôi chậm; điều kiện sản xuất còn gặp nhiều khó khăn, việc chuyển đổi mục đích sử dụng rừng sang nuôi trồng thủy sản còn nhiều bất cập, gây sự suy giảm diện tích rừng và chất lượng RNM ngày một tăng. Đây cũng là áp lực dẫn tới sự suy thoái diện tích rừng nhiều năm qua tại địa phương.

Khu vực nghiên cứu thuộc vùng Đông Bắc Bộ hàng năm thường chịu ảnh hưởng của những đợt không khí lạnh gây rét đậm rét, hại làm ảnh hưởng đến sinh trưởng, phát triển của CNM đặc biệt là những đợt rét kéo dài có nền nhiệt dưới 10°C, ảnh hưởng đến tỷ lệ sống và chất lượng CTS.

CHƯƠNG 4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

4.1. Đặc điểm cơ bản thảm thực vật ngập mặn quanh đảo Đồng Rui

4.1.1. Hệ thực vật

Phân tích thành phần loài thực vật bậc cao có mạch phân bố tại khu vực quanh đảo Đồng Rui cho thấy, có 144 loài thuộc 115 chi, 53 họ thuộc hai ngành thực vật là ngành Dương xỉ (Pteridophyta) và ngành Ngọc lan (Magnoliophyta) (bảng 4.1).

Bảng 4.1. Cấu trúc HTV ngập mặn tại xã Đồng Rui

TT	Tên khoa học	Tên Tiếng Việt	Họ		Chi		Loài	
			Số lượng	Tỉ lệ %	Số lượng	Tỉ lệ %	Số lượng	Tỉ lệ %
1	Pteridophyta	Ngành Dương xỉ	5	9	6	5,2	6	4,2
2	Magnoliophyta	Ngành Ngọc lan	48	91	109	94,8	138	95,8
2.1	Magnoliopsida	Lớp Ngọc lan	*39*	74	*92*	80,0	*109*	75,7
2.2	Liliopsida	Lớp Hành	*9*	17	*17*	14,8	*29*	20,1
Tổng			**53**	**100**	**115**	**100**	**144**	**100**

Trong ngành Ngọc Lan, lớp Ngọc Lan (Magnoliopsida) có số loài chiếm ưu thế vượt trội so với lớp Hành (Liliopsida) với các tỉ lệ 33/1 ở bậc họ, 5,47/1 ở bậc chi và 3,79/1 ở bậc loài.

Bảng 4.2. Sự phân bố các taxon trong HTV RNM Đồng Rui

STT	TAXON	Số loài	Tỷ lệ (%)
A	**CÁC LOÀI CÂY NGẬP MẶN THỰC THỤ**		**11,03**
I	Pteridophyta – Ngành Dương xỉ	1	0,69
II	Magnoliophyta – Ngành Ngọc lan	15	10,34
1	*Magnoliopsida - LớpNgọc lan*	*15*	*10,34*
2	*Liliopsida - Lớp Hành*	*0*	*0*
B	**CÁC LOÀI CÂY THAM GIA RNM**		
I	Pteridophyta – Ngành Dương xỉ	0	0
II	Magnoliophyta – Ngành Ngọc lan	35	24,14
1	*Magnoliopsida – Lớp Ngọc lan*	*13*	*8,97*
2	*Liliopsida – Lớp Hành*	*22*	*15,17*
C	**CÁC LOÀI CÂY DI CƯ VÀO RNM**		
I	Pteridophyta – Ngành Dương xỉ	5	3,45
II	Magnoliophyta – Ngành Ngọc lan	89	61,38
1	*Magnoliopsida – Lớp Ngọc lan*	*16*	*11,03*
2	*Liliopsida – Lớp Hành*	*73*	*50,34*
	TỔNG CỘNG	**144**	100

Trên tổng thể cấu trúc thành phần loài của các HTV vùng Đông Bắc Việt Nam cho thấy, HTV RNM Đồng Rui có số loài thấp nhất với 144 loài, so với 174 loài của HTV VQG Xuân Thủy và 199 loài thuộc HTV RNM Thái Thụy. Nhưng với tổng số 144 loài được ghi nhận, TTVNM ở xã Đồng Rui lại cao hơn so với các địa điểm thuộc khu vực II như Hưng Hòa (142 loài), Long Sơn (119 loài) và khu vực III như VQG Đất Mũi (121 loài) (Tổng cục môi trường, Cục Bảo tồn đa dạng sinh học, 2015 [34]; Nguyễn Quang Hùng, 2011) [17]. (Chi tiết tại phụ lục 02)

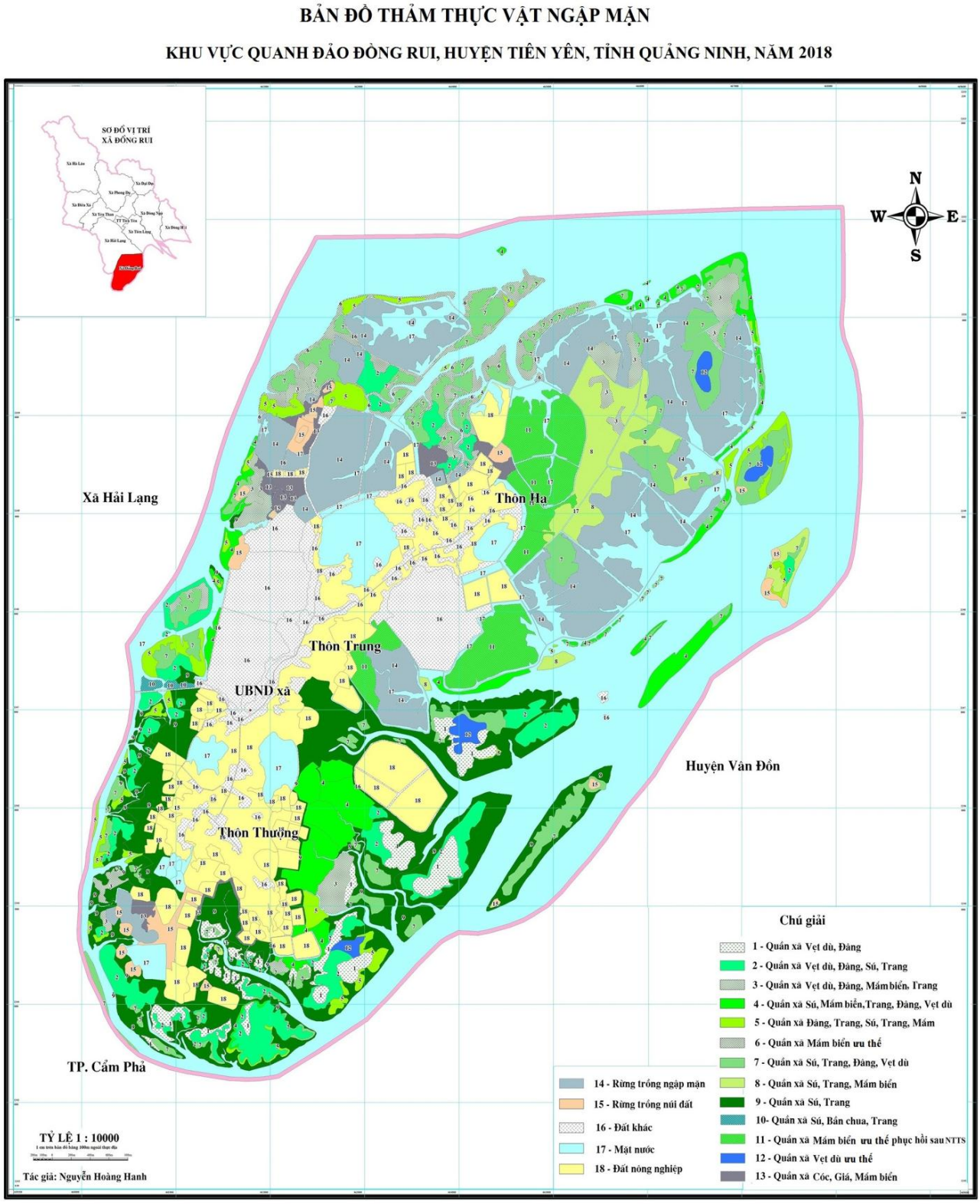
Bảng 4.3. Danh mục các loài CNM thực thụ tại đảo Đồng Rui

STT	Tên loài	Tên khoa học
1	Bần chua	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.
2	Bần không cánh	*Sonneratia apetala* Buch. – Ham.
3	Cóc vàng	*Lumnitzera racemmosa* (Gaud.) Presl.
4	Côi	*Scyphiphora hydrophyllacea* Gaertn. CF.
5	Cui biển	*Heritiea littoralis* Dry.
6	Đâng, đước vòi	*Rhizophora stylosa* Griff.
7	Giá	*Excoecaria agallocha* L.
8	Mắm biển	*Avicennia marina* (Forssk.) Veirh.
9	Mắm quăn	*Avicennia lanata* Ridl.
10	Ô rô	*Acanthus ilicifolius* L.
11	Ráng biển	*Acrostichum aureum* L.
12	Sam biển	*Sesuvium portulacastrum* L.
13	Sú	*Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco.
14	Trang	*Kandelia obovata* Sheue Liu &Yong
15	Vẹt dù	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lam.
16	Xu ổi	*Xylocarpus granatum* Koen.

Thành phần loài thực vật ngập mặn ở Đồng Rui kém đa dạng hơn so với VQG Xuân Thủy, RNM Long Sơn và VQG Đất Mũi. CNM thực thụ ở RNM VQG Xuân Thủy, Long Sơn và VQG Đất Mũi lần lượt là 17 loài, 28 loài và 28 loài; Trong đó, có duy nhất loài Ráng biển (*Acrostichum aureum*) thuộc ngành Dương xỉ được gặp ở các khu vực trên. Chỉ 1 loài có ở RNM Đồng Rui mà không gặp tại RNM VQG Xuân Thủy, RNM Hưng Hòa, RNM Long Sơn và RNM VQG Đất Mũi là Mắm quăn (*Avicennia lanata* Ridl.) (Phạm Hồng Tính, 2015 [32]).

4.1.2. Đa dạng các QXTVNM

Tại xã Đồng Rui, 14 QXTVNM đã được xác định với tổng diện tích 2.129,6 ha (hình 4.1), có 13 QXTVNM tự nhiên và 1 QXTVNM nhân tạo (rừng trồng). Các loài Vẹt dù (*Bruguiera gymnorrhiza*), Đước vòi (*Rhirophora stylosa*), Sú (*Aegiceras corniculatum*), Trang (*Kandelia obovata)* và Mắm biển (*Avicennia marina*) là đặc trưng cho khu vực nghiên cứu.



Hình 4.1. Sơ đồ phân bố thảm thực vật ngập mặn xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh năm 2018 (thu từ tỉ lệ 1/10.000)

Hình 4.2. Hình ảnh thảm thực vật ngập mặn, đảo Đồng Rui

1. Quần xã tự nhiên Vẹt dù (*Bruguiera gymnorrhiza*) + *Đâng* (*Rhirophora stylosa*) tổ hợp hai loài ưu thế chiếm tỷ lệ cao nhất trên 70 % thành phần loài của quần xã. Quần xã có diện tích trên 138,04 ha, phân bố tập trung ở phía Đông Nam và Tây Bắc của đảo, tại các vùng ngập triều trung bình đến ngập triều cao. Chiều cao quần xã đạt 2,7 m. Một số loài tham gia cấu trúc tán như Sú (*Aegiceras corniculatum*), Trang (*Kandelia obovata),* Mắm biển (*Avicennia marina*) nhưng với tỷ lệ thấp.

2. Quần xã tự nhiên Vẹt dù (*Bruguiera gymnorrhiza*) + *Đâng* (*Rhirophora stylosa*) + *Sú* (*Aegiceras corniculatum*) + *Trang* (*Kandelia obovata*) tổ hợp loài ưu thế này chiếm tỷ lệ 55 % thành phần loài của quần xã, với cây thân gỗ cao đến 2 m. Diện tích quần xã đạt 184,84 ha, phân bố tập trung từ phía Đông Nam đến Tây Nam của đảo, tại các vùng ngập triều trung bình

3. Quần xã tự nhiên Vẹt dù (*Bruguiera gymnorrhiza*) + *Đâng* (*Rhirophora stylosa*) + *Mắm biển (Avicennia marina*) + *Trang* (*Kandelia obovata)* tổ hợp quần xã này chiếm tỷ lệ trên 53 % thành phần loài của quần xã với các cây gỗ có chiều cao đến 2,2 m, quần xã chiếm diện tích 118,38 ha và có phân bố tập trung ở phía Tây Bắc của đảo, tại các vùng ngập triều trung bình.

4. Quần xã tự nhiên Sú (*Aegiceras corniculatum*) + *Mắm biển* (*Avicennia marina*) + Trang (*Kandelia obovata)* + *Đâng* (*Rhirophora stylosa*) + *Vẹt dù* (*Bruguiera gymnorrhiza*) các loài ưu thế chiếm tỷ lệ trên 60 %, thành phần loài của quần xã, trong đó chủ yếu các loài cây gỗ cao khoảng 1,4 - 1,6 m. Diện tích 200,66 ha, phân bố từ phía Đông Bắc đến Tây Bắc, tại các vùng ngập triều thấp đến ngập triều trung bình rải rác ven sông, ven lạch.

5. Quần xã tự nhiên Đâng (*Rhirophora stylosa*)) + *Vẹt dù* (*Bruguiera gymnorrhiza*) + *Sú (Aegiceras corniculatum*) +*Trang* (*Kandelia obovata)* + *Mắm biển* (*Avicennia marina*) có diện tích 122,33 ha, trong đó gồm hầu hết các cây gỗ có chiều cao đạt đến khoảng 3 m và tổ hợp các loài ưu thế chiếm 58 % trong thành phần và cấu trúc của quần xã, là quần xã ổn định nhất của TTVNM Đồng Rui, phân bố tập trung từ phía Đông Bắc đến Tây Bắc của đảo, tại các vùng ngập triều trung bình.

*6. Quần xã tự nhiên Mắm biển (*Avicennia marina*)* ưu thế, Mắm biển *(A. marina)* chiếm trên 76 % với chiều cao trung bình khoảng 1,7 m, các loài khác có số lượng ít và kích thước nhỏ. Quần xã có diện tích là 75,69 ha, có phân bố rải rác toàn khu vực nghiên cứu. Mắm biển *(A. marina)* là loài cây tiên phong tại các vùng ngập triều thấp, ven sông phía bãi Lòng Vàng. Ngoài ra, Mắm biển (*A. marina*) còn phân bố ở các bãi ngập triều cao sát bờ đê.

7. Quần xã tự nhiên Sú (Aegiceras corniculatum) + *Trang* (*Kandelia obovata)* + *Đâng* (*Rhirophora stylosa*) +*Vẹt dù* (*Bruguiera gymnorrhiza*): Tổ hợp loài ưu thế chiếm tỷ lệ trên 62 % thành phần và cấu trúc của quần xã, gồm các cây gỗ cao trung bình khoảng 1,8 m, phân bố từ phía Đông Bắc đến Tây Bắc của đảo, tại các vùng ngập triều thấp đến ngập triều trung bình ngay sau quần xã Sú (*Aegiceras corniculatum*), Trang (*K. obovata)* và có diện tích là 99,22 ha.

8. Quần xã tự nhiên Sú (Aegiceras corniculatum) + *Trang* (*Kandelia obovata)* + *Mắm biển (*Avicennia marina*):* Tổ hợp loài ưu thế chiếm trên 59 % thành phần loài của quần xã, trên diện tích gần 12,16 ha, quần xã này có phân bố tập trung ở

khu vực phía Đông của đảo, tại các vùng ngập triều thấp, rải rác ven sông, ven lạch với hầu hết cây gỗ đạt chiều cao trung bình khoảng 2 m.

9. Quần xã tự nhiên Sú (Aegiceras corniculatum) + Trang (*Kandelia obovata):* Tổ hợp loài ưu thế chiếm tỷ lệ trên 65 % trong thành phần và cấu trúc của quần xã, với hầu hết các cây gỗ đạt chiều cao trung bình khoảng 2,6 m, là quần xã có diện tích lớn nhất với 360,4 ha, có phân bố tập trung từ phía Đông Nam đến Tây Nam của đảo, tại các vùng ngập triều thấp rải rác ven sông, ven lạch.

10. Quần xã tự nhiên Sú (Aegiceras corniculatum) + Bần chua (*Sonneratia caseolaris*) + *Trang* (*Kandelia obovata):* Tổ hợp loài ưu thế chiếm tỷ lệ trên 55 % trong thành phần và cấu trúc của quần xã với các cây gỗ cao trung bình 1,7 m, đây là quần xã CNM tự nhiên có diện tích nhỏ nhất tại khu vực nghiên cứu với 4,49 ha và có phân bố tập trung từ khu vực phía Tây của đảo, dọc theo đường đê vào trong đảo, tại các vùng ngập triều thấp rải rác ven sông Ba Chẽ.

11. Quần xã tự nhiên Mắm biển (Avicennia marina) ưu thế phục hồi sau NTTS: Khác với quần xã Mắm biển tự nhiên, tại các đầm nuôi tôm bị bỏ hoang, Mắm biển (*Avicennia marina*) chiếm đến 85 % trong thành phần loài của quần xã, cũng hình thành nên đơn ưu với các cây gỗ đạt chiều cao trung bình chỉ 0,9 m, nhưng chưa ổn định như đơn ưu Mắm biển tại những nơi khác. Đây là loài ưu thế thứ sinh do được hình thành sau khi đầm bị bỏ hoang. Diện tích của quần xã này khoảng 196,03 ha và phân bố tập trung ở phía Đông Bắc của đảo, tại các vùng ngập triều thấp và ngập triều trung bình. Ngoài Mắm biển (*Avicennia marina*) chiếm ưu thế, một số loài cây khác như Cóc vàng (*Lumnitzera racemosa*), Giá (*Excoecaria agallocha*) và Vẹt dù (*Bruguiera gymnorrhiza*) cũng tham gia rải rác, bên cạnh đó cũng có thêm một số loài cỏ và cây trồng bổ sung như Trang (*Kandelia obovata)*, Đâng (*Rhirophora stylosa*).

12. Quần xã tự nhiên Vẹt dù (*Bruguiera gymnorrhiza*) ưu thế: Vẹt dù chiếm ưu thế với hơn 90 % số cá thể trong quần xã, đa số cây gỗ đạt chiều cao đến 2,6 m, là 1 trong 3 QXTVNM tự nhiên có diện tích nhỏ nhất tại khu vực nghiên cứu, chỉ đạt 23,41 ha và phân bố chủ yếu ở khu vực Đông Nam của đảo, tại các vùng ngập triều

trung bình đến ngập triều cao. Trong quần xã còn xuất hiện một số loài khác như Đâng (*Rhirophora stylosa*), Trang (*Kandelia obovata)* với số lượng không đáng kể.

13. Quần xã tự nhiên Cóc vàng (*Lumnitzera racemosa*) + *Giá* (*Excoecaria agallocha*) + *Mắm biển* (*Avicennia marina*) các loài trong tổ hợp ưu thế chiếm tỷ lệ trên 60 % về thành phần loài và thường gồm các cây gỗ có chiều cao đến 1,4 m. Quần xã này có diện tích là 43,95 ha, phân bố từ phía Đông Nam đến Tây Nam của đảo, trên các vùng ngập khi triều cao hoặc triều cao bất thường. Có một số loài tham gia như Tra (*Hibiscus tiliaceus*), Ráng biển (*Acrostichum aureum*), Dứa dại (*Pandanus tonkinensis*) và các loài cỏ.

14. Rừng trồng ngập mặn Trang (Kandelia obovata) + Đâng (*Rhirophora stylosa*): Hai loài này chiếm tỷ lệ 80 % trong thành phần loài của quần xã với các cây gỗ có chiều cao trung bình 2,5 m. Quần xã chiếm diện tích khá lớn tại khu vực nghiên cứu với diện tích trên 549,97 ha. Tập trung rừng trồng ngập mặn tại các khu vực rải rác quanh đảo và trong các đầm nuôi trồng thủy sản đã bỏ hoang.

Ngoài các QXTVNM, ở Đồng Rui còn có các quần xã khác phân bố hoàn toàn trên cạn như rừng trồng và đất canh tác nông nghiệp, đất khác (bao gồm cả trảng bụi, trảng cỏ), v.v.. với tổng diện tích 30,91 ha.

4.2. Đặc điểm cấu trúc tầng cây cao một số QXTVNM tự nhiên tại khu vực nghiên cứu

4.2.1. Cấu trúc tổ thành tầng cây cao

Kết quả xác định tổ thành loài cho từng QXTVNM tự nhiên với các chế độ ngập triều khác nhau được trình bày trong bảng 4.4 và phụ lục 04.

Bảng 4.4. Cấu trúc tổ thành loài TCC các QXTVNM

Chế độ ngập triều	TT	QXTVNM tự nhiên	Số loài	Số loài ưu thế	Công thức tổ thành (CTTT)
Ngập khi nước triều thấp	1	Mắm biển ưu thế	5	4	7,4M + 0,8V + 0,7T + 0,6Đ + 0,5S
	2	Sú, Trang, Mắm biển	3	3	5,9S + 2,7T + 1,4M
	3	Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS	1	1	9M + 1S
	4	Sú, Trang	2	2	7,3S + 2,7T
	5	Sú, Bần chua, Trang	5	4	5,9S + 1,7B + 1,1T + 1,1G – 0,2C
Ngập khi nước triều trung bình	6	Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù	5	5	5,0S + 1,8M + 1,5T + 0,9V + 0,8Đ
	7	Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển	5	4	4,7Đ + 2,9V + 1,3T + 1,0S – 0,1M
	8	Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	4	4	4,4S + 2,6T + 1,6V + 1,4Đ
	9	Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang	4	4	4,7V + 2,6Đ + 1,5T + 1,2M
	10	Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	4	4	4,5V + 2,8Đ + 1,4S + 1,3T
	11	Vẹt dù, Đâng	2	2	7,2V + 2,8Đ
	12	Vẹt dù ưu thế	3	2	9,2V + 0,7Đ – 0,1T
Ngập khi nước triều cao hoặc cao bất thường	13	Cóc vàng, Giá, Mắm biển	6	4	6,0C + 3,1G + 0,5M – 0,2H – 0,1T – 0,1V

Ghi chú: S: Sú T: Trang M: Mắm biển Đ: Đâng B: Bần chua G: Giá H: Hếp C: Cóc vàng V: Vẹt dù

Bảng 4.4 cho thấy, thành phần loài TCC của khu vực nghiên cứu có độ đa dạng thấp, số loài tham gia CTTT trên các QXTVNM tự nhiên dao động từ 2 - 6 loài, với duy nhất 1 quần xã ở khu vực ngập triều cao có 6 loài tham gia (quần xã

Cóc, Giá, Mắm biển). Tại quần xã này có 2 loài chiếm ưu thế rất cao là Cóc vàng (hệ số tổ thành 6,0) và Giá (hệ số tổ thành 3,1), các loài khác có xuất hiện nhưng chỉ rải rác, với hệ số tổ thành rất thấp, dao động từ 0,05 – 0,1. Có 4 quần xã với 5 loài tham gia, trong đó loài chiếm ưu thế thường là Mắm biển, Sú và Đâng, hệ số tổ thành dao động từ 4,7-7,4; Phân bố chủ yếu ở khu vực có độ ngập triều thấp và trung bình. Các quần xã còn lại có từ 2 đến 4 loài phân bố với Mắm biển, Vẹt dù, Sú, Đâng là các loài ưu thế, hệ số tổ thành từ 4,4 đến 9,2.

4.2.2. Mật độ, độ tàn che của các QXTVNM tự nhiên

Trong nghiên cứu này, độ tàn che được xác định gián tiếp thông qua lượng ánh sáng lọt qua tán từ việc phân tích các bức ảnh chụp tán rừng. Kết quả xử lý và phân tích các bức ảnh xác định độ tàn che ở từng OTC được trình bày chi tiết tại phụ lục 04. Mật độ, độ tàn che của các QXTVNM được tổng hợp trong bảng 4.5.

Bảng 4.5. Mật độ, độ tàn che của các QXTVNM tự nhiên

Chế độ ngập triều	TT	QXTVNM tự nhiên	Mật độ (cây/ha)	Độ tàn che ± SD
Ngập khi nước triều thấp	1	Mắm biển ưu thế	5.967	0,41 + 0,09
	2	Sú, Trang, Mắm biển	6.767	0,50 + 0,08
	3	Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS	3.200	0,36 + 0,08
	4	Sú, Trang	3.767	0,66 + 0,11
	5	Sú, Bần chua, Trang	2.867	0,65 + 0,05
Ngập khi nước triều trung bình	6	Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù	7.333	0,71 + 0,04
	7	Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển	3.567	0,77 + 0,04
	8	Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	5.733	0,59 + 0,05
	9	Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang	2.967	0,80 + 0,04
	10	Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	4.967	0,82 + 0,04
	11	Vẹt dù, Đâng	2.233	0,83 + 0,10
	12	Vẹt dù ưu thế	2.467	0,80 + 0,05
Ngập khi nước triều cao hoặc cao bất thường	13	Cóc vàng, Giá, Mắm biển	4.133	0,68 + 0,06

Bảng 4.5 cho thấy, mật độ TCC của khu vực nghiên cứu tương đối thấp và có sự khác biệt rõ rệt giữa các quần xã tự nhiên, mật độ trung bình dao động từ 2.223 - 7.333 cây/ha. Trong 13 QXTVNM tự nhiên nghiên cứu chỉ có 4 quần xã tự đạt mật độ lớn hơn 5.000 cây/ha, mật độ bình quân cao nhất đạt 7.333 cây/ha ở quần xã Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù, thuộc khu vực có chế độ ngập triều trung bình; 3 quần xã có mật độ trung bình nhỏ hơn 3.000 cây/ha, trong đó mật độ thấp nhất thuộc quần xã Vẹt dù, Đâng, chỉ có 2.233 cây/ha, các quần xã này chủ yếu phân bố ở các khu vực có độ ngập triều cao. Độ tàn che của các QXTVNM tự nhiên dao động từ 0,36 (quần xã Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS) đến 0,83 (quần xã Vẹt dù, Đâng). Có 4/13 quần xã có độ tàn che lớn hơn 0,8, là các quần xã có Vẹt dù, Đâng chiếm ưu thế. Độ tàn che phụ thuộc vào nhiều yếu tố như mật độ, tuổi cây và phụ thuộc cơ bản vào đặc điểm hình thái của các loài phân bố chủ yếu trong quần xã tự nhiên.

4.2.3. Một số chỉ tiêu sinh trưởng tầng cây cao

Sinh trưởng của TCC thường ít có sự khác biệt quá lớn giữa các quần xã khác nhau. Kết quả nghiên cứu về đặc điểm sinh trưởng của 13 QXTVNM tự nhiên tại Đồng Rui được trình bày ở bảng 4.6.

Bảng 4.6. Một số chỉ tiêu sinh trưởng của thực vật TCC ở các QXTVNM tự nhiên

Chế độ ngập triều	TT	QXTVNM tự nhiên	$D_{0.0}$ (cm)	H_{VN} (m)	S_t (m^2)
Ngập khi nước Triều thấp	1	Mắm biển ưu thế	4,4±2,1	1,9±0,9	3,1±2,6
	2	Sú, Trang, Mắm biển	6,1±2,3	2,1±0,7	2,6±1,6
	3	Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS	5,1±1,8	1,3±0,1	1,7±1,5
	4	Sú, Trang	7,2±1,6	2,5±0,5	2,4±1,3
	5	Sú, Bần chua, Trang	5±4,3	1,8±0,9	1,3±2,3
Ngập khi nước triều trung bình	6	Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù	3,6±1,6	1,4±0,4	1,4±1,9
	7	Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển	6,6±4,6	3±1,4	4,13±8,86
	8	Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	5±3,9	2±1,2	2,8±4,1

	9	Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang	6,2±4,2	2,3±1,2	3,9±5,2
	10	Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	5,4±3,3	2±1,1	3,1±4,2
	11	Vẹt dù, Đâng	7,6±6	2,8±1,5	5,8±7,9
	12	Vẹt dù ưu thế	7,6±5,7	2,6±1,2	6,1±7,7
Ngập khi nước triều cao hoặc cao bất thường	13	Cóc vàng, Giá, Mắm biển	3,9±1,8	1,4±0,4	1,6±3,2

Bảng 4.6 cho thấy, đường kính gốc cây của TCC ở cả 13 quần xã tự nhiên dao động từ 3,6-7,6 cm, trung bình chỉ đạt 5,7 cm. Các quần xã có Vẹt dù chiếm ưu thế thường là quần xã có sự sinh trưởng về đường kính gốc lớn nhất, điển hình là ở quần xã Vẹt dù ưu thế và quần xã Vẹt dù, Đâng có $D_{0.0}$ đạt giá trị trung bình lớn nhất (7,6 cm). Các quần xã có Mắm biển, Cóc vàng hay Sú là loài chiếm ưu thế, chỉ số đường kính gốc bình quân lại nhỏ hơn hẳn các quần xã khác, bình quân chỉ từ 3,6 -5 cm; điển hình có quần xã Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù và quần xã Cóc vàng, Giá, Mắm biển có đường kính gốc nhỏ hơn 4 cm.

Chiều cao vút ngọn của TCC trên cả 13 quần xã tự nhiên dao động từ 1,4 m đến 2,8 m, các quần xã Cóc vàng, Giá, Mắm biển, Trang và quần xã Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù H_{VN} chỉ đạt 1,4 m. Chỉ có 4 quần xã tự nhiên có chiều cao bình quân đạt từ 2,5m trở lên, H_{VN} bình quân lớn nhất cũng chỉ đạt 3,0 m ở quần xã Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển.

Diện tích tán trung bình của cây dao động từ 1,3 - 6,1 m^2, trong đó: 4/13 quần xã tự nhiên có diện tích tán bình quân của cây nhỏ hơn 2 m^2; nhỏ nhất thuộc quần xã Sú, Bần chua, Trang với S_T = 1,3 m^2; 6/13 quần xã có diện tích tán bình quân đạt trên 3 m^2, cao nhất tại quần xã Vẹt dù thuần loài (S_T = 6,1 m^2/cây). Các quần xã tự nhiên mà Vẹt dù chiếm ưu thế có diện tích tán bình quân cao hơn hẳn các quần xã tự nhiên khác. Ngược lại, các quần xã tự nhiên có Sú chiếm ưu thế thì diện tích tán thường nhỏ hơn.

So với các TTVNM ở miền Bắc Việt Nam, các chỉ số trên về đặc điểm sinh trưởng đường kính gốc, chiều cao vút ngọn và diện tích tán của các quần xã tự nhiên tại khu vực nghiên cứu đạt mức trung bình. Sinh trưởng chung của cả quần

xã tự nhiên phụ thuộc vào đặc điểm sinh học của loài chiếm ưu thế. Vẹt dù và Đâng là 2 loài chiếm ưu thế trên nhiều quần xã, có sức cạnh tranh và sinh trưởng phát triển tốt ở những nơi có độ ngập triều từ trung bình đến cao.

4.2.4. Mức độ ưu thế (D) và đa dạng loài (H) tầng cây cao

Kết quả xác định mức độ ưu thế và đa dạng loài tầng cây cao của các QXTVNM tự nhiên tại khu vực nghiên cứu được thể hiện ở bảng 4.7.

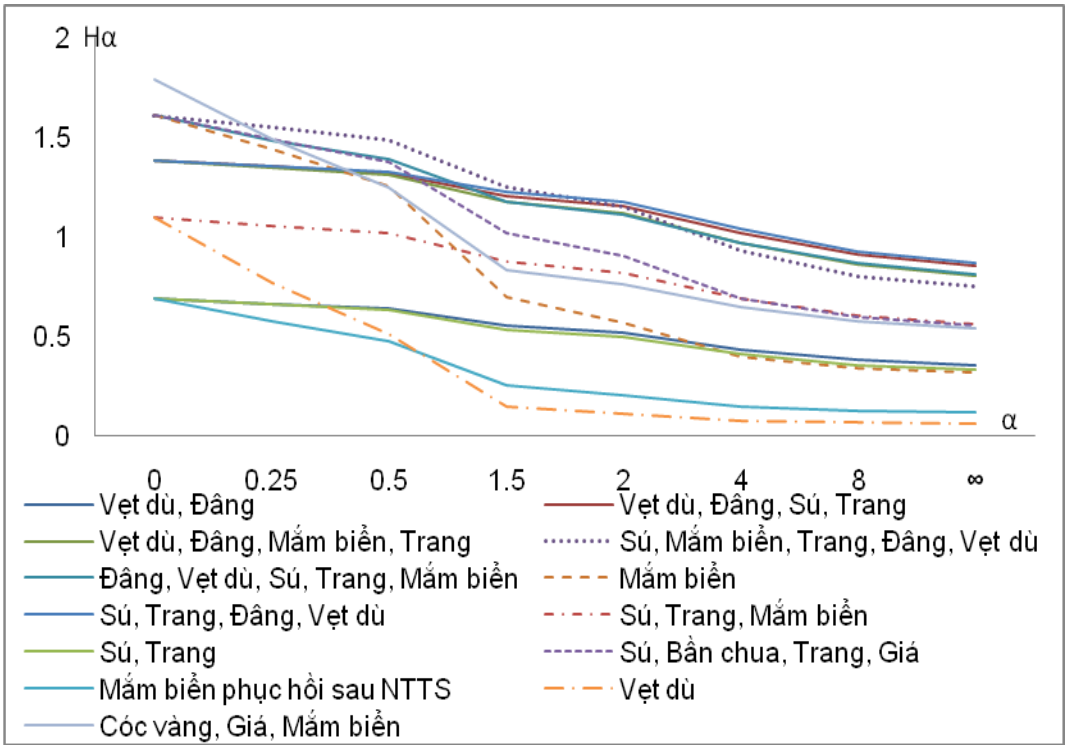
Bảng 4.7. Tính đa dạng loài TCC của các QXTVNM tự nhiên

TT	QXTVNM tự nhiên	D	H
1	Mắm biển ưu thế	0,431	1,3289
2	Sú, Trang, Mắm biển	0,559	1,3576
3	Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS	0,187	0,4821
4	Sú, Trang	0,390	0,8349
5	Sú, Bần chua, Trang	0,595	1,6942
6	Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,683	1,9654
7	Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển	0,670	1,8150
8	Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,692	1,8426
9	Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang	0,674	1,7940
10	Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,684	1,8181
11	Vẹt dù, Đâng	0,406	0,8603
12	Vẹt dù ưu thế	0,151	0,4587
13	Cóc vàng, Giá, Mắm biển	0,533	1,3832

Kết quả điều tra cho thấy số lượng loài cây xuất hiện tại khu vực không nhiều, chỉ có từ 2 - 6 loài, biến động theo từng quần xã. Số lượng loài cây ưu thế thường chỉ dao động từ 2 - 3 loài.

Kết quả tính toán mức độ ưu thế (chỉ số Simpson D), mức độ đa dạng (chỉ số Shannon - Wiener H) cho thấy mức độ đa dạng loài tại khu vực nghiên cứu thấp, dao động trong khoảng từ 0,187 - 0,692, H dao động từ 0,482 - 1,965, thấp nhất tại

quần xã tự nhiên Mắm biển phục hồi sau NTTS. Ngoài các chỉ tiêu đánh giá về mức độ phong phú thành phần loài, thì chỉ tiêu độ đồng đều của các loài trong quần xã có ý nghĩa quan trọng. Nghiên cứu đã sử dụng dãy hệ số Rényi để xác định chỉ số đồng đều của các loài. Kết quả xác định chỉ số Rényi của TCC được trình bày tại phần phụ lục 10. Biểu đồ ở hình 4.3 mô phỏng trực quan sự biến động đa dạng loài của các quần xã tự nhiên tại OTC trong thời gian nghiên cứu.



Hình 4.3. Biểu đồ chỉ số đa dạng Rényi TCC các QXTVNM tự nhiên

Hình 4.3 cho thấy các quần xã tự nhiên Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù; quần xã Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển và quần xã Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang là 3 quần xã tự nhiên có mức độ đa dạng loài cao nhất và tương tự nhau với đường biểu diễn chỉ số đa dạng Rényi nằm xa trục hoành nhất và gần như trùng nhau (trường hợp α = 0, Hα phản ánh số lượng tham gia trong quần xã là cao nhất). Còn các quần xã Vẹt dù ưu thế; quần xã Mắm biển ưu thế và quần xã Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS là các quần xã tự nhiên có chỉ số đa dạng thấp nhất, đường biểu diễn chỉ số đa dạng Rényi gần như tiệm cận trục hoành và cũng đan chồng vào

nhau. Các quần xã tự nhiên còn lại ở mức trung bình so với quần xã tự nhiên kể trên.

Kết quả nghiên cứu về đặc điểm tổ thành và mật độ của các QXTVNM đặc trưng cho thấy, ở đây khá tương đồng so với các khu vực khác tại miền Bắc Việt Nam. Đinh Thanh Giang, (2016) [11] khi nghiên cứu về đặc điểm đất ngập mặn vùng ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng đã nhận xét chỉ có 6 loài CNM thực thụ QXTVNM khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng. Tương tự, Phạm Hồng Tính (2017) [32] khi nghiên cứu về sự biến đổi TTVNM ven biển miền Bắc Việt Nam trong điều kiện BĐKH và nước biển dâng cũng cho rằng, vùng ven biển miền Bắc Việt Nam có TTVNM phát triển, tuy nhiên thành phần loài CNM thực thụ không nhiều với 15 loài, trong đó Đâng (*Rhizophora stylosa*) và Trang (*Kandelia obovata*) tham gia vào nhóm loài chiếm ưu thế, cho thấy sự đơn giản về thành phần loài của TTVNM khu vực ven biển miền Bắc. Có thể thấy, dù không nhiều nghiên cứu về đặc điểm tổ thành loài của HST RNM miền Bắc, nhưng hầu hết các nghiên cứu đều khẳng định về sự đơn giản trong cấu trúc tổ thành, cũng như xác định ưu thế của 3 - 5 loài đặc trưng trên các QXTVNM tự nhiên khác nhau tại khu vực ven biển miền Bắc Việt Nam. Phù hợp với nghiên cứu của Phan Nguyên Hồng (1991) [13], các kết quả nghiên cứu gần đây cũng khẳng định TTVNM ở khu vực phía Bắc phân bố rộng nhưng thành phần loài đơn giản, mật độ không cao.

4.3. Đặc điểm tái sinh tự nhiên của các QXTVNM

4.3.1. Đặc điểm tái sinh tự nhiên dưới tán của các QXTVNM

4.3.1.1. Mật độ và tổ thành loài cây tái sinh tự nhiên dưới tán của các QXTVNM

Mật độ và tổ thành loài CTS là các chỉ tiêu quan trọng trong việc đánh giá khả năng phục hồi của QXTVNM tự nhiên. Kết quả nghiên cứu tổ thành và mật độ CTS dưới tán thể hiện qua bảng 4.8.

Bảng 4.8. Mật độ, tổ thành loài CTS tự nhiên dưới tán QXTVNM

TT	Chế độ ngập triều	QXTVNM	Số loài	Mật độ (cây/ha)	Công thức tổ thành CTS
1	Ngập khi nước triều thấp	Mắm biển ưu thế	3	18.500	7,2M+2,6S–0,2T
2		Sú, Trang, Mắm biển	4	13.667	5,5S+2,4M+1,6T+0,5V
3		Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS	1	15.167	7,9M+1,1S+1,0T
4		Sú, Trang	2	14.000	6,1S+3,9T
5		Sú, Bần chua, Trang	1	11.500	10S
Trung bình				**14.567**	
6	Ngập khi nước triều trung bình	Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù	5	15.167	4,8S+2,5V+1,6M+0,8T–0,3Đ
7		Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	3	16.500	6,5S+2,0V+1,5T
8		Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang	4	5.833	6,0V+3,4Đ-0,3M–0,3T
9		Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	4	15.500	5,1V+3,0Đ+1,5T–0,4S
10		Vẹt dù, Đâng	2	11.333	8,2V+1,8Đ
11		Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển	4	13.167	3,7V+3,5Đ+2,0T+0,8S
12		Vẹt dù ưu thế	2	3.500	8,6V+1,4Đ
Trung bình				**12.917**	
13	Ngập khi nước triều cao	Cóc vàng, Giá, Mắm biển	5	14.333	6,6C+1,7TR+1,4G–0,2S–0,1H
Trung bình				**14.333**	

Ghi chú: S: Sú T: Trang M: Mắm biển Đ: Đâng
G: Giá H: Hếp C: Cóc vàng TR: Tra V: Vẹt dù

Mật độ CTS dưới tán của các QXTVNM tự nhiên (Bảng 4.8) dao động từ 3.500 – 18.500 cây/ha, trong số đó QXTVNM tự nhiên Mắm biển ưu thế có mật độ CTS cao nhất (18.500 cây/ha), mật độ CTS thấp nhất là 3.500 cây/ha ở quần xã Vẹt dù ưu thế. Các QXTVNM tự nhiên còn lại có mật độ CTS tương đối cao (>10.000 cây/ha), ngoại trừ QXTVNM Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang (5.833 cây/ha).

Tổ thành loài CTS dưới tán tương đối đồng nhất với tổ thành TCC, số loài dao động từ 1 - 5 loài, chủ yếu từ 2 - 4 loài. Riêng QXTVNM tự nhiên Sú, Bần

chua, Trang chỉ gặp 1 loài CTS là Sú. Thành phần loài CTS chiếm ưu thế khác nhau ở các chế độ ngập triều khác nhau; ở chế độ ngập triều thấp các loài chủ yếu là Mắm biển và Sú; ở chế độ ngập triều trung bình chủ yếu là Vẹt dù, Đâng và Sú; còn ở chế độ ngập triều cao lại chủ yếu là Cóc vàng, Tra và Giá.

4.3.1.2. Tính đa dạng loài của tầng cây tái sinh tự nhiên dưới tán của các QXTVNM

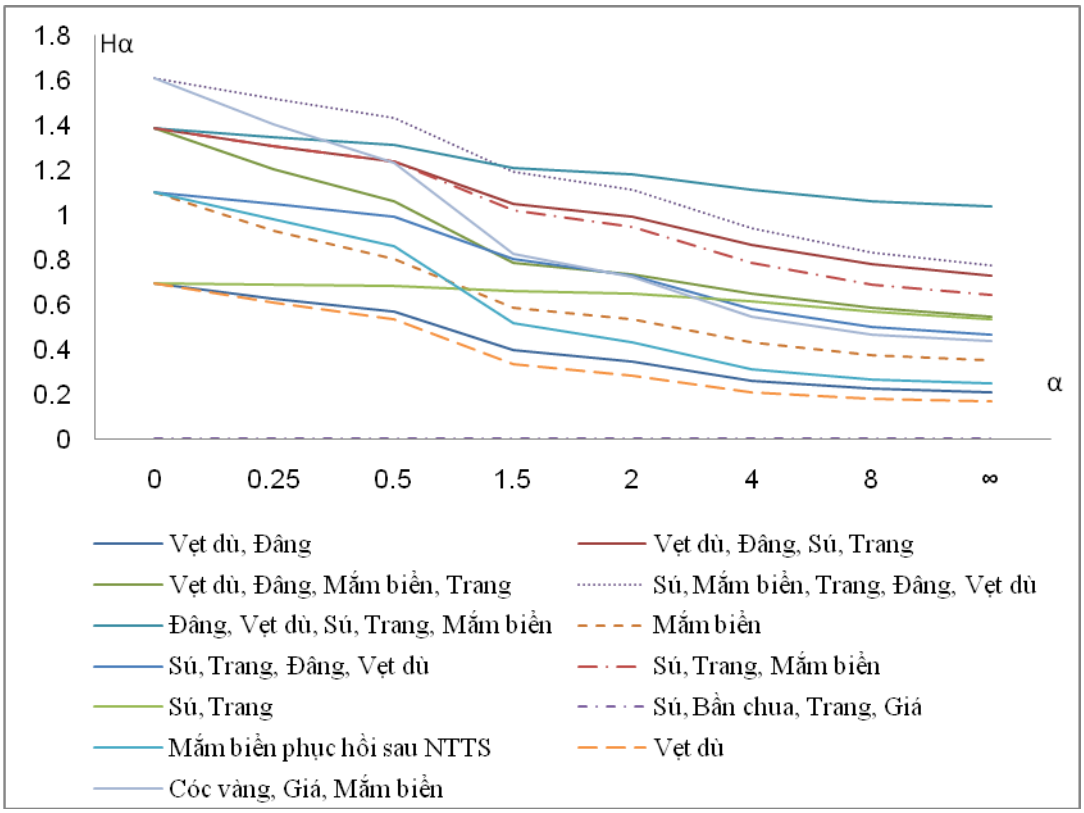
Kết quả xác định độ đa dạng Shannon - Wiener (H) và mức ưu thế (D) của tầng CTS dưới tán của các QXTVNM tự nhiên tại khu vực nghiên cứu được thể hiện ở bảng 4.9.

Bảng 4.9. Mức ưu thế và độ đa dạng CTS tự nhiên dưới tán các QXTVNM

STT	Chế độ ngập triều	QXTVNM	Mức ưu thế (D)	Độ đa dạng (H)
1	Ngập khi nước triều thấp	Mắm biển ưu thế	0,412	0,9509
2		Sú, Trang, Mắm biển	0,612	1,6054
3		Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS	0,352	0,9475
4		Sú, Trang	0,477	0,9666
5		Sú, Bần chua, Trang	0,000	0,0000
6	Ngập khi nước triều trung bình	Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,672	1,8708
7		Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển	0,693	1,8101
8		Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,518	1,2855
9		Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang	0,521	1,2648
10		Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,629	1,6255
11		Vẹt dù, Đâng	0,291	0,6723
12		Vẹt dù ưu thế	0,245	0,5917
13	Ngập khi nước triều cao	Cóc vàng, Giá, Mắm biển	0,514	1,4170

Chỉ số đa dạng (H) của CTS dao động trong khoảng từ 0 -1,87, mức độ ưu thế (D) của CTS biến động trong khoảng từ 0 - 0,693, quần xã tự nhiên có độ đa dạng thấp nhất là quần xã Sú, Bần chua, Trang chỉ có 1 loài CTS với H và D dường như chỉ là 0,000. Khu vực ngập khi triều thấp có độ đa dạng thấp hơn các khu vực khác,

thể hiện ở cả hai chỉ số D và H. Khu vực có mức ngập triều trung bình có độ đa dạng cao và khá đồng đều giữa các quần xã tự nhiên.



Hình 4.4. Biểu đồ chỉ số đa dạng Rényi tầng CTS dưới tán QXTVNM tự nhiên

Tương tự TCC, từ biểu đồ dãy chỉ số đa dạng Rényi (hình 4.4) có thể thấy các quần xã tự nhiên Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù; quần xã tự nhiên Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển là 2 quần xã tự nhiên có độ đa dạng CTS cao nhất với đường biểu diễn dãy chỉ số Rényi nằm xa trục hoành nhất, trong đó quần xã tự nhiên Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù có những loài chiếm ưu thế chiếm mật độ cao hơn rất nhiều so với các loài khác trong CTTT (đường Rényi rất dốc). Quần xã tự nhiên Vẹt dù ưu thế có độ đa dạng CTS thấp nhất.

4.3.1.3. Phân bố không gian của cây tái sinh dưới tán QXTVNM tự nhiên

a) Phân bố số loài (N_L), mật độ CTS (N) theo cấp chiều cao (H_{vn})

Kết quả nghiên cứu phân bố số loài và mật độ CTS được trình bày ở bảng 4.10 và hình 4.4.

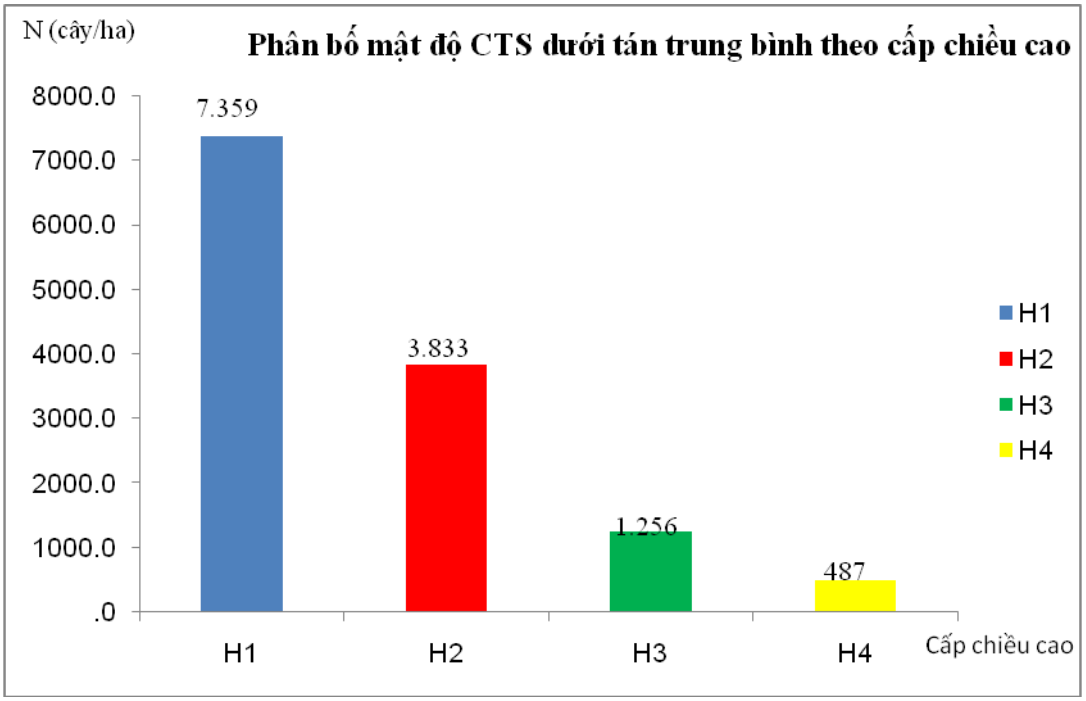
Bảng 4.10. Phân bố số loài, mật độ CTS dưới tán QXTVNM tự nhiên theo chiều cao

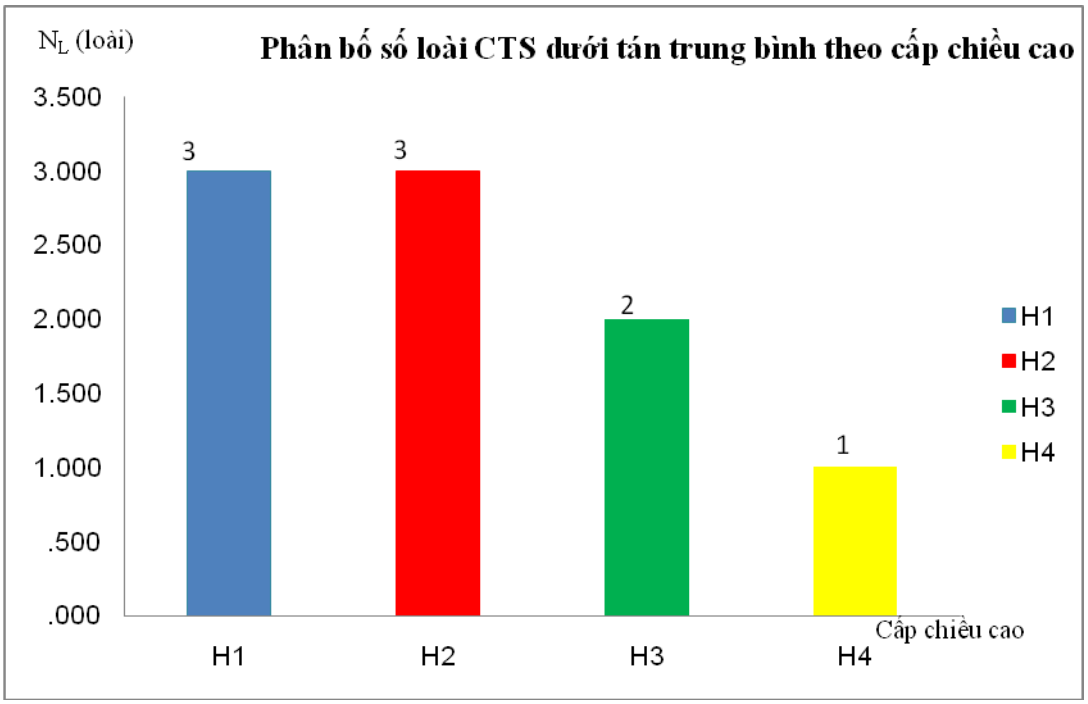
QXTVNM tự nhiên	Chỉ số	Cấp chiều cao (H_{vn}, m)				Tổng
		H1 <0,4 m	0,4≤ H2< 0,8 m	0,8≤ H3< 1,2m	H4≥1,2 m	
Mắm biển ưu thế	N_L (loài)	3	3	1	0	
	N (cây/ha)	16.000	2.167	333	0	18.500
	%	86,5	11,7	1,8	-	100,0
Sú, Trang, Mắm biển	N_L (loài)	4	4	3	1	
	N (cây/ha)	9.000	2.667	1.833	167	13.667
	%	65,9	19,5	13,4	1,2	100,0
Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS	N_L (loài)	3	3	3	0	
	N (cây/ha)	11.833	2.667	667	0	15.167
	%	78,0	17,6	4,4	-	100,0
Sú, Trang	N_L (loài)	2	2	2	2	
	N (cây/ha)	6.667	5.000	1.667	667	14.000
	%	47,6	35,7	11,9	4,8	100,0
Sú, Bần chua, Trang	N_L (loài)	1	1	1	1	
	N (cây/ha)	8.333	1.167	1.167	833	11.500
	%	72,5	10,1	10,1	7,2	100,0
Sú, Mắm biển, Trang, Vẹt dù, Đâng	N_L (loài)	5	4	4	1	
	N (cây/ha)	10.333	2.833	1.667	333	15.167
	%	68,1	18,7	11,0	2,2	100,0
Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển	N_L (loài)	3	3	3	3	
	N (cây/ha)	2.167	7.667	2.000	1333	13.167
	%	16,5	58,2	15,2	10,1	100,0

Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	N_L (loài)	3	3	1	0	
	N (cây/ha)	10.333	5.167	1.000	0	16.500
	%	62,6	31,3	6,1	-	100,0
Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang	N_L (loài)	3	3	2	1	
	N (cây/ha)	1.500	2.667	1.167	500	5.833
	%	25,7	45,7	20,0	8,6	100,0
Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	N_L (loài)	3	3	3	3	
	N (cây/ha)	3.333	9.167	2.000	1.000	15.500
	%	21,5	59,1	12,9	6,5	100,0
Vẹt dù, Đâng	N_L (loài)	2	2	2	2	
	N (cây/ha)	3.000	6.167	1.333	833	11.333
	%	26,5	54,4	11,8	7,4	100,0
Vẹt dù ưu thế	N_L (loài)	2	1	1	1	
	N (cây/ha)	1.000	1.333	1.000	167	3.500
	%	28,6	38,1	28,6	4,8	100,0
Cóc vàng, Giá, Mắm biển	N_L (loài)	5	1	1	1	
	N (cây/ha)	12.167	1.167	500	500	14.333
	%	84,9	8,1	3,5	3,5	100,0

Qua bảng 4.10 cho thấy, có sự thay đổi số loài, mật độ CTS theo chiều cao trong từng QXTVNM tự nhiên và không đồng đều giữa các QXTVNM tự nhiên tại khu vực nghiên cứu, mật độ CTS giảm theo chiều cao CTS.

Về phân bố số loài: phần lớn số loài CTS tập trung ở cấp chiều cao <0,8 m và giảm nhanh khi chiều cao trên 0,8 m ở tất cả các QXTVNM tự nhiên.





Hình 4.5. Biểu đồ phân bố N/H_{vn} và N_L/H_{vn}của CTS dưới tán QXTVNM tự nhiên

b) Đặc điểm cây tái sinh triển vọng dưới tán các QXTVNM tự nhiên

Trong nghiên cứu tái sinh của các QXTVNM tự nhiên, xác định số lượng và tổ thành loài CTS triển vọng có ý nghĩa quan trọng trong việc dự đoán tổ thành loài trong tương lai. Trong nghiên cứu này, CTS có chiều cao ≥0,8 m coi là CTS triển

vọng. Kết quả xác định mật độ và tổ thành loài CTS triển vọng dưới tán của các QXTVNM tự nhiên được thể hiện ở bảng 4.11.

Bảng 4.11. Mật độ, tổ thành loài CTS triển vọng dưới tán QXTVNM tự nhiên

Chế độ ngập triều	QXTVNM tự nhiên	Số loài có triển vọng	Mật độ (cây/ha)	Công thức tổ thành CTS
Ngập khi nước triều thấp	Mắm biển ưu thế	1	333	10,0M
	Sú, Trang, Mắm biển	3	2.000	8,3S + 0,9T + 0,8M
	Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS	1	667	10,0M
	Sú, Trang	2	2.333	5,7T + 4,3S
	Sú, Bần chua, Trang	1	2.000	10,0S
Ngập khi nước triều trung bình	Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù	4	2.000	4,2V + 3,3S + 1,7T + 0,8Đ
	Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển	3	3.333	4,0V + 4,0Đ + 2,0T
	Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	1	1.000	10,0S
	Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang	2	1.667	7,0V + 3,0Đ
	Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	3	3.000	4,4V + 3,9Đ + 1,7T
	Vẹt dù, Đâng	2	2.167	7,7V + 2,3Đ
	Vẹt dù ưu thế	1	1.167	10,0V
Ngập khi nước triều cao	Cóc, Giá, Mắm biển	2	1.000	5,0C + 5,0G

Ghi chú: S: Sú T: Trang M: Mắm biển Đ: Đâng
G: Giá C: Cóc vàng V: Vẹt dù

CTS triển vọng có số loài dao động từ 1 - 4 loài, đây cũng chính là các loài chiếm ưu thế nhất ở TCC. Mật độ CTS triển vọng thấp nhất là 333 cây/ha (QXTVNM tự nhiên Mắm biển), cao nhất là 3.333 cây/ha (QXTVNM tự nhiên Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển).

4.3.1.4. Phẩm chất cây tái sinh dưới tán của các QXTVNM tự nhiên

Kết quả nghiên cứu về phẩm chất CTS dưới tán các QXTVNM tự nhiên được trình bày trong bảng 4.12 cho thấy:

Bảng 4.12. Phẩm chất CTS dưới tán các QXTVNM tự nhiên

ĐVT: %

QXTVNM tự nhiên	H < 0,8m			H ≥ 0,8m		
	Tốt	Trung bình	Xấu	Tốt	Trung bình	Xấu
Mắm biển ưu thế	63,3	15,6	21,1	100,0	-	-
Sú, Trang, Mắm biển	50,0	18,6	31,4	100,0	-	-
Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS	66,7	-	33,3	100,0	-	-
Sú, Trang	84,3	14,3	1,4	100,0	-	-
Sú, Bần chua, Trang	80,7	14,0	5,3	100,0	-	-
Sú, Mắm biển, Trang, Vẹt dù, Đâng	36,7	26,6	36,7	75,0	-	25,0
Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển	52,5	23,7	23,7	50,0	20,0	30,0
Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	46,2	19,4	34,4	100,0	-	-
Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang	28,0	36,0	36,0	40,0	30,0	30,0
Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	38,7	30,7	30,7	50,0	16,7	33,3
Vẹt dù, Đâng	16,4	38,2	45,5	30,8	23,1	46,2
Vẹt dù ưu thế	14,3	35,7	50,0	28,6	28,6	42,9
Cóc vàng, Giá, Mắm biển	71,3	17,5	11,3	100,0	-	-
Trung bình	**54,3**	**19,8**	**25,9**	**69,1**	**11,0**	**19,9**

CTS dưới tán các QXTVNM tự nhiên phần lớn có phẩm chất tốt (54,3 % đối với tầng cây tái sinh có chiều cao dưới 0,8 m và 69,1 % đối với CTS có chiều cao ≥0,8 m); CTS với phẩm chất xấu chỉ 25,9 % (với nhóm H<0,8 m) và 19,9 % (với nhóm H≥0,8 m), CTS có phẩm chất trung bình là 19,8 % và 11,0 % (tương ứng với nhóm H<0,8 m và ≥ 0,8m).

Đối với CTS có chiều cao dưới 0,8m, tỷ lệ CTS có phẩm chất xấu dao động từ 1,4-50 %, quần xã tự nhiên Vẹt dù với tỷ lệ CTS có phẩm chất xấu là cao nhất 50 %; tỷ lệ CTS có phẩm chất trung bình dao động từ 0 - 38,2 %; tỷ lệ CTS có phẩm chất tốt dao động từ 14,3 - 84,3 %, quần xã có tỷ lệ CTS có phẩm chất tốt cao nhất là quần xã tự nhiên Sú, Trang. Với CTS triển vọng (chiều cao ≥0,8 m) tỷ lệ CTS có phẩm chất tốt dao động từ 28,6 - 100 %, trong đó có 7 quần xã tự nhiên tới 100 % CTS có phẩm chất tốt.

4.3.2. Đặc điểm tái sinh tự nhiên trong lỗ trống của các QXTVNM

4.3.2.1. Đặc điểm chung các lỗ trống tại khu vực nghiên cứu

Dựa trên kết quả phân tích ảnh vệ tinh và khảo sát thực địa theo tuyến có thể quan sát, đánh giá đặc điểm và diễn biến của tất cả các LT trên toàn khu vực nghiên cứu. Năm 2012, khu vực nghiên cứu có 96 LT với kích thước, hình dạng khác nhau được phát hiện và đo bằng ảnh vệ tinh Google Earth và Landsat 7, 8. Phần mềm ArcGIS được sử dụng để phân tích các bức ảnh chụp từ trên không để ước tính các tiêu chí cần thiết. Nhìn chung, các LT này phân bố ngẫu nhiên nhưng khá đồng đều trên các QXTVNM tự nhiên khác nhau. Đặc điểm LT khu vực nghiên cứu được trình bày tại bảng 4.13.

Bảng 4.13. Đặc điểm lỗ trống tại khu vực nghiên cứu

Năm	Đặc điểm	QXTVNM tự nhiên							
		Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù	Sú, Trang	Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	Vẹt dù ưu thế	Vẹt dù, Đâng	Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang	Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	Tổng
2012	Số lượng lỗ trống	1	0	42	10	23	1	19	96
	Tổng diện tích quần xã (ha)	154,47	416,5	290,2	23,4	70,2	78,2	148,5	1.181,47
	Số lượng lỗ trống trung bình /quần xã	0,006	0,000	0,145	0,427	0,328	0,013	0,128	
	Tổng diện tích lỗ trống (m^2)	14,4	0,0	2251,1	696,4	2067,5	85,2	1381,6	
	Diên tích trung bình của lỗ trống (m^2)	14,4	0,0	53,6	69,6	89,9	85,2	72,7	
	Tỷ lệ diện tích lỗ trống/ tổng diện tích của quần xã (m^2/ha)	0,1	0,0	7,8	29,8	29,5	1,1	9,3	6.496,2
	Diện tích lỗ trống nhỏ nhất (m^2)	14,4	0,0	16,4	13,6	14,8	85,2	14,7	
	Diện tích lỗ trống lớn nhất (m^2)	14,4	0,0	106,2	140,8	1012,3	85,2	325,6	
2018	Số lượng lỗ trống	1	2	40	7	24	1	28	103
	Tổng diện tích quần xã (ha)	200,66	360,4	99,22	23,41	138,04	118,38	184,84	1.124,95
	Số lượng lỗ trống trung bình /quần xã	0,005	0,006	0,403	0,299	0,174	0,008	0,151	
	Tổng diện tích lỗ trống (m^2)	14,4	35,2	1834,0	334,9	1622,9	85,2	1483,6	5.410,2
	Diên tích trung bình của lỗ trống (m^2)	0,072	0,098	18,484	14,306	11,757	0,720	8,026	
	Tỷ lệ diện tích lỗ trống/ tổng diện tích của quần xã (m^2/ha)	14,4	17,6	45,8	69,6	67,6	85,2	53,0	
	Diện tích lỗ trống nhỏ nhất (m^2)	14,4	16,30	12,5	17,0	11,2	85,2	12,9	
	Diện tích lỗ trống lớn nhất (m^2)	14,4	18,90	98,5	140,8	920,7	85,2	283,1	

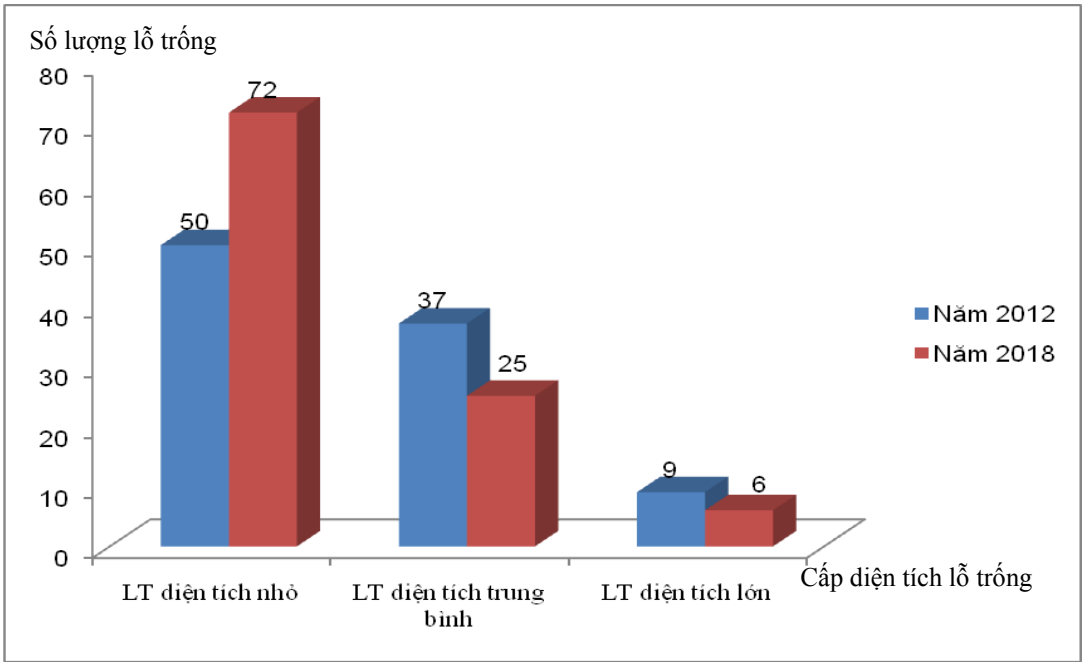
Bảng 4.13 cho thấy, năm 2012 tại Đồng Rui có 96 lỗ trống phân bố trên 6 quần xã trong tổng số 13 QXTVNM tự nhiên. Trong đó, quần xã tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù có số lỗ trống nhiều nhất với 42 lỗ trống, các quần xã tự nhiên còn lại có số lượng lỗ trống dao động từ 1 đến 23. Diện tích các lỗ trống ở thời điểm năm 2012 dao động từ 14,4 m^2 đến 1.012,3 m^2. Đến năm 2018, ở khu vực nghiên cứu có 103 lỗ trống, nhiều hơn năm 2012 là 7 lỗ trống, phân bố trên 7 quần xã trong tổng số 13 QXTVNM tự nhiên, với số lỗ trống xuất hiện nhiều nhất tương tự năm 2012 là ở QXTVNM tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù. Diện tích các lỗ trống dao động từ 14,4 m^2 - 283,1 m^2, lỗ trống có diện tích lớn nhất là 920,7 m^2 (01 lỗ trống). Ngoài ra, các số liệu trong bảng 4.13 còn cho thấy: diện tích lỗ trống có sự khác nhau giữa các quần xã tự nhiên, tại năm 2012 nhiều nhất là ở QVTVNM tự nhiên Vẹt dù, Đâng với diện tích trung bình 89,9 m^2, biến động từ 14,8 m^2 đến 1012,3 m^2, quần xã tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù có diện tích trung bình của lỗ trống thấp nhất là 53,6 m^2, dao động từ 16,4 - 106,2 m^2. Năm 2018, quần xã tự nhiên Vẹt dù có diện tích trung bình của lỗ trống cao nhất (đạt 69,6 m^2), dao động từ 17,0 - 140,8 m^2, cao hơn 2 m^2 so với diện tích trung bình của lỗ trống ở quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng; thấp nhất ở quần xã tự nhiên Sú, Trang với diện tích trung bình là 17,6 m^2, dao động từ 16,3 - 18,6 m^2. Nhìn chung, diện tích lỗ trống tại thời điểm này dao động từ 14,4 m^2 đến dưới 920,7 m^2, trên toàn khu vực không còn thấy các lỗ trống có diện tích lớn hơn 1.000 m^2 như 6 năm trước.

Các kết quả nghiên cứu đã thu được và trình bày ở bảng 4.14 cho thấy, trên các quần xã tự nhiên một số lỗ trống từ 2012 đã có CTS tự nhiên vá liền và không còn xuất hiện trên ảnh chụp vệ tinh, song lại có một số lỗ trống mới xuất hiện, cụ thể như sau. Đến tháng 5 năm 2018, tổng số lỗ trống trên toàn bộ khu vực là 103. Sau 6 năm có 14 lỗ trống đã được vá liền do quá trình tái sinh tự nhiên, song lại có sự xuất hiện thêm 10 lỗ trống mới trong quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang; và lần lượt là 5, 3, 1 lỗ trống mới trong các QXTVNM tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù; quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng và quần xã tự nhiên Vẹt dù ưu thế. Về diện tích lỗ trống, tại năm 2018, hầu hết các lỗ trống đã xuất hiện năm 2012 có diện tích

nhỏ hơn sau 6 năm, điều đó cho thấy có sự tái sinh tự nhiên diễn ra khá mạnh tại các lỗ trống đó. Tuy vậy, cũng còn một số lỗ trống diện tích không có sự thay đổi sau 6 năm, điển hình là các lỗ trống ở quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang và quần xã tự nhiên Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù.

Bảng 4.14. Thống kê số lỗ trống năm 2012 và 2018

TT	QXTVNM tự nhiên	Số lỗ trống năm 2012	Số lỗ trống năm 2018	LT xuất hiện tại cả 2 giai đoan	LT vá liền	LT xuất hiện mới (năm 2018)	LT có diện tích giảm đi	Tỷ lệ giảm trung bình (%)
1	Quần xã Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù	1	1	1			0	0
2	Quần xã Sú, Trang		2			2	0	0
3	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	42	40	35	7	**5**	13	24,4
4	Quần xã Vẹt dù ưu thế	10	7	6	4	**1**	6	51,9
5	Quần xã Vẹt dù, Đâng	23	24	21	2	**3**	14	35,8
6	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang	1	1	1			0	0,0
7	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	19	28	18	1	**10**	12	25,3
Tổng		**96**	**103**	**82**	**14**	**21**	**45**	



Hình 4.6. Biểu đồ phân bố lỗ trống theo cấp diện tích giai đoạn 2012 - 2018

(LT diện tích nhỏ: từ 10 - ≤50 m^2; LT diện tích trung bình: từ 50 - ≤100 m^2; LT diện tích lớn: >100 m^2)

Bảng 4.15. Tỷ lệ phân cấp lỗ trống theo diện tích của các QXTVNM (%)

QXTVNM tự nhiên	Năm 2012				Năm 2018			
	Diện tích nhỏ	Diện tích TB	Diện tích lớn	Tổng	Diện tích nhỏ	Diện tích TB	Diện tích lớn	Tổng
Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù	1,0			**1,0**	1,0			**1,0**
Sú, Trang					1,9			**1,9**
Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	22,9	18,8	2,1	**43,8**	23,3	15,5		**38,8**
Vẹt dù ưu thế	4,2	3,1	3,1	**10,4**	5,8		1,0	**6,8**
Vẹt dù, Đâng	12,5	9,4	2,1	**24,0**	18,4	3,9	1,0	**23,3**
Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang		1,0		**1,0**		1,0		**1,0**
Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	11,5	6,3	2,1	**19,8**	19,4	3,9	3,9	**27,2**
Tổng	**52,08**	**38,54**	**9,38**	**100**	**69,9**	**24,3**	**5,8**	**100**

(LT diện tích nhỏ: từ 10 – 50 m^2; LT diện tích trung bình: từ 50 – 100 m^2; LT diện tích lớn: >100 m^2)

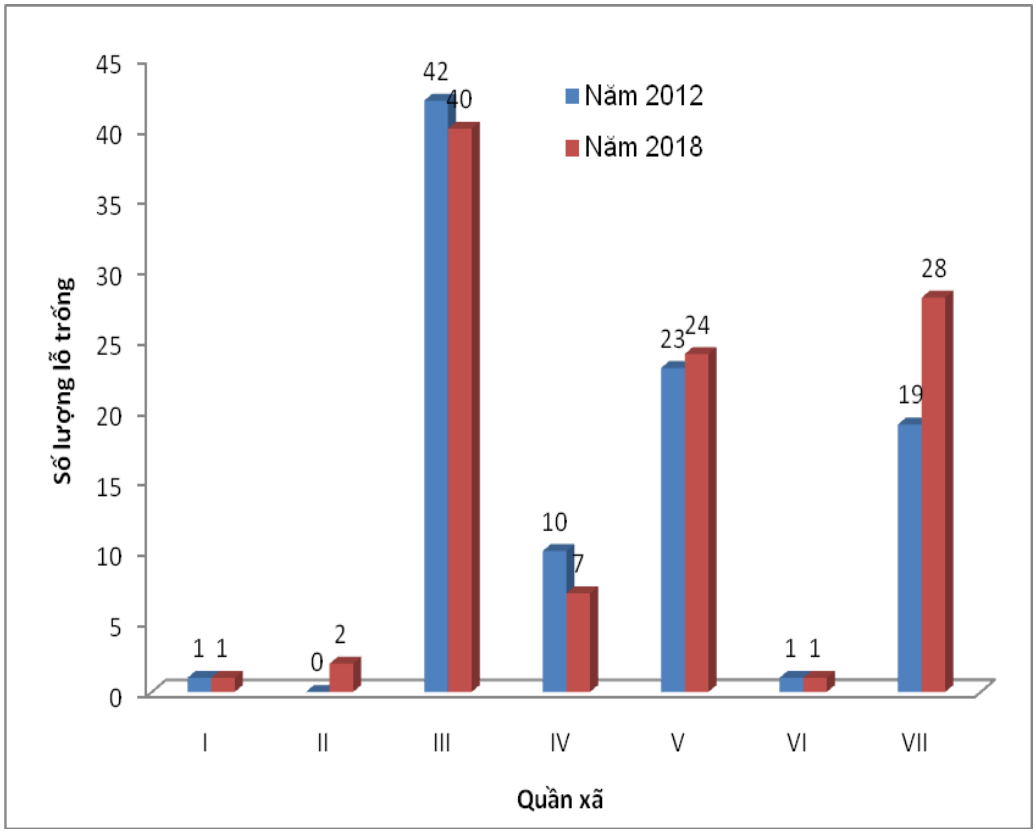
Nếu phân chia theo diện tích lỗ trống, qua biểu đồ hình 4.6 và bảng 4.15 có thể thấy:

- Số lỗ trống có diện tích dưới 50m^2 là 50 LT vào năm 2012 (chiếm 52,08 % trong tổng số các LT), trong đó ở quần xã tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù là 22,9 %; thấp nhất ở quần xã tự nhiên Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù (1,0 %). Đến năm 2018 với 72 LT đạt 69,9 % trong tổng số LT, quần xã tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù cao nhất ở mức 23,3 % và thấp nhất ở quần xã tự nhiên Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù đạt 1,0 %.

- Số lượng LT có diện tích từ 50 - ≤100 m^2: Năm 2012 có 37 LT, chiếm 38,54 % tổng số LT, quần xã tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù chiếm tỷ lệ cao nhất là 18,8 %, thấp nhất ở quần xã tự nhiên Vẹt dù (đạt 3,1 %). Năm 2018, có 25 lỗ trống

(đạt 24,3 %); tương tự với năm 2012 là quần xã tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù chiếm tỷ lệ cao nhất (15,5 %) và thấp nhất ở QXTVNM Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang (1 %).

- Số lượng LT có diện tích từ ≥100 m^2: số lượng LT ở cả đợt theo dõi là thấp nhất so với các cấp diện tích khác (6 - 9 lỗ trống). Năm 2012 có 9 LT, chiếm 9,38 %, năm 2018 có 6 LT (đạt 5,8 %).

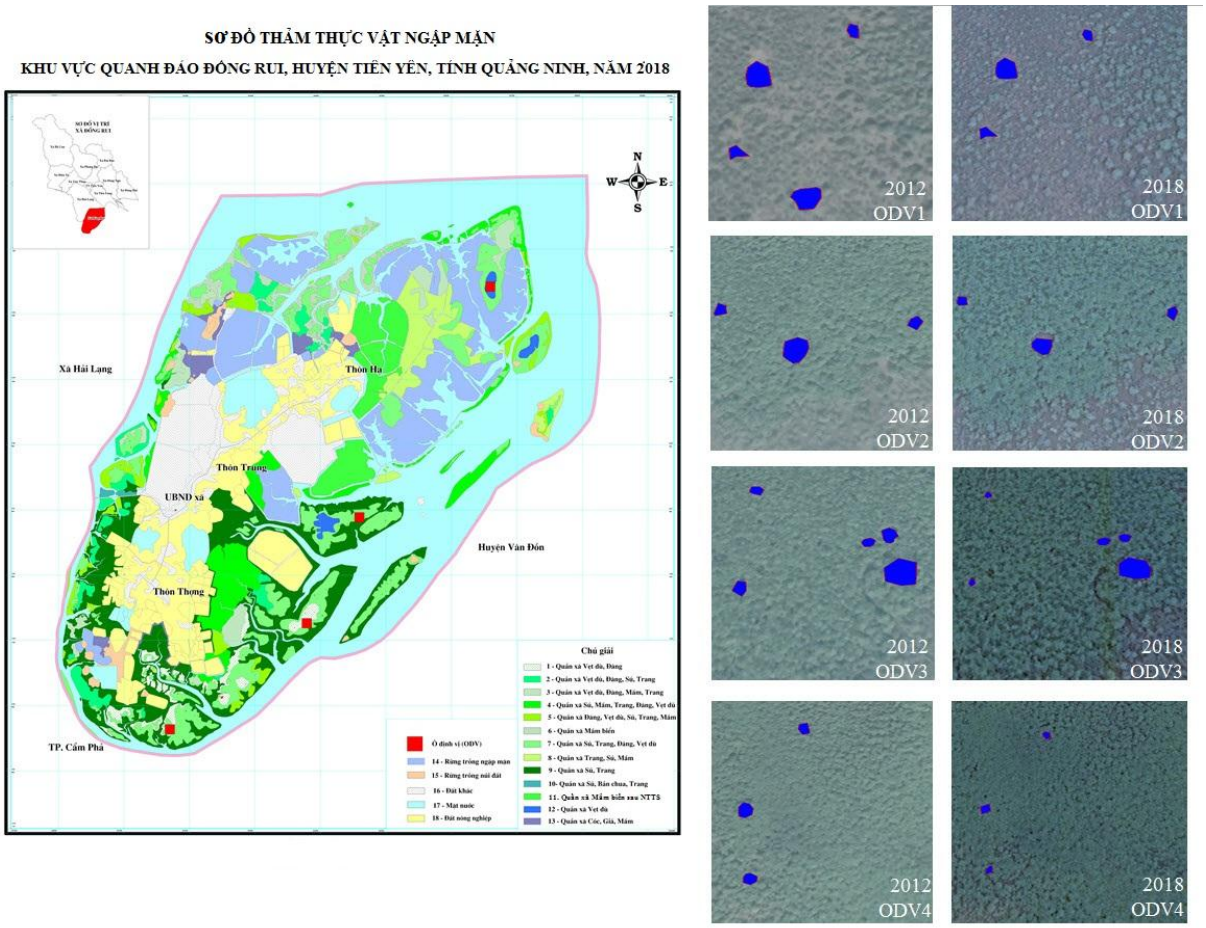


Hình 4.7. Biểu đồ biến động số lượng lỗ trống tại các QXTVNM tự nhiên giai đoạn 2012 – 2018

Trong đó: I – QXTVNM tự nhiên Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù; II - QXTVNM tự nhiên Sú, Trang; III - QXTVNM tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù; IV - QXTVNM tự nhiên Vẹt dù ưu thế; V - QXTVNM tự nhiên Vẹt dù, Đâng; VI - QXTVNM tự nhiên Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang; VII - QXTVNM tự nhiên Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang.

4.3.2.2. Đặc điểm lỗ trống trong các ô định vị

Để nghiên cứu sâu hơn về đặc điểm phục hồi của lỗ trống trong các QXTVNM tự nhiên, chúng tôi đã thiết lập định vị 15 lỗ trống nằm trong 4 ODV để đánh giá đặc điểm tái sinh và sự phục hồi tại các lỗ trống này trong khoảng thời gian từ 2012 đến 2018. Vị trí phân bố các ODV được thể hiện trong hình 4.7.



Hình 4.8. Sơ đồ phân bố các ODV nghiên cứu lỗ trống tại Đồng Rui

(Chấm đỏ trên bản đồ thể hiện vị trí 4 ODV; Các chấm xanh bên phải thể hiện hình dạng,diện tích và vị trí của các lỗ trống trong ODV)

Kết quả nghiên cứu đặc điểm chung của các lỗ trống trong 4 ODV được trình bày ở bảng 4.16 và 4.17.

Bảng 4.16. Đặc điểm lỗ trống trong các ô định vị

Năm	Đặc điểm	Ô định vị				
		ODV1	ODV2	ODV3	ODV4	Tổng
2012	Số lượng lỗ trống	4	3	5	3	15
	Diện tích lỗ trống (m^2)	318,6	404,0	583,6	244,7	1.550,9
	Diện tích lỗ trống nhỏ nhất (m^2)	34,8	66,3	47,0	61,8	
	Diện tích lỗ trống lớn nhất (m^2)	140,8	263,7	325,6	106,2	
2018	Số lượng lỗ trống	***3***	***3***	***5***	***3***	***14***
	Diện tích lỗ trống (m^2)	215,6	220,1	414,2	98,3	948,2
	Diện tích lỗ trống nhỏ nhất (m^2)	34,8	42,7	16,9	20,2	
	Diện tích lỗ trống lớn nhất (m^2)	140,8	125,5	283,1	45,6	

Bảng 4.17. Đặc điểm lỗ trống trong các ô định vị giữa các năm 2012 và 2018

Lỗ trống	Kinh độ (m)	Vĩ độ (m)	Diện tích (m^2)		Diện tích giảm đi/LT (m2)	Tỷ lệ diện tích giảm đi/LT (%)
			2012	2018		
Ô định vị 1 trong quần xã tự nhiên Vẹt dù						
1	466605	2350361	103,0	0,0	103,0	100,0
2	466581	2350426	140,8	140,8	0,0	0
3	466575	2350385	34,8	34,8	0,0	0
4	466626	2350450	40,0	40,0	0,0	0
Ô định vị 2 trong quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang						
5	464524	2346907	66,3	42,7	23,6	35,6
6	464578	2346872	263,7	125,5	138,2	52,4
7	464662	2346897	74,0	51,9	22,1	29,9
Ô định vị 3 trong quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng						
8	463840	2345269	92,1	45,6	46,5	50,5
9	463826	2345266	47,0	47,0	0,0	0
10	463743	2345233	63,1	16,9	46,2	73,2
11	463747	2345308	55,8	21,6	34,2	61,3
12	463845	2345244	325,6	283,1	42,5	13,1
Ô định vị 4 trong quần xã tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù						

Lỗ trống	Kinh độ (m)	Vĩ độ (m)	Diện tích (m^2)		Diện tích giảm đi/LT (m2)	Tỷ lệ diện tích giảm đi/LT (%)
			2012	2018		
13	461680	2343624	106,2	45,6	60,6	57,1
14	461722	2343695	76,7	32,5	44,2	57,6
15	461686	2343573	61,8	20,2	41,6	67,3
Tổng			**1.550,9**	**948,2**	**602,7**	**38,86**

Như các kết quả trình bày ở bảng 4.16, trong 4 ODV, đề tài đã tiến hành xác lập 15 LT phục vụ nghiên cứu quá trình phục hồi tự nhiên của QXTVNM. Đây là 15 LT xuất hiện ở 4 quần xã tự nhiên khác nhau. Đó cũng là những quần xã tự nhiên có sự xuất hiện các LT nhiều hơn so với các quần xã khác trong khu vực, cụ thể như sau: QXTVNM tự nhiên Vẹt dù ưu thế (lỗ trống số 1, 2, 3, 4); QXTVNM tự nhiên Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang (LT số 5, 6, 7, 12); QXTVNM tự nhiên Vẹt dù, Đâng (LT số 8, 9, 10, 11); QXTVNM tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù (LT số 13, 14, 15).

Có sự thay đổi rõ ràng về diện tích và số lượng LT từ năm 2012 đến năm 2018, còn lại 14 LT trong 4 ODV với tổng diện tích 948,2 m^2, giảm 602,7 m^2 so với năm 2012. Đã giảm đi 1 lỗ trống trong ODV số 1 do quá trình tái sinh đã vá liền LT; về diện tích có sự thay đổi rõ ràng hơn khi trong cả 4 ODV với diện tích LT đều giảm xuống, tỷ lệ giảm từ 13,1 - 100 % nếu xét riêng từng LT, và giảm từ 29 % đến xấp xỉ 60 % nếu xét chung cho từng ODV, giảm rõ nhất là diện tích các LT tại ODV số 4 với tỷ lệ giảm trung bình 59,8 %, đây là các LT thuộc QXTVNM tự nhiên Sú, Trang, Đâng và QXTVNM tự nhiên Vẹt dù.

4.3.2.3. Đặc điểm tầng cây cao xung quanh lỗ trống

Tại khu vực nghiên cứu, tổ thành loài của TCC xung quanh LT được xác định theo số cây, kết quả được thể hiện qua bảng 4.18.

Bảng 4.18. Mật độ và tổ thành loài TCC xung quanh lỗ trống

QXTVNM tự nhiên	Lỗ trống	Mật độ (cây/ha)	$D_{0.0}$ (cm)	H_{VN} (m)	Công thức tổ thành TCC
Vẹt dù ưu thế	1	2.424	9,9	3,0	9,1V + 0,9Đ
	2	1.813	6,3	2,2	8,6V + 1,1Đ -0,3T
	3	3.188	8,1	3,1	9,0V + 1,0Đ
	4	2.408	7,7	2,7	8,7V + 0,9Đ - 0,4T
Trung bình		**2.458**	**8,0**	**2,8**	
Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	5	5.748	6,5	2,7	4,2V + 3,0Đ + 1,4S + 0,9T + 0,5M
	6	5.226	5,5	2,1	5,0V + 2,3Đ + 1,3S + 1,0T - 0,4M
	7	6.265	6,9	2,5	5,2V + 2,1Đ + 1,5S + 0,9T - 0,3M
	12	2.635	5,2	2,2	3,6V + 2,4Đ + 2,1T + 1,6S - 0,3M
Trung bình		**4.968**	**6,0**	**2,4**	
Vẹt dù, Đâng	8	2.149	10,8	3,9	6,4V + 3,6Đ
	9	1.483	13,2	4,7	6,7V + 3,3Đ
	10	4.525	7,2	2,7	6,5V + 2,7Đ + 0,6T - 0,2M
	11	3.436	5,0	1,9	6,2V + 3,0Đ + 0,8T
Trung bình		**2.898**	**9,1**	**3,3**	
Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	13	5.732	5,4	2,3	3,0S + 2,5T + 2,2Đ + 1,9V - 0,4M
	14	4.779	5,3	2,4	2,9S + 2,8T + 2,2V + 1,7Đ - 0,4M
	15	4.560	5,5	2,0	5,3S + 2,0T + 1,2Đ + 1,2Đ - 0,3M
Trung bình		**5.023**	**5,4**	**2,2**	

Ghi chú: S: Sú; T: Trang; M: Mắm biển; Đ: Đâng; V: Vẹt dù

Thành phần loài TCC xung quanh LT khá đồng nhất với các quần xã tự nhiên trên mỗi ODV chứa LT và dao động từ 2 đến 5 loài tùy thuộc vào từng LT. Mật độ trung bình TCC của các quần xã tự nhiên xung quanh LT dao động từ 2.458 - 5.023 cây/ha, cao nhất ở QXTVNM tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù (5.023

cây/ha), thấp nhất ở QXTVNM tự nhiên Vẹt dù ưu thế (2.458 cây/ha). Cụ thể trong từng quần xã với đặc điểm TCC ở các LT như sau:

- QXTVNM tự nhiên Vẹt dù ưu thế, TCC trên 4 LT (số 1,2,3,4) có từ 2 đến 3 loài là Vẹt dù, Đâng và Trang, trong đó Trang chỉ xuất hiện ở LT số 2 và 4 với số lượng ít. Mật độ TCC ở quần xã tự nhiên này dao động từ 1.813 - 3.188 cây/ha, mật độ cao nhất ở LT số 3 với 3.188 cây/ha, với chiều cao bình quân dao động từ 2,2 - 3 m, đường kính gốc bình quân đạt từ 6,3 đến 9,9 cm; giá trị cao nhất về cả đường kính và chiều cao đều tại LTsố 1.

- QXTVNM tự nhiên Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang, TCC xung quanh 4 LT (số 5, 6, 7, 12) xuất hiện 5 loài khác nhau là Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang và Mắm biển, trong đó Vẹt dù, Đâng và Sú đều là 3 loài chiếm ưu thế nhất ở xung quanh cả 4 LT và hoàn toàn đồng nhất với tổ thành quần xã trên ODV này. Mật độ dao động từ 2.635 - 6.265 cây/ha, trong đó mật độ bình quân cao nhất thuộc TCC xung quanh LT số 7 với 6.265 cây/ha, thấp nhất tại lỗ trống số 12 với 2.635 cây/ha, với chiều cao bình quân dao động từ 2,1 - 2,7 m, đường kính gốc bình quân đạt từ 5 - 6,5 cm.

- QXTVNM tự nhiên Vẹt dù, Đâng có 4 LT được đánh số 8, 9, 10, 11. Xung quanh các LT này, TCC có thành phần loài dao động từ 2 đến 4 loài, bao gồm Vẹt dù, Đâng, Trang và Mắm biển, trong đó Vẹt dù và Đâng là 2 loài chiếm ưu thế tuyệt đối. Ở LT số 8 và 9 chỉ có 2 loài, hai LT còn lại có 3 - 4 loài. Mật độ TCC xung quanh các LT này dao động từ 1.483 - 4.525 cây/ha, trung bình cao nhất ở LT số 10 với 4.525 cây/ha, chiều cao bình quân dao động từ 1,9 - 4,7 m, đường kính gốc bình quân đạt từ 5,0 đến 13,2 cm; giá trị cao nhất về cả đường kính và chiều cao tại LT số 9.

- QXTVNM tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù, thuộc ODV số 4, với 3 LT được đánh số là 13, 14 và 15. TCC xung quanh các LT này khá đa dạng so với các LT trên các ODV khác, chúng đều có 5 loài là Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù và Mắm biển; trong đó 3 loài chiếm ưu thế là Sú, Trang và Đâng. Đây cũng chính là 3 loài ưu thế của quần xã tự nhiên chứa ODV. Mật độ TCC xung quanh các LT này bình quân 5.023 cây/ha, cao hở cả so với TCC xung quanh LT của các quần xã tự nhiên khác. Mật độ bình quân cao nhất ở LT số 13 với 5.732 cây/ha, thấp nhất ở LT số 15

với 4.560 cây/ha, chiều cao bình quân dao động từ 2,0 - 2,4 m, đường kính gốc bình quân đạt từ 5,2 đến 5,4 cm.

4.3.2.4. Đặc điểm cây tái sinh trong lỗ trống

Đặc điểm chung về CTS trong các LT được thực hiện điều tra khảo sát vào năm 2012 trên tất cả 15 lỗ trống định vị. Kết quả nghiên cứu được trình bày từ bảng 4.19 đến bảng 4.23.

a) Mật độ và tổ thành cây tái sinh trong lỗ trống

Kết quả xác định tổ thành loài và mật độ của CTS trong LT được trình bày ở bảng 4.19 cho thấy, mật độ CTS trong LT dao động từ 1.000 - 9.000 cây/ha, trong đó LT số 10, thuộc ODV số 3, trong quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng có mật độ cao nhất (9.000 cây/ha), mật độ thấp nhất thuộc LT số 9 cũng trên ODV số 3 và LT số 3 thuộc ODV số 1 (đều đạt 1.000 cây/ha). Nếu xét theo từng QXTVNM, quần xã tự nhiên Vẹt dù ưu thế, mật độ tái sinh trong 4 LT biến động mạnh, dao động từ 1.000 - 8.500 cây/ha, mật độ bình quân đạt 3.188 cây/ha. QXTVNM tự nhiên Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang, mật độ dao động từ 2.917 - 7.500 cây/ha, bình quân đạt 4.675 cây/ha. Trong quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng, mật độ biến động mạnh (1.000 - 9.000 cây/ha), bình quân đạt 4.521 cây/ha. Trong QXTVNM tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù, mật độ từ 3.571 - 6.500 cây/ha, bình quân đạt 5.524 cây/ha. Đây là quần xã có số lượng CTS lớn nhất, với sự biến động ít nhất giữa các LT.

Bảng 4.19. Mật độ và tổ thành CTS trong lỗ trống năm 2012

QXTVNM tự nhiên	Lỗ trống	Mật độ (cây/ha)	Công thức tổ thành CTS
Vẹt dù ưu thế	1	8.500	6,5V + 2,4S + 0,6Đ + 0,5T
	2	1.250	10V
	3	1.000	10V
	4	2.000	7,5V + 2,5Đ
Trung bình		**3.188**	
Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	5	7.500	6,7V + 1,3Đ + 1,3T + 0,7S
	6	5.000	4,2V + 2,7Đ + 2,3S + 0,8T
	7	2.917	4,3S + 2,9V + 1,4Đ + 1,4T
	12	3.281	4,3V + 2,4Đ + 1,9S + 1,0T - 0,4M
Trung bình		**4.674**	
Vẹt dù, Đâng	8	3.500	8,6V + 1,4Đ
	9	1.000	10V
	10	9.000	6,1V + 2,8Đ + 1,1T
	11	4.583	6,4V + 1,8Đ + 1,8T
Trung bình		**4.521**	
Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	13	3.571	4,0V + 3,0S + 2,0M + 1,0T
	14	6.500	3,8V + 3,1T + 2,3S + 0,8M
	15	6.500	5,4V + 2,3S + 1,5Đ + 0,8T
Trung bình		**5.524**	

Ghi chú: S: Sú; T: Trang; M: Mắm biển; Đ: Đâng; V: Vẹt dù

Có thể thấy tổ thành CTS trong LT khá tương đồng với tổ thành của TCC, số loài dao động từ 1 đến 5 loài, phổ biến là từ 2 - 4 loài, cụ thể trong 15 LT có 7 LT có 4 loài CTS, 3 LT chỉ có 1 loài CTS, 2 LT có 2 loài, 2 LT có 3 loài và chỉ duy nhất 1 LT có tới 5 loài CTS. Các loài CTS là Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang và Mắm biển, trong đó Vẹt dù là loài chiếm ưu thế trong tất cả các LT.

b. Tính đa dạng loài cây tái sinh trong lỗ trống

Kết quả xác định tỷ số hỗn loài, độ ưu thế và độ đa dạng của tầng CTS trong LT khu vực nghiên cứu được thể hiện ở bảng 4.20.

Bảng 4.20. Tỷ số hỗn loài, độ ưu thế và độ đa dạng CTS trong lỗ trống (năm 2012)

Tên QXTVNM tự nhiên	Lỗ trống	D	H
Vẹt dù ưu thế	1	0,481	1,378
	2	1,000	0,000
	3	1,000	0,000
	4	0,625	0,811
Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	5	0,484	1,426
	6	0,311	1,808
	7	0,306	1,842
	12	0,288	2,005
Vẹt dù, Đâng	8	0,755	0,592
	9	1,000	0,000
	10	0,463	1,300
	11	0,471	1,309
Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	13	0,300	1,846
	14	0,302	1,826
	15	0,373	1,669

Kết quả bảng 4.20 cho thấy, độ ưu thế (D) biến động từ 0,288 (LT số 12) đến 1 (LT số 2 và số 3), độ đa dạng cây tái sinh H biến động từ 0 (LT số 2 và số 3) đến 2,005 (LT số 12). Có thể thấy các LT trên QXTVNM tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù và QXTVNM tự nhiên Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang có độ đa dạng CTS bình quân cao và đồng đều, còn thấp nhất là ở QXTVNM tự nhiên Vẹt dù ưu thế.

Như vậy, các LT xuất hiện trong các quần xã tự nhiên có thành phần loài CTS kém đa dạng, hầu hết chỉ có từ 2 - 3 loài, chủ yếu tương đồng với thành phần của TCC xung quanh. Ở một số LT cũng có sự xuất hiện của một vài loài khác, nhưng với mật độ nhỏ. Độ đa dạng (H) CTS trong LT có xu hướng tăng theo sự ổn định của quần xã và mức độ chiếm ưu thế (D) có xu hướng giảm. Kết quả trình bày trong bảng 4.10 cho thấy, kích thước trung bình LT ở các QXTVNM tự nhiên đều <400

m^2 và biến động không lớn; nên sự xáo trộn về điều kiện hoàn cảnh chưa có sự thay đổi nhiều. Do đó, tại các LT vẫn gặp cây con của các loài có mặt ở QXTVNM xung quanh, rất có thể chúng đã mọc từ trước khi LT được tạo ra, và tiếp tục sinh trưởng sau khi xuất hiện LT. Ngoài ra, cũng xuất hiện một số loài cây tiên phong xâm nhập đã tạo nên sự đa dạng hơn về loài so với quần xã thực vật bao quanh các LT. Kết quả này khá phù hợp với giả thuyết tỷ lệ xáo trộn trung bình được Connell (1978) [49], tức là ở các LT trung bình có độ đa dạng cao nhất do có sự tồn tại của các loài nguyên sinh và các loài nhập cư.

c) Phân bố không gian của cây tái sinh trong lỗ trống

- Phân bố số loài (N_L), mật độ cây (N), tái sinh trong lỗ trống theo cấp chiều cao (H_{vn})

Kết quả xác định phân bố số loài, mật độ CTS trong LT theo chiều cao được thể hiện ở bảng 4.21.

Bảng 4.21. Phân bố mật độ cây, số loài tái sinh trong lỗ trống theo cấp chiều cao

Tên QXTVNM tự nhiên	Chỉ số	Cấp chiều cao (H_{VN}, m)				Tổng
		H1 (<0,4)	H2 (0,4-<0,8)	H3 (0,8-<1,2)	H4 (≥1,2)	
Vẹt dù ưu thế	N_L (loài)	2	1	1	0	
	N (cây/ha)	1.813	625	250	500	3.188
	%	84	7	3	6	100
Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	N_L (loài)	3	2	2	2	
	N (cây/ha)	2.125	1.253	651	554	4.583
	%	45,6	27,7	14,3	12,4	100
Vẹt dù, Đâng	N_L (loài)	2	1	1	1	
	N (cây/ha)	2.146	1.083	708	583	4.521
	%	62,6	18,6	10,1	8,7	100,0
Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	N_L (loài)	4	2	1	0	
	N (cây/ha)	3.333	1.690	500	0	5.524
	%	61,8	30,5	7,7	0,0	100,0

Kết quả bảng 4.21 cho thấy, phân bố mật độ, số loài CTS theo cấp chiều cao tập trung chủ yếu ở chiều cao cây dưới 0,4 m và giảm mạnh khi chiều cao cây tăng lên đến trên 0,8 m ở tất cả các lỗ trống. Riêng lỗ trống số 1 có số loài CTS trên 1,2 m cao hơn cấp chiều cao H3 (0,8 - 1,2 m), tuy nhiên vẫn thấp hơn nhiều so với H2 (0,4 - 0,8 m) và H1(<0,4 m). Tỷ lệ CTS có chiều cao dưới 0,4 m là nhiều nhất, biến động từ 33,3 % (lỗ trống số 10) đến 100 % (các lỗ trống 2, 3, 4 và 9). Số loài ở cấp chiều cao kế cận TCC (H≥1,2 m) chỉ có từ 1 - 2 loài trên tất cả các lỗ trống.

Mật độ CTS dao động từ 1.000 - 9.000 cây/ha, phân bố chủ yếu ở cấp chiều cao dưới 0,4 m (từ 1.000 - 4.500 cây/ha) và giảm dần khi chiều cao tăng lên, mật độ trung bình cao nhất thuộc lỗ trống số 10, nhưng mật độ cao nhất tại cấp chiều cao dưới 0,4 m lại thuộc lỗ trống số 15 với 4.500 cây/ha.

- *Đặc điểm tầng cây tái sinh triển vọng trong các lỗ trống*

Cũng tương tự như tái sinh dưới tán, CTS trong lỗ trống có chiều cao ≥0,8 m được coi là CTS triển vọng. Đây là tầng cây sẽ tạo thành TCC hàn gắn lỗ trống trong tương lai. Xác định được mật độ, tổ thành CTS triển vọng là cơ sở để dự báo tổ thành TCC sau này. Và đây cũng là chỉ số để đánh giá khả năng thành công của quá trình phục hồi rừng tự nhiên trong các lỗ trống.

Mật độ CTS trong LT dao động từ 1.000 - 9.000 cây/ha, trong đó LT số 10, thuộc ODV số 3, trong quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng có mật độ cao nhất (9.000 cây/ha), mật độ thấp nhất thuộc LT số 9 cũng trên ODV số 3 và LT số 3 thuộc ODV số 1 (đều đạt 1.000 cây/ha). Nếu xét theo từng QXTVNM, quần xã tự nhiên Vẹt dù ưu thế, mật độ tái sinh trong 4 LT biến động mạnh, dao động từ 1.000 - 8.500 cây/ha, mật độ bình quân đạt 3.188 cây/ha. QXTVNM tự nhiên Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang, mật độ dao động từ 2.917 - 7.500 cây/ha, bình quân đạt 4.675 cây/ha. Trong quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng, mật độ biến động mạnh (1.000 - 9.000 cây/ha), bình quân đạt 4.521 cây/ha. Trong QXTVNM tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù, mật độ từ 3.571 - 6.500 cây/ha, bình quân đạt 5.524 cây/ha. Đây là quần xã có số lượng CTS lớn nhất, với sự biến động ít nhất giữa các LT. Kết quả nghiên cứu mật độ, tổ thành CTS triển vọng trong lỗ trống (Bảng 4.22).

Bảng 4.22. Mật độ, tổ thành CTS triển vọng trong lỗ trống

QXTVNM tự nhiên	Lỗ trống	Diện tích (m^2)	N (cây/ha)	N_{TSTV} (cây/ha)	Tỷ lệ TSTV (%)	CTTT CTS
Vẹt dù ưu thế	L	103,0	8.500	3.000	35,3	6,7V + 1,7Đ + 1,6S
	2	140,8	1.250	0	0,0	0
	3	34,8	1.000	0	0,0	0
	4	40,0	2.000	0	0,0	0
Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	5	66,3	7.500	2.000	26,7	7,5V + 2,5Đ
	6	263,7	5.000	1.154	23,1	5,0V + 1,7Đ + 1,7S + 1,6T
	7	74,0	2.917	833	28,6	5,0V + 5,0S
	12	92,1	3.281	313	9,5	5,0V + 5,0Đ
Vẹt dù, Đâng	8	47,0	3.500	0	0,0	0
	9	63,1	1.000	0	0,0	0
	10	55,8	9.000	3.500	38,9	5,7V + 4,3Đ
	11	325,6	4.583	1.667	36,4	5,0V + 2,5Đ + 2,5T
Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	13	106,2	3.571	0	0,0	0
	14	76,7	6.500	1.000	15,4	5,0V + 5,0T
	15	61,8	6.500	500	7,7	10,0V

Ghi chú: S: Sú; T: Trang; M: Mắm biển; Đ: Đâng; V: Vẹt dù

Kết quả cho thấy, chỉ có 9 trong số 15 lỗ trống có CTS triển vọng, mật độ dao động từ 300 - 3.500 cây/ha; thấp nhất là tại lỗ trống số 12, với mật độ bình quân chỉ đạt 313 cây/ha; cao nhất tại lỗ trống số 10 với 3.500 cây/ha. Tỷ lệ CTS triển vọng so với tổng CTS trên mỗi lỗ trống dao động từ 7,7 - 38,9 %, thấp nhất tại lỗ trống số 15 và cao nhất tại lỗ trống số 10; có 6 trong 9 lỗ trống có tỷ lệ trên 20 % và một nửa trong số này có tỷ lệ trên 35 %. Như vậy, giữa các lỗ trống trên toàn khu vực nghiên cứu thì độ biến động về mật độ CTS triển vọng cũng như tỷ lệ CTS triển vọng so với tổng số CTS trên mỗi lỗ trống là khá lớn.

Xét trên phương diện các lỗ trống với các quần xã khác nhau lại có những điểm riêng biệt. Quần xã tự nhiên Vẹt dù ưu thế, trong 4 lỗ trống điều tra chỉ có 1 lỗ trống có CTS triển vọng, với mật độ khá cao, đạt 3.000 cây/ha. Quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang với mật độ CTS có triển vọng trung bình 1.075 cây/ha, đạt 2.000 cây/ha (lỗ trống số 5), thấp nhất ở lỗ trống số 12 (313 cây/ha). Quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng có mật độ trung bình CTS có triển vọng cao (1.292 cây/ha), nhưng không đồng đều trong các lỗ trống, cao nhất ở lỗ trống số 10 (đạt 3.500 cây/ha), phân cấp chiều cao này chưa xuất hiện ở lỗ trống số 8, 9. Quần xã tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù có 3 lỗ trống, trong đó chỉ có 2 lỗ trống có CTS triển vọng, mật độ là 1.000 và 500 cây/ha.

Tổ thành CTS có triển vọng trên các lỗ trống khá đơn giản, chủ yếu là 2 loài Vẹt dù và Đâng, một vài lỗ trống có xuất hiện thêm Sú và Trang. Cụ thể như sau:

- Quần xã tự nhiên Vẹt dù ưu thế có 3 loài tham gia tổ thành CTS triển vọng, trong đó Vẹt dù chiếm ưu thế cao với hệ số tổ thành lên tới 6,7; hai loài còn lại là Sú và Đâng với hệ số tổ thành thấp hơn tương ứng là 1,7 và 1,6.

- Quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang, trong các lỗ trống đều có CTS triển vọng với tổ thành chủ yếu là Vẹt dù và Đâng, riêng lỗ trống số 6 có thêm Sú và Trang xuất hiện trong CTTT nhưng với hệ số tổ thành thấp hơn, chỉ bằng 1,7; lỗ trống số 7 với 2 loài CTS có triển vọng là Vẹt dù và Sú.

- Quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng chỉ 2 lỗ trống có CTS triển vọng, thành phần loài chủ yếu cũng là Vẹt dù và Đâng với hệ số tổ thành rất cao, duy chỉ ở lỗ trống số 11 có thêm loài Trang với hệ số tổ thành 2,5.

- Quần xã tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù chỉ 2 lỗ trống có CTS triển vọng, với 2 loài tham gia vào CTTT là Vẹt dù và Trang; trong đó Vẹt dù chiếm ưu thế cao, riêng lỗ trống số 15 chỉ có Vẹt dù là CTS triển vọng.

d) Chất lượng cây tái sinh trong lỗ trống

Bảng 4.23. Chất lượng CTS trong lỗ trống

Tên QXTVNM tự nhiên	Lỗ trống	Chất lượng					
		Tốt		Trung bình		Xấu	
		N (cây/ha)	Tỷ lệ %	N (cây/ha)	Tỷ lệ %	N (cây/ha)	Tỷ lệ %
Vẹt dù ưu thế	1	3.000	35,3	3.500	41,2	2.000	23,5
	2	938	75,0	313	25,0	0	0,0
	3	500	50,0	0	0,0	500	50,0
	4	500	25,0	500	25,0	1000	50,0
		1.234	**46,3**	**1.078**	**22,8**	**875,0**	**30,9**
Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	5	3.500	46,7	2.500	33,3	1.500	20,0
	6	769	15,4	1.154	23,1	3.077	61,5
	7	417	14,3	833	28,6	1.667	57,1
	12	781	23,8	469	14,3	2.031	61,9
		1.367	**25,0**	**1.239**	**24,8**	**2.069**	**50,1**
Vẹt dù, Đâng	8	1.000	28,6	1.500	42,9	1.000	28,6
	9	1.000	100,0	0	0,0	0	0,0
	10	2.000	22,2	3.000	33,3	4.000	44,4
	11	1.250	27,3	833	18,2	2.500	54,5
		1.313	**44,5**	**1.333**	**23,6**	**1.875**	**31,9**
Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	13	714	20,0	714	20,0	2.143	60,0
	14	2.000	30,8	0	0,0	4.500	69,2
	15	2.500	38,5	1.500	23,1	2.500	38,5
		1.738	**29,7**	**738**	**14,4**	**3.048**	**55,9**

Chất lượng CTS là căn cứ để dự báo được phẩm chất của rừng trong tương lai. Nên đây là một tiêu chí quan trọng không thể bỏ qua trong nghiên cứu tái sinh và phục hồi TTVNM. Các dẫn liệu trong bảng 4.23 cho thấy, tỷ lệ CTS có chất lượng xấu tương đối cao, 8 trên 15 lỗ trống có tỷ lệ CTS có phẩm chất xấu tới trên 50 %; số lỗ trống còn lại tỷ lệ cây có phẩm chất xấu cũng chiếm từ 20 đến 40 %;

chỉ có 2 lỗ trống không có CTS phẩm chất xấu là lỗ trống số 2 ở ODV 1 và lỗ trống số 9 ở ODV 3. Tỷ lệ CTS có phẩm chất tốt cao nhất ở quần xã tự nhiên Vẹt dù ưu thế (chiếm 46,3 %) và thấp nhất ở quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang (25 %). Tỷ lệ CTS có phẩm chất trung bình của các quần xã dao động từ 15 - 25 %, thấp nhất ở quần xã tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù (14,4 %). Những CTS có phẩm chất kém xuất hiện nhiều ở các quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang và Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù (50 - 56 %).

4.4. Quá trình phục hồi tự nhiên của một số QXTVNM

Để đánh giá quá trình phục hồi tự nhiên của các QXTVNM tại Đồng Rui, đề tài đã nghiên cứu đặc điểm diễn biến tái sinh tự nhiên dưới tán và tái sinh tự nhiên trong các lỗ trống trong cả chu kỳ 6 năm (2012 – 2018). Sự phục hồi của QXTVNM tự nhiên được đánh giá thông qua việc xác định mật độ, tổ thành loài CTS, phẩm chất CTS, đặc điểm phân bố CTS, số CTS chết, chuyển cấp trong cả chu kỳ nghiên cứu. Kết quả cuối cùng về khả năng tự phục hồi của QXTVNM được khẳng định thông qua sự biến đổi về diện tích các QXTVNM và được mô phỏng trên bản đồ hiện trạng TTVNM giữa hai thời điểm 2012 và 2018 cũng như sự thay đổi diện tích của các lỗ trống trong khoảng thời gian này.

4.4.1. Quá trình phục hồi thông qua tái sinh tự nhiên của một số QXTVNM từ năm 2012 đến năm 2018

4.4.1.1. Quá trình phục hồi tự nhiên thông qua tái sinh dưới tán các QXTVNM tự nhiên

a. Diễn biến tổ thành loài CTS dưới tán và đa dạng loài

Kết quả xác định tổ thành TCC và sự biến đổi CTS dưới tán các QXTVNM tự nhiên trong 4 ODV tại khu vực Đồng Rui trong 6 năm (2012 - 2018) được trình bày chi tiết tại bảng 4.24.

Bảng 4.24. Tổ thành TCC và tầng CTS dưới tán năm 2012 và 2018

ODV	Tầng cây	Năm 2012	Năm 2018
I	TCC	6,8S+2,6T+0,5M-0,1Đ	6,5S+2,5T+0,5M-0,3Đ-0,2V
	CTS	7,9S+0,9T+0,7Đ+0,5V	7,1S+1,2V+1,0Đ+0,7T
II	TCC	6,7V+2,6Đ-0,4T-0,2S-0,1M	6,2V+2,7Đ+0,5S+0,5T-0,1M
	CTS	6,7V+3,3Đ	7,1V+2,9Đ
III	TCC	8,4M+0,8S+0,8V	9,2M+0,5S-0,3V
	CTS	8,9M+0,8S-0,4V	8,5M+1,1S-0,4V
IV	TCC	4,5V+2,2Đ+1,6S+1,3T-0,3M	4,4V+2,2Đ+1,7S+1,3T-0,4M
	CTS	6,2V+1,7S+1,2Đ+0,6T-0,3M	5,2V+3S+0,8Đ+0,6M-0,4T

Ghi chú: S: Sú T: Trang M: Mắm biển Đ: Đâng V: Vẹt dù

Kết quả tại bảng 4.24 cho thấy:

- Tại ODV số I: TCC có 3 loài ưu thế trong tổng số 4 loài ở lần đo năm 2012, bao gồm: Sú, Trang, Mắm biển. Năm 2018, các loài ưu thế không thay đổi so với trước đó, nhưng có bổ sung thêm Vẹt dù vào CTTT. Tầng CTS có 4 loài tham gia, cả 4 loài đều là loài ưu thế; thành phần loài có sự kế thừa so với TCC với sự tham gia của Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù. Loài chiếm ưu thế nhất tại ODV số I là Sú, chiếm trên 65 % đối với TCC và hơn 70 % đối với tầng CTS.

- Tại ODV số II: TCC có 2 loài ưu thế trong tổng số 5 loài ở lần đo năm 2012, bao gồm: Vẹt dù, Đâng. Năm 2018 xuất hiện thêm 2 loài Sú, Trang tham gia CTTT của TCC mặc dù số lượng tương đối thấp (cả hai loài đều chỉ chiếm 5 % trong CTTT). Tầng CTS ghi nhận sự ưu thế tuyệt đối của cả hai loài Vẹt dù và Đâng ở cả hai lần đo, với khoảng 70 % Vẹt dù và 30 % Đâng.

- Tại ODV số III: TCC xuất hiện 3 loài cây Mắm biển, Sú và Vẹt dù ở cả 2 lần đo.

Tầng CTS có 2 loài ưu thế trong tổng số 3 loài xuất hiện trong CTTT, bao gồm: Mắm biển (trên 85 %) và Sú (khoảng 10 %). Vẹt dù có tham gia CTTT nhưng số lượng không đáng kể (4 %).

- Tại ODV số IV: TCC có 4 loài ưu thế trong tổng số 5 loài ở cả 2 lần đo năm 2012 và 2018, bao gồm: Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang; trong đó Vẹt dù là loài chiếm ưu thế nhất với khoảng 45 % tổng số cây. Tầng CTS tại lần đo năm 2012 có thành phần và cấu trúc tổ thành tương tự so với TCC, nhưng vào năm 2018 xuất hiện thêm Mắm biển trong số loài ưu thế, giảm độ ưu thế của loài Trang. Điều này cho thấy có sự cạnh tranh của các loài cây trong tầng CTS tại khu vực nghiên cứu.

Nhìn chung, tổ thành TCC và tầng CTS ở 4 ODV tại khu vực nghiên cứu tương đối đơn giản, với sự xuất hiện từ 1 - 4 loài ưu thế. Mỗi ODV chỉ có khoảng 1 - 2 loài với số lượng cây trên 50 %, có ý nghĩa quyết định đến phân bố loài tại khu *vực*. Sau 6 năm hầu như không có sự biến đổi về thành phần loài giữa TCC và tầng CTS.

Sự thay đổi về số loài và đa dạng được thể hiện rõ qua các chỉ số: số loài ưu thế, chỉ số đa dạng Shannon – Wiener (Bảng 4.25).

Bảng 4.25. Sự thay đổi thành phần loài và chỉ số đa dạng của CTS dưới tán QXTVNM

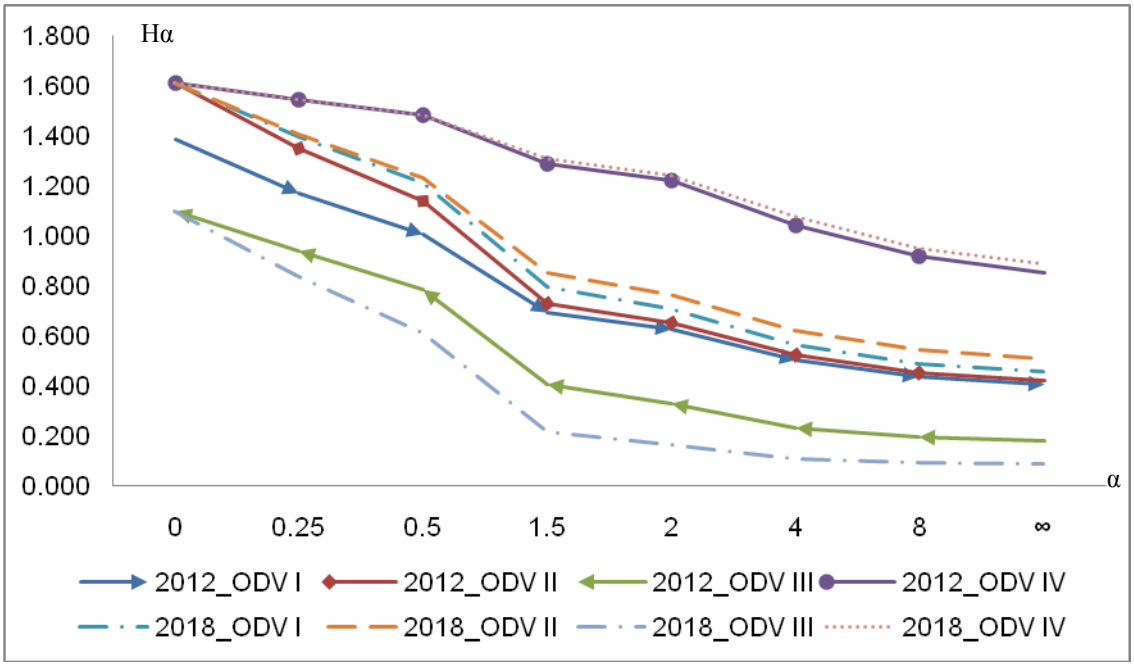
ODV	Tầng cây	2012			2018		
		N_L	$N_L5\%$	H	N_L	$N_L5\%$	H
I	TCC	4	2	1,156	5	2	1,364
	CTS	4	3	1,060	4	4	1,320
II	TCC	5	2	1,244	5	2	1,426
	CTS	2	2	0,918	2	2	0,863
III	TCC	3	3	0,790	3	2	0,484
	CTS	3	2	0,611	3	2	0,753
IV	TCC	5	4	1,979	5	4	1,996
	CTS	5	4	1,611	5	4	1,737

Kết quả tại bảng 4.25 cho thấy:

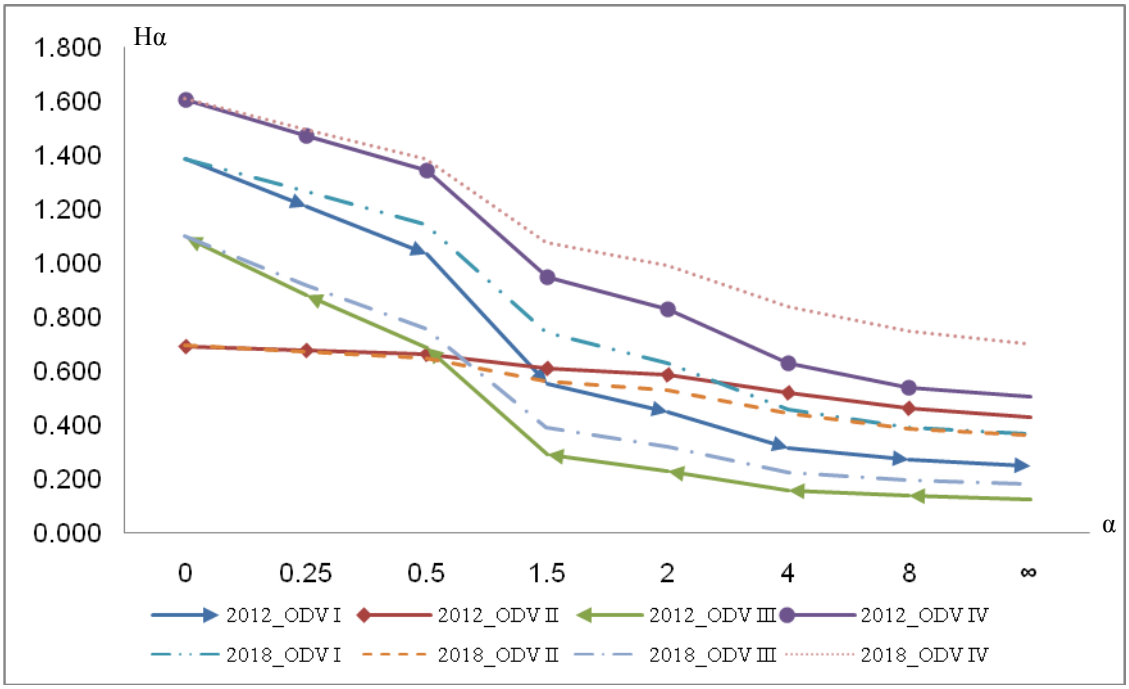
Số lượng loài cây xuất hiện tại khu vực tương đối thấp, biến động từ 1 - 5 loài. Số lượng loài cây ưu thế biến động trong khoảng từ 1 - 4 loài. Số lượng loài cây ưu thế xuất hiện trong TCC tương đối ổn định tại 2 lần đo. Có 3 ODV có số lượng loài ưu thế không thay đổi, chỉ có ODV số III xuất hiện thêm 1 loài ưu thế. Tại tầng CTS, số loài ưu thế không thay đổi tại 3 ODV (số II, III, IV) đối với cả 2 lần đo, ODV số I xuất hiện thêm 1 loài ưu thế.

Kết quả tính toán mức độ đa dạng bằng hàm số liên kết Shannon - Wiener cho thấy, mức độ đa dạng tại khu vực ở mức thấp, dao động trong khoảng từ 0,790 - 1,979 đối với TCC; 0,611 - 1,737 đối với tầng CTS. Chỉ số đa dạng loài có xu hướng tăng lên sau 6 năm. Đối với TCC, ở 3 ODV (số I, II, IV) đều ghi nhận sự tăng lên của chỉ số Shannon - Wiener, chỉ số này có giảm tại ODV số III. Đối với tầng CTS, chỉ số đa dạng Shannon - Winer tăng tại 3 ODV số I, III, IV. Tại ODV số II, chỉ số H giảm nhưng không đáng kể. Kết quả này cho thấy quá trình phục hồi tự nhiên của TTVNM diễn ra khá tốt, nếu tiếp tục quản lý tốt các hoạt động của con người, tránh các tác động tiêu cực thì các QXTVNM tại khu vực nghiên cứu hoàn toàn có khả năng tự phục hồi tự nhiên mà không cần đến các giải pháp kỹ thuật hỗ trợ.

Ngoài các chỉ tiêu đánh giá mức độ phong phú về thành phần loài, thì chỉ tiêu độ đồng đều của các loài trong quần xã tự nhiên cũng có ý nghĩa quan trọng. Vì thế, nghiên cứu của đề tài đã sử dụng dãy hệ số Rényi. Kết quả xác định chỉ số Rényi của TCC và tầng CTS tại 2 thời điểm năm 2012 và 2018 được trình bày tại phần phụ lục. Hình 4.9 và 4.10 mô phỏng trực quan sự biến động đa dạng loài của 4 ODV, thông qua dãy chỉ số Rényi trong thời gian nghiên cứu.



Hình 4.9. Biểu đồ dãy chỉ số đa dạng Rényi của TCC năm 2012 và 2018

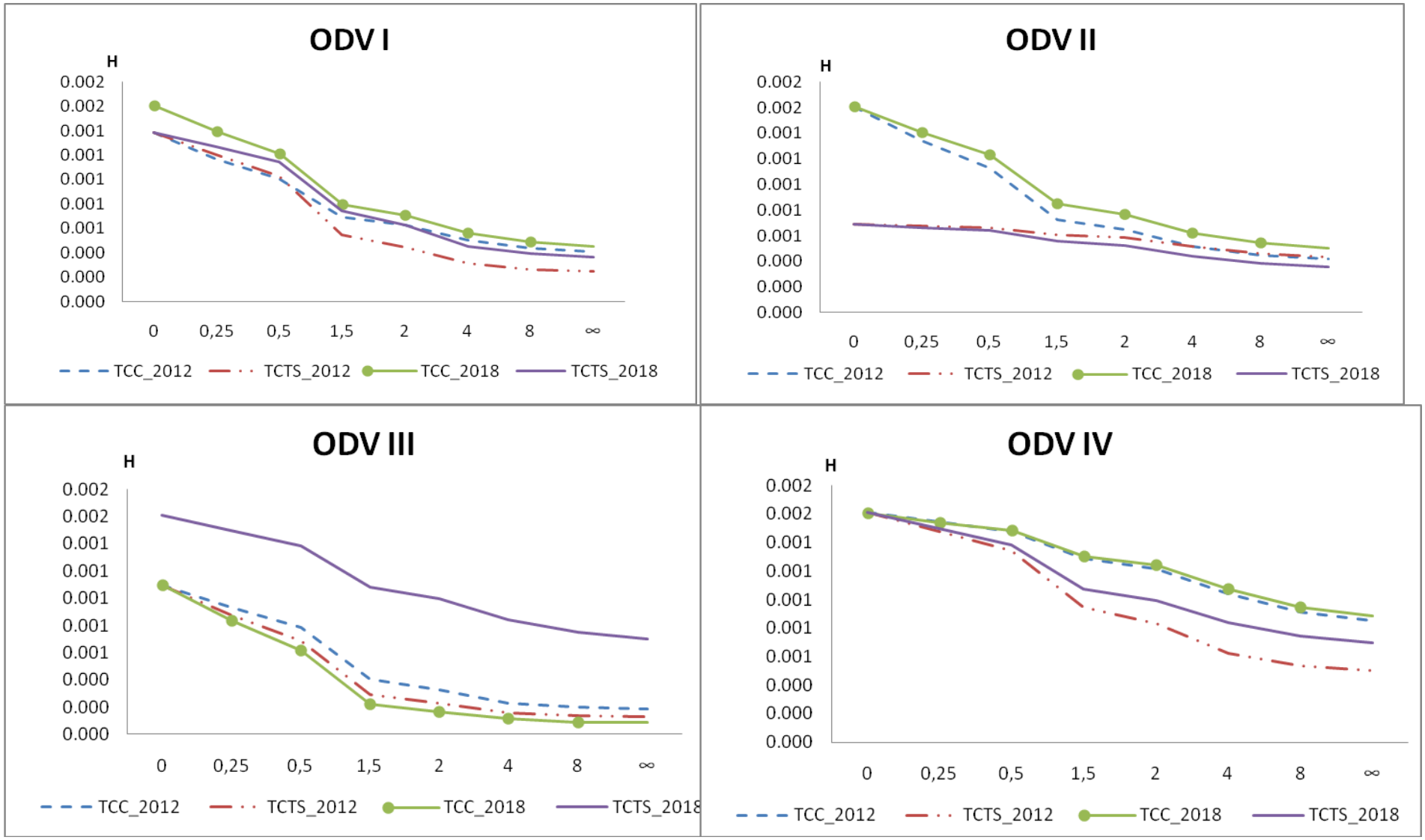


Hình 4.10. Biểu đồ dãy chỉ số đa dạng Rényi của CTS dưới tán năm 2012 và 2018

Hình 4.9 cho thấy: Tại TCC, ODV số IV có chỉ số đa dạng cao nhất ở cả 2 lần đo năm 2012 và năm 2018. ODV số II và IV có mức độ đa dạng tương tự nhau

và nằm ở mức trung bình. ODV số III có tính đa dạng thấp nhất. Tại các ODV số I, số II, số IV, các đường biểu diễn năm 2018 nét đứt đều nằm trên các đường biểu diễn năm 2012 nét liền tại mỗi ODV tương ứng cho thấy, TCC tại năm 2018 có mức độ đa dạng cao hơn so với năm 2012. Các đường biểu diễn dãy chỉ số đa dạng Rényi của TCC có độ dốc không lớn cho thấy sự đồng đều về số lượng cây của các loài tham gia CTTT.

Hình 4.10 cho thấy, ở tầng CTS, ODV số IV có chỉ số đa dạng cao nhất ở cả 2 lần đo năm 2012 và 2018; còn ODV số III có chỉ số đa dạng thấp nhất tại cả 2 lần đo. Chỉ số đa dạng của tầng CTS năm 2018 cao hơn năm 2012 tại 3 ODV số I, III, IV và ngược lại tại ODV số II. Tại ODV số II, đường biểu diễn dãy chỉ số đa dạng Rényi của tầng CTS có xu hướng nằm ngang và cắt đường biểu diễn dãy chỉ số đa dạng Rényi của ODV số I và III. Nguyên nhân là do tầng CTS của ODV II có số lượng loài thấp hơn so với hai ODV số I và III, nhưng lại có sự đồng đều hơn về số lượng của các loài tham gia CTTT. Kết quả xác định độ đa dạng giữa các tầng cây bằng chỉ số Rényi trên từng OTC được thể hiện tại hình 4.11. Đường biểu diễn dãy chỉ số đa dạng Rényi của ODV số I, II và IV có xu hướng biến đổi tương tự nhau. TCC có mức độ đa dạng cao hơn tầng CTS tại các năm tương ứng. Tuy nhiên, đối với ODV số II có sự khác biệt rõ rệt hơn về mức độ đa dạng loài giữa các tầng. Đường biểu diễn của tầng CTS ở ODV số II nằm thấp hơn hẳn so với đường biểu diễn của TCC và có độ dốc rất thấp; như vậy số cây mỗi loài tại tầng CTS đồng đều hơn so với TCC tại ODV này.



Hình 4.11. Biểu đồ so sánh đa dạng loài các tầng cây ở các ODV

- Chỉ số tương đồng (SI)

Chỉ số tương đồng (SI) về loài giữa các tầng cây ở các ô tiêu chuẩn được trình bày tại bảng 4.26.

Bảng 4.26. Chỉ số tương đồng loài giữa TCC và TCTS dưới tán

ODV	2012				2018			
	TCC (A)	TCTS (B)	C	SI	TCC (A)	TCTS (B)	C	SI
I	4	4	3	0,8	5	4	4	0,9
II	5	2	2	0,6	5	2	2	0,6
III	3	3	3	1,0	3	3	3	1,0
IV	5	5	5	1,0	5	5	5	1,0

Ghi chú: A là số loài xuất hiện tại TCC

B là số loài xuất hiện tại TCTS

C là số loài xuất hiện tại cả 2 tầng

Có thể thấy chỉ số SI giữa TCC và tầng CTS tại cả 2 thời điểm đều ở mức cao. Năm 2012 và 2018 chỉ số SI dao động từ 0,6 - 1,0. Đặc biệt, tại ODV số III, IV, TCC và tầng CTS đều không xuất hiện loài khác trong cả 2 lần đo đếm. Như vậy, có thể kết luận thành phần loài của TCC và tầng CTS có mối liên hệ rất chặt chẽ.

Bảng 4.27. Chỉ số tương đồng về loài (SI) giữa lần đo 2012 và 2018

ODV	TCC				TCTS			
	A (2012)	B (2018)	C	SI	A (2012)	B (2018)	C	SI
I	4	5	4	0,9	4	4	4	1,0
II	5	5	5	1,0	2	2	2	1,0
III	3	3	1	0,3	3	3	3	1,0
IV	5	5	5	1,0	5	5	5	1,0

Ghi chú: A (2012) là số loài xuất hiện tại năm 2012

B (2018) là số loài xuất hiện tại năm 2018

C là số loài xuất hiện tại cả 2 năm đo đếm

Bảng 4.27 cho thấy: Chỉ số SI của TCC tại hai thời điểm 2012 và 2018 ở mức cao, dao động từ 0,3 - 1,0. Chỉ số SI đạt giá trị thấp nhất tại ô định vị III (SI = 0,3)

cho thấy không có sự tương đồng về loài tại ô định vị này. Trong khi tại 3 ô định vị còn lại gần như có sự tương đồng tuyệt đối về số loài của tầng cây cao trong giai đoạn 2012 – 2018.

Tại tầng CTS, chỉ số SI của cả 4 ô định vị đều đạt 1,0. Điều này cho thấy không có sự xuất hiện loài mới từ năm 2012 – 2018 tại tầng cây tái sinh của các ô định vị nghiên cứu.

b. Diễn biến số cây tái sinh dưới tán bổ sung, chết và chuyển cấp

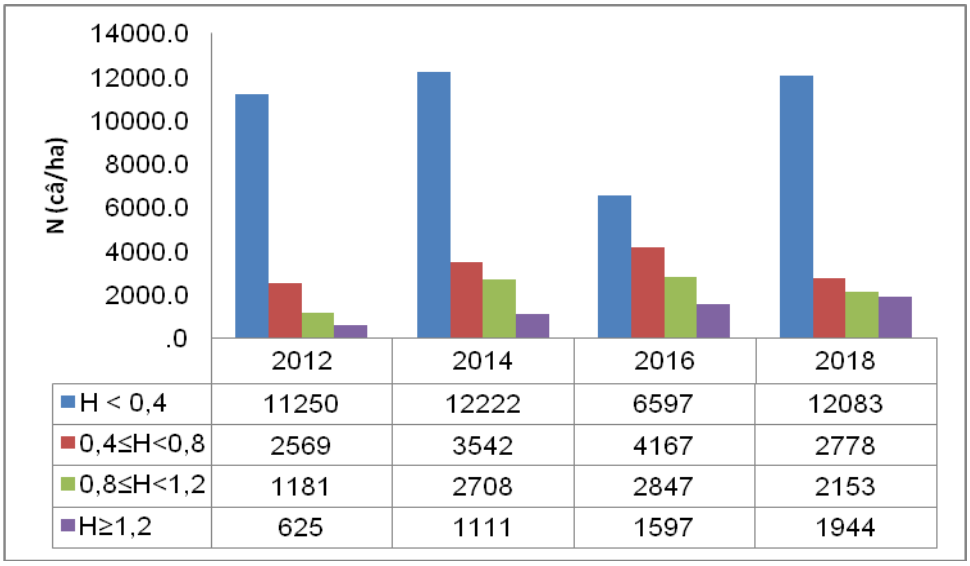
Kết quả thống kê biến động mật độ CTS qua các năm ở các ODV theo cấp chiều cao được trình bày tại bảng 4.28.

Bảng 4.28. Biến động mật độ CTS dưới tán qua các năm trong các ODV

ODV	H (m)	2012	2014	2016	2018	TB	SD
I	H < 0,4	9.444	10.278	4.722	14.167	9.653	± 3.878
	0,4≤H<0,8	1.667	3.056	2.778	2.222	2.431	± 616
	0,8≤H<1,2	833	1.667	2.222	1.667	1.597	± 573
	H≥1,2	-	278	833	1.111	556	± 507
	N (cây/ha)	**11.944**	**15.278**	**10.556**	**19.167**	**14.236**	**± 3.838**
II	H < 0,4	5.556	6.944	3.889	9.444	6.458	± 2.350
	0,4≤H<0,8	1.667	1.944	1.944	1.944	1.875	± 139
	0,8≤H<1,2	1.389	1.944	1.389	1.111	1.458	± 350
	H≥1,2	556	2.222	2.500	3.056	2.083	± 1.076
	N (cây/ha)	**9.167**	**13.056**	**9.722**	**15.556**	**11.875**	**± 2.995**
III	H < 0,4	18.056	16.111	9.167	11.667	13.750	± 4.060
	0,4≤H<0,8	3.333	3.611	6.944	3.889	4.444	± 1.682
	0,8≤H<1,2	833	4.167	3.611	3.889	3.125	± 1.545
	H≥1,2	-	-	-	278	69	± 139
	N (cây/ha)	**22.222**	**23.889**	**19.722**	**19.722**	**21.389**	**± 2.041**
IV	H < 0,4	11.944	15.556	8.611	13.056	12.292	± 2.881

	0,4≤H<0,8	3.611	5.556	5.000	3.056	4.306	± 1.168
	0,8≤H<1,2	1.667	3.056	4.167	1.944	2.708	± 1.142
	H≥1,2	1.944	1.944	3.056	3.333	2.569	± 731
	N (cây/ha)	**19.167**	**26.111**	**20.833**	**21.389**	**21.875**	**± 2.978**
Trung bình	H < 0,4	11.250	12.222	6.597	12.083	10.538	± 3.292
	0,4≤H<0,8	2.569	3.542	4.167	2.778	3.264	± 901
	0,8≤H<1,2	1.181	2.708	2.847	2.153	2.222	± 902
	H≥1,2	625	1.111	1.597	1.944	1.319	± 613
	N (cây/ha)	**15.625**	**19.583**	**15.208**	**18.958**	**17.344**	**± 2.963**

Mật độ CTS tại các ODV có sự biến động không rõ rệt theo thời gian. Các ODV số II, III và IV có xu hướng tăng mật độ đến cực đỉnh vào năm 2014, sau đó giảm vào năm 2016. Nguyên nhân mật độ CTS giảm mạnh trong thời gian này có thể do ảnh hưởng nhiệt độ thấp của đợt rét đậm rét hại kéo dài vào tháng 1 năm 2016. Mật độ CTS tăng đạt mức mới tại năm 2018 (mật độ CTS của 3 ODV II, III và IV tại năm 2018 lần lượt là 15.556 cây/ha, 19.722 cây/ha và 21.389 cây/ha). Trong khi ODV I lại tăng dần từ năm 2012 – 2014, sau đó lại giảm xuống còn 10.556 cây/ha (năm 2016), nhưng lại tăng gần gấp đôi vào năm 2018, đạt 19.167 cây/ha. Xét tổng thể trong cả giai đoạn 2012 - 2018, mật độ CTS có xu hướng tăng.



Hình 4.12. Biểu đồ phân bố CTS dưới tán theo chiều cao cây qua các năm

Phân bố CTS theo cấp chiều cao cây ở các năm tuân theo luật phân bố giảm, điều này được thể hiện rõ rệt tại hình 4.12. Số CTS có chiều cao dưới 0,4 m đạt mật độ lớn nhất, nhỏ nhất là mật độ số CTS có chiều cao trên 1,2 m. Tại năm 2012, 2016, 2018 mật độ CTS có chiều cao dưới 0,4 m tương đương gần 2 lần tổng số cây của 3 cấp còn lại.

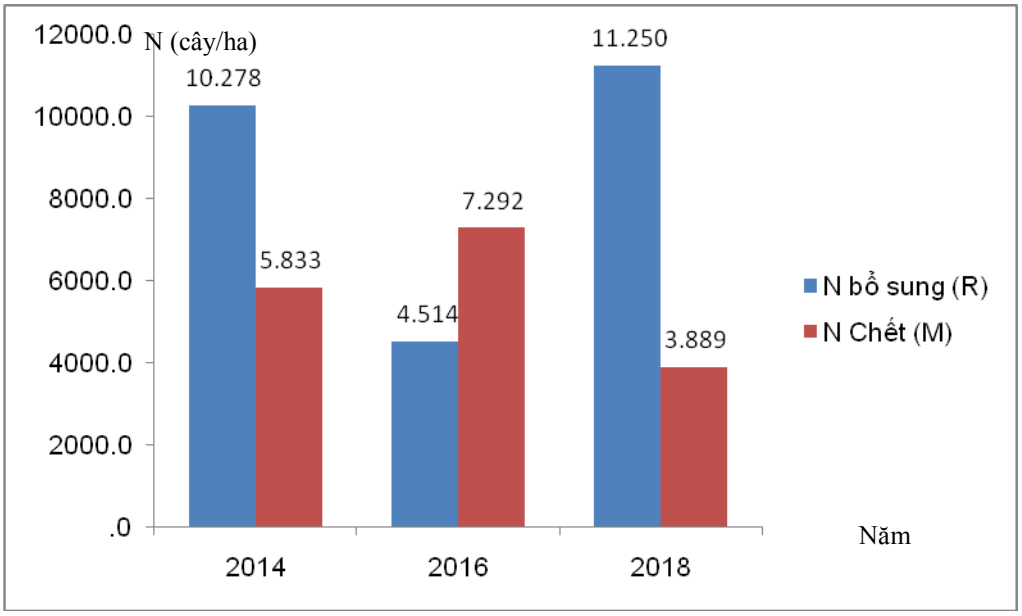
Cùng với sự sinh trưởng của cây rừng, trong lâm phần luôn diễn ra sự biến đổi để thích nghi với điều kiện sống. Một trong những thay đổi đó là động thái chết và tái sinh bổ sung của các CTS, đây cũng là bản chất của quá trình phục hồi tự nhiên của rừng. Kết quả thống kê số CTS bị chết và bổ sung hàng năm tại các ODV được trình bày tại bảng sau 4.29.

Bảng 4.29. Số CTS dưới tán bị chết và bổ sung hàng năm

ĐVT: cây/ha

ODV	Chỉ tiêu	2014	2016	2018	TB	SD
I	Bổ sung (R) (cây/ha)	8.333	3.333	14.444	8.704	±9,61
	Chết (M) (cây/ha)	4.722	6.389	3.056	4.722	±1,53
II	Bổ sung (R) (cây/ha)	7.222	2.778	9.444	6.481	±20,03
	Chết (M) (cây/ha)	2.778	5.000	556	2.778	±5,69
III	Bổ sung (R) (cây/ha)	11.111	5.833	9.167	8.704	±12,22
	Chết (M) (cây/ha)	8.889	7.222	5.556	7.222	±4,62
IV	Bổ sung (R) (cây/ha)	14.444	6.111	11.944	10.833	±15,39
	Chết (M) (cây/ha)	6.944	10.556	6.389	7.963	±8,96
Trung bình	Bổ sung (R) (cây/ha)	10.278	4.514	11.250	8.681	±14,00
	Chết (M) (cây/ha)	5.833	7.292	3.889	5.671	±5,00

Kết quả tại bảng 4.29 cho thấy: Số CTS bổ sung trung bình trong 6 năm đạt giá trị cao nhất tại ODV số IV (trung bình 10.833±15,39), thấp nhất tại ODV II (trung bình 6.481±20,03). Số cây chết trung bình trong 6 năm có giá trị cao nhất tại ODV số IV (trung bình 7.963±8,96), thấp nhất tại ODV số II (2.778±5,69). Trung bình số CTS bổ sung hàng năm tại khu vực là 8.681±14,00, số CTS bị chết hàng năm là 5.671±5,00. Số cây chết tại các ODV nghiên cứu đều thấp hơn số cây bổ sung hàng năm, nên tổng số CTS có xu hướng tăng dần qua các năm.



Hình 4.13. Biểu đồ số CTS dưới tán trung bình bị chết và bổ sung hàng năm

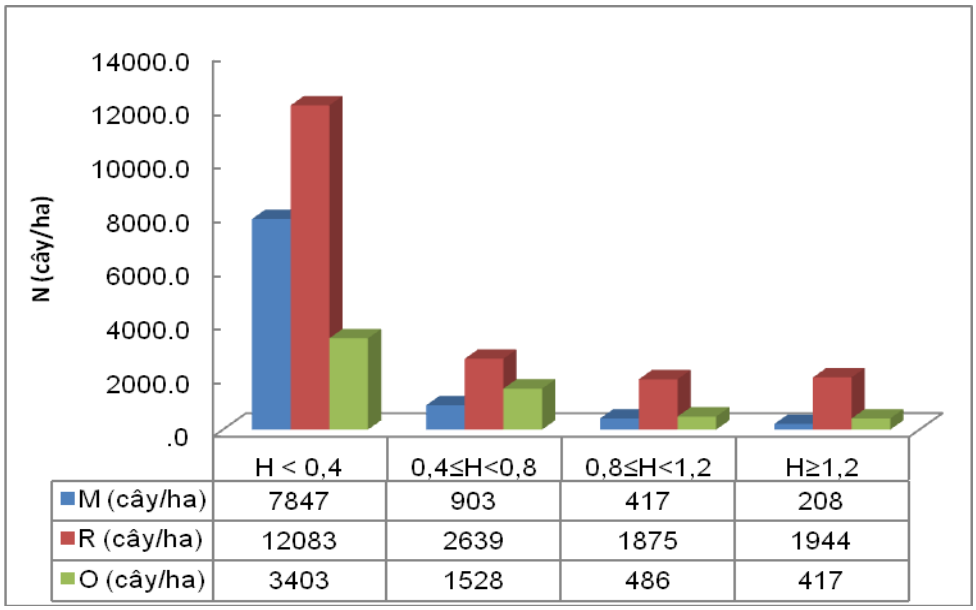
Hình 4.13 trình bày một cách trực quan số lượng CTS trung bình bị chết và bổ sung hàng năm tại khu vực. Kết quả cho thấy tại năm 2014 và 2018 số CTS bổ sung đạt giá trị gấp gần 2 lần số cây chết. Tuy nhiên, tại năm 2016 số CTS bổ sung lại có giá trị thấp hơn số cây chết trung bình.

Kết quả diễn biến số CTS bổ sung, chết và chuyển cấp ở các cấp chiều cao của tầng CTS trung bình các năm được trình bày ở bảng 4.30 và hình 4.14.

Bảng 4.30. Diễn biến số CTS dưới tán bổ sung, chết và chuyển cấp

ODV	Hvn (m)	M (cây/ha)	R (cây/ha)	O (cây/ha)	Mp (%)	Mr	Rp (%)	Rr
1	H < 0,4	7.222	14.167	2.222	76,5	-0,1	100,0	-0,02
	0,4≤H<0,8	833	2.222	833	50,0	-0,1	100,0	-0,05
	0,8≤H<1,2	278	1.389	278	33,3	-0,1	83,3	0,00
	H≥1,2	-	1.111	-			100,0	0,00
2	H < 0,4	2.778	9.444	2.778	50,0	-0,1	100,0	-0,04
	0,4≤H<0,8	833	1.944	833	50,0	-0,1	100,0	-0,06
	0,8≤H<1,2	556	1.111	833	40,0	-0,1	100,0	-0,09
	H≥1,2	556	3.056	-	100,0	-0,3	100,0	0,00
3	H < 0,4	14.167	11.667	3.889	78,5	0,0	100,0	-0,05

	0,4≤H<0,8	278	3.611	2.778	8,3	-0,1	92,9	-0,08
	0,8≤H<1,2	-	3.333	278	0,0	-0,2	85,7	0,01
	H≥1,2	-	278	-			100,0	0,00
4	H < 0,4	7.222	13.056	4.722	60,5	-0,1	100,0	-0,05
	0,4≤H<0,8	1.667	2.778	1.667	46,2	0,0	90,9	-0,06
	0,8≤H<1,2	833	1.667	556	50,0	0,0	85,7	-0,02
	H≥1,2	278	3.333	1.667	14,3	-0,2	100,0	-0,07
Trung bình	H < 0,4	7.847	12.083	3.403	69,8	-0,1	100,0	-0,04
	0,4≤H<0,8	903	2.639	1.528	35,1	-0,1	95,0	-0,07
	0,8≤H<1,2	417	1.875	486	35,3	-0,1	87,1	-0,02
	H≥1,2	208	1.944	417	33,3	-0,2	100,0	-0,03



Hình 4.14. Biểu đồ diễn biến bổ sung (R), chết (M), chuyển cấp (O) của CTS dưới tán

Kết quả tại bảng 4.30 và hình 4.14 cho thấy: Trong khoảng thời gian từ năm 2012 đến năm 2018 số CTS bổ sung, chết và chuyển cấp giảm dần theo cấp chiều cao. Trung bình hàng năm, lượng CTS chết ở cấp chiều cao nhỏ hơn 0,4 m đạt giá trị lớn nhất (7.847 cây/ha). Số lượng này giảm xuống 903 cây/ha ở cấp chiều cao từ 0,4 - 0,8 m, 417 cây/ha tại cấp chiều cao từ 0,8 - 1,2 m và chỉ có 208 cây chết tại cấp chiều cao trên 1,2 m. Số lượng CTS chết tại cấp chiều cao nhỏ hơn 0,4 m gấp gần 5 lần tổng số CTS chết tại 3 cấp còn lại. Số CTS bổ sung cũng có xu hướng

tương tự khi số cây tại cấp chiều cao nhỏ hơn 0,4 m có giá trị gấp 2 lần tổng số CTS của 3 cấp còn lại. Số CTS chuyển cấp đạt giá trị cao nhất tại cấp chiều cao nhỏ hơn 0,4 m (3.403 cây/ha) và thấp nhất tại cấp chiều cao lớn hơn 1,2 m (417 cây/ha).

Như vậy, tầng CTS tại cấp chiều cao < 0,4 m và từ 0,4 - 0,8 m là đối tượng chịu sự biến động lớn nhất về số lượng khi cả 3 chỉ tiêu chết, bổ sung và chuyển cấp đều cho giá trị cao nhất. Từ cấp chiều cao từ 0,8 m trở lên, số cây chết và cây chuyển cấp đạt giá trị thấp, cho thấy tính ổn định của CTS tại cấp chiều cao này.

Trong từng cấp chiều cao, số lượng CTS bổ sung luôn đạt giá trị cao nhất. Tại cấp chiều cao dưới 0,4 m, số lượng CTS bổ sung là 12.083 cây/ha, tiếp theo là số lượng CTS chết (7.847 cây/ha) và chuyển cấp (3.403 cây/ha). Tại 3 cấp chiều cao còn lại, số lượng CTS bổ sung luôn đạt giá trị cao nhất, còn số lượng cây chết đạt giá trị thấp nhất.

- *Sự chuyển cấp giữa các tầng cây*

Kết quả theo dõi sự chuyển cấp giữa các tầng cây trong thời gian 6 năm được trình bày tại bảng 4.31.

Bảng 4.31. Sự chuyển cấp giữa các tầng cây trong các ODV

ODV	Tầng cây	Số cây cá thể (cây/ha)					Số loài	
		2012	2018	M (cây/ha)	R (cây/ha)	O (cây/ha)	2012	2018
I	TCC	5.200	5.250	350	400	0	4	3
	TCTS	22.222	19.722	8.333	18.889	3.333	5	3
II	TCC	2.600	2.575	425	400	0	5	4
	TCTS	11.944	19.167	4.722	15.556	4.444	5	4
III	TCC	3.150	3.375	125	350	0	1	2
	TCTS	9.167	15.556	14.444	18.889	6.944	3	2
IV	TCC	4.400	4.475	200	275	0	5	5
	TCTS	19.167	21.389	10.000	20.833	8.611	5	5
Trung bình	TCC	3.838	3.919	275	356	0	4	4
	TCTS	15.625	18.958	9.375	18.542	5.833	5	4

Kết quả tại bảng 4.31 cho thấy trong khoảng thời gian 6 năm (2012 - 2018) tại TCC số cây bị chết biến động từ 125 - 425 cây/ha, số cây mới bổ sung biến động từ

275 - 400 cây/ha. Số lượng cây chuyển cấp không được tính toán do TCC tại khu vực khá đơn giản. Tại tầng CTS, số cây chết biến động từ 4.722 - 14.444 cây/ha, số cây mới bổ sung biến động từ 15.556 - 20.833 cây/ha, số cây chuyển cấp biến động trong khoảng từ 3.333 - 8.611 cây/ha.

4.4.1.2. Quá trình phục hồi tự nhiên thông qua tái sinh trong lỗ trống

a) Diễn biến tổ thành loài CTS trong lỗ trống và đa dạng loài

Bảng 4.32. Tổ thành CTS lỗ trống năm 2012 và 2018

QXTVNM tự nhiên	Lỗ trống	Năm 2012			Năm 2018		
		N (cây/ha)	Số loài	CTTT	N (cây/ha)	Số loài	CTTT
Vẹt dù ưu thế	1	8.500	**4**	6,5V + 2,4S + 0,6Đ + 0,5T	20.500	**4**	7,6V + 1,2Đ + 1,0S - 0,2T
	2	1.250	**1**	10V	1.250	**1**	10V
	3	1.000	**1**	10V	1.500	**1**	10V
	4	2.000	**2**	7,5V + 2,5Đ	1.000	**1**	10V
Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	5	7.500	**4**	6,7V + 1,3Đ + 1,3T + 0,7S	11.500	**4**	5,7V + 2,2Đ + 1,3T + 0,8S
	6	5.000	**4**	4,2V + 2,7Đ + 2,3S + 0,8T	9.808	**4**	5,1V + 3,3Đ + 0,8T + 0,8S
	7	2.917	**4**	4,3S + 2,9V + 1,4Đ + 1,4T	9.583	**4**	4,8V + 2,6S + 1,3Đ + 1,3T
	12	3.281	**5**	4,3V + 2,4Đ + 1.9S + 1,0T + 0,5M	11.094	**5**	3,9V + 3,1Đ + 2,0S + 0,6T - 0,4M
Vẹt dù, Đâng	8	3.500	**2**	8,6V + 1,4Đ	13.500	**2**	6,7V + 3,3Đ
	9	1.000	**1**	10V	1.000	**1**	10V
	10	9.000	**3**	6,1V + 2,8Đ + 1,1T	14.500	**3**	5,9V + 3,1Đ + 1,0T
	11	4.583	**3**	6,4V + 1,8Đ + 1,8T	13.333	**3**	6,3V + 2,8Đ + 0,9T
Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	13	3.571	**4**	4,0V + 3,0S + 2,0M + 1,0T	13.571	**4**	5,3V + 2,1T + 2,1S + 0,5M
	14	6.500	**4**	3,8V + 3,1T + 2,3S + 0,8M	15.500	**5**	5,5V + 2,6T + 1,0S + 0,6Đ - 0,3M
	15	6500	**4**	5,4V + 2,3S + 1,5Đ + 0,8T	23.500	**5**	4,3V + 2,8Đ + 1,3S + 1,2T - 0,4M

Ghi chú: S: Sú T: Trang M: Mắm biển Đ: Đâng V: Vẹt dù

Kết quả bảng 4.32 cho thấy:

- Mật độ tái sinh tăng mạnh từ năm 2012 đến năm 2018, tuy nhiên tổ thành tái sinh thì ít có sự biến đổi sau 6 năm. Nhìn chung, mật độ CTS tăng từ 500 cây/ha đến 17.000 cây/ha. Có 2 lỗ trống mật độ CTS giữ nguyên sau 6 năm là lỗ trống số 2 và lỗ trống số 9. Duy nhất có 1 lỗ trống cho thấy mật độ tái sinh giảm từ 2.000 cây/ha năm 2012 xuống còn 1.000 cây/ha năm 2018. Có 11 lỗ trống trên tổng số 15 lỗ trống (chiếm 73,3 %) có số CTS tăng trên 4.000 cây/ha, trong đó có 4 lỗ trống mật độ tăng rất cao, đạt trên 10.000 cây/ha sau 6 năm, đó là các lỗ trống số 1, số 8, số 13 và số 15. Tăng cao nhất thuộc lỗ trống số 15, trên ODV 4, thuộc quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù.

- Về thành phần loài hầu như ít có sự thay đổi, chỉ có sự biến đổi nhẹ về hệ số tổ thành của các loài tham gia. Chỉ ở 2 lỗ trống có xuất hiện loài mới so với năm 2012, đó là lỗ trống số 14 và 15, đều thuộc quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù, với sự xuất hiện thêm loài Đâng ở lỗ trống 14 và Mắm biển ở lỗ trống 15. Phần lớn trên các lỗ trống, hệ số tổ thành của các loài có sự thay đổi, loài có hệ số tổ thành lớn nhất tại các lỗ trống là Vẹt dù.

Bảng 4.33. Sự thay đổi thành phần loài và chỉ số đa dạng của CTS trong lỗ trống

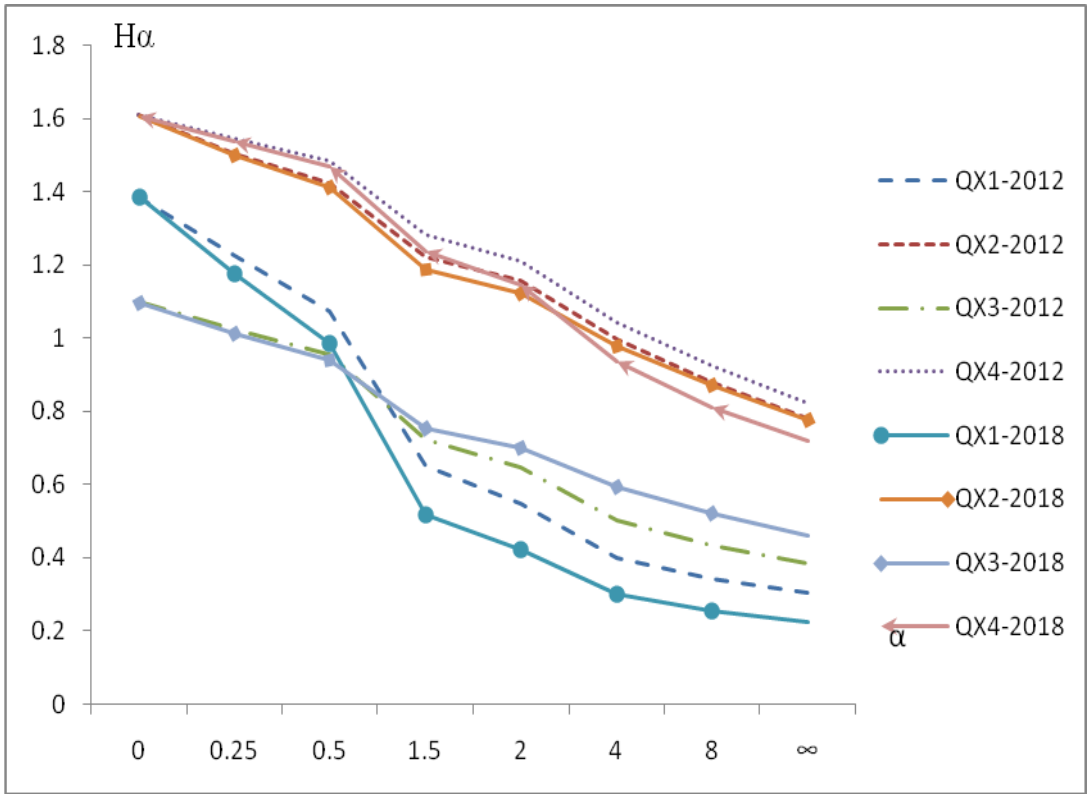
QXTVNM tự nhiên	Lỗ trống	2012			2018		
		N_L	$N_L5\%$	H	N_L	$N_L5\%$	H
Vẹt dù ưu thế	1	4	4	1,38	4	3	1,13
	2	1	1	0,00	1	1	0
	3	1	1	0,00	1	1	0
	4	2	2	0,81	1	1	0
Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	5	4	4	1,43	4	4	1,63
	6	4	4	1,81	4	4	1,59
	7	4	4	1,84	4	4	1,78
	12	5	4	2,00	5	4	1,94
Vẹt dù, Đâng	8	2	2	0,59	2	2	0,91
	9	1	1	0,00	1	1	0
	10	3	3	1,30	3	3	1,31
	11	3	3	1,31	3	3	1,25
Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	13	4	4	1,85	4	4	1,65
	14	4	4	1,83	5	4	1,72
	15	4	4	1,67	5	4	1,98

Ghi chú: N_L là số loài; N_L5 % là số loài có độ nhiều ≥5 %, H là chỉ số đa dạng

Số lượng loài CTS trong quần xã (N_L) và số lượng loài có độ nhiều tương đối lớn hơn 5 % (N_L5 %) không có sự khác biệt đáng kể. Ngoại trừ lỗ trống số 12 (năm 2018 và 2012), thuộc quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang, lỗ trống số 1 (năm 2018) trong quần xã tự nhiên Vẹt dù, và lỗ trống số 14 (năm 2018) trong quần xã tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù thì các lỗ trống còn lại, hai trị số này đều tương đồng tại cả 2 thời điểm nghiên cứu. Điều này cho thấy các loài có mặt trong QXTVNM đều có thể đóng vai trò loài ưu thế và góp mặt trong CTTT.

- Chỉ số đa dạng loài Shannon - Wiener (H) tầng CTS của các lỗ trống biến động trong khoảng từ 0,00 - 2,00 (năm 2012) và 0,00 - 1,98 (năm 2018). Sự biến động về mức độ đa dạng các loài CTS trong lỗ trống trong 2 năm 2012 và 2018 không rõ rệt. Một số lỗ trống có mức độ đa dạng rất thấp như lỗ trống 2, 3, 4, 9 (H = 0,00 - chỉ có một loài CTS) đặc trưng bởi quần xã tự nhiên Vẹt dù. Các lỗ trống đặc trưng bởi quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang; quần xã tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù có mức độ đa dạng cao hơn (các lỗ trống số 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15). Điều này chứng tỏ TCC càng có nhiều loài thì tầng CTS càng đa dạng.

Ngoài các chỉ tiêu đánh giá về mức độ phong phú thành phần loài, thì chỉ tiêu độ đồng đều về số lượng của các loài trong quần xã tự nhiên cũng có ý nghĩa quan trọng, được thể hiện ở dãy hệ số Rényi. Kết quả xác định dãy chỉ số Rényi của tầng CTS trong 15 lỗ trống ở các ô ODV trên 4 quần xã tự nhiên được thể hiện ở hình 4.15 cho thấy, nếu xét chung cho các lỗ trống trên mỗi quần xã tự nhiên, thì chỉ có các lỗ trống thuộc quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang và quần xã tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù có biến động đa dạng loài của CTS theo hướng tăng từ năm 2012 đến năm 2018, ở các lỗ trống trên hai quần xã tự nhiên còn lại có chiều hướng giảm.



Hình 4.15. Biểu đồ dãy chỉ số đa dạng Rényi của CTS trong lỗ trống năm 2012 và 2018

Qx1: Vẹt dù; Qx2: Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang;

Qx3: Vẹt dù, Đâng; Qx4: Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù

Như vậy, trên cả 2 thời điểm (2012 và 2018), tại các lỗ trống trên 4 quần xã tự nhiên, thành phần loài CTS kém đa dạng, hầu hết chỉ có từ 2 - 5 loài, chủ yếu tương đồng với thành phần của TCC xung quanh, một số lỗ trống có sự xuất hiện của loài khác nhưng với mật độ thấp. Độ đa dạng (H) của tầng CTS trong lỗ trống có xu hướng tăng theo sự ổn định của quần xã tự nhiên.

- *Chỉ số tương đồng (SI)*

+ Chỉ số tương đồng về loài giữa TCC và tầng CTS trong lỗ trống:

Bảng 4.34. Chỉ số tương đồng loài giữa TCC và tầng CTS trong các lỗ trống

QXTVNM tự nhiên	Lỗ trống	2012				2018			
		A	B	C	SI	A	B	C	SI
Vẹt dù ưu thế	1	2	4	2	0,7	4	4	4	1,0
	2	3	1	1	0,5	3	1	1	0,5
	3	2	1	1	0,7	2	1	1	0,7
	4	3	2	2	0,8	3	1	1	0,5
Vẹt dù, Đâng	5	5	4	4	0,9	5	4	4	0,9
	6	5	4	4	0,9	5	4	4	0,9
	7	5	4	4	0,9	5	4	4	0,9
	12	5	5	5	1,0	5	5	5	1,0
Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	8	2	2	2	1,0	2	2	2	1,0
	9	2	1	1	0,7	2	1	1	0,7
	10	4	3	3	0,9	3	3	3	1,0
	11	3	3	3	1,0	3	3	3	1,0
Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	13	5	4	4	0,9	5	4	4	0,9
	14	5	4	4	0,9	5	5	5	1,0
	15	5	4	4	0,9	5	5	5	1,0

Ghi chú: A là số loài xuất hiện tại TCC

B là số loài xuất hiện tại TCTS

C là số loài xuất hiện tại cả 2 tầng cây

Sự tương đồng giữa TCC và tầng CTS dao động từ 0,5 - 1 tại cả hai thời điểm nghiên cứu, trong đó có 11/15 lỗ trống có chỉ số tương đồng SI > 0,8, điều này cho thấy TCC và tầng CTS có mối liên hệ mật thiết với nhau.

Một số lỗ trống có mức độ tương đồng tuyệt đối (chỉ có loài xuất hiện chung, không có loài nào xuất hiện riêng ở TCC và tầng CTS), bao gồm: lỗ trống số 8, 11, 12 (năm 2012); lỗ trống số 1, 8, 10, 11, 12, 14, 15 (năm 2018). Điều này chứng tỏ những CTS từ chính cây mẹ của quần xã tự nhiên đó (TCC) mà không có sự di cư của những loài tái sinh từ khu vực khác.

Số loài chỉ xuất hiện ở tầng CTS mà không xuất hiện ở TCC hầu như không có (chỉ duy nhất 2 loài xuất hiện tại lỗ trống 1 năm 2012, các lỗ trống khác đều có

giá trị bằng 0). Điều này cho thấy không có sự di thực của những loài tái sinh khác. Các CTS chủ yếu có nguồn gốc từ những cây mẹ gần đó.

Số loài xuất hiện tại TCC mà không xuất hiện ở tầng CTS có nhưng chiếm tỷ lệ không lớn, bình quân chiếm 1/3 số loài xuất hiện ở cả 2 tầng cây. Điều này cho thấy có một số loài cây khó tái sinh hơn những loài còn lại.

+ Chỉ số tương đồng về loài (SI) giữa lần đo 2012 và 2018 của CTS trong lỗ trống: thể hiện qua bảng 4.35

Bảng 4.35. Chỉ số tương đồng về loài (SI) giữa lần đo 2012 và 2018 của CTS trong lỗ trống

QXTVNM tự nhiên	Lỗ trống	TCC				Tầng CTS			
		2012	2018	C	SI	2012	2018	C	SI
Vẹt dù ưu thế	1	2	4	2	0,7	4	4	4	1,0
	2	3	3	3	1,0	1	1	1	1,0
	3	2	2	2	1,0	1	1	1	1,0
	4	3	3	3	1,0	2	1	1	0,7
Vẹt dù, Đâng	5	5	5	5	1,0	4	4	4	1,0
	6	5	5	5	1,0	4	4	4	1,0
	7	5	5	5	1,0	4	4	4	1,0
	12	5	5	5	1,0	5	5	5	1,0
Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	8	2	2	2	1,0	2	2	2	1,0
	9	2	2	2	1,0	1	1	1	1,0
	10	4	3	3	0,9	3	3	3	1,0
	11	3	3	3	1,0	3	3	3	1,0
Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	13	5	5	5	1,0	4	4	4	1,0
	14	5	5	5	1,0	4	5	4	0,9
	15	5	5	5	1,0	4	5	4	0,9

Ghi chú: 2012 là số loài xuất hiện tại năm 2012

2018 là số loài xuất hiện tại năm 2018

C là số loài xuất hiện tại cả 2 năm đo đếm

Sự tương đồng về TCC và tầng CTS tại năm 2012 và 2018 đều rất cao (≈1). Điều này cho thấy tầng CTS và TCC tại hai thời điểm nghiên cứu có tính kế thừa nhau.

Tại TCC, số lượng loài xuất hiện trong năm này mà không xuất hiện ở năm khác gần như không có, trừ lỗ trống số 1 là năm 2018 xuất hiện thêm 2 loài so với năm 2012. Số loài xuất hiện trong năm 2018 mà không xuất hiện ở năm 2012 cũng chỉ có ở lỗ trống 10. Điều này cho thấy sự tương đồng rất cao về TCC giữa 2 thời điểm nghiên cứu.

Tương tự TCC, tại tầng CTS số lượng loài xuất hiện trong năm này mà không xuất hiện ở năm khác không đáng kể, chỉ có ở lỗ trống số 14, 15. Ngược lại, số lượng loài xuất hiện trong năm 2018 mà không xuất hiện ở năm 2012 cũng chỉ có ở lỗ trống số 4, cho thấy sự tương đồng về thành phần loài của CTS giữa hai thời điểm nghiên cứu.

b) Biến động mật độ cây tái sinh trong các lỗ trống qua các năm

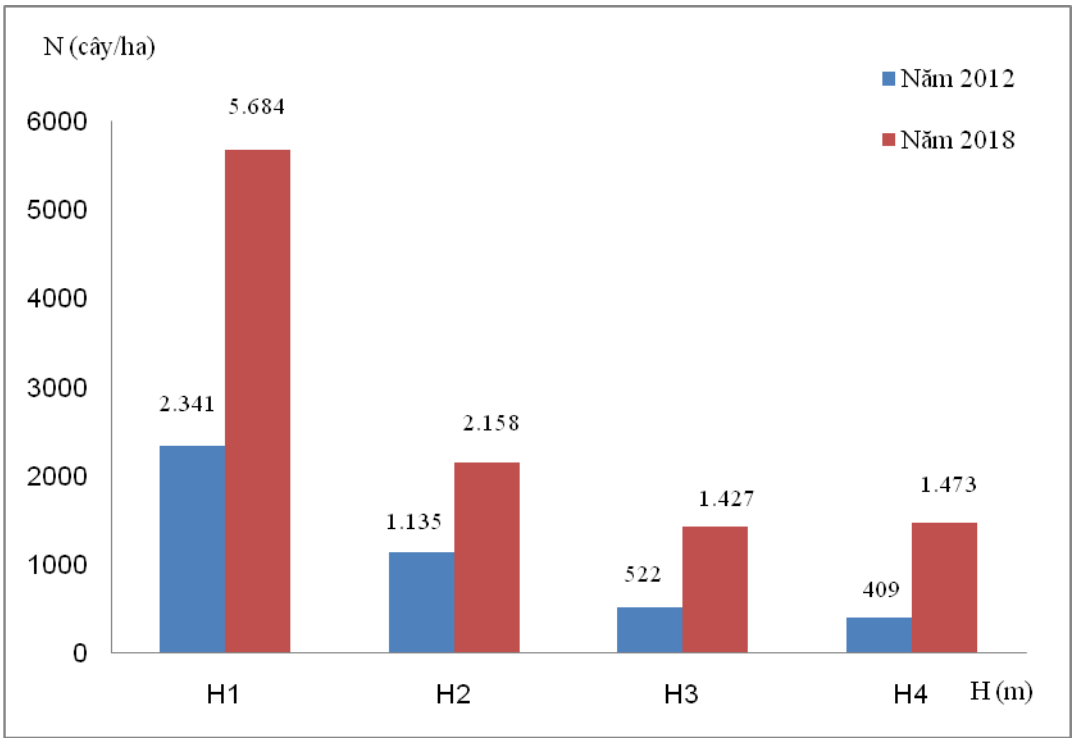
Bảng 4.36. Biến động mật độ CTS trong lỗ trống qua các năm (cây/ha)

QXTVNM tự nhiên	Lỗ trống	Mật độ CTS năm 2012				Mật độ CTS năm 2018			
		H1	H2	H3	H4	H1	H2	H3	H4
Vẹt dù ưu thế	1	3.000	2.500	1.000	2.000	9.500	5.500	3.000	2.500
	2	1.250	-	-	-	1.250	-	-	-
	3	1.000	-	-	-	1.000	500	-	-
	4	2.000	-	-	-	1.000	-	-	-
Vẹt dù, Đâng	5	3.500	2.000	1.000	1.000	5.500	3.000	1.000	2.000
	6	2.500	1.346	769	385	5.577	1.923	1.731	577
	7	1.250	833	417	417	4.583	2.500	1.250	1.250
	12	2.031	938	313	-	5.625	2.656	1.563	1.250
Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	8	2.500	1.000	-	-	7.500	2.000	1.000	3.000
	9	1.000	-	-	-	1.000	-	-	-
	10	3.000	2.500	2.000	1.500	7.000	2.000	3.000	2.500
	11	2.083	833	833	833	7.083	2.083	2.083	2.083
Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	13	2.500	1.071	-	-	7.143	3.214	1.786	1.429
	14	3.000	2.500	1.000	-	8.500	2.500	1.500	3.000
	15	4.500	1.500	500	-	13.000	4.500	3.500	2.500
Trung bình		**2.341**	**1.135**	**522**	**409**	**5.684**	**2.158**	**1.427**	**1.473**

Như các kết quả đã trình bày trong bảng 4.19, năm 2012 trong 15 lỗ trống mật độ CTS dao động từ 1.000 - 9.000 cây/ha, trong đó lỗ trống số 10 tại quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang có mật độ CTS cao nhất, mật độ CTS thấp nhất thuộc lỗ trống số 9 cũng trên quần xã tự nhiên này và lỗ trống số 3 quần xã tự nhiên Vẹt dù ưu thế. Phân tích sự biến động mật độ CTS giữa năm 2012 và 2018 có thể dựa vào chiều cao cây để phân chia chúng theo các câp độ tuổi. Nhìn chung, mật độ CTS tăng từ 500 cây/ha đến 17.000 cây/ha. Có 2 lỗ trống mật độ tái sinh giữ nguyên sau 6 năm là lỗ trống số 2 và lỗ trống số 9, trong đó, 100 % CTS vẫn nằm ở cấp chiều cao dưới 0,4m sau 6 năm. Duy nhất có 1 lỗ trống cho thấy mật độ tái sinh giảm mạnh, từ 2.000 cây/ha năm 2012 xuống còn 1.000 cây/ha năm 2018. Có 11 lỗ trống trên tổng số 15 lỗ trống (chiếm 73,3 %) có số CTS tăng trên 4.000 cây/ha, trong đó có 4 lỗ trống mật độ tăng rất cao, đạt trên 10.000 cây/ha sau 6 năm, đó là các lỗ trống số 1, số 8, số 13 và số 15. Tăng cao nhất thuộc lỗ trống số 15, thuộc quần xã tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù.

Trong 4 cấp chiều cao, cấp chiều cao H1 (<0,4 m) có sự tăng mạnh về mật độ CTS, bình quân tăng từ 2.000 - 8.500 cây/ha, chỉ duy nhất lỗ trống số 4 có lượng CTS giảm mạnh, từ 2.000 cây/ha năm 2012 giảm xuống còn 1.000 cây/ha vào năm 2018. Tăng mạnh nhất là lỗ trống số 14, đạt 8.500 cây/ha. Tại cấp H2 (0,4≤H<0,8 m), mật độ CTS tăng từ 500 đến 3000 cây/ha, trong đó có 2 lỗ trống đạt 3.000 cây/ha là lỗ trống số 1 và lỗ trống số 14, các lỗ trống còn lại bình quân dao động từ 1.000 - 2.000 cây/ha, trừ lỗ trống số 9 có mật độ giảm 500 cây/ha ở cấp chiều cao này. Tại cấp chiều cao H3 (0,8≤H<1,2 m), mật độ tăng, dao động từ 500 - 3.000 cây/ha, tuy nhiên số lượng lỗ trống có mức tăng trên 1.000 cây/ha chiếm tỷ lệ thấp, chỉ có 5/15 lỗ trống (33,3 %). Cấp chiều cao H4 (≥1,2 m), sự tăng lên của mật độ CTS cũng dao động từ 500 - 3.000 cây /ha và khá tương đồng với cấp chiều cao H3, khi hầu hết số lỗ trống có mức tăng mật độ dao động trên hoặc dưới 1.000 cây/ha, tăng mạnh nhất là 2 lỗ trống số 5 và số 13. Kết quả phân tích trên cho thấy, sự tăng hay giảm về mật độ của tầng CTS là khá đồng đều trên tất cả các quần xã tự nhiên, không phụ thuộc vào thành phần loài của quần xã chứa lỗ trống. Trên mỗi quần xã

tự nhiên đều xuất hiện lỗ trống và có sự tăng đột biến về mật độ CTS, nhưng cũng có lỗ trống mật độ CTS tăng không đáng kể.

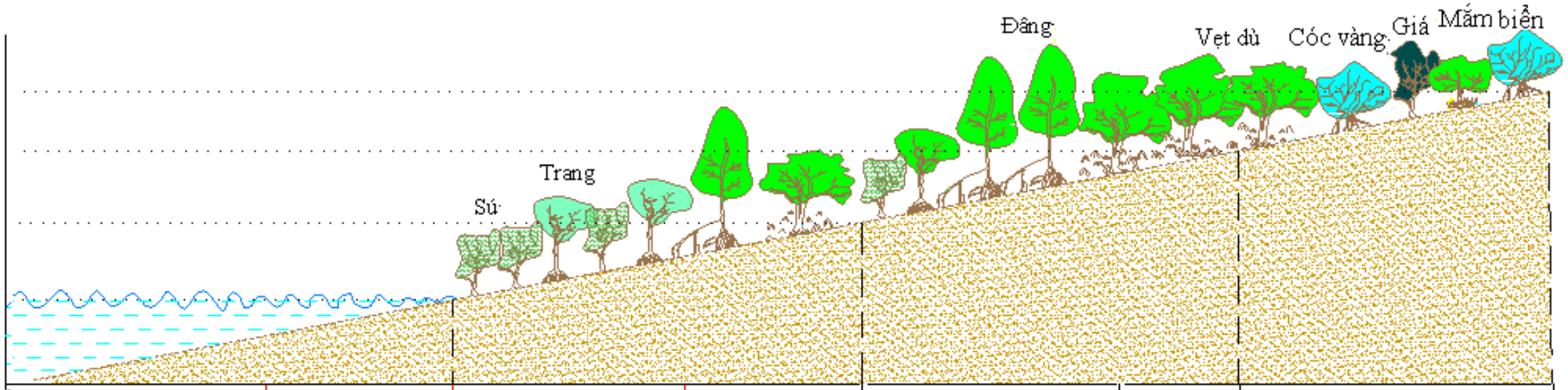


Hình 4.16. Biểu đồ phân bố CTS trong lỗ trống theo cấp chiều cao cây qua các năm

4.4.2. Xu hướng diễn thế QXTVNM tự nhiên tại khu vực nghiên cứu

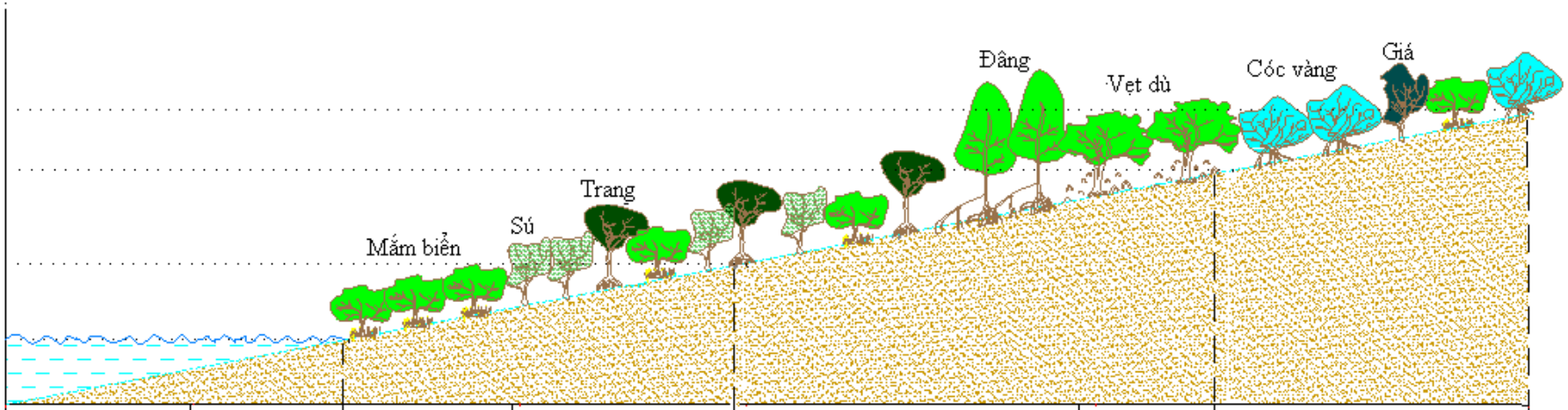
Diễn thế là quá trình biến đổi tuần tự của quần xã sinh vật phục hồi ở các giai đoạn khác nhau, từ trạng thái khởi đầu hay tiên phong, được thay thế lần lượt qua các giai đoạn chuyển tiếp bởi các dạng quần xã tiếp theo và cuối cùng dẫn tới một quần xã tương đối ổn định tồn tại lâu dài theo thời gian. Nghiên cứu về diễn thế của đề tài là nhằm xác định các xu hướng phục hồi tự nhiên của các QXTVNM trong khu vực quanh đảo Đồng Rui.

Qua quá trình phân tích, bằng việc kết hợp các phương pháp điều tra thực địa, điều tra theo dõi trên các OTC, trên các ODV, phân tích ảnh vệ tinh có sử dụng thiết bị bay không người lái, chúng tôi đã xây dựng được sơ đồ xu hướng diễn thế QXTVNM tại đảo Đồng Rui.



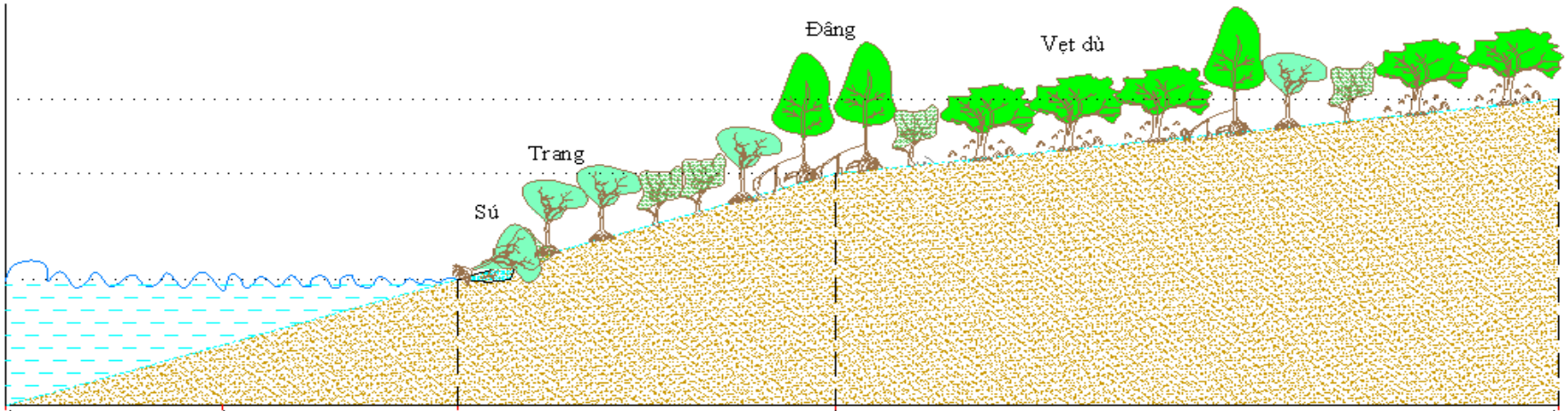
Quần xã thực vật ngập mặn	Chưa xuất hiện rừng ngập mặn	Sú+Trang	Sú+Trang+ Đâng+ Vẹt dù	Vẹt dù + Đâng+Sú+ Trang	- Vẹt dù+ Đâng - Vẹt dù ưu thế	Cóc vàng+Giá+Mắm biển
Chế độ ngập triều	Ngập khi nước triều rất thấp	Ngập khi nước triều thấp		Ngập khi nước triều trung bình		Ngập khi nước triều cao hoặc cao bất thường
Số ngày ngập triều trong tháng	30 ngày	25÷ 29	20÷ 24	15÷ 19	10÷ 14	≤ 9

Hình 4.17. Sơ đồ mặt cắt phản ánh xu hướng diễn thế QXTVNM tự nhiên khu vực Đông Nam, đảo Đồng Rui



Quần xã thực vật ngập mặn	Chưa có rừng ngập mặn	Mắm biển ưu thế	Sú+Trang+ Mắm biển	- Sú+Mắm biển+Trang Đâng+Vẹt dù - Đâng+Vẹt dù+Sú+ Trang+Mắm biển	Vẹt dù+ Đâng+ Mắm biển+Trang	Cóc vàng+Giá+Mắm biển
Chế độ ngập triều	Ngập khi nước triều rất thấp	Ngập khi nước triều thấp		Ngập khi nước triều trung bình		Ngập khi nước triều cao hoặc cao bất thường
Số ngày ngập triều trong tháng	30 ngày	25÷29	20÷24	15÷19	10÷14	≤9

Hình 4.18. Sơ đồ mặt cắt phản ánh xu hướng diễn thế QXTVNM tự nhiên khu vực Tây Bắc, đảo Đồng Rui



Quần xã thực vật ngập mặn	Chưa có cây ngập mặn	Sú+Trang	Vẹt dù + Đâng +Sú + Trang
Chế độ ngập triều	Ngập khi nước triều rất thấp	Ngập khi nước triều trung bình	
Số ngày ngập triều trong tháng	30 ngày	15÷ 19	10÷ 14

Hình 4.19. Sơ đồ mặt cắt phản ánh xu hướng diễn thế QXTVNM tự nhiên khu vực Tây Nam, đảo Đồng Rui
(mặt cắt khiếm khuyết TTV giai đoạn tiên phong)

Xu hướng diễn thế tự nhiên của QXTVNM tự nhiên khu vực quanh đảo Đồng Rui được xác định có cả xu hướng diễn thế nguyên sinh và xu hướng diễn thế thứ sinh.

- *Xu hướng diễn thế nguyên sinh:*

+ *Chuỗi diễn thế đại diện phía Đông Nam của đảo Đồng Rui (hình 4.17):* thứ tự các loài CNM phân bố tự nhiên từ phía biển vào đất liền theo lát cắt vuông góc với bờ biển: Sú, Trang → Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù → Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang → Vẹt dù, Đâng →Vẹt dù → Cóc vàng, Giá, Mắm biển. Có thể chia chuỗi diễn thế thành các giai đoạn sau:

(1) Giai đoạn đầu tiên/giai đoạn tiên phong: Sú, Trang là loài cây tiên phong trên các bãi bồi nhiều bùn cát, xa bờ, trên các bãi triều ngập khi triều thấp, với số ngày ngập 20 - 29 ngày/tháng;

(2) Giai đoạn hỗn hợp: Bãi triều đã ổn định và ngập khi triều trung bình, số ngày ngập 15 - 19 ngày/tháng. Ở khu vực này, xuất hiện các QXTVNM tự nhiên: Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù; Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang; Vẹt dù và Đâng. Có 4 loài cây chiếm ưu thế ở giai đoạn này: Sú, Trang, Đâng và Vẹt dù;

(3) Giai đoạn Vẹt dù chiếm ưu thế: Quần xã tự nhiên Vẹt dù chiếm ưu thế ở giai đoạn này tại khu vực chiếm 23,41 ha. Bãi triều được nâng cao và chỉ ngập khi triều trung bình cao, với số ngày ngập từ 10 - 14 ngày/tháng;

(4) Giai đoạn cuối: Bãi triều tiếp tục được nâng lên và chỉ ngập một số ngày trong tháng (≤ 9 ngày/tháng), chỉ ngập khi triều cao hoặc triều cao bất thường. Các loài cây như Vẹt dù, Đâng, v.v.. không còn phù hợp mà thay vào đó là các loài cây như: Cóc vàng, Giá và có xen lẫn rải rác cây Trang, Mắm biển già cỗi. Một số khu vực, chỗ đất bồi tụ kém, vẫn chịu tác động của nước triều hàng ngày thì quá trình diễn thế nguyên sinh dừng lại ở giai đoạn quần xã tự nhiên ưu thế Vẹt dù.

+ *Chuỗi diễn thế đại diện cho khu vực phía Tây Bắc của đảo Đồng Rui (hình 4.18)*: thứ tự các loài CNM phân bố tự nhiên từ phía biển vào đất liền theo lát cắt vuông góc với bờ biển: Mắm biển → Sú, Trang, Mắm biển → Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù → Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển → Vẹt dù, Đâng, Mắm

biển, Trang → Cóc vàng, Giá, Mắm biển. Có thể chia diễn thế thành các giai đoạn sau:

(1) Giai đoạn đầu tiên/ giai đoạn tiên phong: Các quần xã tự nhiên Mắm biển, quần xã tự nhiên Sú + Trang + Mắm biển là những quần xã tiên phong trên các bãi ngập triều khi triều thấp với số ngày ngập 20 - 29 ngày/tháng, bãi bồi nhiều cát, xa bờ;

(2) Giai đoạn hỗn hợp: Bãi triều được nâng cao dần, ngập khi nước triều trung bình, với số ngày ngập 10 - 19 ngày/tháng, xuất hiện QXTVNM với thành phần loài cây đa dạng hơn là quần xã tự nhiên Đâng + Vẹt dù + Trang + Sú mọc nối tiếp sau quần xã tự nhiên Sú + Mắm biển + Đâng + Vẹt dù.

(3) Giai đoạn cuối: Các loài cây Cóc vàng + Giá + Mắm biển và xen lẫn cả Trang xuất hiện trên các vùng ít khi ngập triều, chỉ ngập khi triều cao và triều cao bất thường, với số ngày ngập ≤ 9 ngày/tháng.

+ Chuỗi diễn thế đại diện cho phía Tây Nam của đảo Đồng Rui (hình 4.19): RNM bị khiếm khuyết một số đặc trưng, đặc biệt là giai đoạn tiên phong, thiếu các điều kiện tái sinh (không xuất hiện CTS), chiều rộng dải rừng hẹp (<150 m). Trong một tương lai gần, RNM ở những khu vực này sẽ bị suy thoái, sẽ xảy ra các hiện tượng xói lở bãi bồi, đê biển.

Nghiên cứu về diễn thế của các QXTVNM tự nhiên ở huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh, Phan Nguyên Hồng (1991) [13] đã chỉ ra rằng: diễn thế nguyên sinh tại khu vực này có 4 giai đoạn điển hình. Cho tới nay, với 3 xu hướng diễn thế tại khu vực nghiên cứu (hình 4.16, 4.17, 4.18), tại khu vực Đông Nam, đảo Đồng Rui quá trình diễn thế nguyên sinh vẫn bao gồm 4 giai đoạn; khu vực khác là ở Tây Bắc của đảo Đồng Rui, xuất hiện 3 giai đoạn của quá trình diễn thế nguyên sinh, mặc dù vậy tại nơi đây vẫn có giai đoạn tiên phong, giai đoạn hỗn hợp và giai đoạn cuối cùng; khác với 2 khu vực trên, ở khu vực Tây Nam của đảo Đồng Rui chỉ xuất hiện 2 giai đoạn của quá trình diễn thế: giai đoạn hỗn hợp và giai đoạn cuối, sự khiếm khuyết giai đoạn tiên phong sẽ là khởi đầu của sự suy thoái QXTVNM tự nhiên tại khu vực này.

- *Xu hướng diễn thế thứ sinh:* Tại những khu vực đầm nuôi tôm bị bỏ hoang, phân bố tập trung từ phía Đông Bắc của đảo, các bờ đầm bị vỡ, khi nước triều vào tạo các lạch nước nhỏ trong đầm, Mắm biển là loài cây tiên phong, khi nước triều lên mang theo quả bán thai sinh của Mắm biển đi vào các lạch trong đầm, tái sinh tại những vị trí ngập khi triều thấp. Với những đặc tính thích nghi ưu việt của loài Mắm biển: ưa sáng, thích nghi độ mặn cao, hệ rễ thở dày đặc, khả năng ra rễ nhanh, lá có tuyến tiết muối, v.v.., nên Mắm biển trở thành loài cây ưu thế ở những khu vực này. Tuy nhiên, do ở giai đoạn đầu của quá trình diễn thế thứ sinh, với mật độ cây chưa cao và chỉ rải rác ít cây khác, Mắm biển của TCC với chiều cao trung bình thấp. Ở vị trí ngập triều trung bình trong đầm tôm bỏ hoang được trồng phục hồi các loài cây như Trang và Đâng.

Nhận xét chung: Dựa trên xu hướng diễn thế tự nhiên tại các khu vực khác nhau của đảo Đồng Rui có ý nghĩa về mặt lý thuyết và thực tiễn, là cơ sở để đề xuất các giải pháp phục hồi QXTVNM tự nhiên thành công thông qua việc xúc tiến tái sinh tự nhiên hoặc trồng rừng bằng cách lựa chọn loài CNM phục hồi phù hợp với từng điều kiện lập địa. Đối với khu vực bị xói lở, khiếm khuyết giai đoạn tiên phong cần nghiên cứu, ứng dụng kỹ thuật, công nghệ làm giảm sóng (như làm tường mềm cản sóng bằng tre, quây lưới, v.v..) tạo điều kiện thuận lợi cho các trụ mầm, cây con của những loài CNM tiên phong như Sú, Trang hay Mắm biển tái sinh trên các bãi bồi mới hình thành và ổn định.

4.4.3. Các diễn biến QXTVNM và diện tích đất tại khu vực nghiên cứu

4.4.3.1. Bản đồ hiện trạng QXTVNM

Để xác định diện tích đất lâm nghiệp, cũng như đánh giá sự thay đổi của các QXTVNM tại khu vực, chúng tôi đã xây dựng bản đồ hiện trạng diện tích rừng năm 2012 và 2018. Kết quả nghiên cứu được tổng hợp tại bảng 4.37.

Bảng 4.37. Diện tích đất có rừng và chưa có rừng qua các năm nghiên cứu

Đơn vị tính: ha

Hiện trạng	Năm 2012	Năm 2018	Chênh lệch
Đất có rừng	1.836,09	2.160,48	+324,4
Đất khác	307,60	342,90	+35,3
Mặt nước	1.939,00	1.953,20	+14,2
Đất nông nghiệp	891,40	517,50	-373,9
Tổng	4.974,00	4.974,00	0,0

Kết quả bảng 4.37 cho thấy diện tích đất có rừng tại khu vực nghiên cứu thay đổi qua các năm, có sự chuyển đổi diện tích giữa đất có rừng với đất nông nghiệp và các nhóm đối tượng khác (đất khác, mặt nước, v.v..). Diện tích đất có rừng năm 2012 là 1.836,09 ha, đến năm 2018 tăng lên 2.160,48 ha. Kết quả này có được phần lớn nhờ vào các nỗ lực của người dân và các tổ chức trong việc khoanh nuôi, bảo vệ, kết hợp trồng phục hồi rừng trên các khu vực bị mất rừng trước đó. Nhóm đất khác, mặt nước cũng có xu hướng tăng về diện tích nhưng không lớn, chủ yếu làm nhà cửa, công trình dân sinh kinh tế, đầm tôm. Diện tích bị suy giảm nhiều nhất là nhóm đất nông nghiệp với 373,9 ha trong thời gian 6 năm (2012 - 2018).

4.4.3.2. Biến động diện tích đất khu vực nghiên cứu giai đoạn 2012 - 2018

Kết quả bản đồ hiện trạng phân bố không gian và diện tích đất lâm nghiệp được sử dụng để đánh giá biến động của diện tích rừng trong khoảng thời gian từ 2012 - 2018. Kết quả đánh giá biến động được trình bày chi tiết tại bảng 4.38, 4.39.

Bảng 4.38. Ma trận diễn biến TTVNM xã Đồng Rui, giai đoạn 2012 - 2018

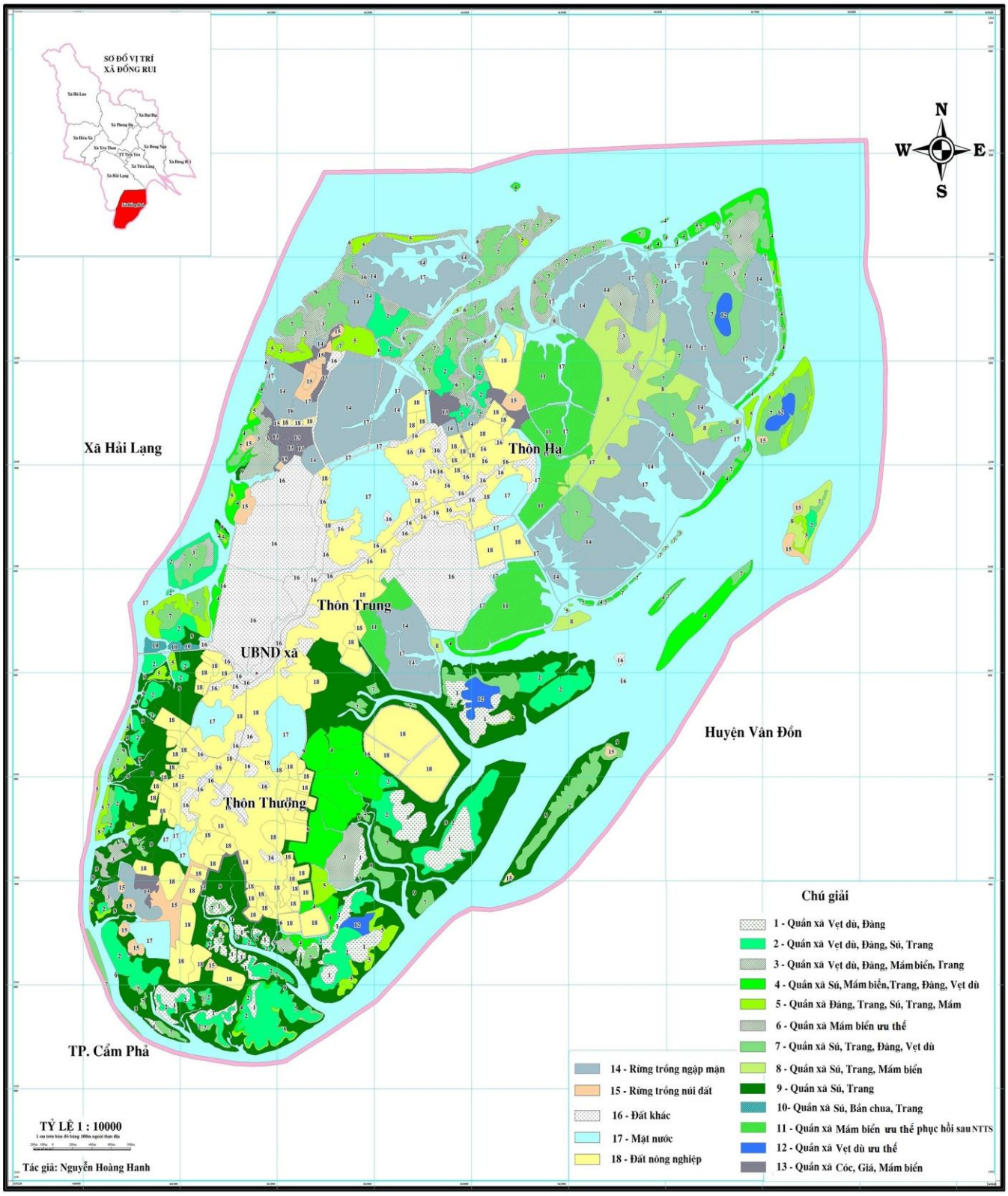
ĐVT: ha

Mã QXTVNM		Hiện trạng TTVNM năm 2018																		Tổng
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	
Hiện trạng TTVNM năm 2012	**1**	120,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120,3
	2	11,7	177,7	-	-	1,0	-	1,4	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	192,2
	3	-	-	116,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	117,8
	4	1,0	0,7	1,7	197,8	4,4	-	-	-	-	-	0,7	-	-	1,4	-	-	-	-	207,8
	5	-	0,9	-	1,8	113,5	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	116,7
	6	-	-	-	-	-	75,7	-	-	-	-	35,2	-	-	4,3	-	-	-	-	115,2
	7	4,5	5,1	-	-	3,1	-	90,4	-	1,1	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	104,2
	8	-	-	-	-	-	-	-	12,2	-	-	5,8	-	-	-	-	-	-	-	17,9
	9	0,9	0,3	-	-	0,4	-	7,1	-	357,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	366,2
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	149,3	-	-	1,1	-	-	-	-	150,4
	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,4	-	-	-	-	-	-	23,4
	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44,0	-	-	-	-	-	44,0
	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,1	-	-	216,8	-	-	-	1,0	222,9
	15	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	1,0	30,9		-	-	32,7
	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,4	-	270,1	24,0	1,1	307,6
	17	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,1	1.917,3	18,5	1.939,0
	18	-	-	-	0,9	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	311,7	-	69,8	11,9	496,8	891,4
Tổng		138,0	184,8	118,4	200,7	122,3	75,7	99,2	12,2	360,4	4,5	196,0	23,4	44,0	550,0	30,9	342,9	1.953,2	517,5	4.974,0

Hình 4.20. Bản đồ thảm thực vật ngập mặn khu vực quanh đảo Đồng rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh, năm 2012

BẢN ĐỒ THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN

KHU VỰC QUANH ĐẢO ĐỒNG RUI, HUYỆN TIÊN YÊN, TỈNH QUẢNG NINH, NĂM 2018



Hình 4.21. Bản đồ thảm thực vật ngập mặn khu vực quanh đảo Đồng rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh, năm 2018

Bảng 4.39. Diễn biến diện tích đất và QXTVNM xã Đồng Rui giai đoạn 2012 - 2018

ĐVT: ha

Mã TT	QXTVNM	Diện tích 2012	Diện tích 2018	Diễn biến (Tăng +, giảm -)
1	Vẹt dù, Đâng	120,3	138,0	+17,7
2	Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	192,2	184,8	-7,3
3	Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang	117,8	118,4	+0,6
4	Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù	207,8	200,7	-7,1
5	Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển	116,7	122,3	+5,7
6	Mắm biển ưu thế	115,2	75,7	-39,5
7	Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	104,2	99,2	-5,0
8	Sú, Trang, Mắm biển	17,9	12,2	-5,8
9	Sú, Trang	366,2	360,4	-5,8
10	Sú, Bần chua, Trang	4,5	4,5	-
11	Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS	150,4	196,0	+45,6
12	Vẹt dù ưu thế	23,4	23,4	-
13	Cóc vàng, Giá, Mắm biển	44,0	44,0	-
14	Rừng trồng ngập mặn Đâng, Trang	222,9	550,0	+327,0
15	Rừng núi đất	32,7	30,9	-1,8
16	Đất khác	307,6	342,9	+35,3
17	Mặt nước	1.939,0	1.953,2	+14,2
18	Đất nông nghiệp	891,4	517,5	-373,9
Tổng		**4.974,0**	**4.974,0**	**-**

Trong bảng 4.39, các mã QXTVNM được quy định tương tự như tại bảng 4.38. Kết quả cho thấy:

- Diện tích của một số QXTVNM không có sự thay đổi giữa năm 2012 - 2018, bao gồm: quần xã Sú, Bần chua, Trang; quần xã Vẹt dù, quần xã Cóc vàng, giá, Mắm biển. Những quần xã này phát triển tương đối ổn định và hầu như không chịu sự tác động mạnh nào từ con người.

- Diện tích của các QXTVNM như Vẹt dù, Đâng; Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang; Sú, Bần chua, Trang; Mắm biển phục hồi sau NTTS tăng nhưng không đáng kể, cụ thể:

+ Diện tích QXTVNM Vẹt dù, Đâng năm 2018 tăng 17,17 ha so với năm 2012. Diện tích này do QXTVNM số 4, 7, 9 chuyển sang;

+ Diện tích QXTVNM Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang năm 2018 tăng 0,6 ha so với năm 2012. Diện tích này do quần xã số 4 và 14 chuyển sang;

+ Diện tích QXTVNM Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển năm 2018 tăng 5,7 ha so với năm 2012. Diện tích này do quần xã số 2, 7, 9 chuyển sang;

+ Diện tích QXTVNM Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS năm 2018 tăng 45,6 ha so với năm 2012. Diện tích này thay đổi chủ yếu do rừng Mắm biển tự nhiên được con người kết hợp trồng rừng tạo thành.

- Diện tích rừng trồng ngập mặn Đâng, Trang tăng mạnh trong giai đoạn nghiên cứu (327,0 ha). Kết quả này do sự nỗ lực của người dân và các tổ chức trong công tác phục hồi rừng tại khu vực. Một số diện tích rừng được chuyển đổi sang diện tích rừng trồng bao gồm:

- Diện tích đất nông nghiệp, đất khác là diện tích đất chuyển đổi sang rừng trồng lớn nhất với 311,7 ha đất nông nghiệp và 12,4 ha đất khác. Những diện tích này phần lớn là các đầm tôm, cua có hiệu quả kinh tế thấp, sau này được đầu tư trồng rừng để cải tạo HST.

- Diện tích của các quần xã tự nhiên số 2, 4, 6, 7, 8, 9, 15 có sự suy giảm. Kết quả cụ thể như sau:

+ Diện tích quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang năm 2018 giảm 7,3 ha so với năm 2012. Diện tích này chuyển sang quần xã Vẹt dù, Đâng là chủ yếu;

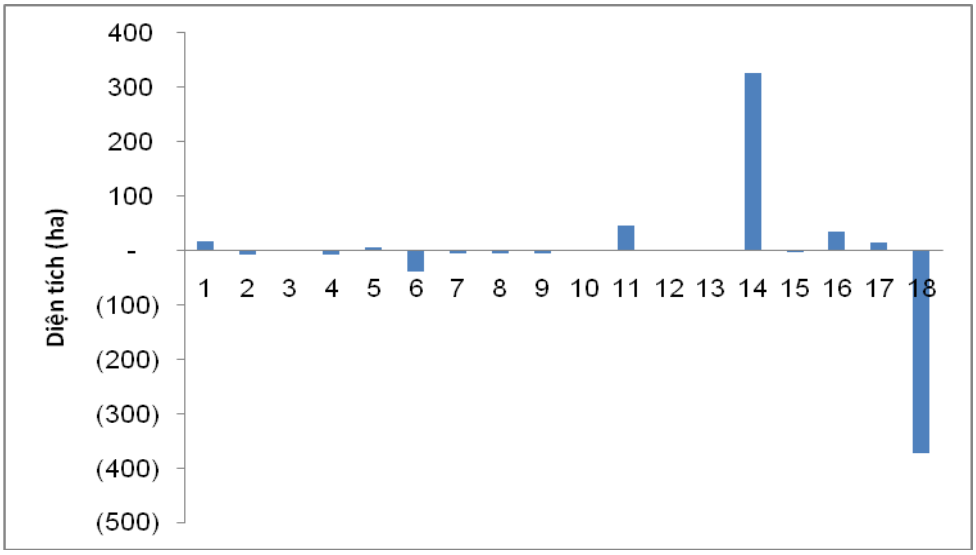
+ Diện tích quần xã Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù năm 2018 giảm 7,1 ha so với năm 2012. Diện tích này chủ yếu chuyển sang quần xã Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển;

+ Diện tích quần xã Mắm biển ưu thế năm 2018 giảm 39,5 ha so với năm 2012.

+ Diện tích quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù năm 2018 giảm 5,0 ha so với năm 2012. Diện tích này chủ yếu chuyển sang quần xã Sú, Trang;

+ Diện tích quần xã Sú, Trang, Mắm năm 2018 giảm 5,8 ha so với năm 2012. Diện tích này chủ yếu chuyển sang quần xã Mắm biển phụ hồi sau NTTS;

+ Diện tích quần xã Sú, Trang giảm 5,8 ha so với năm 2012. Diện tích này chủ yếu chuyển sang quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù.



Hình 4.22. Biểu đồ diễn biến diện tích đất và QXTVNM khu vực Đồng Rui giai đoạn 2012 - 2018

(Các mã trạng thái trong hình tương đương với các trạng thái tại bảng 4.39)

- Diện tích đất nông nghiệp có sự suy giảm nhiều nhất với 373,9 ha. Diện tích đất nông nghiệp bị suy giảm do 3 nguyên nhân sau:

+ Chuyển đổi sang diện tích đất trồng RNM Đâng, Trang như đã nói ở phần trên. Diện tích chuyển đổi là 311,7 ha;

+ Chuyển đồi sang diện tích đất khác: Chủ yếu là các diện tích chuyển đổi sang làm nhà cửa, các công trình dân sinh, kinh tế như trường học, trạm y tế, v.v... Diện tích chuyển đổi là 69,8 ha;

+ Chuyển đổi sang diện tích mặt nước: Chủ yếu là các diện tích đầm tôm không hiệu quả, sau bỏ hoang hóa thành các ao, hồ bỏ hoang.

Tóm lại, trong giai đoạn từ năm 2012 - 2018, trong các QXTVNM và đất chưa có rừng tại khu vực nghiên cứu, diện tích quần xã thực vật rừng trồng ngập mặn Đâng, Trang tăng lên nhiều nhất (327,0 ha); diện tích đất nông nghiệp suy giảm mạnh nhất (373,9 ha); có 4 QXTVNM và 2 trạng thái đất khác, mặt nước tăng lên về diện tích; 3 QXTVNM không thay đổi; 6 QXTVNM và 2 trạng thái đất khác còn lại suy giảm về diện tích so với năm 2012.

4.5. Đề xuất giải pháp phục hồi và phát triển thảm thực vật ngập mặn tại khu vực nghiên cứu

4.5.1. Cơ sở để xuất giải pháp

Các giải pháp phục hồi TTVNM khu vực Đồng Rui dựa trên các căn cứ và kết quả nghiên cứu sau đây:

- Kế thừa có chọn lọc các tài liệu khác đã có liên quan đến khí hậu, thủy văn, địa chất, đất đai, thực trạng đất ngập mặn và TTVNM vùng nghiên cứu;

- Kết quả nghiên cứu đánh giá về hiện trạng, phân bố, kết cấu, tổ thành, và sinh trưởng của các QXTVNM chủ yếu khu vực đảo Đồng Rui, Tiên Yên, Quảng Ninh;

- Kết quả điều tra, đánh giá diễn biến tái sinh và khả năng phục hồi QXTVNM tại vùng nghiên cứu.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, sau 6 năm (từ 2012-2018) các QXTVNM tại khu vực Đồng Rui hầu như không thay đổi nhiều. Tuy vậy, các kết quả theo dõi quá trình phục hồi tự nhiên của QXTVNM, thông qua tái sinh trong các lỗ trống cho thấy khả năng tự phục hồi của QXTVNM diễn ra khá tốt. Hầu hết các lỗ trống đều thu hẹp

diện tích sau 6 năm. Các kết quả nghiên cứu tái sinh dưới tán rừng nói chung cũng chứng tỏ mật độ CTS tự nhiên tăng và có sự chuyển cấp đều đặn giữa tầng CTS và TCC. Lượng CTS bổ sung vượt trội so với lượng cây chết bị mất đi, sau cả chu kỳ theo dõi 6 năm. Ngoại trừ một số vị trí đặc biệt thể hiện ở lát cắt khuyết (Hình 4.19), có hiện trạng TCC bị đổ, gãy, chết hàng loạt do nhiều nguyên nhân khác nhau. Để cho quá trình phục hồi TTVNM diễn ra có hiệu quả thì nhất thiết phải có những giải pháp tác động, hỗ trợ quá trình tái sinh tự nhiên tại khu vực nghiên cứu.

Các thông tin về điều kiện tự nhiên, kinh tế, xã hội tại khu vực nghiên cứu đã cho biết có rất nhiều nhân tố có khả năng ảnh hưởng đến các QXTVNM tại khu vực nghiên cứu như:

- Việc chuyển đổi QXTVNM và các bãi bồi sang các mục đích sử dụng đất khác (đất sản xuất nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản, xây dựng cơ sở hạ tầng, v.v..) sẽ dẫn đến việc thu hẹp diện tích hoặc suy thoái không thể phục hồi các QXTVNM;

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

- Việc thường xuyên xâm nhập vào khai thác thủy, hải sản trên những bãi mới bồi, giẫm đạp lên các trụ mầm và cây non đã làm giảm đáng kể sự tái sinh tự nhiên của các QXTVNM;

- Hoạt động sinh hoạt hàng ngày của cư dân, tập trung rác thải và các chất thải gây ô nhiễm, làm trôi dạt các trụ mầm, gây gãy đổ cây non và ảnh hưởng tới sự sinh trưởng, phát triển của những CNM trưởng thành.

Vì vậy, để bảo tồn, phát triển các QXTVNM, ngoài việc khoanh nuôi tái sinh tự nhiên cần phải có những giải pháp tác động tổng hợp, bao gồm giải pháp kỹ thuật tác động trực tiếp như trồng bổ sung, kết hợp đồng thời các giải pháp tích cực về chính sách quản lý, nghiên cứu khoa học, kỹ thuật, công nghệ, kinh tế - xã hội và giáo dục - đào tạo, v.v... cần tạo điều kiện cho quá trình phục hồi tái sinh tự nhiên và phát triển của các QXTVNM hướng ra phía biển, nơi bãi bồi mới hình thành, được ổn định và

diễn ra thuận lợi, nhanh hơn; đồng thời với việc duy trì sự phát triển ổn định, trẻ hoá RNM, cũng như làm giảm tốc độ suy thoái của các QXTVNM hiện có.

4.5.2. Giải pháp lâm sinh để phục hồi và phát triển QXTVNM tại khu vực nghiên cứu

Các kết quả nghiên cứu đã thu được của đề tài luận án đã cho thấy, cả 13 QXTVNM tự nhiên tại đảo Đồng Rui đều có khả năng phục hồi qua quá trình tái sinh tự nhiên với điều kiện thích hợp. Để thảm TVNM tại Đồng Rui phục hồi thuận lợi cần áp dụng các giải pháp là 1) Khoanh nuôi bảo vệ; 2) Khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên và 3) Khoanh nuôi xúc tiến tái sinh có trồng bổ sung. (Chi tiết giải pháp lâm sinh cho từng QXTVNM tại phụ lục 26)

Đối với lỗ trống có TCC xung quanh là Trang, Sú chiếm ưu thế, có tỷ lệ tái sinh triển vọng cao, khả năng phát tán cây con rộng. Đây cũng là những loài có đặc điểm sinh học như sai quả, dễ tái sinh, dễ phát tán bởi dòng triều cần áp dụng giải pháp ***khoanh nuôi bảo vệ và nuôi dưỡng TTVNM***. Trước hết là khoanh vùng nuôi dưỡng, nghiêm cấm các hành vi chặt phá, chuyển đổi mục đích sử dụng rừng, hạn chế các hoạt động đánh bắt thủy, hải sản ở khu vực cây mới tái sinh.

Đối với lỗ trống có TCC xung quanh là Vẹt dù, Đâng chiếm ưu thế có tỷ lệ CTS triển vọng rất thấp, khả năng phát tán kém, ngoài các biện pháp khoanh nuôi bảo vệ ra, nên áp dụng giải pháp ***khoanh nuôi xúc tiến tái sinh, kết hợp trồng bổ sung*** nhằm thúc đẩy nhanh quá trình lấp đầy lỗ trống. Ưu tiên trồng các loài cây có tính tương đồng với tầng cây xung quanh.

Kỹ thuật chi tiết cho mỗi giải pháp cụ thể như sau:

a) Kỹ thuật khoanh nuôi bảo vệ rừng

Kết hợp các cấp ngành địa phương triển khai thực hiện luật phát triển rừng, thực hiện đóng cửa rừng, hạn chế mọi tác động vào rừng từ người dân địa phương như cấm chặt phá rừng, cấm chuyển đổi mục đích sử dụng, hạn chế hoạt động khai thác, đánh bắt thủy hải sản vào sâu trong rừng.

Thời gian áp dụng: Chu kỳ đầu tiên 5 năm. Sau đó cứ 5 năm một lần tiến hành đánh giá hiệu quả, đúc rút kinh nghiệm, để triển khai tiếp chu kỳ. Tổng chu kỳ khoanh nuôi bảo vệ có thể lên tới 20 năm.

b) Kỹ thuật khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên, nuôi dưỡng rừng

Đồng thời với giải pháp khoanh nuôi bảo vệ rừng, cần thực hiện tỉa bớt cành nhánh, tỉa bớt cây cao sinh trưởng phát triển kém, cong queo sâu bệnh, dọn sạch các loại rác thải bám vào gốc cây mẹ, phủ lên CTS. Tất cả các hoạt động này nhằm tạo điều kiện cho CTS mục đích, CTS triển vọng sinh trưởng và phát triển vượt khỏi sự chèn ép của TCC, vươn lên tầng tán rừng, đồng thời kích thích và hỗ trợ sự bám trụ của cây mạ tái sinh.

Thời gian áp dụng: Tiến hành 1 lần/năm, chu kỳ từ 3 - 5 năm phụ thuộc vào vốn đầu tư.

c) Kỹ thuật khoanh nuôi xúc tiến tái sinh có trồng bổ sung

Ngoài 2 biện pháp kể trên, cũng cần trồng bổ sung cây mục đích vào những khu vực có điều kiện phù hợp. Dự kiến một số loài CNM có thể lựa chọn để trồng bổ sung như: Trang, Đâng, Mắm biển, v.v…

- Ở những QXTVNM bị suy thoái, do các bờ đầm nuôi NTTS ngăn cản dòng nước chảy, tới QXTVNM cần phá bỏ dần những bờ đầm, đào thêm mương dẫn nước để hạn chế diện tích đất bị chia cắt, gây ra hiện tượng không ngập nước định kỳ. Đồng thời cần nghiên cứu trồng bổ sung các loài khác ngoài Mắm biển, như Đâng, Trang hay Vẹt dù, v.v.. nhằm nâng cao độ đa dạng và đảm bảo sự phát triển ổn định của cả QXTVNM.

- Kết quả phân tích về cấu trúc thành phần loài CNM ở các quần xã mới được hình thành chủ yếu là các loài chịu ngập như Mắm biển. Do vậy, ở những vùng này, cần nghiên cứu, ứng dụng kỹ thuật, công nghệ làm giảm sóng (như làm tường mềm cản sóng bằng tre, quây lưới, v.v..), tạo điều kiện thuận lợi cho các trụ mầm, cây con của những loài CNM tiên phong như Sú, Trang hay Mắm biển 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, nên nghiên cứu trồng bổ sung các loài CNM khác.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

1. Đặc điểm TTVNM: Tại khu vực đảo Đồng Rui đã ghi nhận 144 loài, 115 chi, 53 họ thuộc hai ngành thực vật là ngành thực vật bậc cao có mạch là ngành Dương xỉ (Pteridophyta) và ngành Ngọc lan (Magnoliophyta). Trong đó có 16 loài CNM thực sự phân bố ở 14 QXTVNM với 13 QXTVNM tự nhiên và 1 QXTVNM là rừng trồng đã được xác định, với tổng diện tích 2.129,6 ha. Các loài gồm Vẹt dù, Đâng , Sú, Trang và Mắm biển là các loài đặc trưng cho QXTVNM ở khu vực nghiên cứu.

2. Đặc điểm cấu trúc tầng cây cao một số QXTVNM: Thành phần loài TCC có độ đa dạng thấp, số loài tham gia CTTT của các QXTVNM dao động từ 2 - 6 loài, Vẹt dù và Đâng là 2 loài chiếm ưu thế trên nhiều quần xã, mật độ trung bình TCC từ 2.223 - 7.333 cây/ha, độ tàn che TCC từ 0,36 đến 0,83, đường kính gốc trung bình đạt 5,7 cm, chiều cao vút ngọn dao động 1,4 - 2,8 m, diện tích tán của cây từ 1,3 - 6,1 m^2.

3. Xu hướng biến động TTVNM: Có 3 xu hướng diễn thế tại khu vực nghiên cứu tại khu vực Đông Nam, đảo Đồng Rui quá trình diễn thế nguyên sinh bao gồm 4 giai đoạn: giai đoạn tiên phong, giai đoạn hỗn hợp, giai đoạn Vẹt dù ưu thế và giai đoạn cuối; khu vực khác là ở Tây Bắc của đảo Đồng Rui, chỉ có 3 giai đoạn của diễn thế nguyên sinh, bao gồm giai đoạn tiên phong, giai đoạn hỗn hợp và giai đoạn cuối; khác với 2 khu vực trên, ở khu vực Tây Nam của đảo Đồng Rui chỉ có 2 giai đoạn diễn thế: giai đoạn hỗn hợp và giai đoạn cuối. Sự khiếm khuyết giai đoạn tiên phong sẽ là khởi đầu của sự suy thoái QXTVNM tự nhiên tại khu vực này.

Xu hướng diễn thế thứ sinh diễn ra tại những khu vực đầm nuôi tôm bị bỏ hoang, phân bố tập trung từ phía Đông Bắc của đảo, các bờ đầm bị vỡ, khi nước triều vào tạo các lạch nước nhỏ trong đầm, Mắm biển là loài cây tiên phong chiếm ưu thế cao.

4. Đặc điểm tái sinh tự nhiên của các QXTVNM: Gồm 2 hình thức tái sinh:

- Dưới tán của các QXTVNM, mật độ CTS tự nhiên dao động từ 3.500 - 18.500 cây/ha và chiếm phần lớn là CTS có chiều cao <0,8 m, CTS có chiều cao ≥0,8 m; có mật độ dao động 333 - 3.000 cây/ha; tổ thành loài CTS chủ yếu gồm 2 - 4 loài và tương đối đồng nhất với TCC.

- Trong số 15 lỗ trống ở 4 ODV, đại diện cho 4 quần xã điển hình, các lỗ trống có diện tích đều giảm do tái sinh tự nhiên trong lỗ trống đã vá liền: mật độ CTS trong lỗ trống trung bình thấp hơn so với tái sinh dưới tán, dao động 1.000 - 9.000 cây/ha; tổ thành loài CTS trong lỗ trống cũng khá đơn giản, chỉ từ 1 - 5 loài và khá tương đồng với TCC và mật độ CTS ở cấp chiều cao <0,8 m chiếm chủ yếu, mật độ CTS giảm ở những cấp chiều cao ≥0,8 m (300 - 3.500 cây/ha).

5. Quá trình phục hồi các QXTVNM: Trong TTVNM tại xã Đồng Rui có thể tận dụng khả năng phục hồi tự nhiên thông qua khả năng tái sinh tự nhiên của của các QXTVNM. Quá trình phục hồi được diễn ra theo 2 cách là dưới tán cây và trong các lỗ trống.

+ Tái sinh dưới tán: tổ thành TCC và tầng CTS tương đối đơn giản, với sự xuất hiện từ 1 - 4 loài ưu thế, sau 6 năm không có sự biến đổi nhiều về thành phần loài giữa TCC và tầng CTS, mật độ CTS dưới tán tăng lên sau 6 năm, dao động từ 15.208 - 19.853 cây/ha, có sự tăng lên về độ đa dạng loài của quần xã;

+ Tái sinh trong lỗ trống: mật độ CTS trong lỗ trống biến động mạnh hơn so với CTS dưới tán, dao động từ 1.000 - 20.500 cây/ha, tăng mạnh sau 6 năm, tổ thành loài CTS trong lỗ trống cũng dao động từ 2 - 5 loài CTS, tương đồng cao với tổ thành TCC tại cả 2 thời điểm 2012, 2018.

6. Đề xuất giải pháp phục hồi thảm thực vật ngập mặn khu vực quanh đảo Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh: TTVNM có khả năng phục hồi tự nhiên nếu không bị tác động từ bên ngoài nên các giải pháp đề xuất là khoanh nuôi bảo vệ, khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên và khoanh nuôi xúc tiến tái sinh kết

hợp trồng bổ sung. Các giải pháp này được áp dụng linh hoạt cho từng loại quần xã khác nhau tùy vào đặc điểm riêng từng quần xã.

Kiến nghị

Cần tiếp tục nghiên cứu, hoàn thiện, bổ sung các biện pháp kỹ thuật phục hồi và phát triển TTVNM, các giải pháp kỹ thuật tổng hợp để khôi phục và phát triển TTVNM của địa phương và cả nước có điều kiện tương tự.

Cần tiếp tục tiến hành phục hồi, trồng mới và quản lý bền vững hệ sinh thái RNM ven biển xã Đồng Rui, nâng cao nhận thức, năng lực về phục hồi, bảo vệ và phát triển bền vững TTVNM, bảo tồn đa dạng sinh học và ứng phó với BĐKH, cải thiện sinh kế cho người dân địa phương.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu tiếng Việt

1. Bộ Lâm nghiệp (1993), *Quy phạm các giải pháp kỹ thuật lâm sinh áp dụng cho rừng sản xuất gỗ và tre nứa (QPN 14-92);*

2. Bộ Lâm nghiệp (1984), *Quy phạm kỹ thuật trồng, nuôi dưỡng và bảo vệ rừng Đước(QPN7-84)*;

3. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2018), *Quyết định số 1187/QĐ-BNN-TCLN ngày 03/4/2018 về việc công bố hiện trạng rừng toàn quốc năm 2017*;

4. Bộ Khoa học và Công nghệ (2007), *Sách Đỏ Việt Nam*, phần Thực vật, Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Hà Nội;

5. Trần Quang Bảo & Lã Nguyên Khang (2014), *Ứng dụng GIS trong quản lý tài nguyên thiên nhiên*, NXB Nông nghiệp, Hà Nội;

6. Trần Thanh Cao (2006), *Nghiên cứu trồng và tăng trưởng Bần chua trên vùng ngập sâu và xói lở tại xã Trung Bình, huyện Long Phú, xã An Thạch Ba, xã An Thạch Nam, huyện Cù Lao Dung, tỉnh Sóc Trăng*, Dự án bảo vệ và phát triển những vùng ngập nước ven biển Việt Nam - Phân viện nghiên cứu khoa học lâm nghiệp Nam Bộ;

7. Võ Văn Chi (1996), *Từ điển cây thuốc Việt Nam,*Nhà xuất bản Y học, Hà Nội;

8. Trần Văn Con (2009), "*Động thái tái sinh rừng tự nhiên lá rộng thường xanh vùng núi phía bắc*", Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn,số 7, tr. 99-103;

9. Trần Ngọc Cường, Trần Huyền Trang (2010), *Phục hồi hệ sinh thái rừng ngập mặn trường hợp điển hình tại xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh*, Cục Bảo tồn Đa dạng sinh học, Tổng cục Môi trường, Bộ Tài nguyên và Môi trường;

10. Đinh Thanh Giang (2010), *Đánh giá diễn biến suy giảm hệ sinh thái rừng ngập mặn Quảng Ninh đến Hải Phòng, đề xuất các biện pháp khắc phục và xây dựng mô hình thí điểm tại Đồng Rui - Tiên Yên, Quảng Ninh*, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam;

11. Đinh Thanh Giang (2016), *Nghiên cứu đặc điểm đất ngập mặn vùng ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng làm cơ sở đề xuất các giải pháp khôi phục hệ sinh thái rừng ngập mặn, Luận án tiến sĩ lâm nghiệp,* Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 134 tr;

12. Phạm Hoàng Hộ (1991-1993), (1999-2000), *Cây cỏ Việt Nam*, Tập 1-3, Nhà xuất bản Trẻ, thành phố Hồ Chí Minh;

13. Phan Nguyên Hồng (1991), *Sinh thái thảm thực vật rừng ngập mặn Việt Nam*, Luận án tiến sĩ khoa học sinh học, Đại học Sư phạm Hà Nội I, Hà Nội; 357 tr;

14. Phan Nguyên Hồng (1999), *Rừng ngập mặn Việt Nam*, Nhà xuất bản Nông Nghiệp, Hà Nội, tr. 15-57;

15. Phan Nguyên Hồng và Hoàng Thị Sản (1984), *Kết quả nghiên cứu về hệ thực vật rừng ngập mặn Việt Nam*, Tuyển tập hội thảo Quốc gia về hệ sinh thái rừng ngập mặn Việt nam lần 1. Hà Nội, tr. 68-73;

16. Bảo Huy, Nguyễn Thị Thanh Hương (2014), *Sử dụng ảnh vệ tinh SPOT 5 và GIS để ước tính và giám sát sinh khối, carbon ở rừng lá rộng thường xanh vùng Tây nguyên*. Tạp chí Khoa học Công nghệ Việt Nam, số 9, tr. 52-58;

17. Nguyễn Quang Hùng (2011), *Nghiên cứu, đánh giá nguồn lợi thuỷ sản và đa dạng sinh học của một số vùng rừng ngập mặn điển hình để khai thác hợp lý và phát triển bền vững*. Tạp chí Khoa học Công nghệ Việt Nam, số 7, tr. 46-52;

18. Triệu Văn Hùng (2007), *Lâm sản ngoài gỗ*, Dự án hỗ trợ chuyên ngành Lâm sản ngoài gỗ tại Việt Nam - Pha 2. Nhà xuất bản Bản đồ, Hà Nội.

19. Lê Công Khanh (1986), *Rừng nước mặn và rừng nhiệt đới trên đất chua phèn,* Nhà xuất bản thành phố Hồ Chí Minh;

20. Đỗ Tất Lợi (1999), *Những cây thuốc và vị thuốc Việt Nam***,** Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội; tr. 4, 195 và 685;

21. Trần Đình Lý (1998), *Sinh thái thảm thực vật*, Giáo trình cao học, Viện sinh thái và Tài nguyên sinh vật, Hà Nội;

22. Viên Ngọc Nam (2002), *Nghiên cứu sinh khối và năng suất sơ cấp quần xã Mắm trắng tự nhiên Cần Giờ - Hồ Chí Minh*, Luận án tiến sĩ, Viện khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, Hà Nội, 147 tr;

23. Bùi Chính Nghĩa (2012), *Nghiên cứu cấu trúc và động thái rừng phục hồi vùng Tây Bắc*, Luận án tiến sĩ nông nghiệp, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam; 171 tr;

24. Vũ Tấn Phương (2013), *Xây dựng các giải pháp kỹ thuật tổng hợp để quản lý và phát triển bền vững rừng ngập mặn phòng hộ ven biển nhằm ứng phó với biến đổi khí hậu*, Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam;

25. Đỗ Xuân Phương (2006), *Nghiên cứu trồng thử nghiệm cây Đước trong túi bầu nylon trên đất bãi bùn khó khăn tại huyện Vĩnh Châu, Sóc Trăng*, Dự án bảo vệ và phát triển các vùng Đất ngập nước ven biển Nam Việt Nam;

26. Ngô Đình Quế (2003), *Khôi phục phát triển RNM và rừng Tràm ở Việt Nam*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội; 77 tr;

27. Đoàn Đình Tam (2012), *Nghiên cứu kỹ thuật trồng rừng ngập mặn trên các điều kiện lập địa khó khăn góp phần chắn sóng vùng ven biển các tỉnh miền Bắc Việt Nam*, Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam; số 4, tr. 32-38;

28. Đặng Trung Tấn (1998), *Ảnh hưởng của chế độ ngập triều đến sự phát triển của rừng đước*, Báo cáo khoa học tại hội thảo khoa học về RNM ở Cà Mau;

29. Nguyễn Văn Thêm (2002), *Sinh thái rừng*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, tr. 135-146;

30. Nguyễn Nghĩa Thìn (2007), *Các phương pháp nghiên cứu thực vật*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, tr. 57- 86;

31. Trần Xuân Thiệp (1995), *Vai trò tái sinh và phục hồi rừng tự nhiên ở các vùng miền Bắc*. Kết quả nghiên cứu khoa học lâm nghiệp 1991-1995, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội;

32. Phạm Hồng Tính (2017), *Nghiên cứu biến đổi TTVNM ven biển miền Bắc Việt Nam trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng,* Luận án tiến sĩ sinh học, Trường đại học Sư phạm Hà Nội, 111 tr;

33. Tổng cục Môi trường - Cục Bảo tồn đa dạng sinh học (2015), *Hiện trạng đa dạng sinh học của Vườn Quốc gia Xuân Thủy tỉnh Nam Định*, Nhà xuất bản Hồng Đức;

34. Tổng cục Môi trường (2009-2011), *Điều tra, đánh giá, dự báo mức độ tổn thất, suy thoái và khả năng chống chịu, phục hồi của HST RSH, thảm cỏ biển và RNM ở vùng biển, ven biển Việt Nam; đề xuất các giải pháp bảo vệ theo hướng PTBV, Hà Nội,* http://vea.gov.vn/vn/khoahoccongnghe/cacdetaiduan/Pages/default.aspx; 20/8/2018

35. Tổng cục Thủy sản (2012), *Quy hoạch chi tiết khu bảo tồn biển Tiên Yên - Hà Cối*, Quảng Ninh, Hà Nội;

36. Nguyễn Hoàng Trí (1996), *Thực vật rừng ngập mặn*, Nhà xuất bản Nông Nghiệp, Hà Nội, tr. 13-63;

37. Nguyễn Hoàng Trí (1999), *Sinh thái học rừng ngập mặn*, Nhà xuất bản Nông Nghiệp, Hà Nội, tr. 21-48, 208-210;

38. Nguyễn Đắc Triển, 2014. *Nghiên cứu động thái tái sinh tự nhiên rừng lá rộng thường xanh tại vườn quốc gia Xuân Sơn, tỉnh Phú Thọ*. Luận án tiến sĩ Lâm nghiệp, Trường Đại học Lâm nghiệp, 132 tr;

39. Thái Văn Trừng (1970, 1978), *Thảm thực vật rừng Việt Nam*, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, Hà Nội;

40. Thái Văn Trừng (1999), *Những hệ sinh thái rừng nhiệt đới ở Việt Nam*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Tp. Hồ Chí Minh;

41. Hoàng Văn Tuấn, Trần Đăng Quy, Nguyễn Văn Vượng và Mai Trọng Nhuận (2012), *Định hướng phân vùng chức năng sử dụng bền vững tài nguyên - môi trường Vịnh Tiên Yên,* Tạp chí Khoa học Trái đất, số 34 (4), tr. 192-195;

42. Nguyễn Hải Tuất, Vũ Tiến Hinh, Ngô Kim Khôi (2006), *Phân tích thống kê trong lâm nghiệp*, Nhà xuất bản nông nghiệp, Hà Nội, Việt Nam, 324 tr;

43. Ủy ban nhân dân tỉnh Quảng Ninh (2012), *Kế hoạch Hành động Đa dạng sinh học tỉnh Quảng Ninh;*

44. Ủy ban nhân dân tỉnh Quảng Ninh (2018) *http://quangninh.gov.vn/Trang/ban-do.aspx;* 28/8/2018

Tài liệu tiếng Anh

45. Amir A. (2012). *Canopy gaps and the natural regeneration of Matang mangrovers*. Forest ecology and Management 269 (2012), pp. 60-67;

46. Amir A. (2009), *A forever young ecosystem*: *Light gap creation and turnover of subtropical mangrove forests in Moreton Bay, southeast Queensland, Australia*. Pacific Science Inter-Congress 6, pp. 2-6 Tahiti, French Polynesia;

47. Aksornkoae S. (1996), *Reforestation of mangrove forest in Thailand- A case study of Pattani, Restoration of mangrove ecosystem*, The International Tropical Timber Organisation and the International Society for Mangrove Ecosystem, pp. 53-63;

48. Chapman V. J. (1977), *Wet coastal ecosystems, Ecossystems of the World*: 1. Elsevier Scientific Publishing Company, 428, pp. 68-71;

49. Connell J. H. (1978), *Diversity in tropical rain forest and coral reefs*, Science 199, pp. 1302-1309;

50. Choudhury J. K. (1994), *Mangroves re-afforestation in Bangladesh, Proceedings of the workshop in ITTO project development and dissemination of re-afforestation techniques of mangrove fores*t, Thailan, pp. 186-199;

51. Vu Van Cuong, (1964), *Flore et vegetation de la mangrove de la region de Saigon – Cap Saint Jacques, Sub Vietnam*, Ph.D. disertation, Univ. Paris;

52. Duke, N. C. (1992), *Mangrove floristics and biogeography*, Tropical mangrove ecosystems, pp. 63-100;

53. Giri C. J. Long, S. Abbas, R. M. Murali, F. M. Qamer, B. Pengra, D. Thau (2015). *Distribution and dynamics of mangrove forests of South Asia*, Environmental Management, Issue. 148, pp.101-111;

54. Ferreira A. C, G. Ganade, J. G. de Attayde (2015), *Restoration versus natural regeneration in a neotropical mangrove: Effects on plant biomass and crab communities* . Ocean & Coastal Management 110 (2015), pp. 38-45;

55. Field C. (1998), *Rehabilitation of mangrove ecosystems: an overview*. Marine Pollution Bulletin 37(8-12), pp. 383 - 392;

56. FAO (2015), *Global Forest Resources Assessment 2015*, Desk reference, Rome, 2015.

57. Havanond S. (1994), *Re-afforestation of mangrove forest in Thailand. Proceedings of the workshop in ITTO project development and dissemination of re-afforestation techniques of mangrove forest*, Thailand, pp. 203-215;

58. Heather L. Hayden (2014), *The Erosion of Coastal Sediment and Regeneration of Rhizophora mangle Following Anthropogenic Disturbance on Turneffe Atoll, Belize*, https://pdxscholar.library.pdx.edu/open_access_etds; 18/9/2018;

59. Jans L. (1993), *Gaps and forest zones in tropical moist forest in Ivory coast*, Biotropica 25, pp. 258-269;

60. Kamruzzaman M. D., MD. Minhaj-Uj-Siraj, S. Ahmed, and A. Osawa, (2017), *Regeneration status of mangrove species under mature stands in the oligohaline zone of the Sundarbans, Bangladesh Regional.* Studies in Marine Science 16, pp. 15 - 20;

61. Mayers S. P. (1965), *Observations on fungal infestations of turtle grass*. Thalassia testudinum Koenig. Bull, Mar. Sci, 15, pp. 548-64;

62. Mohamed M. O. S., J. Zhongkui (2008), *Mangrove forests in a peri-urban setting: the case of Mombasa (Kenya).* Wetlands Ecology and Management, N02, pp. 15-18;

63. Olagoke A. O., J. O. Bosire & U. Berger (2013), *Regeneration of Rhizophora mucronata (Lamk.) in degraded mangrove forest: Lessons from point pattern analyses of local tree interactions* Acta Oecologica 50, pp. 1-9;

64. Pranchai A. (2017), *Regeneration and self-thinning processes in a restored Rhizophora apiculata plantation in southern Thailand,* Agriculture and Natural Resources 51, pp. 390-394;

65. Quarto A. (2007*), Ecological mangrove restoration: workshop series. Pages 1-20 in Proceedings of the National Ecological Mangrove Restoration* - Tangalle, Sri Lanka, Februar 2, pp. 5-9;

66. Qureshi M. T. (1996), *Restoration of mangrove in Pakistan, Restoration of mangrove ecosystem*, The International Tropical Timber Organisation and the International Society for Mangrove Ecosystem, pp. 126-142;

67. Raunkier C. (1934), *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Introduction by A.G. Tansley. Oxford University Press, Oxford;

68. Sillanpää M., J. Vantellingen & D. A. Friess (2017), *Vegetation regeneration in a sustainably harvested mangrove forest in West Papua, Indonesia*. Forest Ecology and Management 390, pp. 137-146;

69. Spalding M., M. Kainuma; L. Collins (2010). *World Atlas of Mangroves.* Earthscan, London, UK, and Washington DC, USA;

70. Winata A.; E. Yuliana & E. Rusdiyanto (2017). *Diversity and natural regeneration of mangrove vegetation in the tracking area on Kemujan Island Karimunjawa National Park, Indonesia*. AES Bioflux, 2017, Volume 9, Issue 2. http://www.aes.bioflux.com.ro, 19/9/2018;

71. Untawale A. G. (1996), *Restoration of mangrove along the Central West Coast of India. Restoration of mangrove ecosystem*, The International Tropical Timber Organisation and the International Society for Mangrove Ecosystem, pp. 111-125.

DANH SÁCH CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

Từ 9/2018 đến 12/2018, NCS Nguyễn Hoàng Hanh đã công bố được 05 công trình liên quan đến nội dung nghiên cứu của luận án. Bản sao của các công trình được sắp xếp ở các trang tiếp theo:

1. **Nguyễn Hoàng Hanh**, Mai Sỹ Tuấn, 2018. Hiện trạng thảm thực vật ngập mặn xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học trái đất và Môi trường* 34 (3), 2018: 120-130.

2. **Nguyễn Hoàng Hanh,** Đỗ Quý Mạnh, Trần Việt Hà, 2018. Một số tính chất lý, hóa học của đất ngập mặn tại khu vực xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh. *Tạp chí Rừng và Môi trường* 90, 2018: 26-30.

3. **Nguyễn Hoàng Hanh**, Phạm Hồng Tính, Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Mai Sỹ Tuấn, 2018. Đặc điểm tái sinh lỗ trống của rừng ngập mặn tại Đồng Rui, Tiên Yên, Quảng Ninh. *Tạp chí Sinh học* 40 (2), 2018: 129-137.

4. **Nguyễn Hoàng Hanh**, Cao Bá Kết, Trần Thị Mai Sen, Lê Hồng Liên, Phạm Thị Quỳnh, 2018. Đặc điểm cấu trúc tầng cây cao và xu hướng diễn thế của các quần xã thực vật ngập mặn, xung quanh đảo Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn: Khoa học và Công nghệ* 23, 2018: 89-96.

5. **Nguyễn Hoàng Hanh**, Trần Thị Mai Sen, Lê Hồng Liên, Cao Bá Kết, 2018. Động thái tái sinh tự nhiên dưới tán rừng của các quần xã thực vật ngập mặn tại xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm Nghiệp 6*, 2018: 40-48.

PHỤ LỤC

Phụ lục 01: Một số hình ảnh rừng ngập mặn quanh đảo Đồng Rui

Phụ lục 1.1. Quần xã Sú, Trang, Mắm biển

Phụ lục 1.2. Quần xã Mắm biển ưu thế (phía ngoài bên trái); quần xã Sú, Trang, Mắm biển (phía trong bên phải)

Phụ lục 1.3. Quần xã Vẹt dù + Đâng

Phụ lục 1.4. Quần xã Vẹt dù + Đâng

Phụ lục 1.5. Quần xã Vẹt dù ưu thế

Phụ lục 1.6. Lỗ trống 06

Phụ lục 1.7. Lỗ trống 09

Phụ lục 1.8. Lỗ trống 10

Phụ lục 1.9. Lỗ trống 50

Phụ lục 1.10. Xói mòn do sóng và dòng chảy ven bờ

Phụ lục 1.11. Xói mòn làm cho cây bị bật gốc, đổ ngã và chết cây ngập mặn

Phụ lục 1.12. Nuôi trồng thuỷ hải sản làm mất diện tích rừng

Phụ lục 1.13. Phá rừng ngập mặn làm bờ bao nuôi trồng thuỷ hải sản

Phụ lục 02 : Danh lục các loài thực vật bậc cao có mạch rừng ngập mặn quanh đảo Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh

TT	Tên khoa học	Tên Việt Nam
I.	**PTERIDOPHYTA**	**NGÀNH DƯƠNG XỈ**
1)	**Dennstaedtiaceae**	**Họ Ráng đăng tiết**
1.	*Pteridum aquilinum* (L.) Kuhn	Ráng cánh to
2)	**Marsileaceae**	**Họ Rau bợ**
2.	*Marsilea quadrifolia* L.	Rau bợ
3)	**Oleadraceae**	**Họ Ráng lá chuối**
3.	*Nephrolepis cordifolia* (L.) C. Presl	Ráng xương rắn
4)	**Pteridaceae**	**Họ Chân xỉ**
4.	*Acrostichum aureum* L.	Ráng biển
5)	**Schizeaceae**	**Họ Bòng bong**
5.	*Lygodium flexuosum* (L.) Sw.	Bòng bong
6.	*Schizea dichotoma* (L.) J.E Sm.	Bòng bong
II.	**MAGNOLIOPHYTA**	**NGÀNH NGỌC LAN**
IIa.	***MAGNOLIOPSIDA***	***LỚP NGỌC LAN***
6)	**Acanthaceae**	**Họ Ô rô**
7.	*Acanthus ilicifolius* L.	Ô rô
8.	*Ruellia tuberosa* L.	Quả nổ
7)	**Aizoaceae**	**Họ Rau đắng đất**
9.	*Gisekia pharnaceoides* L.	Cỏ lết
10.	*Glinus oppositifolius* L.Dc.	Rau đắng
11.	*Sesuvium portulacastrum* L.	Sam biển
8)	**Amaranthaceae**	**Họ Rau dền**
12.	*Alternanthera sessilis* (L.) A. DC.	Rau rệu
13.	*Amaranthus spinosus* L.	Dền gai
9)	**Annonaceae**	**Họ Na**
14.	*Annona glabra* L.	Na biển
10)	**Apiaceae**	**Họ Hoa tán**
15.	*Centella asiatica* (L.) Urb.	Rau má
11)	**Apocynaceae**	**Họ Trúc đào**
16.	*Calotropis gigantea* (L.) Dryand	Bồng bồng
17.	*Cerbera manghas* L. ex Gaertn.	Mướp xác
18.	*Finlaysonia obovata* Wall.	Dây mủ/ phin lai sơn/
12)	**Asteraceae**	**Họ Cúc**
19.	*Ageratum conyzoides* L.	Cứt lợn
20.	*Aster ageratoides* Turcz	Cúc sao
21.	*Artemisia vulgaris* L.	Ngải cứu
22.	*Bidens pilosa* L.	Đơn buốt
23.	*Eclipta prostrata* (L.) Hassk.	Nhọ nồi
24.	*Eupatorium odoratum* L.	Cỏ lào
25.	*Lactuca indica* L.	Bồ công anh
26.	*Launaea sarmentosa* (Willd.) Kuntzc	Sa sâm Việt

27.	*Pluchea indica* (L.) Lees	Cúc tần
28.	*Pluchea pteropoda* Hemsl.	Sài hồ nam
29.	*Tridax procumbens* L.	Cỏ mui/ cúc mai
30.	*Wedelia biflora* (L.) DC.	Cúc hai hoa
13)	**Boraginaceae**	**Họ Vòi voi**
31.	*Heliotropium indicum* L.	Vòi voi
14)	**Capparaceae**	**Họ Màn màn**
32.	*Cleome gynandra* L.	Màn màn trắng
33.	*Cleome viscosa* L.	Màn màn
15)	**Casuarinaceae**	**Họ Phi lao**
34.	*Casuarina equisetifolia* Forst. & Forst. f	Phi lao
16)	**Ceratophyllaceae**	**Họ Kim ngư**
35.	*Ceratophyllum demersum* L.	Kim ngư/rong đuôi chồn
17)	**Chenopodiaceae**	**Họ Rau muối**
36.	*Chenopodium ambrosioides* L.	Dầu giun
37.	*Chenopodium filifolium Smith* L.	Rau muối
38.	*Suaeda maritima* (L.) Dum	Rau muối biển
18)	**Combretaceae**	**Họ Bàng**
39.	*Lumnitzera racemosa* Willd.	Cóc vàng
40.	*Quisqualis indica* L.	Dây giun
19)	**Convovulaceae**	**Họ Khoai lang**
41.	*Ipomoea involucrata* Beauv.	Bìm tổng bao
42.	*Ipomoea obscura* L. Ker –Gawl	Bìm bìm
43.	*Ipomoea pes-caprae* (L.) Br.	Muống biển
20)	**Cucurbitaceae**	**Họ Bầu bí**
44.	*Coccinia grandis* (L.) Voigt	Dây bình bát
45.	*Zehneria indica* Keyr.	Chùm thẳng
21)	**Cuscutaceae**	**Họ Tơ hồng**
46.	*Cuscuta chinensis* Lam.	Dây tơ hồng
22)	**Multingiaceae**	**Họ Trứng cá**
47.	*Muntingia calabura* L.	Trứng cá
23)	**Euphorbiaceae**	**Họ Thầu dầu**
48.	*Alchornea rugosa* (Lour.) Muell. -Arg.	Bọ nẹt
49.	*Breynia fruticosa* (L.) Hook.	Bồ cu vẽ
50.	*Euphorbia hirta* L.	Cỏ sữa lá lớn
51.	*Euphorbia thymifolia* L.	Cỏ sữa lá nhỏ
52.	*Excoecaria agallocha* L.	Giá
53.	*Glochidion velutinum* Wight	Bọt ếch
54.	*Mallotus apelta* (Lour.) Muell. -Arg.	Bùm bụp
55.	*Phyllanthus unrinaria* L.	Chó đẻ
56.	*Ricinus communis* L.	Thầu dầu
57.	*Sauropus bacciformis* (L.) Airy-Shaw.	Ngót biển quả mập
58.	Sebastiania chamaelea (L.) Muell.-Arg	Thuốc lậu
24)	**Fabaceae**	**Họ Đậu**
59.	*Alysicarpus vaginalis* (L.) DC.	Đậu vẩy ốc

60.	*Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb.	Móc hùm
61.	*Canavalia lineata* (Thunb.) DC.	Đậu đao biển
62.	*Canavalia maritima* (Aubl.) Thouars	Đậu biển
63.	*Crotalaria pallida* Aiton.	Lục lạc ba lá tròn
64.	*Derris trifoliata* Lour.	Cốc kèn
65.	*Mimosa pudica* L.	Trinh nữ
66.	*Senna occidentalis* L.	Muồng lá khế
67.	*Senna tora* L.	Thảo quyết minh
25)	**Haloragaceae**	**Họ Rong đuôi chồn**
68.	*Myriophyllum dicoccum* F. Muell.	Rong xương cá
26)	**Goodeniaceae**	**Họ Hếp**
69.	*Scaevola hainanense* Hance	Hếp Hải Nam
70.	*Scaevola taccada* (Gaentn.) Roxb.	Hếp
27)	**Lamiaceae**	**Họ Húng**
71.	*Leonurus japonicus* Houtt	Ích mẫu
72.	*Leucas ciliata* Benth.	Bạch thiệt lông
73.	*Prunella vulgalis* L.	Hạ khô thảo
28)	**Malvaceae**	**Họ Bông**
74.	*Abelmoschus moschatus* (L.) Medik	Vông vang
75.	*Abutilon indicum* (Torner) Sweet	Cối xay
76.	*Sida rhombifolia* L.	Ké hoa vàng
77.	*Urena lobata* L.	Ké hoa đào
29)	**Meliaceae**	**Họ Xoan**
78.	*Melia azedarach* L.	Xoan
79.	*Xylocarpus granatum* Koen.	Xu ổi
30)	**Lauraceae**	**Họ Long não**
80.	*Cassytha filiformis* L.	Tơ xanh
31)	**Malvaceae**	**Họ Bông**
81.	*Hibiscus tiliaceus* L.	Tra
82.	*Thespesia populnea* (L.) Soland ex. Correa	Tra lâm vồ
32)	**Myoporaceae**	**Họ Bách sao**
83.	*Myoporum bontioides* A. Gray.	Bách sao (chọ)
33)	**Myrsinaceae**	**Họ Đơn nem**
84.	*Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco	Sú
34)	**Oxalidaceae**	**Họ Chua me**
85.	*Oxalis corniculata* L.	Chua me đất hoa vàng
86.	*Oxalis corymbosa* A. DC.	Chua me đất hoa hồng
35)	**Polygonaceae**	**Họ Rau răm**
87.	*Rumex maritimus* L.	Chút chít
36)	**Portulacaceae**	**Họ Rau sam**
88.	*Portulaca oleracea* L.	Rau sam
37)	**Rhamnaceae**	**Họ Táo ta**
89.	*Ziziphus oenoplia* (L.) Mill.	Táo dại
38)	**Rhizophoraceae**	**Họ Đước**
90.	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lam.	Vẹt dù

91.	*Kandelia obovata* Sheue Liu &Yong	Trang
92.	*Rhizophora apiculata* Blume	Đước
93.	*Rhizophora stylosa* Griff.	Đâng/đước vòi
39)	**Solanaceae**	**Họ Cà**
94.	*Datura metel* L.	Cà độc dược
95.	*Physalis angulata* L.	Tầm bóp
96.	*Solanum capsicoides* All.	Cà gai quả đỏ
97.	*Solanum torvum* Swartz.	Cà pháo dại
40)	**Sonneratiaceae**	**Họ Bần**
98.	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Bần chua
41)	**Rubiaceae**	**Họ Cà phê**
99.	*Scyphiphora hydrophyllacea* Gaertn. F.	Côi
42)	**Sterculiaceae**	**Họ Trôm**
100.	*Heritiera littoralis* Dry.	Cui biển
43)	**Urticaceae**	**Họ Gai**
101.	*Pouzolzia zeylanica* (L.) Benn	Bọ mắm
44)	**Verbenaceae**	**Họ Mắm**
102.	*Avicennia lanata* Ridl	Mắm quăn
103.	*Avicennia marina* (Forsk.) Veirh	Mắm biển
104.	*Clerodendrum chinense* (Osbeck) Mabb.	Ngọc nữ thơm
105.	*Clerodendrum cyrtophyllum* Turcz.	Bọ mẩy, bọ nẹt
106.	*Clerodendrum inerme* (L.) Gaertn.	Vạng hôi / ngọc nữ biển
107.	*Clerodendrum kaempferi* (Jacq) Sieb. ex Hassk.	Xích đồng nam
108.	*Lantana camara* L.	Thơm ổi, ngũ sắc
109.	*Phyla nodiflora* (L.) Greene	Dây lức
110.	*Premna serratifolia* L.	Vọng cách
111.	*Stachytarpheta jamaicensis* (L.) Vahl	Cỏ đuôi chuột
112.	*Verbena officinalis* L.	Cỏ roi ngựa
113.	*Vitex rotundifolia* L.	Quan âm
114.	*Vitex trifolia* L.	Từ bi ba lá
IIb.	***LILIOPSIDA***	**LỚP HÀNH**
45)	**Amaryllidaceae**	**Họ Náng**
115.	*Crinum asiaticum* L.	Náng hoa trắng
46)	**Arecaceae**	**Họ Cau dừa**
116.	*Cocos nucifera* L.	Dừa
47)	**Commelinaceae**	**Họ Thài lài**
117.	*Commelina bengalensis* L.	Trai ấn
48)	**Cyperaceae**	**Họ Cói**
118.	*Cyperus difformis* L.	Cỏ chao/tò ty
119.	*Cyperus distans* L.f.	Cói bông cách/ u du thưa
120.	*Cyperus flabelliformis* Rottb.	Thủy trúc
121.	*Cyperus malaccensis* Lam.	Cói, lác
122.	*Cyperus pygmaeus* Rottb.	Cói lùn
123.	*Cyperus radians* Nees. ex Mey ex Nees	Cỏ gấu đất cát
124.	*Cyperus rotundus* L.	Hương phụ, cỏ gấu

125.	*Cyperus stoloniferus* Retz.	Củ gấu biển
126.	*Cyperus tegetiformis* Roxb.	Lác gon
127.	*Fimbristylis dichotoma* (L.) Vahl	Cỏ quăm nhân đôi
128.	*Fimbristylis ferruginea* (L.) Vahl	Cỏ lông / mạo thư sét
129.	*Kyllinga brevifolia* Rottb.	Cỏ bạc đầu
130.	*Scirpus kimsonensis* K.Khoi	Cỏ ngạn
49)	**Flagellariaceae**	**Họ Mây nước**
131.	*Flagellaria indica* L.	Mây nước
50)	**Hydrocharitaceae**	**Họ Thủy thảo**
132.	*Halophila minor* (Zoll.) Hartog.	Cỏ xoan
133.	*Halophila ovalis* R.Br.Hook.f.	Cỏ xoan nhỏ
134.	*Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle	Thuỷ thảo
51)	**Orchidaceae**	**Họ Lan**
135.	*Cymbidium sp.*	Lan đất cát
52)	**Pandanaceae**	**Họ Dứa dại**
136.	*Pandanus odoratissimus* L.	Dứa dại biển
137.	*Pandanus tectorius* Parkins.	Dứa gỗ
138.	*Pandanus tonkinensis* Mart. Ex Stone	Dứa dại
53)	**Poaceae**	**Họ Lúa**
139.	*Chrysopogon aciculatus* (Retz.) Trin	Cỏ may
140.	*Cynodon dactylon* (L.) Pers.	Cỏ gà
141.	*Eleusine indica* (L.) Gaertn.	Cỏ mần trầu
142.	*Eriachne pallescens* R. Br.	Cỏ chỉ
143.	*Phragmitea karka* (L.) Veldk..	Sậy
144.	*Sporobolus virginicus* (L.) Kunth	Xạ tử biển

Phụ lục 03. Các biểu điều tra

Phụ lục 3.1. Biểu điều tra trên tuyến

Tuyến số: …… Chiều dài tuyến: ……

Ngày điều tra:…….. Hướng:……..

Nhóm điều tra:……. Thành phần chính:…….…….

Khu vực: ……...

Đặc điểm thực vật			Đặc điểm thể nền (độ thành thục, độ cao thể nền, thời gian ngập triều)	Độ mặn	Ghi chú (Các đặc điểm đặc biệt khác)
STT	Tên loài	Dạng sống			

Phụ lục 3.2. Biểu điều tra sinh trưởng tầng cây cao

Tuyến:…….. Số OTC:…….. Vị trí OTC:……. Loài cây ưu thế: …....

Ngày điều tra:…….…. Người điều tra:…… Tên còn xã:……

Độ cao thể nền:…… Độ mặn:…….. Loại thể nền:…..……

TT	Tên loài	D00 (cm)	Hvn (m)	Dt (m)			Phẩm chất			Ghi chú
				ĐT	NB	TB	A	B	C	

Phụ lục 3.3. Biểu điều tra cây tái sinh

Tuyến:…… Số OTC:……

ODB	TT	Loài	H (cm)	D (mm)	Chất lượng			Ghi chú
					A	B	C	

Phụ lục 04. Tổng hợp các ô điều tra được mã hóa trên mỗi QXTVNM

TT	QXTVNM	Số hiệu vị trí điều tra			
		ODV	OTC tạm thời	ODB định vị	Lỗ trống
1		ODV.I	OTT.1,2,3	ODB.I.1,2,3,4,5,6,7,8,9	LT1, LT2
2		ODV.II	OTT.4,5,6	ODB.II.1,2,3,4,5,6,7,8,9	
3		ODV.III	OTT.7,8,9	ODB.III.1,2,3,4,5,6,7,8,9	
4		ODV.IV			…
5					
6					
7					
8					
	Tổng				

Phụ lục 05. Các QXTVNM khu vực Đồng Rui

TT	QXTVNM	Chiều cao (m)	Phân bố
1	Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*) + Đâng (*R. stylosa*)	2,7	Các vùng ngập triều trung bình đến ngập triều cao
2	Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*) + *Đâng* (*R. stylosa*) + Sú (*A. corniculatum*) + Trang (*K. obovata)*	2,0	Tại các vùng ngập triều trung bình
3	Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*) + Đâng (*R. stylosa*) + Mắm biển (*A. marina*) +Trang (*K. obovata)*	2,2	Các vùng ngập triều trung bình
4	Sú *(A. corniculatum)* + Mắm biển *(A. marina)* + Trang *(K. obovata)* + Đâng *(R. stylosa)* + Vẹt dù (*B. gymnorrhiza)*	1,4	Các vùng ngập triều thấp đến ngập triều trung bình rải rác ven sông, ven lạch
5	Đâng (*R. stylosa*) + Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*) + Sú *(A. corniculatum*) + Trang (*K. obovata)* + Mắm biển (*A. marina*)	3,0	Các vùng ngập triều trung bình
6	Mắm biển *(A. marina)* ưu thế	1,7	Các vùng ngập triều thấp, ven sông
7	Sú *(A. corniculatum)* + Trang (*K. obovata)* + Đâng (*R. stylosa*) + Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*)	1,8	Các vùng ngập triều thấp đến ngập triều trung bình
8	Sú *(A. corniculatum)* + Trang (*K. obovata)* + Mắm biển *(A. marina)*	2,0	Tại các vùng ngập triều thấp, rải rác ven sông, ven lạch
9	Sú *(A. corniculatum)* + Trang (*K. obovata)*	2,6	Tại các vùng ngập triều thấp rải rác ven

			sông, ven lạch
10	Sú *(A. corniculatum)* + Bần chua (*S. caseolaris*) + Trang (*K. obovata)*	1,7	Dọc theo đường đê vào trong đảo, tại các vùng ngập triều thấp rải rác ven sông
11	Mắm biển *(A. marina)* ưu thế phục hồi sau NTTS	0,9	Tại các vùng ngập triều thấp và ngập triều trung bình
12	Vẹt dù (*B. gymnorrhiza*) ưu thế	2,6	Tại các vùng ngập triều trung bình đến ngập triều cao
13	Cóc vàng (*L. racemosa*) + Giá (*E. agallocha*) + Mắm biển (*A. marina*)	1,4	Các vùng ngập triều cao, hoặc ít khi ngập triều
14	Rừng trồng ngập mặn Trang *(K. obovata) và* Đâng (*R. stylosa*)	2,5	Tại các vùng triều trung bình

Phụ lục 06. Thông tin chung về các ô tiêu chuẩn

Phụ lục 6.1. Thông tin chung về 39 OTC điều tra QXTVNM

TT	OTC	Tên quần xã	KH quần xã	Tuyến	Độ cao thể nền	PH	Độ thành thục của đất	Loài cây ưu thế	Độ mặn
1	1.1	Vẹt dù, Đâng	1	22	104	4,7	Sét mềm	Vẹt dù, Đâng	30
2	1.2	Vẹt dù, Đâng	1	22	106	4,9	Sét chặt	Vẹt dù, Đâng	30
3	1.3	Vẹt dù, Đâng	1	22	101	4,8	Sét mềm	Vẹt dù, Đâng	30
4	2.1	Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	2	22	75	4,9	Sét mềm	Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	30
5	2.2	Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	2	22	72	5,1	Sét mềm	Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	30
6	2.3	Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	2	22	74	5	Sét mềm	Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	30
7	3.1	Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang	3	45	56	4,8	Sét mềm	Vẹt dù, Đâng, Mắm, Trang	29
8	3.2	Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang	3	45	45	4,9	Sét mềm	Vẹt dù, Đâng, Mắm, Trang	29
9	3.3	Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang	3	45	49	4,8	Sét mềm	Vẹt dù, Đâng, Mắm, Trang	29
10	4.1	Sú, Mắm biển, Trang, Vẹt dù, Đâng	4	45	42	4,5	Bùn chặt	Sú, Mắm, Trang, Vẹt dù, Đâng	28
11	4.2	Sú, Mắm biển, Trang, Vẹt dù, Đâng	4	45	42	4,6	Bùn chặt	Sú, Mắm, Trang, Vẹt dù, Đâng	28
12	4.3	Sú, Mắm biển, Trang, Vẹt dù, Đâng	4	45	50	4,5	Bùn chặt	Sú, Mắm, Trang, Vẹt dù, Đâng	28
13	5.1	Đâng, Vẹt dù, Trang, Sú	5	45	64	4,2	Sét mềm	Đâng, Vẹt dù, Trang, Sú	31

14	5.2	Đâng, Vẹt dù, Trang, Sú	5	45	76	4,3	Sét mềm	Đâng, Vẹt dù, Trang, Sú	31
15	5.3	Đâng, Vẹt dù, Trang, Sú	5	45	74	4,2	Sét mềm	Đâng, Vẹt dù, Trang, Sú	31
16	6.1	Mắm biển ưu thế	6	45	151	4,5	Bùn loãng	Mắm, Trang, Sú, Vẹt dù, Đâng	29
17	6.2	Mắm biển ưu thế	6	45	155	4,6	Bùn loãng	Mắm, Trang, Sú, Vẹt dù	29
18	6.3	Mắm biển ưu thế	6	45	172	4,5	Bùn chặt	Mắm, Trang, Sú, Vẹt dù, Đâng	29
19	7.1	Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	7	22	24	4,6	Bùn chặt	Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	29
20	7.2	Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	7	22	35	4,8	Bùn chặt	Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	29
21	7.3	Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	7	22	24	4,6	Bùn chặt	Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	29
22	8.1	Sú, Trang, Mắm biển	8	45	38	4,5	Bùn chặt	Sú, Trang, Mắm	30
23	8.2	Sú, Trang, Mắm biển	8	45	7	4,7	Bùn chặt	Sú, Trang, Mắm	30
24	8.3	Sú, Trang, Mắm biển	8	45	38	4,6	Bùn chặt	Sú, Trang, Mắm	30
25	9.1	Sú, Trang	9	22	2	4,5	Bùn loãng	Sú, Trang	31
26	9.2	Sú, Trang	9	22	21	4,7	Bùn chặt	Sú, Trang	31
27	9.3	Sú, Trang	9	22	23	4,5	Bùn chặt	Sú, Trang	31
28	10.1	Sú, Bần chua, Trang	10	36	51	4,9	Sét mềm	Sú, Bần chua, Trang, Giá	24
29	10.2	Sú, Bần chua, Trang	10	36	31	5	Sét mềm	Sú, Bần chua, Trang, Giá	24
30	10.3	Sú, Bần chua, Trang	10	36	41	5	Sét mềm	Sú, Bần chua, Trang, Giá	24

31	11.1	Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS	11	11	33	4,7	Sét chặt	Mắm	30
32	11.2	Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS	11	11	36	4,9	Sét chặt	Mắm	30
33	11.3	Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS	11	11	30	4,7	Sét mềm	Mắm	30
34	12.1	Vẹt dù ưu thế	12	22	157	4,3	Sét chặt	Vẹt dù	29
35	12.2	Vẹt dù ưu thế	12	22	128	4,4	Sét chặt	Vẹt dù	29
36	12.3	Vẹt dù ưu thế	12	22	126	4,3	Sét chặt	Vẹt dù	29
37	13.1	Cóc, Giá, Mắm biển	13	45	248	4,1	Đất rắn chắc	Cóc, Giá, Mắm, Trang	29
38	13.2	Cóc, Giá, Mắm biển	13	45	246	4,3	Đất rắn chắc	Cóc, Giá, Mắm, Trang	29
39	13.3	Cóc, Giá, Mắm biển	13	45	221	4,1	Đất rắn chắc	Cóc, Giá, Mắm, Trang	29

Phụ lục 6.2. Thông tin chung về 04 OTC định vị

TT	ODV	Tọa độ X	Tọa độ Y	Độ cao thể nền	PH	Độ thành thục của đất	Độ mặn
1	I	462181	2343563	17	4,5	Bùn mềm	31
2	II	461808	2343739	102	4,7	Bùn chặt	30
3	III	464856	2348812	142	4,6	Sét cứng	30
4	IV	461968	2343655	78	4,8	Sét mềm	30

Phụ lục 07. Các chỉ tiêu sinh trưởng và tổ thành loài tầng cây cao từng OTC

OTC	D00 (cm)	Hvn (m)	Dt (m)	St (m^2)	Độ tàn che	Tổ thành loài cây
QXTV Vẹt dù, Đâng						
1.1	10,56	3,82	3,14	9,40	83,44	7,5V+2,5Đ
1.2	9,90	3,57	3,15	9,99	81,06	6,4V+3,6Đ
1.3	4,86	1,78	1,29	1,91	84,42	7,3V+2,7Đ
QXTV Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang						
2.1	6,00	2,55	1,72	3,11	82,54	4,3V+3,2Đ+1,6T+0,9S
2.2	4,04	1,72	1,53	2,35	79,12	4,0V+2,6Đ+2,1S+1,2T
2.3	6,51	2,28	2,01	4,04	83,16	5,2V+2,5Đ+1,3T+1,0S
QXTV Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang						
3.1	6,34	2,47	1,97	4,46	80,96	4,2V+2,9Đ+1,7T+1,3M
3.2	7,26	2,44	2,06	4,06	78,02	4,3V+2,5Đ+1,8M+1,4T
3.3	5,37	1,97	1,82	3,39	82,18	5,4V+2,4Đ+1,4T+0,8M
QXTV Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù						
4.1	3,74	1,54	1,15	1,46	72,32	5,5S+1,8M+1,3T+0,7V+0,6Đ
4.2	3,01	1,43	0,89	0,75	69,52	3,5S+2,4M+2,1T+1,1V+1,0Đ
4.3	3,90	1,40	1,43	1,84	72,48	5,5S+1,4M+1,4T+0,9V+0,8Đ
QXTV Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển						

5.1	7,05	2,88	2,01	4,38	77,62	4,1Đ+3,2V+1,5T+1,0S-0,2M
5.2	4,86	2,33	1,17	1,25	74,68	4,0Đ+2,9V+1,7T+1,4S
5.3	8,81	3,60	13,39	174,47	78,12	6,7Đ+2,5V-0,4T-0,4S
QXTV Mắm biển ưu thế						
6.1	4,44	1,78	1,74	2,68	41,72	7,1M+1,0V+0,6Đ+0,6S+0,6T
6.2	4,23	1,54	1,74	2,94	40,48	7,8M+0,8V+0,8T-0,4S-0,2Đ
6.3	4,50	2,33	1,97	3,65	42,1	7,3M+1,0Đ+0,8V+0,6T-0,4S
QXTV Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù						
7.1	5,17	2,15	1,67	3,84	59,62	4,2S+3,0T+1,8Đ+1,1V
7.2	5,07	2,17	1,60	2,18	57,5	3,5S+2,7T+2,3V+1,8Đ
7.3	4,91	1,82	1,60	2,46	60,02	5,4S+2,2T+1,5Đ+1,4V
QXTV Sú, Trang, Mắm biển						
8.1	3,87	1,45	1,47	1,92	50,9	6,4S+2,1T+1,5M
8.2	7,38	2,41	1,90	3,03	49,1	6,0S+2,7T+1,3M
8.3	7,08	2,40	1,89	2,98	51,2	5,4S+3,1T+1,5M
QXTV Sú, Trang						
9.1	7,50	2,57	1,86	2,85	66,24	7,4S+2,6T
9.2	6,90	2,53	1,39	1,63	64,2	7,3S+2,7T
9.3	7,31	2,55	1,80	2,70	67,3	7,4S+2,6T

QXTV Sú, Bần chua, Trang						
10.1	5,31	1,97	1,14	1,34	65,34	5,6M+2,2B+1,6T+0,6G
10.2	6,32	1,85	1,07	1,63	63,22	5,3M+2,1B+2,1G+0,5T
10.3	3,91	1,63	1,08	1,07	65,88	6,6M+1,1B+0,9T+0,9G+0,6C
QXTV Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS						
11.1	4,71	1,34	1,67	2,57	36,1	8,9M+1,1S
11.2	5,98	1,30	1,20	1,22	35,02	8,7M+1,3S
11.3	4,65	1,31	1,04	0,97	36,82	9,3M+0,7S
QXTV Vẹt dù ưu thế						
12.1	9,84	2,80	2,68	9,65	81,12	10V
12.2	6,98	2,87	2,54	5,38	78,22	9,7V+0,3Đ
12.3	5,59	2,00	1,43	2,71	82,1	8,3V+1,1Đ+0,6T
QXTV Cóc vàng, Giá, Mắm biển						
13.1	3,80	1,52	1,42	2,67	69,26	5,0C+3,3G+1,4M-0,2S
13.2	4,51	1,62	1,13	1,25	66,46	7,5C+1,8G+0,5H+0,2V
13.3	3,29	1,16	0,89	0,73	69,64	5,5C+4,5G

Phụ lục 08. Xác định chỉ số đa dạng sinh học Simpson tầng cây cao

Mã QXTV	Số cây (ni)									Pi^2									D
	Bần chua	Cóc	Đâng	Giá	Hếp	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	Bần chua	Cóc	Đâng	Giá	Hếp	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	
1	-	-	19	-	-	-	-	-	48	-	-	0,08	-	-	-	-	-	0,51	0,41
2	-	-	41	-	-	-	21	20	67	-	-	0,08	-	-	-	0,02	0,02	0,20	0,68
3	-	-	23	-	-	11	-	13	42	-	-	0,07	-	-	0,02	-	0,02	0,22	0,67
4	-	-	17	-	-	40	109	34	20	-	-	0,01	-	-	0,03	0,25	0,02	0,01	0,68
5	-	-	50	-	-	1	11	14	31	-	-	0,22	-	-	0,00	0,01	0,02	0,08	0,67
6	-	-	10	-	-	133	9	12	15	-	-	0,00	-	-	0,55	0,00	0,00	0,01	0,43
7	-	-	24	-	-	-	76	45	27	-	-	0,02	-	-		0,20	0,07	0,02	0,69
8	-	-	-	-	-	29	120	54	-	-	-	-	-	-	0,02	0,35	0,07	-	0,56
9	-	-	-	-	-	-	83	30	-	-	-	-	-	-		0,54	0,07	-	0,39
10	15	2	-	9	-	-	51	9	-	0,03	0,00	-	0,01	-	-	0,35	0,01	-	0,60
11	-	-	-	-	-	86	10	-	-	-	-	-	-	-	0,80	0,01	-	-	0,00
12	-	-	3	-	-	-	-	1	70	-	-	0,00	-	-	-	-	0,00	0,89	0,10
13	-	75	-	39	2	6	-	1	1	-	0,37	-	0,10	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,53

Ghi chú *Các mã QXTV tương ứng:*

1 *Vẹt dù, Đâng*

2 *Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang*

3 *Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang*

4 *Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù*

5 *Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển*

6 *Mắm biển ưu thế*

7 *Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù*

8 *Sú, Trang, Mắm biển*

9 *Sú, Trang*

10 *Sú, Bần chua, Trang, Giá*

11 *Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS*

12 *Vẹt dù ưu thế*

13 *Cóc vàng, Giá, Mắm biển*

Phụ lục 09. Xác định chỉ số đa dạng sinh học Shannon – Weiner tầng cây cao

Mã QXTV	Số cây									Pi*Log$_2$(pi)									H
	Bần chua	Cóc	Đâng	Giá	Hếp	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	Bần chua	Cóc	Đâng	Giá	Hếp	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	
1	-	-	19	-	-	-	-	-	48	-	-	-0,52	-	-	-	-	-	-0,34	0,86
2	-	-	41	-	-	-	21	20	67	-	-	-0,51	-	-	-	-0,40	-0,39	-0,52	1,82
3	-	-	23	-	-	11	-	13	42	-	-	-0,50	-	-	-0,37	-	-0,41	-0,51	1,79
4	-	-	17	-	-	40	109	34	20	-	-	-0,29	-	-	-0,45	-0,50	-0,42	-0,31	1,97
5	-	-	50	-	-	1	11	14	31	-	-	-0,51	-	-	-0,06	-0,34	-0,38	-0,52	1,82
6	-	-	10	-	-	133	9	12	15	-	-	-0,23	-	-	-0,32	-0,22	-0,26	-0,30	1,33
7	-	-	24	-	-		76	45	27	-	-	-0,40	-	-		-0,52	-0,51	-0,42	1,84
8	-	-	-	-	-	29	120	54	-	-	-	-	-	-	-0,40	-0,45	-0,51	-	1,36
9	-	-	-	-	-	-	83	30	-	-	-	-	-	-	-	-0,33	-0,51	-	0,83
10	15	2	-	9		-	51	9	-	-0,44	-0,13	-	-0,34	-	-	-0,45	-0,34	-	1,69
11	-	-	-	-	-	86	10	-	-	-		-	-	-	-0,14	-0,34	-	-	0,00
12	-	-	3	-	-	-	-	1	70	-		-0,19	-	-	-	-	-0,08	-0,08	0,35
13	-	75	-	39	2	6	-	1	1	-	-0,44		-0,52	-0,1	-0,21	-	-0,06	-0,06	1,38

Ghi chú *Các mã QXTV tương ứng:*

1 *Vẹt dù, Đâng*

2 *Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang*

3 *Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang*

4 *Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù*

5 *Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển*

6 *Mắm biển ưu thế*

7 *Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù*

8 *Sú, Trang, Mắm biển*

9 *Sú, Trang*

10 *Sú, Bần chua, Trang*

11 *Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS*

12 *Vẹt dù ưu thế*

13 *Cóc vàng, Giá, Mắm biển*

Phụ lục 10. Xác định chỉ số Rénny cho các quần xã thực vật tầng cây cao

Quần xã thực vật	0	0,25	0,5	1,5	2	4	8	∞
Vẹt dù, Đâng	0,693147	0,667499	0,642629	0,555725	0,521426	0,436571	0,381047	0,355724
Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	1,386294	1,354198	1,322204	1,203093	1,152657	1,016825	0,910629	0,852511
Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang	1,386294	1,350236	1,314069	1,178181	1,120566	0,968365	0,857082	0,801027
Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù	1,609438	1,548911	1,486635	1,247554	1,149949	0,926738	0,802545	0,749098
Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển	1,609438	1,48206	1,38716	1,171927	1,108443	0,966013	0,866401	0,811494
Mắm biển ưu thế	1,609438	1,435612	1,252918	0,694685	0,563454	0,395955	0,33947	0,316839
Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	1,386294	1,359005	1,331519	1,225515	1,1783	1,042779	0,93125	0,871197
Sú, Trang, Mắm biển	1,098612	1,0572	1,016738	0,874883	0,819601	0,686466	0,600575	0,560762
Sú, Trang	0,693147	0,662498	0,632964	0,532367	0,494308	0,405755	0,352584	0,329117
Sú, Bần chua, Trang	1,609438	1,487658	1,373463	1,019073	0,904997	0,693569	0,597159	0,557356
Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS	0,693147	0,576562	0,476826	0,252233	0,206572	0,146607	0,125715	0,117334
Vẹt dù ưu thế	1,098612	0,765722	0,509582	0,145661	0,109101	0,074092	0,063508	0,059275
Cóc vàng, Giá, Mắm biển	1,791759	1,489249	1,246637	0,828251	0,760395	0,646856	0,573859	0,536311

Phụ lục 11. Xác định chỉ số đa dạng sinh học Simpson tầng cây tái sinh

Mã QXTV	Số cây (Ni)									Pi^2									D
	Cóc	Đâng	Giá	Hếp	Mắm biển	sú	Tra	Trang	Vẹt dù	Cóc	đâng	Giá	Hếp	Mắm biển	sú	Tra	Trang	Vẹt dù	
1	-	12	-	-	-	-	-		56	-	0,03	-	-	-	-	-	-	0,68	0,29
2	-	28	-	-	-	4	-	14	47	-	0,09	-	-	-	0,00	-	0,02	0,26	0,63
3	-	12	-	-	1	-	-	1	21	-	0,12	-	-	0,00	-	-	0,00	0,36	0,52
4	-	3	-	-	14	44	-	7	23	-	0,00	-	-	0,02	0,23	-	0,01	0,06	0,67
5	-	28	-	-	-	6	-	16	29	-	0,13	-	-	-	0,01	-	0,04	0,13	0,69
6	-	-	-	-	80	29	-	2	-	-	-	-	-	0,52	0,07	-	0,00	-	0,41
7	-	-	-	-	-	64	-	15	20	-	-	-	-	-	0,42	-	0,02	0,04	0,52
8	-	-	-	-	20	45	-	13	4	-	-	-	-	0,06	0,30	-	0,03	0,00	0,61
9	-	-	-	-	-	51	-	33	-	-	-	-	-	-	0,37	-	0,15	-	0,48
10	-	-	-	-	-	69	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	0,00
11	-	-	-	-	72	10	-	9	-	-	-	-	-	0,63	0,01	-	0,01	-	0,00
12	-	3	-	-	-	-	-	-	18	-	0,02	-	-	-	-	-	-	0,73	0,24
13	57	-	12	1	-	2	14	-	-	0,44	-	0,02	0,00	-	0,00	0,03	-	-	0,51

Ghi chú *Các mã QXTV tương ứng:*

1 *Vẹt dù, Đâng*

2 *Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang*

3 *Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang*

4 *Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù*

5 *Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển*

6 *Mắm biển ưu thế*

7 *Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù*

8 *Sú, Trang, Mắm biển*

9 *Sú, Trang*

10 *Sú, Bần chua, Trang*

11 *Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS*

12 *Vẹt dù ưu thế*

13 *Cóc vàng, Giá, Mắm biển*

Phụ lục 12. Xác định chỉ số đa dạng sinh học Shannon – Weiner tầng tái sinh

Mã QXTV	Số cây (Ni)									Pi*Log$_2$(pi)									**H**
	Cóc	Đâng	Giá	Hếp	Mắm biển	sú	Tra	Trang	Vẹt dù	Cóc	đâng	Giá	Hếp	Mắm biển	sú	Tra	Trang	Vẹt dù	
1	-	12	-	-	-	-	-	-	56	-	-0,44	-	-	-	-	-		-0,23	0,67
2	-	28	-	-	-	4	-	14	47	-	-0,52	-	-	-	-0,20	-	-0,41	-0,50	1,63
3	-	12	-	-	1	-	-	1	21	-	-0,53	-	-	-0,15	-	-	-0,15	-0,44	1,26
4	-	3	-	-	14	44	-	7	23	-	-0,16	-	-	-0,42	-0,51	-	-0,28	-0,50	1,87
5	-	28	-	-	-	6	-	16	29	-	-0,53	-	-		-0,28	-	-0,47	-0,53	1,81
6	-	-	-	-	80	29	-	2	-	-	-	-	-	-0,34	-0,51	-	-0,10	-	0,95
7	-	-	-	-	-	64	-	15	20	-	-	-	-		-0,41	-	-0,41	-0,47	1,29
8	-	-	-	-	20	45	-	13	4	-	-	-	-	-0,50	-0,48	-	-0,42	-0,21	1,61
9	-	-	-	-	-	51	-	33	-	-	-	-	-		-0,44	-	-0,53	-	0,97
10	-	-	-	-	-	69	-	-	-	-	-	-	-		0,00	-	-	-	0,00
11	-	-	-	-	72	10	-	9	-	-	-	-	-	-0,27	-0,35	-	-0,33	-	0,00
12	-	3	-	-	-		-	-	18	-	-0,40	-	-	-	-	-	-	-0,19	0,59
13	57		12	1	-	2	14	-	-	-0,39		-0,40	-0,07	-	-0,13	-0,43	-	-	1,42

Ghi chú	*Các mã QXTV tương ứng:*		
1	*Vẹt dù, Đâng*	*7*	*Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù*
2	*Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang*	*8*	*Sú, Trang, Mắm biển*
3	*Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang*	*9*	*Sú, Trang*
4	*Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù*	*10*	*Sú, Bần chua, Trang*
5	*Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển*	*11*	*Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS*
6	*Mắm biển ưu thế*	*12*	*Vẹt dù ưu thế*
		13	*Cóc vàng, Giá, Mắm biển*

Phụ lục 13. Xác định chỉ số Rénny cho các quần xã thực vật tầng cây tái sinh

Trạng thái rừng	**0**	**0,25**	**0,5**	**1,5**	**2**	**4**	**8**	∞
Vẹt dù, Đâng	0,693147	0,627304	0,566699	0,393312	0,343417	0,258173	0,221892	0,2071
Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	1,386294	1,305529	1,235752	1,049175	0,992732	0,868052	0,777687	0,727932
Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang	1,386294	1,20432	1,059136	0,785571	0,735671	0,647327	0,582186	0,544872
Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù	1,609438	1,517945	1,434942	1,192241	1,1137	0,941524	0,829671	0,775112
Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển	1,386294	1,346752	1,311766	1,212123	1,180379	1,111288	1,064248	1,038871
Mắm biển ưu thế	1,098612	0,925995	0,803344	0,581195	0,530994	0,430965	0,374247	0,349337
Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	1,098612	1,04581	0,992739	0,802282	0,730464	0,57749	0,498542	0,465319
Sú, Trang, Mắm biển	1,386294	1,306647	1,234358	1,018695	0,946333	0,78507	0,685555	0,64006
Sú, Trang	0,693147	0,687286	0,681465	0,658903	0,648252	0,611481	0,565952	0,532194
Sú, Bần chua, Trang	0	0	0	0	0	0	0	0
Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS	1,098612	0,976286	0,857688	0,519328	0,434067	0,312052	0,26765	0,249806
Vẹt dù ưu thế	0,693147	0,607352	0,530542	0,330799	0,280902	0,205277	0,176172	0,164427
Cóc vàng, Giá, Mắm biển	1,609438	1,404612	1,231958	0,824389	0,721674	0,546532	0,47005	0,438716

Phụ lục 14. Danh sách lỗ trống các QXTV năm 2012

TT	Quần xã thực vật	Diện tích	Tọa độ X	Tọa độ Y
1	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,03256	463845	2345244
2	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00663	464524	2346907
3	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,02637	464578	2346872
4	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,0074	464662	2346897
5	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00531	462500	2344263
6	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00353	462635	2344377
7	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00494	462993	2344466
8	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00486	462599	2344414
9	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,004	462617	2344395
10	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00265	463946	2345633
11	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00299	463961	2345710
12	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00491	464093	2345785
13	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00941	463908	2345694
14	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00342	464707	2346733
15	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,005	464632	2346727
16	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00211	461454	2343438
17	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00169	460221	2344721
18	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00147	460176	2344718
19	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00891	464743	2346777
20	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang	0,00852	462311	2350358
21	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00921	463840	2345269
22	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,0047	463826	2345266
23	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00631	463743	2345233
24	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00558	463747	2345308
25	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,10123	462495	2344125
26	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00205	462841	2344319
27	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,01242	462861	2344334
28	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00489	463576	2345264
29	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00659	463606	2345195
30	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00538	463907	2345434
31	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00364	463861	2345387
32	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00511	463767	2345412
33	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00184	463770	2345432
34	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,0038	463236	2345814
35	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00399	463340	2345632
36	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00152	463893	2346796
37	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00648	464215	2346710
38	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00281	463826	2346710
39	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00536	461488	2343641
40	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00366	461522	2343643
41	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00148	460746	2343600

42	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00272	464208	2346743
43	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00598	463926	2345332
44	Quần xã Vẹt dù ưu thế	0,01408	466581	2350426
45	Quần xã Vẹt dù ưu thế	0,00348	466575	2350385
46	Quần xã Vẹt dù ưu thế	0,004	466626	2350450
47	Quần xã Vẹt dù ưu thế	0,00929	463964	2346789
48	Quần xã Vẹt dù ưu thế	0,00626	464012	2346695
49	Quần xã Vẹt dù ưu thế	0,0017	464212	2346854
50	Quần xã Vẹt dù ưu thế	0,0103	466605	2350361
51	Quần xã Vẹt dù ưu thế	0,00136	464275	2346857
52	Quần xã Vẹt dù ưu thế	0,00682	463948	2346904
53	Quần xã Vẹt dù ưu thế	0,01235	464219	2346799
54	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,01062	461680	2343624
55	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00767	461722	2343695
56	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00618	461686	2343573
57	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00985	461824	2344178
58	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00493	462131	2343837
59	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00324	463042	2345053
60	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00243	464703	2345457
61	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00305	464798	2345496
62	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00742	464943	2345705
63	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00233	464996	2345749
64	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00297	465230	2346051
65	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00898	465077	2345921
66	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00406	465019	2345871
67	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00422	460842	2343598
68	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00442	460822	2343601
69	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00592	460762	2343604
70	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00286	460554	2343965
71	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00365	461225	2343891
72	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00943	462153	2343536
73	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00378	462016	2343510
74	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00337	460268	2345641
75	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00314	460265	2345590
76	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00423	460287	2345589
77	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00927	460288	2345810
78	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,0065	461109	2347959
79	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,0066	461092	2348058
80	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,01047	465243	2351080
81	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00533	466538	2350958
82	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00164	466498	2350937
83	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00231	466452	2350947
84	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00631	466702	2351436

85	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00358	466768	2351469
86	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00322	466904	2351154
87	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00597	467012	2351206
88	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00257	467057	2351212
89	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00654	466972	2351550
90	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00281	466681	2350185
91	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00295	466609	2350177
92	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00576	466563	2350240
93	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00796	464367	2351145
94	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00811	463931	2346922
95	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00846	467005	2351298
96	Quần xã Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00144	466876	2351549
Tổng		0,64962		

Phụ lục 15. Danh sách lỗ trống QXTV năm 2018

TT	Quần xã thực vật	Diện tích	Tọa độ X	Tọa độ Y
1	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,02831	463845	2345244
2	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00427	464524	2346907
3	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,01255	464578	2346872
4	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00519	464662	2346897
5	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00364	462500	2344263
6	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00287	462635	2344377
7	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00281	462993	2344466
8	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00424	462599	2344414
9	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00204	462617	2344395
10	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00265	463946	2345633
11	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00134	463961	2345710
12	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00296	464093	2345785
13	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00941	463908	2345694
14	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00342	464707	2346733
15	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,005	464632	2346727
16	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00211	461454	2343438
17	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00169	460221	2344721
18	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00147	460176	2344718
19	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00343	461802	2343908
20	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,01109	461943	2343915
21	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00129	461890	2343692
22	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00273	462081	2343845
23	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00225	462691	2344221
24	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00172	462815	2344778
25	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,01624	464030	2345380
26	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00665	464995	2346837
27	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00475	461257	2343634
28	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	0,00224	461184	2343661
29	Quần xã Vẹt dù, Đâng, Mắm, Trang	0,00852	462311	2350358
30	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00456	463840	2345269
31	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,0047	463826	2345266
32	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00169	463743	2345233
33	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00216	463747	2345308
34	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,09207	462495	2344125

35	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00112	462841	2344319
36	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00838	462861	2344334
37	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00125	463576	2345264
38	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00659	463606	2345195
39	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00249	463907	2345434
40	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00141	463861	2345387
41	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00511	463767	2345412
42	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00184	463770	2345432
43	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00182	463236	2345814
44	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00175	463340	2345632
45	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00152	463893	2346796
46	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00297	464215	2346710
47	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00281	463826	2346710
48	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00536	461488	2343641
49	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00366	461522	2343643
50	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00148	460746	2343600
51	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,0026	462756	2344413
52	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00161	463989	2345413
53	Quần xã Vẹt dù, Đâng	0,00334	464280	2346771
54	Quần xã Vẹt dù ưu thế	0,01408	466581	2350426
55	Quần xã Vẹt dù ưu thế	0,00348	466575	2350385
56	Quần xã Vẹt dù ưu thế	0,004	466626	2350450
57	Quần xã Vẹt dù ưu thế	0,00317	463964	2346789
58	Quần xã Vẹt dù ưu thế	0,00295	464012	2346695
59	Quần xã Vẹt dù ưu thế	0,0017	464212	2346854
60	Quần xã Vẹt dù ưu thế	0,00411	464074	2346859
61	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00456	461680	2343624
62	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00325	461722	2343695
63	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00202	461686	2343573
64	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00985	461824	2344178
65	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00493	462131	2343837
66	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00206	463042	2345053
67	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00243	464703	2345457
68	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00305	464798	2345496
69	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00742	464943	2345705
70	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00233	464996	2345749

71	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00297	465230	2346051
72	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00898	465077	2345921
73	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00406	465019	2345871
74	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00422	460842	2343598
75	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00442	460822	2343601
76	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00592	460762	2343604
78	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00365	461225	2343891
79	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00943	462153	2343536
80	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00135	462016	2343510
81	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00337	460268	2345641
82	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00314	460265	2345590
83	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00423	460287	2345589
84	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00927	460288	2345810
85	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,0065	461109	2347959
86	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,0066	461092	2348058
87	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00592	465243	2351080
88	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00533	466538	2350958
89	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00164	466498	2350937
90	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00231	466452	2350947
91	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00631	466702	2351436
92	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00358	466768	2351469
93	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00322	466904	2351154
94	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00597	467012	2351206
95	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00257	467057	2351212
96	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00654	466972	2351550
97	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00512	464415	2346786
98	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00125	466681	2350185
99	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00136	466727	2350223
100	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00616	464371	2351134
101	Quần xã Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	0,00606	464541	2351290
102	Quần xã Sú, Trang	0,00189	461154	2343611
103	Quần xã Sú, Trang	0,00163	461159	2343579
103	Quần xã Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt	0,00144	466876	2351549
Tổng		**0,54097**		

Phụ lục 16. Xác định chỉ số đa dạng sinh học Simpson tầng tái sinh cho các quần xã thực vật của 15 lỗ trống năm 2012

Phụ lục 16.1. Xác định theo quần xã

Ký hiệu quần xã	Số cây (Ni)					Pi^2					**D**
	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	
1	2		4	1	20	4		16	1	400	0,422
2	15	1	14	7	32	225	1	196	49	1024	0,686
3	8			4	26	64			16	676	0,476
4	2	3	9	6	16	4	9	81	36	256	0,702

Qx1: Vẹt dù ưu thế; Qx2: Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang; Qx3: Vẹt dù, Đâng; Qx4: Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù

Phụ lục 16.2. Xác định theo lỗ trống

Ký hiệu lỗ trống	Số cây (Ni)					Pi^2					**D**
	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	
1	1		4	1	11	0,0035		0,055363	0,00346	0,418685	0,519031
2					4					1	0
3					2					1	0
4	1				3	0,0625				0,5625	0,375
5	2		1	2	10	0,0178		0,004444	0,017778	0,444444	0,515556
6	7		6	2	11	0,0725		0,053254	0,005917	0,178994	0,689349
7	1		3	1	2	0,0204		0,183673	0,020408	0,081633	0,693878
8	1				6	0,0204				0,734694	0,244898
9					2					1	0
10	5			2	11	0,0772			0,012346	0,373457	0,537037
11	2			2	7	0,0331			0,033058	0,404959	0,528926
12	5	1	4	2	9	0,0567	0,0023	0,036281	0,00907	0,183673	0,712018
13		2	3	1	4		0,04	0,09	0,01	0,16	0,7
14		1	3	4	5		0,0059	0,053254	0,094675	0,147929	0,698225
15	2		3	1	7	0,0237		0,053254	0,005917	0,289941	0,627219

Phụ lục 17. Xác định chỉ số đa dạng sinh học Simpson tầng tái sinh cho các quần xã thực vật của 15 lỗ trống năm 2018

Phụ lục 17.1. Xác định theo quần xã

Ký hiệu quần xã	Số cây (Ni)					Pi^2					**D**
	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	
1	5		4	1	40	0,01		0,0064	0,0004	0,64	0,343
2	47	3	26	14	78	0,078267	0,000319	0,023951	0,006944	0,215561	0,675
3	27			6	57	0,09			0,004444	0,401111	0,504
4	15	5	17	22	57	0,016721	0,001858	0,021477	0,035969	0,241454	0,683

Qx1: Vẹt dù ưu thế; Qx2: Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang; Qx3: Vẹt dù, Đâng; Qx4: Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù

Phụ lục 17.2. Xác định theo lỗ trống

Ký hiệu lỗ trống	Số cây (Ni)					Pi^2					**D**
	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	
1	5		4	1	31	0,0149		0,009518	0,000595	0,571684	0,403331
2					4					1	0
3					3					1	0
4					2					1	0
5	5		2	3	13	0,0473		0,007561	0,017013	0,319471	0,608696
6	17		4	4	26	0,1111		0,006151	0,006151	0,2599	0,616686
7	3		6	3	11	0,017		0,068053	0,017013	0,228733	0,669187
8	9				18	0,1111				0,444444	0,444444
9					2					1	0
10	9			3	17	0,0963			0,010702	0,343639	0,549346
11	9			3	20	0,0791			0,008789	0,390625	0,521484
12	22	3	14	4	28	0,096	0,0018	0,038881	0,003174	0,155525	0,704622
13		2	8	8	20		0,0028	0,044321	0,044321	0,277008	0,631579
14	2	1	3	8	17	0,0042	0,001	0,009365	0,066597	0,300728	0,618106
15	13	2	6	6	20	0,0765	0,0018	0,016297	0,016297	0,181077	0,708013

Phụ lục 18. Xác định chỉ số đa dạng sinh học Shannon - Weiner tầng tái sinh cho các quần xã thực vật của 15 lỗ trống năm 2012

Phụ lục 18.1. Xác định theo quần xã

Ký hiệu quần xã	Số cây (Ni)					Pi*log2(Pi)					**H**
	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	
1	2		4	1	20	-0,27814		-0,40813	-0,17611	-0,32071	1,183
2	15	1	14	7	32	-0,47862	-0,08853	-0,4669	-0,3349	-0,5141	1,883
3	8			4	26	-0,47325			-0,34189	-0,3746	1,190
4	2	3	9	6	16	-0,23166	-0,29875	-0,5	-0,43083	-0,51997	1,981

Qx1: Vẹt dù ưu thế; Qx2: Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang; Qx3: Vẹt dù, Đâng; Qx4: Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù

Phụ lục 18.2. Xác định theo lỗ trống

Ký hiệu lỗ trống	Số cây (Ni)					Pi*log$_2$(Pi)					**H**
	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	
1	1		4	1	11	-0,24		-0,49117	-0,24044	-0,40637	1,378419
2					4					0	0
3					2					0	0
4	1				3	-0,5				-0,31128	0,811278
5	2		1	2	10	-0,388		-0,26046	-0,38759	-0,38998	1,425605
6	7		6	2	11	-0,51		-0,48819	-0,28465	-0,52504	1,807555
7	1		3	1	2	-0,401		-0,52388	-0,40105	-0,51639	1,842371
8	1				6	-0,401				-0,19062	0,591673
9					2					0	0
10	5			2	11	-0,513			-0,35221	-0,43419	1,299737
11	2			2	7	-0,447			-0,44717	-0,41496	1,309297
12	5	1	4	2	9	-0,493	-0,209	-0,45568	-0,32308	-0,52388	2,004748
13		2	3	1	4		-0,464	-0,52109	-0,33219	-0,52877	1,846439
14		1	3	4	5		-0,285	-0,48819	-0,52321	-0,5302	1,826245
15	2		3	1	7	-0,415		-0,48819	-0,28465	-0,48089	1,66918

Phụ lục 19. Xác định chỉ số đa dạng sinh học Shannon - Weiner tầng tái sinh cho các quần xã thực vật của 15 lỗ trống năm 2018

Phụ lục 19.1. Xác định theo quần xã

Ký hiệu quần xã	Số cây (Ni)					Pi*log2(Pi)					**H**
	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	
1	5		4	1	40	-0,33219		-0,29151	-0,11288	-0,25754	0,994
2	47	3	26	14	78	-0,51413	-0,1037	-0,4166	-0,29875	-0,51392	1,847
3	27			6	57	-0,52109			-0,26046	-0,41734	1,199
4	15	5	17	22	57	-0,38161	-0,19552	-0,40602	-0,4549	-0,50371	1,942

Qx1: Vẹt dù ưu thế; Qx2: Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang; Qx3: Vẹt dù, Đâng; Qx4: Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù

Phụ lục 19.2. Xác định theo lỗ trống

Ký hiệu lỗ trống	Số cây (Ni)					Pi*log$_2$(Pi)					**H**
	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	
1	5		4	1	31	-0,37		-0,32757	-0,13067	-0,30498	1,133412
2					4					0	0
3					3					0	0
4					2					0	0
5	5		2	3	13	-0,479		-0,3064	-0,3833	-0,46524	1,633551
6	17		4	4	26	-0,528		-0,28803	-0,28803	-0,49552	1,59991
7	3		6	3	11	-0,383		-0,50572	-0,3833	-0,50893	1,781245
8	9				18	-0,528				-0,38998	0,918296
9					2					0	0
10	9			3	17	-0,524			-0,33859	-0,45168	1,314151
11	9			3	20	-0,515			-0,32016	-0,42379	1,258663
12	22	3	14	4	28	-0,524	-0,193	-0,46188	-0,23379	-0,52939	1,941701
13		2	8	8	20		-0,224	-0,47325	-0,47325	-0,48737	1,657439
14	2	1	3	8	17	-0,255	-0,16	-0,32605	-0,50431	-0,47531	1,720591
15	13	2	6	6	20	-0,513	-0,194	-0,3791	-0,3791	-0,52454	1,989401

Phụ lục 20. Xác định chỉ số đa dạng Rényi tầng cây tái sinh cho các quần xã thực vật của 15 lỗ trống

Phụ lục 20.1. Xác định theo quần xã

Ký hiệu quần xã	0	0.25	0.5	1.5	2	4	8	∞
QX1-2012	1,386294	1,226251226	1,073196	0,651908	0,549041	0,399571	0,342976	0,304868
QX2-2012	1,609438	1,504461913	1,422561	1,222621	1,158332	0,996624	0,877613	0,780567
QX3-2012	1,098612	1,024623251	0,95302	0,722782	0,647131	0,502827	0,433691	0,385513
QX4-2012	1,609438	1,544738348	1,483201	1,283052	1,211201	1,043057	0,925297	0,823802
QX1-2018	1,386294	1,176136047	0,983187	0,515935	0,420376	0,29741	0,255021	0,226686
QX2-2018	1,609438	1,501112341	1,412141	1,189661	1,123799	0,977809	0,87438	0,779434
QX3-2018	1,098612	1,014597386	0,942186	0,755065	0,702076	0,592599	0,521648	0,464009
QX4-2018	1,609438	1,538815119	1,470986	1,237584	1,147343	0,935931	0,811962	0,721817

Qx1: Vẹt dù ưu thế; Qx2: Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang; Qx3: Vẹt dù, Đâng; Qx4: Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù

Phụ lục 20.2. Xác định theo lỗ trống năm 2012

Ký hiệu lỗ trống	**0**	**0,25**	**0,5**	**1,5**	**2**	**4**	**8**	∞
1	1,336384	1,262846559	1,147085	0,821472	0,731953	0,574601	0,497463	0,464339
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0,67884	0,657733235	0,623811	0,511026	0,470004	0,379486	0,328758	0,306861
5	1,345957	1,284377409	1,181113	0,834315	0,724753	0,539522	0,463388	0,432496
6	1,37015	1,347136385	1,311983	1,206331	1,169086	1,071594	0,97821	0,917496
7	1,37512	1,358363674	1,330632	1,22765	1,18377	1,06284	0,96283	0,903683
8	0,657946	0,607351887	0,530542	0,330799	0,280902	0,205277	0,176172	0,164427
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1,076308	1,043671885	0,991971	0,8275	0,770108	0,642352	0,56257	0,525308
11	1,079626	1,050756617	1,002189	0,822873	0,752739	0,598234	0,516542	0,482117
12	1,583975	1,547085539	1,489452	1,309171	1,244858	1,086971	0,966834	0,903779
13	1,374257	1,356746062	1,329104	1,238439	1,203973	1,113681	1,033051	0,976711
14	1,371148	1,349785656	1,317741	1,227202	1,198073	1,129915	1,067816	1,017343
15	1,361917	1,325640503	1,266546	1,063218	0,986764	0,81205	0,707305	0,660308

Phụ lục 20.3. Xác định theo lỗ trống năm 2018

Ký hiệu lỗ trống	**0**	**0,25**	**0,5**	**1,5**	**2**	**4**	**8**	∞
1	1,336384	1,262846559	1,147085	0,821472	0,731953	0,574601	0,497463	0,464339
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0,67884	0,657733235	0,623811	0,511026	0,470004	0,379486	0,328758	0,306861
5	1,345957	1,284377409	1,181113	0,834315	0,724753	0,539522	0,463388	0,432496
6	1,37015	1,347136385	1,311983	1,206331	1,169086	1,071594	0,97821	0,917496
7	1,37512	1,358363674	1,330632	1,22765	1,18377	1,06284	0,96283	0,903683
8	0,657946	0,607351887	0,530542	0,330799	0,280902	0,205277	0,176172	0,164427
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1,076308	1,043671885	0,991971	0,8275	0,770108	0,642352	0,56257	0,525308
11	1,079626	1,050756617	1,002189	0,822873	0,752739	0,598234	0,516542	0,482117
12	1,583975	1,547085539	1,489452	1,309171	1,244858	1,086971	0,966834	0,903779
13	1,374257	1,356746062	1,329104	1,238439	1,203973	1,113681	1,033051	0,976711
14	1,371148	1,349785656	1,317741	1,227202	1,198073	1,129915	1,067816	1,017343
15	1,361917	1,325640503	1,266546	1,063218	0,986764	0,81205	0,707305	0,660308

Phụ lục 21. Công thức tổ thành tầng cây cao 4 ô định vị

ODV	Số cây (Ni)						Pi					
	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	Tổng	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	Công thức tổ thành
2012	68	143	173	81	149	614						
I	2	10	142	54		208	0,1	0,5	6,8	2,6		6,8S + 2,6T + 0,5M - 0,1Đ
II	27	1	2	4	70	104	2,6	0,1	0,2	0,4	6,7	6,7V + 2,6Đ - 0,4T - 0,2S - 0,1M
III		106	10		10	126		8,4	0,8		0,8	8,4M + 0,8S + 0,8V
IV	39	6	29	23	79	176	2,2	0,3	1,6	1,3	4,5	4,5V + 2,2Đ + 1,6S + 1,3T - 0,3M
2018	75	141	180	82	149	627						
I	7	10	137	53	3	210	0,3	0,5	6,5	2,5	0,1	6,5S + 2,5T - 0,5M - 0,3Đ - 0,1V
II	28	1	5	5	64	103	2,7	0,1	0,5	0,5	6,2	6,2V + 2,7Đ + 0,5S + 0,5T - 0,1M
III		124	7		4	135		9,2	0,5		0,3	9,2M + 0,5S - 0,3V
IV	40	6	31	24	78	179	2,2	0,3	1,7	1,3	4,4	4,4V + 2,2Đ + 1,7S + 1,3T - 0,3M

Phụ lục 22. Công thức tổ thành tầng cây tái sinh 4 ô định vị

ODV	Số cây (Ni)						Pi					
	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	Tổng	Đâng	Mắm biển	Sú	Trang	Vẹt dù	Công thức tổ thành
2012	22	73	52	8	70	225						
I	3		34	4	2	43	0,7		7,9	0,9	0,5	7,9S + 0,9T + 0,7Đ + 0,5V
II	11				22	33	3,3				6,7	6,7V + 3,3Đ
III		71	6		3	80		8,9	0,8		0,4	8,9M + 0,8S - 0,4V
IV	8	2	12	4	43	69	1,2	0,3	1,7	0,6	6,2	6,2V + 1,7S + 1,2Đ + 0,6T - 0,3M
2018	29	65	80	8	91	273						
I	7		49	5	8	69	1		7,1	0,7	1,2	7,1S + 1,2V + 1,0Đ + 0,7T
II	16				40	56	2,9				7,1	7,1V + 2,9Đ
III		60	8		3	71		8,5	1,1		0,4	8,5M + 1,1S - 0,4V
IV	6	5	23	3	40	77	0,8	0,6	3	0,4	5,2	5,2V + 3S + 0,8Đ + 0,6M - 0,4T

Phụ lục 23. Chỉ số đa dạng Rényi cây tái sinh giai đoạn 2012 – 2018

Năm	ODV	0	0.25	0.5	1.5	2	4	8	∞
2012	I	1,386	1,208	1,030	0,549	0,445	0,313	0,268	0,250
	II	0,693	0,679	0,664	0,611	0,588	0,520	0,463	0,432
	III	1,099	0,879	0,687	0,293	0,230	0,159	0,136	0,127
	IV	1,609	1,474	1,344	0,947	0,830	0,628	0,540	0,504
2018	I	1,386	1,266	1,143	0,743	0,629	0,456	0,391	0,365
	II	0,693	0,668	0,644	0,558	0,525	0,440	0,384	0,359
	III	1,099	0,919	0,758	0,389	0,317	0,224	0,192	0,180
	IV	1,609	1,494	1,385	1,077	0,992	0,838	0,747	0,699

Phụ lục 24. Chỉ số đa dạng Rényi tầng cây cao giai đoạn 2012 – 2018

Năm	ODV	0	0,25	0,5	1,5	2	4	8	∞
2012	I	1,386	1,170	1,005	0,691	0,624	0,502	0,436	0,407
	II	1,609	1,348	1,134	0,726	0,649	0,521	0,452	0,422
	III	1,099	0,937	0,785	0,406	0,328	0,230	0,198	0,184
	IV	1,609	1,539	1,477	1,287	1,217	1,041	0,915	0,854
2018	I	1,609	1,395	1,209	0,795	0,707	0,562	0,488	0,456
	II	1,609	1,402	1,229	0,850	0,766	0,622	0,544	0,508
	III	1,099	0,835	0,612	0,217	0,166	0,113	0,097	0,091
	IV	1,609	1,542	1,482	1,306	1,242	1,075	0,949	0,886

Phụ lục 25.Chỉ số đa dạng Rényi tại các ODV

Phụ lục 25.1. ODV I

Năm	Tầng cây	0	0,25	0,5	1,5	2	4	8	∞
2012	TCC	1,386	1,170	1,005	0,691	0,624	0,502	0,436	0,407
	TCTS	1,099	0,879	0,687	0,293	0,230	0,159	0,136	0,127
2018	TCC	1,609	1,395	1,209	0,795	0,707	0,562	0,488	0,456
	TCTS	1,099	0,919	0,758	0,389	0,317	0,224	0,192	0,180

Phụ lục 25.2. ODV II

Năm	Tầng cây	0	0,25	0,5	1,5	2	4	8	∞
2012	TCC	1,609	1,348	1,134	0,726	0,649	0,521	0,452	0,422
	TCTS	1,386	1,208	1,030	0,549	0,445	0,313	0,268	0,250
2018	TCC	1,609	1,402	1,229	0,850	0,766	0,622	0,544	0,508
	TCTS	1,386	1,266	1,143	0,743	0,629	0,456	0,391	0,365

Phụ lục 25.3. ODV III

Năm	Tầng cây	0	0.25	0.5	1.5	2	4	8	∞
2012	TCC	1.099	0.937	0.785	0.406	0.328	0.230	0.198	0.184
	TCTS	1.099	0.879	0.687	0.293	0.230	0.159	0.136	0.127
2018	TCC	1.099	0.835	0.612	0.217	0.166	0.113	0.097	0.091
	TCTS	1.609	1.494	1.385	1.077	0.992	0.838	0.747	0.699

Phụ lục 25.4. ODV IV

Năm	Tầng cây	0	0,25	0,5	1,5	2	4	8	∞
2012	TCC	1,609	1,539	1,477	1,287	1,217	1,041	0,915	0,854
	TCTS	1,609	1,474	1,344	0,947	0,830	0,628	0,540	0,504
2018	TCC	1,609	1,542	1,482	1,306	1,242	1,075	0,949	0,886
	TCTS	1,609	1,494	1,385	1,077	0,992	0,838	0,747	0,699

Phục lục 26. Giải pháp kỹ thuật lâm sinh cho các QXTVNM khu vực nghiên cứu

TT QX	Chế độ ngập triều	QXTV NM	Số loài ưu thế	Mật độ TCC (cây/ha)	Mật độ cây TSTV (cây/ha)	Độ tàn che	D_{00} (cm)	Hvn (m)	Giải pháp tác động
61	Ngập khi nước triều thấp	Mắm biển ưu thế	4	5.967	333	0,41	4,4	1,9	Có thể thấy, đây là quần xã ngập triều thường xuyên, sinh trưởng khá tốt, mật độ tầng cây cao tương đối cao, tuy nhiên mật độ cây TSTV lại rất thấp, do đó biện pháp kỹ thuật áp dụng ở đây sẽ phải kết hợp giải pháp **khoanh nuôi bảo vệ** cho các diện tích nằm xa khu dân cư, điều kiện đi lại, di chuyển khó khăn, còn với những khu vực có điều kiện thuận lợi hơn thì áp dụng giải pháp **khoanh nuôi xúc tiến tái sinh có trồng bổ sung** nhằm hỗ trợ cây tái sinh phát triển, tăng tỷ lệ cây tái sinh triển vọng, loại bỏ những cây già cỗi sâu bệnh, trẻ hóa rừng và tăng tính đa dạng cho QXTVNM.
2	Ngập khi nước triều thấp	Sú, Trang, Mắm biển	3	6.767	2.000	0,50	6,1	2,1	Quần xã này nằm ở khu vực thường xuyên bị ngập triều, sinh trưởng phát triển tốt với mật độ tầng cây cao khá cao, mật độ cây tái sinh triển vọng đủ lớn, đảm bảo cho quá trình tái sinh tự nhiên diễn ra thuận lợi, vì vậy chỉ cần giảm tác động không mong muốn từ những hoạt động đánh bắt tự nhiên của người dân địa phươn là rừng đã có thể sinh trưởng phát triển tốt. Giải pháp **khoanh nuôi bảo vệ** là phù hợp để áp dụng.

3	Ngập khi nước triều thấp	Mắm biển ưu thế phục hồi sau NTTS	1	3.200	667	0,36	5,11	1,3	Quần xã này nằm ở khu vực thường xuyên bị ngập triều, trong các đầm tôm hoang hóa, sinh trưởng kém về chiều cao, mật độ tầng cây cao ở mức trung bình, tuy nhiên mật độ cây tái sinh triển vọng rất thấp, không đảm bảo cho quá trình tái sinh tự nhiên diễn ra thuận lợi, vì vậy cần áp dụng giải pháp **khoanh nuôi xúc tiến tái sinh có trồng bổ sung** nhằm giảm tác động không mong muốn từ môi trường ngoài là rừng, đồng thời cải thiện tỷ lệ cây tái sinh triển vọng, nâng cao đa dạng loài trong tổ thành cây tái sinh, mục đích tạo rừng hỗn loài, tăng tính bền vững về mặt sinh thái. Tuy nhiên, với những khu vực xa xôi, điều kiện đi lại, vận chuyển khó thì chỉ cần áp dụng giải pháp **khoanh nuôi bảo vệ.** Ngoài ra còn cần 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 QXTVNM bị suy thoái nhanh chóng
49	Ngập khi nước triều thấp	Sú, Trang	2	3.767	2.333	0,66	7,2	2,5	Quần xã này nằm ở khu vực thường xuyên bị ngập triều, sinh trưởng phát triển tốt với mật độ tầng cây cao ở mức trung bình, mật độ cây tái sinh triển vọng khá lớn tuy nhiên độ tàn che khá cao. Vì vậy, để đảm bảo cho quá trình tái sinh tự nhiên diễn ra thuận lợi, cần giảm tác động không mong muốn từ môi trường ngoài là rừng đồng thời cải thiện độ tàn che giúp cây tái sinh triển vọng có khả năng vươn lên tầng trên. Giải pháp **khoanh nuôi xúc tiến tái sinh** là phù hợp để áp

									dụng. Ở những khu vực có hiện tượng xói lở, có hiện tượng cây đổ, chết do bị sụt lở cần tiên hành làm tường mềm hỗ trợ chống sạt lở, giảm dòng chảy ven bờ và giải pháp gây bồi cho những khu vực ngập triều sâu.
5	Ngập khi nước triều thấp	Sú, Bần chua, Trang	4	2.867	2.000	0,65	5	1,8	Quần xã này nằm ở khu vực thường xuyên bị ngập triều, sinh trưởng phát triển tốt với mật độ tầng cây cao ở mức trung bình, mật độ cây tái sinh triển vọng khá lớn tuy nhiên độ tàn che khá cao. Vì vậy, để đảm bảo cho quá trình tái sinh tự nhiên diễn ra thuận lợi, cần giảm tác động không mong muốn từ môi trường ngoài là rừng đồng thời cải thiện độ tàn che giúp cây tái sinh triển vọng có khả năng vươn lên tầng trên. Giải pháp **khoanh nuôi xúc tiến tái sinh** là phù hợp để áp dụng.
6	Ngập khi nước triều thấp	Sú, Mắm biển, Trang, Đâng, Vẹt dù	5	7.333	2.000	0,71	3,6	1,4	Quần xã này nằm ở khu vực thường xuyên bị ngập triều thấp đến bị ngập triều trung bình , sinh trưởng phát triển tốt với mật độ tầng cây rất lớn, độ tàn che cao, mật độ cây tái sinh triển vọng cao. Vì vậy, để đảm bảo cho quá trình tái sinh tự nhiên diễn ra thuận lợi, cần giảm tác động không mong muốn từ môi trường ngoài và có giải pháp tác động nhằm hỗ trợ cây tái sinh triển vọng sinh trưởng phát triển tốt. Giải pháp **khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên** là phù hợp để áp dụng. Tuy nhiên, với những khu vực xa xôi, điều kiện đi lại, vận chuyển khó thì chỉ cần áp dụng giải pháp **khoanh nuôi bảo vệ.**

7	Ngập khi nước triều thấp	Đâng, Vẹt dù, Sú, Trang, Mắm biển	4	3.567	3.333	0,77	6,6	3	Quần xã này nằm ở khu vực thường xuyên bị ngập triều thấp đến bị ngập triều trung bình , sinh trưởng phát triển tốt với mật độ tầng cây cao khá cao, mật độ cây tái sinh triển vọng cao, tuy nhiên độ tàn che lại khá cao. Vì vậy, để đảm bảo cho quá trình tái sinh tự nhiên diễn ra thuận lợi, cần giảm tác động không mong muốn từ môi trường ngoài và có giải pháp tác động nhằm hỗ trợ cây tái sinh triển vọng sinh trưởng phát triển tốt. Giải pháp **khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên** là phù hợp để áp dụng. Tuy nhiên, với những khu vực xa xôi, điều kiện đi lại, vận chuyển khó thì chỉ cần áp dụng giải pháp **khoanh nuôi bảo vệ**.
8	Ngập khi nước triều thấp	Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù	4	5.733	1.000	0,59	5	2	Quần xã này nằm ở khu vực thường xuyên bị ngập triều đến bị ngập triều trung bình , sinh trưởng phát triển tốt với mật độ tầng cây cao rất cao với độ tàn che trung bình, nhưng mật độ cây tái sinh triển vọng lại khá thấp, vậy nên để đảm bảo cho quá trình tái sinh tự nhiên diễn ra thuận lợi, cần giảm tác động không mong muốn từ môi trường ngoài và có giải pháp tác động nhằm hỗ trợ cây tái sinh triển vọng sinh trưởng phát triển tốt đồng thời bổ sung thêm lượng cây tái sinh. Giải pháp **khoanh nuôi xúc tiến tái sinh có trồng bổ sung** là phù hợp để áp dụng. Tuy nhiên, với những khu vực xa xôi, điều kiện đi lại, vận chuyển khó khăn thì chỉ cần áp dụng giải pháp **khoanh nuôi bảo vệ** hoặc khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên.

9	Ngập khi nước triều thấp	Vẹt dù, Đâng, Mắm biển, Trang	4	2.967	1.667	0,80	6,2	2,3	Quần xã này nằm ở khu vực bị ngập triều trung bình , sinh trưởng phát triển tốt với mật độ tầng cây cao trung bình nhưng độ tàn che lại rất cao, mật độ cây tái sinh triển vọng chỉ ở mức trung bình, vậy nên để đảm bảo cho quá trình tái sinh tự nhiên diễn ra thuận lợi, cần giảm tác động không mong muốn từ môi trường ngoài và có giải pháp tác động nhằm hỗ trợ cây tái sinh triển vọng sinh trưởng phát triển tốt đồng thời bổ sung thêm lượng cây tái sinh. Giải pháp **khoanh nuôi xúc tiến tái sinh có trồng bổ sung** là phù hợp để áp dụng. Tuy nhiên, với những khu vực có cự ly đi làm xa, điều kiện đi lại, vận chuyển khó thì chỉ cần áp dụng giải **pháp khoanh nuôi bảo vệ** hoặc **khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên.**
10	Ngập khi nước triều thấp	Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang	4	4.967	3.000	0,82	5,4	2	Quần xã này nằm ở khu vực bị ngập triều trung bình, sinh trưởng phát triển tốt với mật độ tầng cây cao và mật độ cây tái sinh triển vọng khá cao, tuy nhiên độ tàn che cũng rất cao vậy nên để đảm bảo cho quá trình tái sinh tự nhiên diễn ra thuận lợi, cần giảm tác động không mong muốn từ môi trường ngoài và có giải pháp tác động nhằm hỗ trợ cây tái sinh triển vọng sinh trưởng phát triển tốt. Giải pháp **khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên** là phù hợp để áp dụng. Tuy nhiên, với những khu vực xa xôi, điều kiện đi lại, vận chuyển khó thì chỉ cần áp dụng giải pháp **khoanh nuôi bảo vệ.**

11	Ngập khi nước triều thấp	Vẹt dù, Đâng	2	2.233	2.167	0,83	7,6	2,8	Quần xã này nằm ở khu vực bị ngập triều trung bình đến ít bị ngập triều, sinh trưởng phát triển tốt với mật độ tầng cây cao và mật độ cây tái sinh triển vọng khá cao, tuy nhiên độ tàn che cũng rất cao vậy nên để đảm bảo cho quá trình tái sinh tự nhiên diễn ra thuận lợi, cần giảm tác động không mong muốn từ môi trường ngoài và có giải pháp tác động nhằm hỗ trợ cây tái sinh triển vọng sinh trưởng phát triển tốt. Giải pháp **khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên** là phù hợp để áp dụng. Tuy nhiên, với những khu vực xa xôi, điều kiện đi lại, vận chuyển khó thì chỉ cần áp dụng giải pháp **khoanh nuôi bảo vệ.**
12	Ngập khi nước triều thấp	Vẹt dù ưu thế	2	2.467	1.167	0,80	7,6	2,6	Quần xã này nằm ở khu vực bị ngập triều trung bình đến ít bị ngập triều, sinh trưởng phát triển tốt với mật độ tầng cây cao ở mức trung bình, nhưng độ tàn che lại rất cao với mật độ cây tái sinh triển vọng khá thấp, vậy nên để đảm bảo cho quá trình tái sinh tự nhiên diễn ra thuận lợi, cần giảm tác động không mong muốn từ môi trường ngoài và có giải pháp tác động nhằm hỗ trợ cây tái sinh triển vọng sinh trưởng phát triển tốt đồng thời bổ sung thêm lượng cây tái sinh nhằm cải thiện thành phần loài, nâng cao tính bền vững về mặt sinh thái. Giải pháp **khoanh nuôi xúc tiến tái sinh có trồng bổ sung** là phù hợp để áp dụng. Tuy nhiên, với những khu vực xa xôi, điều kiện đi lại, vận chuyển khó thì chỉ cần áp dụng giải pháp **khoanh nuôi bảo vệ.**

13	Ngập khi nước triều cao	Cóc vàng, Giá, Mắm biển	4	4.133	1.000	0,68	3,9	1,4	Quần xã này nằm ở khu vực ít bị ngập triều, sinh trưởng phát triển tốt với mật độ tầng cây cao ở mức trung bình, độ tàn che khá cao với mật độ cây tái sinh triển vọng khá thấp, vậy nên để đảm bảo cho quá trình tái sinh tự nhiên diễn ra thuận lợi, cần giảm tác động không mong muốn từ môi trường ngoài và có giải pháp tác động nhằm hỗ trợ cây tái sinh triển vọng sinh trưởng phát triển tốt đồng thời bổ sung thêm lượng cây tái sinh nhằm cải thiện thành phần loài, nâng cao tính bền vững về mặt sinh thái . Giải pháp **khoanh nuôi xúc tiến tái sinh có trồng bổ sung** là phù hợp để áp dụng. Tuy nhiên, với những khu vực xa xôi, điều kiện đi lại, vận chuyển khó thì chỉ cần áp dụng giải pháp **khoanh nuôi bảo vệ.**

Phụ lục 27. Một số biện pháp kỹ thuật trồng rừng bổ sung

TT	Lập địa	Biện pháp kỹ thuật
I	**Nhóm lập địa I (Thuận lợi)**	
1	Loài cây	Trang (*K. obovata*), Đâng (*R. stylosa*)
2	Cây giống	Cây con: Trang, Đâng
3	Tiêu chuẩn cây con	Tuổi cây từ 8 tháng Doo >0,8cm; Hvn > 80 cm
4	Mật độ trồng: (trụ mầm hoặc cây /ha)	Cây con có bầu: 1.000
5	Thời vụ trồng	Tháng 5-10
6	Phương thức trồng	Hỗn giao, thuần loài
7	Cải tạo thể nền	Không
8	Cắm cọc	Không
9	Hàng rào giảm sóng	Không
II	**Nhóm lập địa II (Trung bình)**	
1	Loài cây	Trang (*K. obovata*), Đâng (*R. stylosa*)
2	Cây giống	Cây con: Trang, Đâng
3	Tiêu chuẩn cây con	Tuổi cây: từ 18 tháng tuổi Doo Trang, Đâng , Vẹt dù > 1 cm; Hvn > 100 cm
4	Mật độ trồng (cây/ha)	1.500
5	Thời vụ trồng	Tháng 5-10
6	Phương thức trồng	Hỗn giao, thuần loài
7	Cải tạo thể nền	Không
8	Cắm cọc	3 cọc/cây, chiều cao cọc 70 cm, cắm sâu vào đất 40 cm
9	Hàng rào giảm sóng	Không

TT	Lập địa	Biện pháp kỹ thuật
III	**Nhóm lập địa III (Khó khăn) – ven bờ sông, bị xói lở**	
1	Loài cây	Mắm biển (*A. marina*),
2	Cây giống	Cây con có bầu
3	Tiêu chuẩn cây con	Tuổi cây: 24 tháng Cây Mắm biển: Hvn > 80 cm, Doo > 1cm
4	Mật độ trồng (cây/ha)	2.000
5	Phương thức trồng	Trồng thuần loài Mắm biển
6	Cải tạo thể nền, lập địa	Cải tạo cục bộ hố trồng cây bằng biện pháp bổ sung thêm đất phù sa vào hố với những khu vực có tỷ lệ cát >70%.
7	Cắm cọc	3 cọc/cây, chiều cao cọc 70 cm, cắm sâu vào đất 40 cm