

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT
TRƯỜNG ĐẠI HỌC LÂM NGHIỆP

TRẦN THỊ MAI SEN

NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC ĐỀ ĐỀ XUẤT
GIẢI PHÁP PHỤC HỒI RỪNG NGẬP MẶN
TẠI VƯỜN QUỐC GIA XUÂN THỦY, TỈNH NAM ĐỊNH

Ngành: Lâm sinh

Mã số: 9.62.02.05

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ LÂM NGHIỆP

Hà Nội - Năm 2021

Công trình được hoàn thành tại: Trường Đại học Lâm nghiệp

Người hướng dẫn khoa học:

1. PGS.TSKH. Nguyễn Thị Kim Cúc - Trường Đại học Thủy Lợi
2. PGS.TS. Phạm Minh Toại – Trường Đại học Lâm nghiệp

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng cấp Trường họp tại
Trường Đại học Lâm nghiệp vào hồi giờ ngày tháng năm

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc gia Việt Nam
- Thư viện Trường Đại học Lâm nghiệp

**DANH MỤC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CÔNG BỐ
CỦA TÁC GIẢ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN**

1. **Tran Thi Mai Sen**, Nguyen Thi Kim Cuc, Le Hong Lien, Tran Viet Ha, Pham Thi Quynh, Nguyen Thanh Thuy Van and Pham Tien Dung, “*Current status of mangroves in the context of climate change in Xuan Thuy National park buffer zone, Nam Dinh Province*”, Vietnam. APAC 2019, Springer Singapore, 2020, pp. 1221-1228. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-0291-0_167.
2. Phạm Tiến Dũng, Nguyễn Huy Hoàng, **Trần Thị Mai Sen**, Nguyễn Thị Xuân Thắng, “*Ứng dụng công nghệ bay không người lái để quản lý rừng ngập mặn, nghiên cứu cụ thể tại Vườn quốc gia Xuân Thủy, Nam Định*”. Tạp chí Khoa học Thủy lợi và Môi trường, Số 68 (3), 2020: 59-66.
3. **Trần Thị Mai Sen**, Nguyễn Thị Kim Cúc, Phạm Minh Toại, Phạm Tiến Dũng, Nguyễn Huy Hoàng, 2021, “*Đánh giá biến động và chất lượng rừng ngập mặn tại Vườn quốc gia Xuân Thủy bằng ảnh vệ tinh Landsat đa thời gian*”, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, số 1, 2021: 138-145.
4. **Trần Thị Mai Sen**, Nguyễn Thị Kim Cúc, Phạm Minh Toại, Phạm Thị Quỳnh, Phạm Thị Hạnh, Trần Thị Yến, Nguyễn Thị Thu Hằng, 2021, “*Đặc điểm cấu trúc tầng cây cao của các quần xã thực vật ngập mặn tại Vườn quốc gia Xuân Thủy, tỉnh Nam Định*”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp, số 3, 2021: 41-49.

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Trước bối cảnh biến đổi khí hậu như hiện nay, việc phục hồi các chức năng của hệ sinh thái rừng ngập mặn đang là nhiệm vụ hết sức cấp thiết của các nhà quản lý và các nhà khoa học. Trong thời gian qua, đã có nhiều chương trình, dự án trồng rừng ngập mặn được triển khai, tuy nhiên khả năng thành công chưa được như mong đợi, điều này có thể do các điều kiện vật lý của khu vực trồng, kỹ thuật trồng hoặc sự thiết lập các chức năng của hệ sinh thái rừng ngập mặn khó khăn hơn so với phục hồi rừng bằng con đường tự nhiên (N. Tonné và cộng sự, 2017). Do đó phục hồi rừng ngập mặn dựa vào năng lực tự tái sinh của rừng đang là một hướng đi hứa hẹn nhiều triển vọng. Tuy nhiên, quá trình thiết lập tái sinh tự nhiên của cây ngập mặn lại phụ thuộc chủ yếu vào thời gian phát tán của trụ mầm/quả và các điều kiện môi trường ảnh hưởng tới quá trình phát triển của cây con, điều này mở ra nhiều hướng mới cho các nghiên cứu liên quan đến phục hồi rừng ngập mặn.

Vườn quốc gia Xuân Thủy - vùng ngập nước đầu tiên của khu vực Đông Nam Á tham gia Công ước bảo tồn những vùng đất ngập nước có tầm quan trọng quốc tế (Công ước RAMSAR). Trong giai đoạn từ năm 2005 đến năm 2019 tác động của các hiện tượng khí hậu cực đoan đã ảnh hưởng đến chất lượng và khả năng phục hồi rừng ngập mặn của Vườn quốc gia Xuân Thủy. Trước thực tế đó, nghiên cứu này được triển khai nhằm góp phần bổ sung cơ sở khoa học của quá trình thiết lập tái sinh tự nhiên của cây ngập mặn và cơ sở để hoạch định giải pháp phục hồi và phát triển các hệ sinh thái rừng ngập mặn một cách hiệu quả cho Vườn quốc gia Xuân Thủy nói riêng và Việt Nam nói chung.

2. Mục tiêu nghiên cứu: i) Đánh giá được hiện trạng của các quần xã thực vật ngập mặn tại khu vực nghiên cứu; ii) Xác định được khả năng tái sinh tự nhiên của một số loài cây ngập mặn chủ yếu; iii) Đề xuất được một số giải pháp kỹ thuật phục hồi và phát triển rừng ngập mặn tại khu vực nghiên cứu.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

3.1. Đối tượng nghiên cứu: Các quần xã thực vật ngập mặn, đặc điểm tái sinh tự nhiên và các yếu tố ảnh hưởng đến tái sinh tự nhiên của những quần xã đó.

3.2. Phạm vi nghiên cứu

3.2.1. Phạm vi về địa điểm nghiên cứu: vùng rừng ngập mặn tại Vườn quốc gia Xuân Thủy, nằm tại vị trí bờ Nam của cửa sông Hồng, tỉnh Nam Định.

3.2.2. Phạm vi về nội dung nghiên cứu

- Nội dung nghiên cứu về đánh giá chất lượng của rừng ngập mặn được đánh giá thông qua kết quả trên chỉ số thực vật khác biệt chuẩn hóa (NDVI) và và chỉ số thực vật tăng cường (EVI).

- Trong điều kiện thí nghiệm luận án chỉ tiến hành ở 3 loài cây ngập mặn gồm: Trang (*Kandelia obovata*), Đước vôi (*Rhizophora stylosa*) và Mắm biển (*Avicennia marina*);

- Nghiên cứu tập trung vào một số nhân tố ảnh hưởng tới sự thiết lập tái sinh trên bãi triều ở giai đoạn cây non cho đến khi cây tái sinh cố định được xuống thể nền bao gồm: độ mặn, chế độ phơi bãi và chế độ sóng. Điều kiện môi trường khác như: độ thành thực của thể nền, thành phần cấp hạt cát chưa được tích hợp vào các thí nghiệm trong nhà kính về sự thiết lập tái sinh của cây ngập mặn.

- Việc đề xuất các giải pháp phục hồi và phát triển rừng ngập mặn chỉ hoàn toàn dựa trên cơ sở khoa học từ kết quả nghiên cứu thí nghiệm trong nhà kính và phân tích khảo sát tại hiện trường mà chưa xét đến các cơ sở khác như: căn cứ về chính sách, quy hoạch phát triển,....

4. Điểm mới của luận án

- Bổ sung các dẫn liệu khoa học về đặc điểm cấu trúc của quần xã thực vật ngập mặn và đặc điểm tái sinh của một số cây ngập mặn chủ yếu tại khu vực nghiên cứu.

- Xác định được khả năng thiết lập tái sinh tự nhiên của một số loài cây ngập mặn chủ yếu và đề xuất được một số giải pháp phục hồi rừng ngập mặn bằng các loài Trang, Đước vôi và Mắm biển tại những vùng có độ mặn và chế độ phơi bãi thích hợp.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

Luận án đã tổng hợp và phân tích các nghiên cứu ở trên thế giới và Việt Nam về cấu trúc và tái sinh rừng ngập mặn (RNM), phục hồi RNM. Dưới đây là những thảo luận chung.

1.1. Nghiên cứu về cấu trúc và tái sinh rừng ngập mặn

Các nghiên cứu về đặc điểm cấu RNM chỉ ra: lâm phần RNM còn nguyên sinh có cấu trúc phức tạp hơn và đa dạng hơn các lâm phần non. Thành phần loài của RNM phục hồi bằng tái sinh tự nhiên đa dạng hơn so với RNM phục hồi nhân tạo.

Đã có nhiều nghiên cứu đặc điểm tái sinh của cây ngập mặn (CNM): hình thức phát tán, thiết lập tái sinh của CNM, có thể thấy rằng để cây tái sinh có thể sống sót và sinh trưởng ổn định trên các bãi triều là điều rất khó khăn. Các nghiên cứu đã chỉ ra được cây con ngập mặn có tính nhạy cảm rất cao, nhất là trong môi trường ngập triều phải chịu nhiều các tác động xáo trộn cơ học, điều này có thể làm cho CNM giảm khả năng sinh trưởng và tỷ lệ sống. Để việc phục hồi RNM bằng con đường tự nhiên thành công tại khu vực cụ thể, chính là xác định được khoảng thời gian cần thiết để trụ mầm/quả/hạt già của những loài CNM của khu vực có thể neo đậu và cố định được trên bãi triều (sự thiết lập tái sinh). Có những loài cần khoảng thời gian phơi bãi là 5 ngày để có thể

neo đậu trên bãi triều/ thiết lập tái sinh thành công, có những loài phải mất thời gian lâu hơn. Sự thiết lập tái sinh sớm trên bãi triều sẽ giúp cây con có cơ hội sinh trưởng phát triển tốt nhất. Việc lựa chọn các loài tiên phong, có tốc độ thiết lập tái sinh nhanh chính là các biện pháp để tăng cường sự phát triển và chất lượng của cây con. Sự thiết lập tái sinh quyết định bởi nhiều yếu tố, trong đó mỗi loài cây có sự thiết lập tái sinh khác nhau và chịu ảnh hưởng các nhân tố môi trường như: biên độ triều và thời gian ngập triều thể hiện qua chế độ phơi bãi; độ mặn; và sóng biển. Do vậy, nghiên cứu về sự thiết lập tái sinh của CNM có vai trò quan trọng trong hiểu biết và xác định các điều kiện môi trường thuận lợi cho thiết lập tái sinh của CNM. Đây sẽ là một công cụ hữu ích trong công tác bảo tồn, giúp bảo vệ, phục hồi và phát triển hệ sinh thái (HST) RNM trước những tác động tiềm ẩn của phát triển kinh tế - xã hội và tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu.

- Nghiên cứu định lượng khoảng thời gian tiên quyết để trụ mầm/quả/hạt CNM thành cây non: cố định xuống thể nền, phát triển rễ, thích nghi với độ mặn và tác động của thủy triều là hết sức cần thiết. Thí nghiệm trong nhà kính nhằm định lượng được khoảng thời gian này. Việc triển khai các thí nghiệm trong nhà kính để nghiên cứu ảnh hưởng của số ngày phơi bãi, độ mặn và sóng đến khả năng thiết lập tái sinh của trụ mầm/ quả/ hạt. Đây là những thí nghiệm sinh thái chưa từng được thực hiện ở Việt Nam, cần phải được tiến hành nghiên cứu và mở rộng trên nhiều vùng sinh thái khác nhau.

1.2. Nghiên cứu về phục hồi rừng ngập mặn

Có nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng để phục hồi thành công HST RNM đòi hỏi cần phải có hiểu biết về thủy văn, các nhân tố ảnh hưởng đến sự phân bố, hình thành loài và phát triển loài CNM mục đích. Một số nghiên cứu khác kết luận, ngoài những hiểu biết về điều kiện thủy văn, thì cần có những đánh giá về biến đổi của môi trường đã và đang tác động đến tái sinh tự nhiên.

Việc phục hồi RNM nên bắt đầu sớm hơn nhiều so với thời điểm rừng đã bị mất một cách nghiêm trọng. Phục hồi RNM còn gặp nhiều khó khăn và chưa đạt được hiệu quả cao do những tập trung chủ yếu về các phương thức, kỹ thuật trồng rừng mà chưa quan tâm đến những môi tương tác giữa các loài CNM với môi trường vật lý cũng như môi trường sinh vật. Đối với quá trình phục hồi bằng tái sinh tự nhiên, vấn đề quan trọng, then chốt cần được hiểu và làm sáng tỏ đó là tiềm năng phát tán của hạt giống và khả năng thiết lập của cây con trên các bãi triều (có thành công hay không). Phục hồi bằng con đường nhân tạo bao gồm trồng rừng từ cây con mang tính cấp thiết và cần được tiến hành sớm hơn ở những khu RNM bị suy thoái.

1.3. Thảo luận chung

Đến nay, những lý giải và phân tích về nguyên nhân thành công nhiều hay ít và cơ chế của quá trình phục hồi RNM bằng con đường tự nhiên vẫn còn

nhiều hạn chế chưa được làm sáng tỏ. Thông qua những phân tích ở các tiêu mục trên có thể thấy rằng, việc phục hồi RNM bằng quá trình tái sinh tự nhiên không thông qua các hoạt động trồng rừng, nhất là ở các bãi bồi, phụ thuộc rất nhiều vào chất lượng của trụ mầm/quả/hạt giống, thời gian phát tán của trụ mầm và các điều kiện cần thiết để cây con có thể thiết lập tái sinh (neo đậu) trên nền đất và tiếp tục quá trình tái sinh.

Các nghiên cứu về quá trình thiết lập tái sinh của các loài CNM cung cấp cơ sở khoa học quan trọng vào sự thành công ban đầu của quá trình phục hồi RNM. Trong những năm qua, hướng nghiên cứu này đã nhận được sự quan tâm của nhiều nhà khoa học trên thế giới, một số thí nghiệm đối với một số loài thực vật ngập mặn ở các vùng sinh thái khác nhau đã được thử nghiệm tại một số nước như: Panama, Sri Lanka, Australia, Singapore,... Kết quả của những nghiên cứu thử nghiệm đó là bài học quý cho những nghiên cứu đầu tiên ở Việt Nam về vấn đề này, giải đáp những câu hỏi liên quan đến định lượng khoảng an toàn cho CNM trong các điều kiện sinh thái, môi trường ở Việt Nam. Đây là những thông tin rất quan trọng và cần thiết để xác định giải pháp nâng cao hiệu quả hoạt động phục hồi các HST RNM

Với tầm quan trọng về vai trò sinh thái cũng như giá trị kinh tế, xã hội của mình, Vườn quốc gia (VQG) Xuân Thủy đã nhận được sự quan tâm của nhiều nhà khoa học. Nhiều kết quả nghiên cứu có ý nghĩa quan trọng đã được công bố như: hiện trạng hệ động thực vật tại VQG Xuân Thủy; các tác nhân gây mất rừng, ảnh hưởng đến HST RNM của khu vực; ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS cho công tác theo dõi, quản lý, bảo vệ rừng; khả năng tích lũy carbon trong RNM đặc điểm điều kiện lập địa, khả năng sinh trưởng của thực vật ngập mặn,... Tuy nhiên, để công tác phục hồi rừng được hiệu quả hơn thì một số căn cứ khoa học cho phục hồi RNM như: đặc điểm cấu trúc rừng, đặc điểm tái sinh của một số loài CNM chủ yếu hay tác động của một số nhân tố sinh thái tới sự thiết lập tái sinh tự nhiên ở RNM cần được nghiên cứu bổ sung.

CHƯƠNG 2. NỘI DUNG, PHƯƠNG PHÁP VÀ ĐỊA ĐIỂM NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung nghiên cứu

- Hiện trạng, biến động diện tích, chất lượng của rừng ngập mặn;
- Đặc điểm cấu trúc của các quần xã thực vật ngập mặn chủ yếu: Đặc điểm cấu trúc tầng cây cao; Đặc điểm tái sinh tự nhiên; Ảnh hưởng một số nhân tố tới phân bố của các loài CNM;
- Khả năng thiết lập tái sinh của một số loài cây ngập mặn chủ yếu: Sự thay đổi kích thước và khối lượng của trụ mầm/quả ở 3 loài CNM; Đặc điểm phát triển rễ và lá của cây tái sinh ở 3 loài CNM; Sự thiết lập tái sinh của 3 loài CNM; Mô hình đánh giá nhân tố ảnh hưởng tới sự thiết lập tái sinh của 3 loài

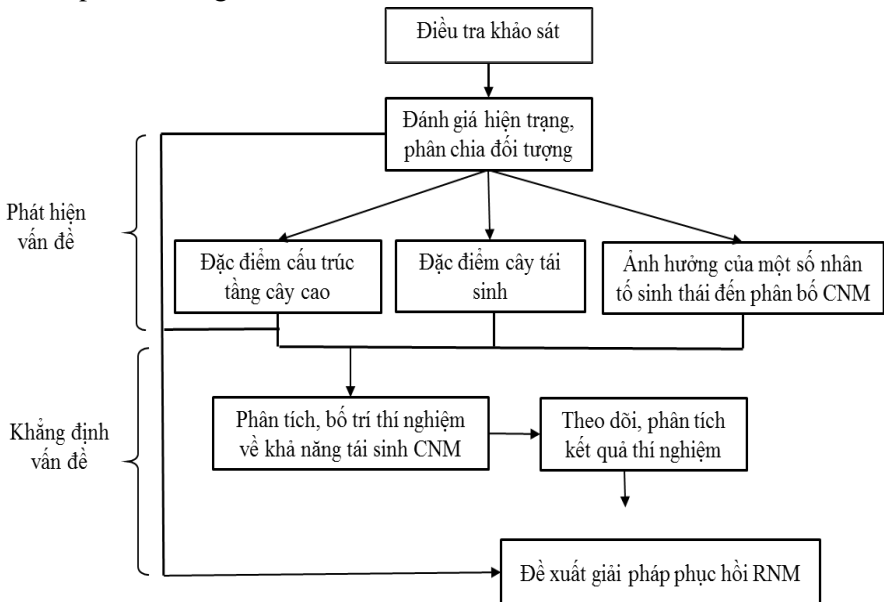
CNM;

- Đề xuất một số giải pháp phục hồi và phát triển RNM.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Quan điểm và phương pháp luận

Phục hồi RNM là sự tái tạo thảm thực vật ngập mặn ở những nơi trước đây rừng đã tồn tại. Phục hồi RNM được tiến hành dựa trên kỹ thuật phục hồi HST, nhằm mục đích thúc đẩy khả năng tái sinh tự nhiên và thích ứng của các HST đã bị suy thoái, hư hại hoặc bị phá hủy. Do các tác động môi trường là mối đe dọa thường trực và luôn thay đổi, nên để khôi phục thành công một HST không chỉ có nghĩa là phục hồi lại tình trạng cũ của nó mà còn phải tăng cường năng lực thích ứng với sự thay đổi theo thời gian (SER, 2010). Như vậy, đối với HST rừng, cụ thể là HST RNM thì cách tiếp cận để phục hồi sinh thái phải dựa vào quan điểm chủ đạo là tận dụng tối đa năng lực tự tái sinh trong điều kiện có sự can thiệp của con người.



Hình 2.1. Sơ đồ quá trình nghiên cứu

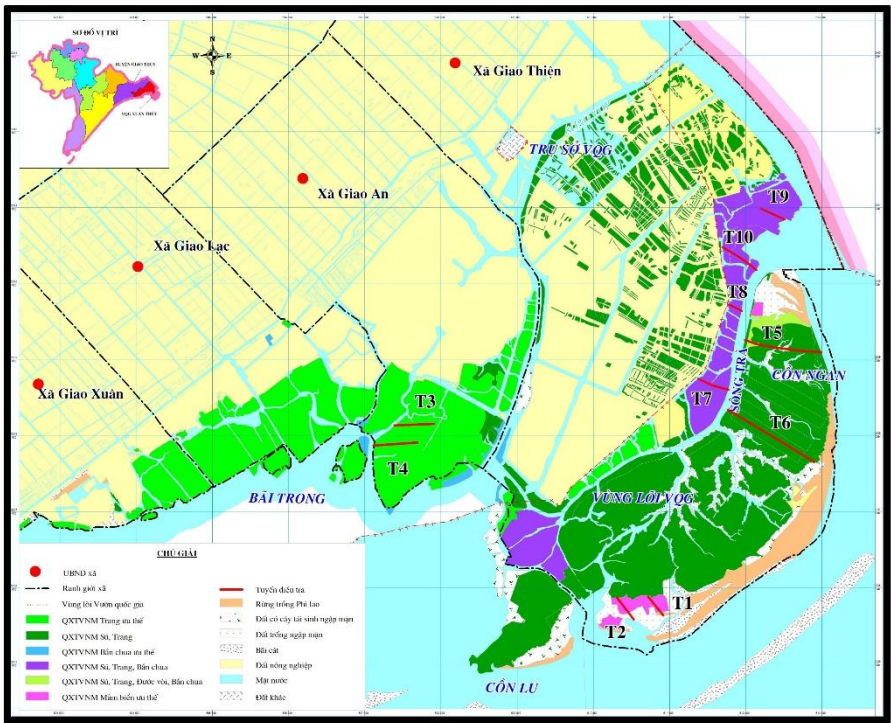
2.2.2. Phương pháp thu thập số liệu

- Phương pháp đánh giá hiện trạng, biến động diện tích, chất lượng của rừng ngập mặn tại khu vực nghiên cứu: Đánh giá hiện trạng về diện tích RNM: sử dụng phương pháp giải đoán ảnh vệ tinh, kết hợp điều tra kiểm chứng ngoài thực địa để xây dựng bản đồ hiện trạng rừng tại thời điểm năm 2019. Các phần mềm được sử dụng để xây dựng bản đồ gồm: eCognition 8.7, ArcGIS 10.4, Mapinfor 15.0; có sự kết hợp giữa viễn thám và GIS để đánh giá biến động diện

tích và chất lượng RNM tại các thời điểm từ năm 2005- 2019. Chỉ số thực vật khác biệt chuẩn hóa (NDVI) (Tucker, 1979), chỉ số thực vật tăng cường (EVI) (Huete và cộng sự, 2002) trích xuất từ ảnh Landsat được sử dụng để đánh giá chất lượng RNM.

- Đặc điểm cấu trúc của các quần xã thực vật ngập mặn chủ yếu:

+ Đặc điểm cấu trúc: Dựa trên bản đồ hiện trạng, 10 tuyến điều tra được thiết lập, trên các tuyến điều tra, sử dụng phương pháp điều tra điểm trung tâm (Snedaker và cộng sự, 1984) để điều tra tầng cây cao kết hợp phương pháp lập ô dạng bản (điều tra cây tái sinh) để đánh giá sự thay đổi cấu trúc rừng dọc theo tuyến điều tra.



Hình 2.3. Sơ đồ 10 tuyến điều tra tại VQG Xuân Thủy (T1÷T10)

+ Xác định một số nhân tố môi trường tại khu vực nghiên cứu: Độ cao thế nền: dùng ống tụy ô để xác định cao độ của các điểm đo trên tuyến bằng phương pháp bình thông nhau, khoảng cách điểm đo 5 m, đo liên tục đến điểm cuối tuyến kết hợp đặt thiết bị ghi mực nước (Rugged Troll 100 250 Ft, In Situ, USA) từ tháng 3 năm 2018, 30 phút/lần ghi; Độ thành thực thể nền: Dựa theo Quyết định số 5365/QĐ-BNN-TCLN; Thành phần cấp hạt của đất được lấy mẫu tại các tuyến và phân tích trong phòng thí nghiệm; Độ mặn nước được xác

định cho từng tuyến điều tra.

- *Phương pháp bố trí thí nghiệm nghiên cứu khả năng thiết lập tái sinh tự nhiên của một số loài cây ngập mặn chủ yếu*: Một nhà kính với 36 hệ thống bể thí nghiệm bố trí ngẫu nhiên được xây dựng tại vùng đệm của VQG Xuân Thủy. Các công thức thí nghiệm (CTTN) được thiết kế trên cơ sở tổ hợp các cấp của 3 nhân tố chính là: Độ mặn, chế độ sóng và chế độ phơi bãi. Các bể tiến hành ở cùng 1 loài, cùng 1 độ mặn, 2 chế độ sóng, 6 chế độ WoO, 3 lần lặp cho mỗi CTTN. Tổng số CTTN là 12 CTTN (1 công thức độ mặn x 2 công thức chế độ sóng x 6 công thức chế độ phơi bãi), tổng số bể thí nghiệm ở mỗi độ mặn cho từng loài: 12 CTTN x 3 lần lặp = 36 bể thí nghiệm. Chi tiết bố trí các CTTN như sau:

Bảng 2.3. Ma trận bố trí các công thức thí nghiệm

Nhân tố thí nghiệm	Mắm biển (Am)	Trang (Ko)	Được (Rs)
Độ mặn (%)	10, 15, 20 và 30	10 và 30	10, 20 và 30
Chế độ sóng	có sóng, không sóng	có sóng, không sóng	có sóng, không sóng
Chế độ phơi bãi (WoO) (ngày)	0, 1, 2, 3, 5, 10	0, 1, 2, 3, 5, 10	0, 1, 2, 3, 5, 10

Mỗi bể thí nghiệm có 7 trụ mầm/quả được cân khối lượng, kích thước của từng trụ mầm/quả, theo dõi hàng ngày về trạng thái, mức độ phát triển của lá và rễ. Quan sát xác và định quá trình thiết lập tái sinh thành 3 giai đoạn: Giai đoạn 1: trụ mầm/quả nổi khi triều cao; Giai đoạn 2: trụ mầm/quả chìm, tiếp xúc thể nền, chưa ra rễ; Giai đoạn 3: Trụ mầm/quả chìm, ra rễ. Kết thúc thí nghiệm: Cây tái sinh được lấy ra khỏi nền bùn, sau đó tiến hành: đếm số lượng rễ, đo chiều dài của mỗi rễ, đếm số lá, đo lại chiều dài và đường kính của mỗi cây tái sinh.

2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được xử lý và phân tích bằng phần mềm Excel, SPSS 20.0 và RStudio Team, 2019.

2.3. Đặc điểm khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa, nóng ẩm, nhiệt độ trung bình năm 24,3°C, lượng mưa trung bình năm 1.736,7 mm/năm; chế độ nhật triều không đều, thời gian ngập khác nhau theo các tháng trong năm; các chế độ phơi bãi (WoO) khác nhau theo các tháng trong năm và khác nhau theo độ cao thể nền của khu vực; Độ cao thể nền trung bình từ 0,7-1,87 m. Ở vị trí độ cao thể nền thấp nhất có sự xuất hiện của CNM tái sinh là 0,67 cm, RNM phân bố tới khu vực có độ cao thể nền cao nhất là gần 2 m; Độ mặn nước biển động khá lớn theo mùa, theo các tuyến điều tra, cao nhất khoảng 25 ÷ 28 ‰, thấp nhất khoảng 5 - 8‰; Độ thành thực của thể nền ở các tuyến chủ yếu là bùn chặt và sét mềm.

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng, biến động diện tích, chất lượng của rừng ngập mặn

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

a. Hiện trạng rừng ngập mặn

Tổng diện tích đất có rừng tại VQG Xuân Thủy là 1.820,0 ha, trong đó rừng trồng CNM có diện tích 1.694,2 ha, rừng Phi lao có diện tích 125,8 ha. Một số diện tích rừng được trồng từ những năm 1970 (quần xã Bàn + Trang + Sứ); 1990 (quần xã Sứ + Trang), 1997 (quần xã Trang + Sứ). Trải qua thời gian gần 40 năm, những quần xã này đã thích nghi, phát triển và tạo thành những tiểu hoàn cảnh rừng tương tự như rừng tự nhiên. Diện tích đất chưa có rừng (gồm cả đất đã có CNM tái sinh rải rác, diện tích đất đã trồng trên đất ngập mặn nhưng chưa thành rừng) là 18,61 ha. Đây là những diện tích trồng Trang, Sứ năm 2015 nhưng chưa đạt tiêu chuẩn thành rừng theo quy định, tập trung tại khu vực phía Nam của Cồn Ngạn và Cồn Lu.

b. Phân bố các quần xã thực vật ngập mặn tại khu vực

Rừng ngập mặn tại VQG Xuân Thủy mang tính đặc trưng cho khu vực miền Bắc Việt Nam với hệ thực vật tương đối đơn giản, có 06 quần xã thực vật ngập mặn (QXTVNM) tại khu vực: QXTVNM Trang ưu thế (551,64 ha), QXTVNM Sứ, Trang (979,4 ha), QXTVNM Mắm biển ưu thế (16,99 ha),- QXTVNM Bàn chua ưu thế (15,11 ha), QXTVNM Sứ, Trang, Bàn chua (81,01 ha), QXTVNM Trang, Sứ, Đước vôi, Bàn chua (68,71 ha), trong đó QXTVNM Bàn chua ưu thế là rừng trồng (5-10 tuổi), nên trong luận án này chưa tiến hành đánh giá chi tiết đặc điểm cấu trúc QXTVNM Bàn chua ưu thế.

3.1.2. Biến động diện tích và chất lượng rừng ngập mặn

a. Biến động về diện tích rừng ngập mặn

Trong giai đoạn 2005 - 2019 diện tích rừng tăng gần 800 ha, từ 1.080,6 ha (năm 2005) lên 1.820,0 ha (năm 2019). Trong đó diện tích RNM tăng hơn 600 ha (từ 1080,2 ha năm 2005 lên 1.694,2 ha năm 2019). Diện tích RNM giữ tương đối ổn định trong giai đoạn 2005 – 2009. Tại thời điểm năm 2011, diện tích RNM tăng lên do chủ trương đẩy mạnh quá trình trồng rừng. Trong khi đó, giai đoạn từ năm 2011 - 2019 diện tích RNM tăng không đáng kể.

b. Biến động chất lượng rừng ngập mặn

Đối với khu vực được xác định không có rừng tại thời điểm quan sát (năm 2019), trong giai đoạn 2005 – 2019 rừng tại khu vực này được chia làm 4 giai đoạn: (1)- Giai đoạn 1 từ năm 2006 trở về trước khu vực chưa có rừng hoặc chỉ có rải rác cây gỗ tái sinh, chỉ số NDVI < 0,3; (2)- Giai đoạn 2 từ năm 2007 - 2012 rừng tại khu vực sinh trưởng và phát triển tốt (tuy nhiên, tại thời điểm năm 2010 ghi nhận chỉ số NDVI và EVI giảm mạnh ở cả 8 điểm quan sát).

Chỉ số NDVI dao động từ 0,49 - 0,82, chỉ số EVI dao động từ 0,32 - 0,65; (3)- Giai đoạn 3 từ năm 2013 - 2017 rừng tại khu vực bị suy thoái nghiêm trọng xuống mức không có rừng. Từ thời điểm năm 2017 trở lại đây chỉ số NDVI và EVI bắt đầu tăng cho thấy sự phục hồi của cây rừng tại những điểm quan sát này (giai đoạn 4) nhưng chỉ số NDVI và EVI vẫn chưa đạt tiêu chí để thành rừng. Kết quả này trùng khớp với kết quả khảo sát tại khu vực khi năm 2012 ghi nhận sự xuất hiện của cơn bão Sơn Tinh (bão số 8) gây ảnh hưởng mạnh đối với khu vực ven biển các tỉnh Ninh Bình - Nam Định - Thái Bình. Đối với khu vực VQG Xuân Thủy, sau năm 2012 cây rừng bị đổ gãy và chết ngọn, nhiều khu vực cây chết hàng loạt. Từ năm 2017 trở lại đây, cây rừng đã phát triển trở lại, phần thân dưới chưa bị chết đã phục hồi thay thế dần phần ngọn bị khô trước đó.

Đối với khu vực được xác định có rừng tại thời điểm quan sát, xuất hiện 2 xu hướng biến đổi khác nhau tại 2 khu vực:

+ Khu vực vùng đệm (Bãi Trong) xuất hiện 2 thời điểm rừng bị suy thoái xen lẫn những thời kỳ rừng phát triển. năm 2005 - 2009, cây rừng sinh trưởng và phát triển tốt, một số khu vực trước kia chưa có rừng đạt tiêu chuẩn thành rừng, chỉ số NDVI trung bình đạt 0,58, chỉ số EVI trung bình đạt 0,47. Đến thời điểm năm 2010 rừng bị suy thoái, chỉ số NDVI và EVI đều giảm tuy nhiên vẫn đạt ngưỡng thành rừng. Giai đoạn 2011 - 2012 rừng phát triển trở lại, chỉ số NDVI và EVI đều tăng trước khi bị suy giảm trong giai đoạn từ 2013 - 2017. Từ năm 2017 trở lại đây rừng bắt đầu phục hồi trở lại, chỉ số NDVI và EVI đến thời điểm năm 2019 đạt trung bình 0,82 và 0,45. Mặc dù tại khu vực này xuất hiện sự suy thoái tại 2 giai đoạn tuy nhiên chỉ số NDVI vẫn luôn lớn hơn 0,3 và chỉ số EVI vẫn luôn lớn hơn 0,2 (ngưỡng đạt tiêu chuẩn thành rừng) ngoại trừ điểm quan sát số 14.

+ Khu vực vùng lõi (Cồn Ngạn, Cồn Lu) chỉ xuất hiện thời điểm rừng bị suy thoái năm 2010 nhưng không rõ rệt và bắt đầu phát triển trở lại trong giai đoạn 2011 - 2019 (riêng đối với điểm quan sát 34, 35, 40 sự suy thoái RNM kéo dài đến hết năm 2011). Tại khu vực này không xuất hiện sự suy thoái rừng trong giai đoạn 2013 - 2017 như hai khu vực trên. Tại khu vực, có thể cấu trúc rừng cơ bản đã ổn định để có thể thích ứng với các điều kiện ngoại cảnh tác động.

Dựa trên kết quả đánh giá chất lượng rừng, những khu vực có hiện tượng suy thoái rừng, cần có những điều tra chi tiết để đánh giá đặc điểm cấu trúc RNM để đưa ra những giải pháp lâm sinh cho việc phục hồi RNM tại khu vực theo hướng gần với tự nhiên nhằm tạo HST RNM ổn định và bền vững.

3.2. Đặc điểm cấu trúc của các quần xã thực vật ngập mặn chủ yếu

3.2.1. Đặc điểm cấu trúc tầng cây cao

- Thành phần loài, mật độ và độ tàn che của tầng cây cao (Bảng 3.3)

Bảng 3.3. Đặc điểm cấu trúc tầng cây cao

QXTVNM	Độ tàn che (±SD)	Loài cây	Mật độ (cây/ha)	Tần số tuyệt đối	Tần số tương đối	Đường kính góc ± SD (mm)	Chiều cao ±SD (m)
Mắm biển ưu thế	0,56±0,32	Am	12.310	100,0	84,2	32,0±9,2	1,2±0,1
		Ac	807	18,8	15,8	17,1±5,0	1,4-0,4
QXTVNM Trang ưu thế	0,76±0,2	Ko	11.933	100,0	97,6	41,0±21,9	2,8±1,0
		Rs	1.237	1,3	1,2	48,2±12,4	3,1±0,8
		Ac	82	1,3	1,2	20,7±0,0	1,4±0,0
Sú, Trang	0,89±0,1	Ac	112.860	100,0	73,5	19,9±6,0	1,6±0,3
		Ko	21.593	36,0	26,5	31,6±15,5	1,8±0,4
Sú, Trang, Bần chua	0,85±0,1	Ac	96.986	100,0	76,3	22,2±9,0	1,6±0,5
		Ko	4.550	21,1	16,1	28,5±23	2,3±1,3
		Sc	1.827	8,5	6,5	78,5±36,0	4,2±1,7
		Am	1.311	1,4	1,1	16±0	2,5±0
Sú, Trang, Đước vôi, Bần chua	0,76 ±0,2	Ac	28.178	96,6	53,8	27,1±10,6	1,7±0,6
		Ko	8.297	58,4	32,5	42,4±23,3	3±1,5
		Rs	1.535	15,7	8,8	53,0±16,2	2,3±0,5
		Sc	887	9,0	5,0	63,7±13,2	4,1±0,8

Ghi chú: Am: Mắm biển, Ac: Sú, Ko: Trang, Rs: Đước vôi, Sc: Bần chua.

+ Thành phần loài đơn giản, tầng cây cao có 2 - 5 loài cây phổ biến tùy theo khu vực, gồm: Trang, Sú, Đước vôi, Mắm biển, Bần chua.

+ Sú là loài có mật độ cao nhất, tiếp theo là Trang, Mắm biển, Đước vôi và thấp nhất là ở Bần chua.

+ Sinh trưởng có sự khác nhau đáng kể giữa các loài, về đường kính góc từ 1,7 - 7,8 cm, chiều cao vút ngọn 1,2 - 4,3 m, loài có chiều cao và đường kính nổi trội hơn so với các loài khác là Bần chua, tiếp đến là Đước vôi, Trang, Sú.

- Đặc điểm sinh sản của một số loài cây ngập mặn chủ yếu: các loài CNM (Sú, Mắm biển, Trang, Đước vôi) tham gia các QXTVNM chủ yếu tại khu vực đều có năng lực sản xuất trụ mầm/quả về số lượng và chất lượng, chỉ có duy nhất QXTVNM Trang ưu thế có chất lượng trụ mầm không đảm bảo được tái sinh, những đánh giá về sản lượng chất lượng cây giống của các QXTVNM là cơ sở cho việc đề xuất các giải pháp phục hồi rừng hiệu quả đối với các QXTVNM khác nhau.

3.2.2. Đặc điểm tái sinh tự nhiên của các quần xã thực vật ngập mặn chủ yếu

- Đặc điểm tái sinh tự nhiên dưới tán

Bảng 3.7. Đặc điểm của cây tái sinh dưới tán

QXTVNM	Loài cây	Mật độ (cây/ha)	Đường kính gốc \pm SD (mm)	Chiều cao \pm SD (m)
Mắm biển ưu thế	Am	71.611	13,8 \pm 4,9	0,4 \pm 0,2
Trang ưu thế	Ko	1.042	3,2 \pm 1,5	0,3 \pm 0,2
	Rs	1.399	16,7 \pm 11,1	0,9 \pm 0,4
	Ac	119	17,0 \pm 0	0,5 \pm 0
Trung bình		2.560	11,4 \pm 10,7	0,6 \pm 0,4
Sú, Trang	Ac	12.105	16,1 \pm 7,3	0,5 \pm 0,3
	Ko	12.711	20,2 \pm 11,8	0,6 \pm 0,3
	Rs	526	10,0 \pm 0	0,2 \pm 0
Trung bình		25.342	17,9 \pm 9,8	0,5 \pm 0,3
Sú, Trang, Bần chua	Ac	16.938	16,1 \pm 8,2	0,8 \pm 0,5
	Ko	12.438	23,8 \pm 12,0	1,2 \pm 0,7
	Sa	625	11,2 \pm 0	0,2 \pm 0
	Sc	500	22,0 \pm 0	0,9 \pm 0
Trung bình		30.501	19,4 \pm 10,5	0,6 \pm 0,3
Sú, Trang, Đước vôi, Bần chua	Ac	19.821	16,7 \pm 7,9	0,8 \pm 0,5
	Ko	9.821	25,0 \pm 12,3	1,2 \pm 0,6
	Rs	417	25,2 \pm 0	0,9 \pm 0
Trung bình		30.059	19,6 \pm 10,3	0,5 \pm 0,3

Thành phần loài cây tái sinh dưới tán xuất hiện 1 - 4 loài, mật độ cây tái sinh khác nhau giữa các loài và giữa các QXTVNM, cây Mắm biển tái sinh có mật độ cao nhất 71.611 cây/ha (xuất hiện ở QXTVNM Mắm biển ưu thế), mật độ cây tái sinh ở những loài Đước vôi, Bần chua là thấp nhất (417 - 625 cây/ha), mật độ cây tái sinh trung bình thấp nhất ở QXTVNM Trang ưu thế.

- Đặc điểm tái sinh tự nhiên bãi bồi

Các QXTVNM Mắm biển ưu thế, QXTVNM Sú, Trang và QXTVNM Sú, Trang, Bần chua là 3 QXTVNM xuất hiện cây tái sinh bãi bồi.

Bảng 3.9. Đặc điểm của cây tái sinh bãi bồi

QXTVNM	Loài cây	Mật độ (cây/ha)	Đường kính gốc \pm SD (mm)	Chiều cao \pm SD (m)
Mắm biển ưu thế	Am	20.115	4,2 \pm 2,9	0,3 \pm 0,2
Sú, Trang	Ac	108.766	2,9 \pm 1,5	0,1 \pm 0,1
	Ko	23.841	8,4 \pm 5,3	0,6 \pm 0,2
Sú, Trang, Bần chua	Ac	56.473	8,8 \pm 3,2	0,4 \pm 0,2
	Ko	2.751	6,9 \pm 2,3	0,3 \pm 0,1
	Rs	1.417	5,2 \pm 0	0,8 \pm 0
	Am	1.417	14 \pm 0	0,6 \pm 0

Tái sinh bãi bồi tại khu vực xuất hiện ở 3 QXTVNM: Mắm biển ưu thế, Sú – Trang và Sú – Trang – Bần chua, với mật độ cây tái sinh bãi bồi thấp nhất ở QXTVNM Mắm biển ưu thế (20.115 cây/ha), 2 quần xã còn lại có mật độ cây tái sinh cao, từ 73.753 – 85.032 cây/ha cao hơn hẳn so với mật độ tái sinh dưới tán rừng. Kết hợp với những điều tra về cấu trúc tổ thành loài của tầng cây cao, những loài CNM chủ yếu ở khu vực có tái sinh bằng trụ mầm/quả gồm các loài: Mắm biển, Trang, Đước vôi và Sú. Tái sinh bãi bồi khác nhau ở các số tuyến điều tra, khu vực bãi bồi có các nhân tố sinh thái như độ cao thể nền, thời gian ngập triều, thời gian phơi bãi, độ mặn,... thuận lợi cho sự thiết lập cây tái sinh, nhưng một số tuyến có xuất hiện cây tái sinh bãi bồi, một số nơi khác thì không. Kết quả xác định ảnh hưởng một số nhân tố môi trường tới sự phân bố của các loài CNM là cần thiết, trên cơ sở đó lựa chọn loài cây và nhân tố vật lý để tiến hành các thí nghiệm để tìm ra điều kiện tốt nhất cho sự thiết lập tái sinh của các loài cây này.

3.2.3. Ảnh hưởng một số nhân tố tới sự phong phú/phân bố của các loài CNM

- Các nhân tố: độ cao thể nền, độ thành thực thể nền, thành phần cấp hạt và độ mặn có ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê tới độ phong phú, sự phân bố của các loài CNM tại khu vực.

- Loài Mắm biển: các nhân tố độ mặn, độ cao thể nền, độ thành thực, thành phần cấp hạt (tỷ lệ cát <70 %) ảnh hưởng chưa rõ rệt, riêng có thành phần cấp hạt ở những khu vực có tỷ lệ cát (>70 %) là ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê tới sự phân bố của loài Mắm biển trong các tuyến điều tra.

- Loài Trang: nhân tố độ mặn của môi trường, độ thành thực thể nền và độ cao thể nền đã ảnh hưởng có ý nghĩa tới sự phân bố loài Trang.

- Loài Đước vôi: nhân tố độ mặn và những khu vực có tỷ lệ cát cao ảnh hưởng rõ rệt nhất tới sự phân bố của loài cây này trong điều kiện ngoài tự nhiên.

Nhìn chung, những nhân tố làm nên sự khác biệt của HST RNM so với những HST rừng khác đã được phân tích ở trên: nhân tố độ mặn, độ cao thể nền, độ thành thực thể nền và thành phần cấp hạt, ngoài ra còn nhiều nhân tố khác như chế độ thủy triều, thời gian phơi bãi, nhiệt độ, tỷ lệ cát của thể nền,... Việc xác định nhân tố ảnh hưởng tới sự phân bố của loài CNM ở ngoài tự nhiên, kết hợp với những nghiên cứu trong điều kiện thí nghiệm là cơ sở cho các giải pháp phục hồi RNM bằng cả hai con đường tự nhiên và nhân tạo.

3.3. Khả năng thiết lập tái sinh của một số loài cây ngập mặn chủ yếu

3.3.1. Sự thay đổi kích thước và khối lượng trụ mầm/quả ở 3 loài cây ngập mặn

- *Kích thước, khối lượng của trụ mầm/quả 3 loài trước khi thí nghiệm*

Trụ mầm/quả của các loài CNM khác nhau về khối lượng và kích thước, trong số 3 loài CNM nghiên cứu thì Đước vôi có kích thước lớn, dài hơn ($30,12 \pm 3,97$ cm) và khối lượng của trụ mầm lớn hơn ($14,88 \pm 4,23$ g) so với 2

loài còn lại, tiếp đến là loài Trang (trụ mầm dài 23,99±2,68 g, nặng 13,86±2,73 g) và quả Mắm biển có khối lượng (3,74±0,88 g) thấp nhất trong 3 loài.

+ Kết quả phân tích tương quan giữa các đại lượng đo đếm của trụ mầm/quả (Khối lượng, kích thước) của 3 loài Mắm biển, Trang và Đước vôi có ý nghĩa cho những nghiên cứu tiếp theo là chỉ cần xem xét xác định khối lượng của trụ mầm/quả mà không cần đo đếm các chỉ số kích thước khác.

- *Kích thước, khối lượng của trụ mầm/quả 3 loài sau khi thí nghiệm*

Kết quả kiểm định t theo cặp (Trước – Sau) đối với tất cả các chỉ tiêu kích thước và khối lượng của trụ mầm/quả đối với cả ba loài thí nghiệm sau khi thí nghiệm đều thấp hơn có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$.

3.3.2. Đặc điểm phát triển rễ và lá của cây tái sinh ở 3 loài cây ngập mặn

- *Tỷ lệ ra rễ và lá của cây tái sinh*

+ *Loài Mắm biển:* (1) Với giả thiết 01 về sự thiết lập tái sinh thành công của cây tái sinh là đã ra rễ (cây trạng thái 3: chìm, đã ra rễ) và có ra lá, qua Bảng 3.18 cho thấy: trong tổng số 1.008 quả Mắm biển đưa vào thí nghiệm, sau thời gian thí nghiệm 100 % số quả trên đã chìm và ra rễ. Về tỷ lệ ra lá: Mắm biển cũng là loài có tới 39 % số cây con ra 4 lá, số cây ra 2 lá là phổ biến nhất (chiếm 60 % trong tổng số 1008), và chỉ có 1 % chưa ra lá nhưng đã đạt trạng thái 3 (đã chìm và ra rễ). Sự thiết lập tái sinh của loài Mắm biển có 99 % cây con đã thiết lập thành công, chỉ có một số rất ít cây con Mắm biển chưa thiết lập thành công do chưa ra lá mặc dù cũng đã chìm xuống thể nền và ra rễ (10 cây con đã ra rễ và chưa có lá, chiếm 1 %). (2) Với giả thiết 02 về sự thiết lập tái sinh thành công của cây tái sinh cây đã có biểu hiện sinh trưởng rễ (đạt trạng thái 3), tỷ lệ cây Mắm biển tái sinh thiết lập thành công là 100%, tất cả các cây theo dõi đều có sinh trưởng rễ sau khi kết thúc thí nghiệm.

+ *Loài Trang:* (1) Với giả thiết 01: Trang là loài có 78 % trong tổng số 504 cây con thiết lập tái sinh thành công; trạng thái thiết lập tái sinh 100 % cây con đã chìm trong đó hầu hết các cây con đã cố định được trên thể nền và đã ra rễ đạt trạng thái 3 (chiếm 96 %) và 4 % cây con còn lại chìm và chưa ra rễ, đang ở trạng thái 2. Về số lá, chủ yếu các cây Trang tái sinh đã ra 2 lá (chiếm 77 %), một số ít nổi trội hơn đã ra 4 lá (có 5/504 cây con, chiếm 1 %). (2) Với giả thiết 02: tỷ lệ cây Trang tái sinh thiết lập thành công là 483 cây trong tổng số 504 cây (đạt 95,8 %), 4,1 % thiết lập chưa thành công trong đó có duy nhất 01 trụ mầm vẫn nổi chưa ra rễ (chiếm 0,2 %); có một số ít trụ mầm đã chìm nhưng vẫn chưa có biểu hiện sinh trưởng rễ (chiếm 3,9 %).

+ *Loài Đước vôi:* (1) Với giả thiết 01: có tỷ lệ thiết lập thành công rất thấp do hầu hết chưa có cây con nào ra lá chỉ có duy nhất 1 cây con đã ra 2 lá (chiếm 0,1 %). Sau khi kết thúc thí nghiệm, cây Đước vôi tái sinh có tới 99,9 % số cây con chưa có lá, chậm hơn so với Mắm biển và Trang. (2) Với giả thiết 02: tỷ lệ

cây Đước vôi tái sinh thiết lập thành công là 623 cây trong tổng số 756 cây (đạt 82 %), 18 % thiết lập chưa thành công trong đó có một số ít trụ mầm đã chìm nhưng vẫn chưa có biểu hiện sinh trưởng rễ (chiếm 4 %) và có tới 14 trụ mầm chưa chìm xuống thể nền (chiếm 14 %), điều này ngược lại với loài Mắm biển và Trang (toàn bộ cây con đã chìm xuống thể nền).

- *Khả năng ra lá của cây tái sinh:*

Trong khoảng thời gian thí nghiệm, nhân tố độ mặn và thời gian phơi bãi ảnh hưởng tới khả năng ra lá của Mắm biển, Trang và Đước vôi, nhân tố sóng thì ngược lại. Cây Mắm biển tái sinh có xu hướng ra nhiều lá hơn ở độ mặn thấp 10, 15 ‰ (trung bình 3-3,3 lá), ở độ mặn cao hơn 20, 30 ‰ cây Mắm biển tái sinh có ít lá hơn (trung bình 2,2-2,3 lá). Cây Trang tái sinh có xu hướng ra nhiều lá hơn ở độ mặn thấp 10‰ (trung bình 1,7 lá), ở độ mặn cao 30 ‰ cây Trang tái sinh có ít lá hơn (trung bình 1,5 lá). Cây Đước vôi tái sinh trong thời gian theo dõi có tỷ lệ ra lá rất thấp, đạt 0,1 %, tỷ lệ chưa ra lá 99,9 %, ra lá chậm hơn so với cây Mắm biển và Trang.

Có thể xếp khả năng ra lá của 3 loài CNM theo thứ tự giảm dần: Mắm biển > Trang > Đước vôi, trong đó với nhân tố độ mặn thì Mắm biển là loài chịu mặn. Kết quả nghiên cứu này hoàn toàn phù hợp với những nghiên cứu trước đây về lá cây Mắm biển mọc ở các độ mặn khác nhau, tác giả M.S. Tuan, 1995 nghiên cứu về ảnh hưởng của độ mặn đến quá trình nảy mầm, tăng trưởng và quang hợp của cây Mắm biển trong điều kiện thí nghiệm cho thấy ở độ mặn thấp cây có tốc độ nảy mầm và tỷ lệ nảy mầm nhanh hơn ở độ mặn cao, hầu hết các cây con đều tăng trưởng được ở độ mặn cao (125 – 150 % nước biển tương đương với 30 – 35 ‰), tác giả đi đến kết luận Mắm biển là loài thực vật có biên độ sinh thái rộng với nhân tố độ mặn.

- *Khả năng ra rễ và sinh trưởng rễ cây tái sinh*

+ *Loài Mắm biển:* (1) Số rễ: có số rễ trung bình khoảng $8,8 \pm 1,9$ rễ/cây, nhân tố độ mặn ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê tới sự ra rễ, cây ra rễ nhiều hơn ở độ mặn thấp nhất 10 ‰ (trung bình 10,4 rễ), độ mặn cao hơn 15 ‰ cây tái sinh có ít rễ hơn (trung bình 8,4 rễ), và ra ít rễ nhất ở môi trường độ mặn 20 – 30 ‰ (7, 8 rễ). Ở hầu hết các CTTN, nếu trong cùng môi trường độ mặn và sóng, cây Mắm biển tái sinh có xu hướng ra ít rễ hơn một cách đáng kể ở các công thức có thời gian phơi bãi lâu (WoO.10). Có sự khác biệt số lượng rễ cây Mắm biển giữa các CTTN về sóng và chế độ phơi bãi, nhưng các CTTN về độ mặn có sự khác biệt lớn nhất. Nhìn chung, trong thời gian thí nghiệm cây Mắm biển tái sinh có xu hướng ra rễ nhiều ở độ mặn thấp là 10 ‰. (2) Chiều dài rễ: chiều dài rễ cây Mắm biển tái sinh ít sự khác biệt có ý nghĩa giữa các CTTN. Chiều dài rễ trung bình của cây Mắm biển tái sinh đạt $8,3 \pm 2,3$ cm/rễ.

+ *Loài Trang:* (1) Số rễ: cây Trang tái sinh có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về số rễ giữa các CTTN, trung bình đạt $7,8 \pm 5,3$ rễ/ cây. Nhân tố độ mặn ảnh

hường có ý nghĩa thống kê tới sự ra rễ của cây Trang, cây Trang tái sinh ra rễ nhiều hơn ở độ mặn thấp nhất 10 ‰ (trung bình 9,8 rễ/cây), độ mặn cao 30 ‰ cây tái sinh có xu hướng ra ít rễ hơn (trung bình 5,8 rễ/cây). Trang có xu hướng ra nhiều rễ hơn ở độ mặn thấp (10 ‰) và số ngày phơi bãi ít (WoO.0 - 3). (2) *Chiều dài rễ*: cây Trang tái sinh có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về chiều dài rễ giữa các CTTN, trung bình đạt $2,5 \pm 1,9$ cm/rễ. Cây Trang tái sinh có rễ dài hơn ở độ mặn thấp nhất 10 ‰ (trung bình 2,9 cm), độ mặn cao 30 ‰ cây tái sinh có chiều dài rễ trung bình ngắn hơn (2,1 cm).

+ *Loài Đước vôi*: (1) *Số rễ*: cây Đước vôi tái sinh có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về số rễ giữa các CTTN, trung bình $12,3 \pm 6,4$ rễ/ cây. Cây ra rễ nhiều hơn ở độ mặn cao nhất 30 ‰ (trung bình 14,1 rễ/cây), số lượng rễ cây tái sinh là chênh lệch không đáng kể (11,3-10,9 rễ/cây) ở độ mặn thấp hơn 10 ‰ và 20 ‰, số lượng rễ ra ít rễ hơn một cách đáng kể ở các công thức có thời gian phơi bãi lâu (WoO.10). Cây Đước vôi tái sinh chịu ảnh hưởng rõ rệt bởi nhân tố độ mặn, thời gian phơi bãi tới sự ra rễ, thể hiện có xu hướng ra rễ nhiều ở độ mặn cao là 30‰, điều này hoàn toàn ngược lại so với loài Trang và Mắm biển (ra rễ nhiều hơn ở độ mặn thấp 10 ‰), cả 3 loài đều có xu hướng ra ít rễ ở các CTTN có thời gian phơi bãi lâu (WoO.10), trong một số trường hợp Đước vôi ra rễ ít ở các chế độ phơi bãi WoO.0, WoO.1, WoO.2. (2) *Chiều dài rễ*: có sự khác biệt ý nghĩa về chiều dài rễ ở các CTTN, chiều dài rễ trung bình của cây Đước vôi tái sinh đạt $1,9 \pm 1,3$ cm/ rễ cây Đước vôi tái sinh có khả năng ra rễ, sinh trưởng rễ nhiều hơn và nhanh hơn ở độ mặn cao 30 ‰, ngược với loài Trang là ra rễ, sinh trưởng rễ tốt hơn ở độ mặn 10 ‰.

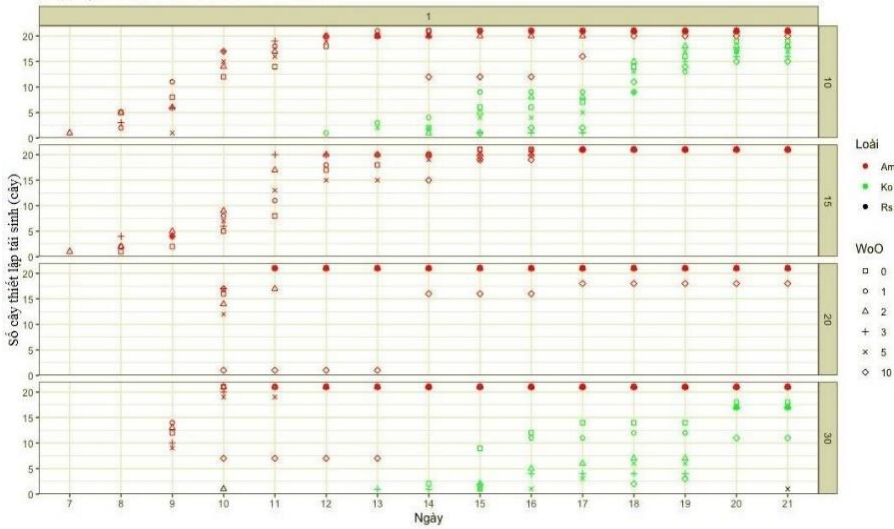
Theo dõi sinh trưởng và chiều dài rễ ở 3 loài CNM cho thấy, xét về số lượng rễ Đước vôi có số lượng rễ nhiều nhất, ít hơn là loài Trang và loài Mắm biển; xét về chiều dài rễ thì Mắm biển là loài có rễ dài nhất so với 2 loài còn lại, dài gấp hơn 3 lần so với loài Trang gấp hơn 4 lần so với loài Đước vôi. Nghiên cứu về chiều dài rễ cây tái sinh, trong nghiên cứu được tiến hành ở Singapore của Balke và cộng sự (2011) về ngưỡng đề cây Mắm trắng thiết lập tái sinh thành công trên bãi triều cần chiều dài rễ tối thiểu là 4 cm để sau khi mắc cạn không bị trôi nổi do ảnh hưởng của sóng nhỏ và sau đó là chịu được lực cản thủy động lực học. Khi kết hợp chỉ số theo dõi là số lượng rễ và chiều dài rễ để đánh giá khả năng neo đậu, thiết lập tái sinh thành công của loài CNM thì Mắm biển dường như thích nghi tốt với môi trường qua khả năng thiết lập tái sinh nhanh chóng.

3.3.3. Sự thiết lập tái sinh của 3 loài cây ngập mặn

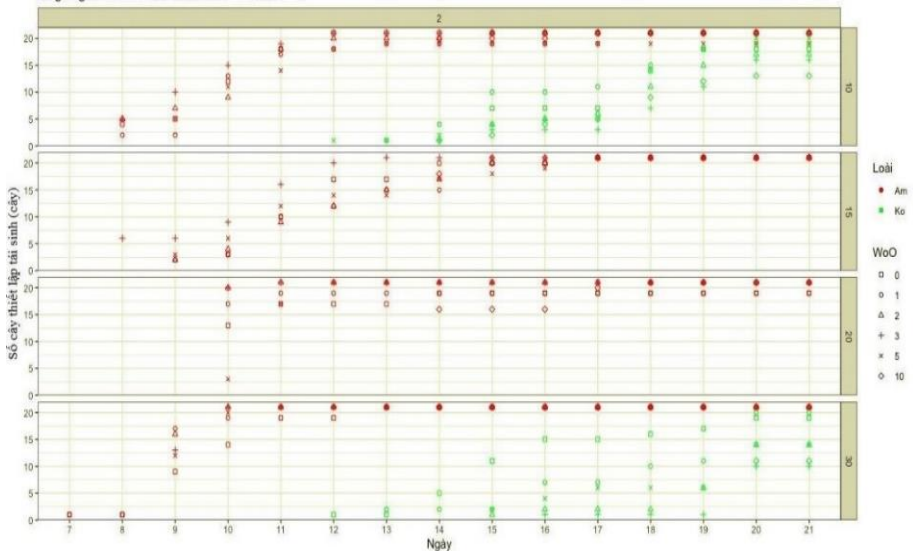
Kết quả theo dõi về sự ra rễ, ra lá của 3 loài CNM, riêng loài Đước vôi chưa ra lá, luận án đưa ra 2 giả thiết để đánh giá sự thiết lập tái sinh của CNM.

- *Giả thiết 01: Sự thiết lập tái sinh thành công: cây tái sinh đã ra rễ và có ít nhất 2 lá.*

Số ngày cây Mắm biển, Trang thiết lập tái sinh thành công có sự khác biệt giữa các CTTN. Cả 2 loài cây này có xu hướng thiết lập tái sinh sớm độ mặn 10 ‰, quá trình thiết lập tái sinh diễn ra lâu hơn ở độ mặn 30 ‰, riêng loài Mắm biển ít có sự khác biệt giữa độ mặn 15 và 20 ‰.



Hình 3.24a. Sự thiết lập tái sinh của CNM ở các CTTN (Không sóng) (Giả thiết 01)
 Ghi chú: Am: Mắm biển, Ko: Trang, Rs: Đước vôi, WoO: Chế độ phơi bãi



Hình 3.24b. Sự thiết lập tái sinh của CNM ở các CTTN (Có sóng) (Giả thiết 01)

- *Giả thiết 02: Sự thiết lập tái sinh thành công: cây tái sinh đã ra rễ*

Loài Mắm biển thiết lập tái sinh thành công sớm nhất (ra rễ sớm nhất) so với loài Trang và Đước vôi tại tất cả các CTTN từ 9 - 12 ngày, loài Đước vôi ra rễ chậm hơn so với Trang và Mắm biển. Ngày bắt đầu ra rễ của Mắm biển cũng là sớm nhất (ngày thứ 2) so với Trang và Đước vôi (từ ngày thứ 6 - 8 trở đi). Loài Mắm biển tỷ lệ các cây tái sinh ra rễ đạt 100 % sau thời gian 3 ngày, trong khi loài Trang và Đước vôi thì chậm hơn.

Ở cả 4 độ mặn thì loài Mắm biển đều bắt đầu ra rễ sớm hơn và đạt tỷ lệ ra rễ 100 % nhanh nhất so với 2 loài còn lại. Ở độ mặn thấp là 10 ‰ loài Trang có xu hướng ra rễ sớm hơn ở tất cả các CTTN so với loài Đước vôi, trong khi đó ở độ mặn cao 30 ‰ thì ngược lại. Điều này phản ánh đặc điểm thích nghi với độ mặn của Trang và Đước vôi trong giai đoạn cây tái sinh.

Quá trình thiết lập tái sinh và giai đoạn phát triển ban đầu là những giai đoạn quan trọng trong vòng đời của CNM, độ mặn là yếu tố gây căng thẳng và kiểm soát sự thiết lập tái sinh, sự sống còn của loài cây này, trong điều kiện môi trường độ mặn thuận lợi thì chế độ phơi bãi trở thành nhân tố giới hạn.

Nhìn chung, trong 3 loài nghiên cứu ở môi trường độ mặn, chế độ phơi bãi, chế độ sóng thì loài Mắm biển có môi trường phân bố rộng hơn so với loài có phạm vi phân bố hẹp hơn là Trang và Đước vôi, có thể nói Trang là loài nhạy cảm hơn với độ mặn cao so với Mắm biển và Đước vôi. Thí nghiệm chỉ thiết kế theo dõi sinh trưởng trong giai đoạn cây non nên chưa thể kết luận loài Mắm biển, Đước vôi có thể sống sót đến tuổi trưởng thành hay sinh sản trong điều kiện độ mặn cao hay không. Phát hiện của luận án phù hợp với đề xuất rằng các loài RNM phân bố rộng rãi có khả năng chống chịu tốt hơn những loài có phạm vi phân bố hạn chế. Môi trường RNM thích nghi về mặt tiến hóa là rất không ổn định và không thể đoán trước được. Môi trường là những sàng lọc quan trọng nhất mà sinh vật cần phải vượt qua trong giai đoạn thiết lập tái sinh và các giai đoạn khác trong chu kỳ sống của cây.

3.3.4. Mô hình đánh giá nhân tố ảnh hưởng tới sự thiết lập tái sinh của 3 loài cây ngập mặn

- Loài Mắm biển

Mô hình đánh giá sự ảnh hưởng của 3 nhân tố đến sự thiết lập tái sinh của loài Mắm biển thì nhân tố độ mặn (salinity) dùng để dự báo là tốt nhất.

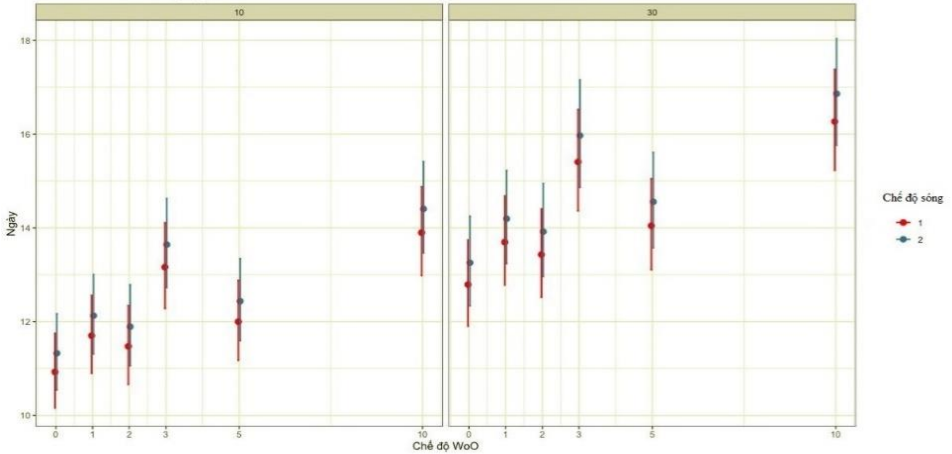
Công thức: Sự thiết lập tái sinh ~ Độ mặn + (1 | Bề thí nghiệm/Mã quả)

Sự thiết lập tái sinh của Mắm biển có sự khác biệt ý nghĩa ở độ mặn 10 ‰ với 20 ‰ và 30 ‰ ($p < 0,05$), giữa 2 độ mặn 10 ‰ và 15 ‰ sự khác biệt này

là chưa rõ ràng. Thời gian thiết lập tái sinh thành công của loài Mắm biển từ 2 - 3 ngày.

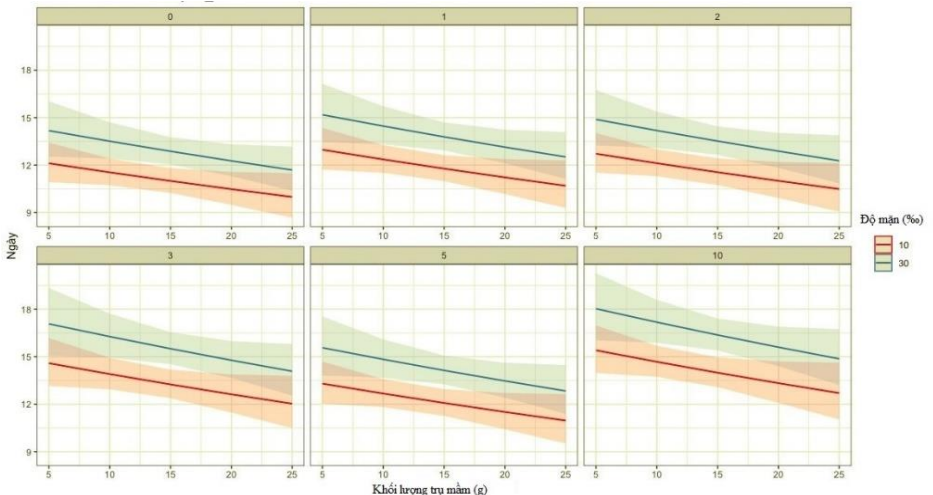
- Loài Trang

Công thức: Sự thiết lập tái sinh ~ Độ mặn + Chế độ phơi bãi + Khối lượng trụ mầm + (1 | Bề thí nghiệm/Mã trụ mầm).



Hình 3.27. Biểu đồ xác định thời gian thiết lập tái sinh của Trang ở các CTTN

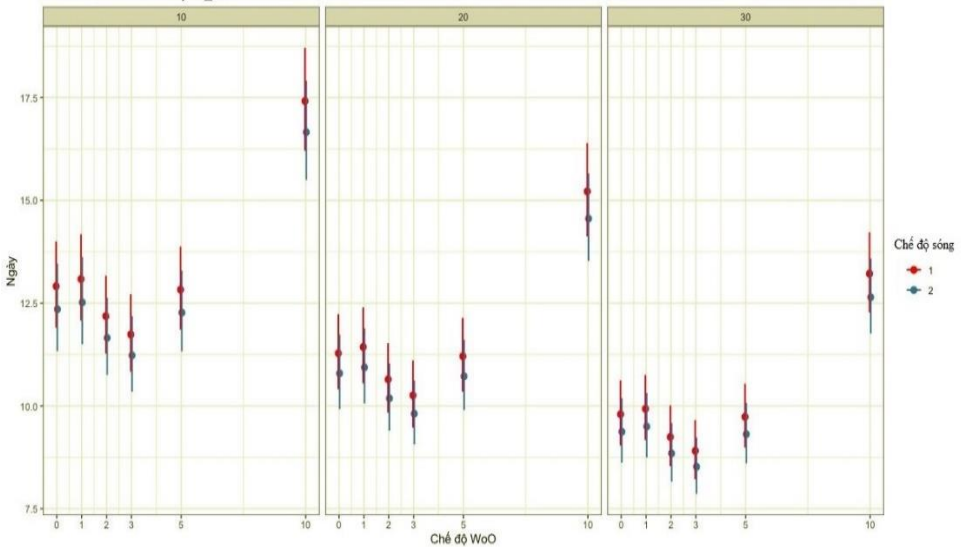
Số ngày thiết lập tái sinh của loài Trang ở các chế độ xử lý sóng sự khác biệt chưa rõ rệt. Về chế độ phơi bãi: sự thiết lập của cây con đến sớm nhất ở chế độ phơi bãi (WoO.0) ở cả 2 độ mặn 10 ‰ và 30 ‰. Ở độ mặn thấp hơn (10 ‰) loài Trang thiết lập tái sinh sớm hơn so với độ mặn cao (30 ‰).



Hình 3.28. Biểu đồ xác định thời gian thiết lập tái sinh của loài Trang với khối lượng trụ mầm khác nhau

Các trụ mầm có khối lượng nặng hơn thì cây con có xu hướng thiết lập tái sinh sớm hơn. Với các trụ mầm Trang có cùng khối lượng, thì sự thiết lập tái sinh sớm hơn ở những khu vực có độ mặn thấp (10 ‰), ở những khu vực có độ mặn cao (30 ‰) sự thiết lập tái sinh của loài Trang đến muộn hơn; cũng những trụ mầm đó, trong điều kiện thời gian phơi bãi với số ngày ít thì sẽ thiết lập tái sinh sớm hơn với những khu vực có số ngày phơi bãi nhiều (WoO.10).

- Loài Đước vôi



Hình 3.29. Biểu đồ xác định thời gian thiết lập tái sinh của loài Đước vôi ở các CTTN

Mô hình được lựa chọn cho loài Đước vôi là mô hình tốt nhất được lựa chọn theo tiêu chí Akaike (AIC) với sự khác biệt có ý nghĩa, mô hình có 3 nhân tố: độ mặn, chế độ phơi bãi (WoO) và chế độ sống.

Loài Đước vôi, sự thiết lập tái sinh có sự khác biệt ý nghĩa ở độ mặn, chế độ phơi bãi khác nhau, sự khác nhau có ý nghĩa ở các chế độ phơi bãi WoO.0 so với WoO.3, WoO.10. Ngược lại đối với điều kiện xử lý sống, sự khác biệt ít rõ rệt đối với sự thiết lập tái sinh trên bãi triều.

Nhìn chung, Mắm biển thiết lập tái sinh tốt trong môi trường độ mặn 10-30 ‰, trong môi trường độ mặn 10 ‰ các chỉ số số lá, số rễ, chiều dài rễ của Mắm biển sinh trưởng tốt hơn so với môi trường độ mặn cao. Chế độ phơi bãi: Mắm biển thiết lập tái sinh tốt nhất ở chế độ WoO.0, ở các khu vực có chế độ phơi bãi WoO (1,2,3) và WoO.10, các chỉ số sinh trưởng có thấp hơn, các chế độ phơi bãi ảnh hưởng tới sự thiết lập tái sinh của Mắm biển với thời gian thiết lập

chênh nhau 1 - 2 ngày. Chế độ sóng ảnh hưởng ít rõ rệt tới sự thiết lập tái sinh của Mắm biển. Do vậy, Mắm biển là loài cây chịu mặn cao, biên độ muối rộng và phạm vi phân bố rộng đối với nhân tố sóng và các chế độ phơi bãi.

Trang là loài thiết lập tái sinh tốt trong môi trường có độ mặn 10 ‰, kém hơn ở những môi trường độ mặn cao. Chế độ phơi bãi, Trang thiết lập tái sinh tốt nhất ở những khu vực có nhiều ngày ngập triều (WoO.0, độ cao thể nền 0,8 - 1m), tiếp đến là ở khu vực có số ngày phơi bãi 1, 2, 3 (tương ứng WoO.1, WoO.2, WoO.3) (độ cao thể nền 1 - 1,2m), kém hơn ở (WoO.5) (độ cao thể nền 1,2 - 1,4m), sự thiết lập này kém hơn hẳn ở chế độ phơi bãi (WoO.10) (độ cao thể nền >1,4 m), ở những khu vực lặng sóng sự thiết lập tái sinh diễn ra tốt hơn. Ngoài ra, sự thiết lập tái sinh của loài Trang còn chịu ảnh hưởng bởi nhân tố khối lượng trụ mầm, trụ mầm nặng hơn giúp loài Trang có cơ hội thiết lập tái sinh sớm hơn. Do vậy, khi nghiên cứu điều kiện cho sự thiết lập tái sinh loài Trang, các nhân tố cần xem xét như độ mặn, chế độ phơi bãi, chế độ sóng và khối lượng trụ mầm. So với loài Mắm biển, loài Trang có khả năng chịu mặn kém hơn, có biên độ muối hẹp, phạm vi phân bố với nhân tố chế độ phơi bãi WoO.0- WoO.5, hạn chế ở chế độ phơi bãi (WoO.10), tức thiết lập tái sinh tự nhiên, trồng ở độ cao thể nền từ 0,8 đến 1,4m, phù hợp nhất 0,8 - 1,2m.

Đước vôi là loài thiết lập tái sinh tốt trong môi trường có độ mặn 30 ‰, sự thiết lập này kém hơn ở môi trường có độ mặn thấp 10 ‰. Trong môi trường độ mặn 30 ‰, loài Đước vôi thiết lập tái sinh tốt nhất ở khu vực có chế độ phơi bãi (WoO.3, WoO.5) kém hơn ở các khu vực có chế độ bãi (WoO.0, WoO.1, WoO.2 và WoO.10), tức độ cao thể nền thích hợp từ 1 - 1,4m. Các tác động xử lý sóng ít ảnh hưởng tới sự thiết lập tái sinh của Đước vôi. Đước vôi là loài cây chịu mặn cao, biên độ sinh thái với nhân tố độ mặn hẹp, phạm vi phân bố rộng với nhân tố sóng và hẹp với nhân tố độ cao thể nền, cả 3 loài đều có xu hướng ra ít rễ ở các CTTN có thời gian phơi bãi lâu (WoO.10).

3.4. Đề xuất một số giải pháp phục hồi và phát triển rừng ngập mặn

3.4.1. Cơ sở đề xuất giải pháp

- Đặc điểm của một số nhân tố môi trường được đánh giá, như: Số liệu đo đếm mực nước thủy triều; độ cao thể nền; chế độ phơi bãi (WoO), tại vùng nghiên cứu xuất hiện những ngày không ngập triều (KNT), ngày ngập triều (WoO.0) và các đợt phơi bãi liên tục từ 1 - 10 ngày (WoO.1, WoO.2, WoO.3, WoO.5, WoO.10) hoặc có thể lâu hơn ở độ cao thể nền từ 1,9 mét trở lên; độ mặn dao động từ 7 – 28 ‰ tùy theo khu vực. Khu vực VQG Xuân Thủy có 3 mức độ mặn khác nhau tại 3 khu vực chủ yếu. Các kết quả này được thể

hiện trên 2 bản đồ chuyên đề về độ mặn và chế độ phơi bãi của vùng nghiên cứu.

- Kết quả nghiên cứu về hiện trạng, phân bố, cấu trúc tầng cây cao, năng lực tái sinh của cây mẹ và đặc điểm cây tái sinh tự nhiên của các QXTVNM chủ yếu đã xác định được QXTVNM Trang ưu thế, chất lượng cây mẹ và trụ mầm kém, mật độ cây tái sinh thấp thậm chí không xuất hiện lớp tái sinh tự nhiên cả tái sinh dưới tán và tái sinh ngoài bãi bồi; một số QXTVNM khác có khả năng phục hồi rừng bằng con đường tự nhiên. Do vậy, tùy vào các đặc điểm cấu trúc và tái sinh mà áp dụng các biện pháp tác động phù hợp.

- Ảnh hưởng của 3 nhân tố (độ mặn, chế độ phơi bãi, chế độ sóng) tới khả năng tái sinh tự nhiên của 3 Mắm biển, Trang và Đước vôi: Mắm biển là loài có khả năng phân bố trong phạm vi rộng về độ mặn, Trang là loài thích nghi với những vùng có độ mặn thấp, Đước vôi thì ngược lại. Cây Mắm biển và Trang thiết lập tái sinh tốt nhất ở chế độ WoO.0, sau đó là chế độ WoO.1, WoO.2, WoO.3, kém hơn ở WoO.5 và kém nhất ở chế độ WoO.10; loài Đước vôi tái sinh tốt nhất ở chế độ phơi bãi WoO.5, kém hơn ở các chế độ phơi bãi (WoO.0, WoO.1, WoO.2, WoO.3) và kém nhất ở WoO.10.

3.4.2. Giải pháp phục hồi và phát triển rừng ngập mặn

Giải pháp đề xuất trong luận án này chỉ dựa trên cơ sở khoa học từ các kết quả nghiên cứu thí nghiệm và khảo sát và phân tích các khảo sát hiện trường, cụ thể như sau:

a. Bảo vệ (không tác động)

Rừng ngập mặn cũng như bất kỳ một HST rừng nào khác đều có khả năng tự phục hồi và phát triển tới giai đoạn diễn thế cao đỉnh nếu như cấu trúc rừng không bị phá vỡ, lượng cây tái sinh mục đích đạt yêu cầu và không bị tác động của các yếu tố rủi ro bên ngoài, đặc biệt là con người. Đối với những QXTVNM Sú - Trang, QXTVNM Sú - Trang - Bần chua, QXTVNM Sú - Trang - Đước vôi - Bần chua (phân bố ở độ cao thể nền >1,2 m), dựa trên đặc điểm cấu trúc tầng cây cao, tái sinh dưới tán, năng lực sinh sản của cây mẹ thì các QXTVNM này có thể phục hồi và phát triển theo con đường tự nhiên. Vì vậy biện pháp áp dụng vào nhóm đối tượng này là bảo vệ, không tác động. Trong quá trình bảo vệ cần có biện pháp kiểm tra, giám sát hàng năm nhằm phát hiện những nguy cơ có thể ảnh hưởng đến sự phát triển của RNM, từ đó có biện pháp tác động phù hợp.

b. Khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên

Biện pháp phục hồi rừng bằng khoanh nuôi xúc tiến tái sinh là biện pháp

lâm sinh tận dụng được triệt để khả năng tái sinh tự nhiên của rừng bằng các biện pháp bảo vệ và dọn dẹp rác thải ở tầng dưới để thúc đẩy sớm quá trình hình thành rừng tại khu vực. Mục đích của biện pháp phục hồi rừng bằng khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên là thực hiện các biện pháp kỹ thuật lâm sinh tác động vào tầng cây tái sinh nhằm tận dụng triệt để tiềm năng rừng thứ sinh, đảm bảo rừng phát triển liên tục; tạo điều kiện cho các loài cây tái sinh sinh trưởng, phát triển; đẩy nhanh quá trình khôi phục rừng tự nhiên. Biện pháp này được áp dụng ở những QXTVNM cụ thể như sau:

- Đối với QXTVNM Trang ưu thế: Ở khu vực độ cao thể nền <1,2 m, khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên bằng làm hàng rào lưới và thả trụ mầm: hàng rào cách mép rừng 8-10 mét (chiều cao hàng rào lưới cao hơn mặt nước khi triều cao); Loài cây Mắm biển và Đước vôi được lựa chọn để thu hái trụ mầm/quả (dựa trên đặc điểm độ mặn 17-18 ‰ và chế độ phơi bãi WoO.0-WoO.3): Tiến hành thu hái trụ mầm/quả chín ở khu vực khác, sau đó thả vào phía trong hàng rào lưới khi thủy triều lên, 2 - 3 lần thả/năm với thời gian 2 - 3 năm. Sau khi đã xuất hiện lớp cây tái sinh ở vị trí hàng rào lưới tiến hành di chuyển hàng rào lưới đến vị trí mới.

- Tại QXTVNM Mắm biển ưu thế: Ở khu vực có độ cao thể nền < 1,2 m, quần xã này có năng lực tái sinh tự nhiên, xuất hiện tái sinh dưới tán và xuất hiện tái sinh bãi bồi với thành phần loài chủ yếu là Mắm biển, độ mặn trung bình từ 25-30 ‰ và chế độ phơi bãi WoO.0-WoO.3 là phù hợp với việc thiết lập tái sinh của loài Mắm biển; Việc khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên sẽ đạt hiệu quả tốt hơn khi áp dụng song song với việc thực hiện đóng cửa rừng, hạn chế mọi tác động của người dân địa phương vào rừng. Ngoài ra, cần chú ý tiến hành dọn vệ sinh rừng, dọn sạch rác thải bám lên cây đặc biệt là cây tái sinh, có thể kết hợp hàng rào lưới. Thời gian áp dụng: từ 3 - 5 năm, hết chu kỳ tiến hành đánh giá hiệu quả để có thể điều chỉnh cho những chu kỳ tiếp theo.

- Tại QXTVNM Sú – Trang, QXTVNM Sú – Trang – Bần chua, Sú – Trang – Đước vôi – Bần chua: có năng lực tái sinh tự nhiên, xuất hiện tái sinh dưới tán, có xuất hiện tái sinh bãi bồi ở một số quần xã, thành phần loài cây tái sinh chủ yếu là loài Trang. Khu vực này có độ mặn trung bình từ 7-10 ‰, ở những vị trí có độ cao thể nền từ 0,8-1,4 m tương ứng với chế độ phơi bãi WoO.0-WoO.5 là phù hợp với việc thiết lập tái sinh của loài Trang và Mắm biển; để tăng mật độ cây tái sinh tự nhiên ở khu vực có độ cao thể nền <1,2 m, cần làm hàng rào lưới kết hợp thả trụ mầm xúc tiến sự thiết lập tái sinh, kỹ thuật và thời gian áp dụng tương tự như QXTVNM Trang ưu thế.

c. Khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên có trồng bổ sung

Khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên có trồng bổ sung là biện pháp lâm sinh phát huy tối đa khả năng tái sinh, diễn thế tự nhiên để phục hồi rừng bằng các biện pháp bảo vệ và dọn dẹp rác thải ở tầng dưới, kết hợp với trồng bổ sung một lượng cây nhất định (phù hợp với độ mặn, chế độ phơi bãi) ở nơi thiếu cây tái sinh mục đích để thúc đẩy thành rừng trong thời hạn xác định.

QXTVNM bị suy giảm chất lượng (suy thoái) như QXTVNM Trang ưu thế, chất lượng cây mẹ và trụ mầm kém, mật độ cây tái sinh thấp thậm chí không xuất hiện lớp tái sinh tự nhiên cả tái sinh dưới tán và tái sinh ngoài bãi bồi. Ngoài giải pháp khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên như các quần xã đã nêu trên, cần kết hợp trồng bổ sung: Khu vực có rừng ở độ cao thể nền > 1,2 m, độ mặn 17-18 ‰ trồng bổ sung theo đám: đám trồng: 3 - 5 cây của 1-2 loài. Với đặc điểm hiện trạng cấu trúc TCC, đặc điểm độ mặn, chế độ phơi bãi của QXTVNM Trang ưu thế và kết quả thí nghiệm về sự thiết lập tái sinh thì loài cây được lựa chọn trồng bổ sung là Đước vôi, Mắm biển hoặc hỗn loài cả 2 loài cây này.

Nhìn chung, để cho quá trình phục hồi QXTVNM diễn ra có hiệu quả nhất ngoài những khu vực bảo vệ (không tác động) thì cần có những giải pháp như khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên, giải pháp này có trồng bổ sung một số QXTVNM. Ngoài ra, cần hạn chế sự tác động của con người: việc chuyển đổi diện tích các bãi bồi sang các mục đích sử dụng đất khác như hoạt động nuôi trồng thủy sản; đặc biệt là nuôi ngao, vạng tại các bãi bồi. 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 và nâng cao nhận thức của người dân địa phương,... để thúc đẩy quá trình phục hồi tái sinh tự nhiên và phát triển của các QXTVNM diễn ra thuận lợi.

KẾT LUẬN, TỒN TẠI VÀ KHUYẾN NGHỊ

Kết luận

Các quần xã thực vật ngập mặn tại khu vực nghiên cứu với thành phần loài cây ngập mặn chủ yếu gồm: Trang, Mắm biển, Đước vôi, Sú, Bần chua, những nhân tố môi trường như độ mặn, độ cao thể nền là nhân tố ảnh hưởng tới sự phân bố của các loài cây ngập mặn trên. Đánh giá năng lực sinh sản của cây mẹ và khả năng phục hồi thông qua tái sinh tự nhiên diễn ra khá tốt ở một số quần xã thực vật ngập mặn Sú, Trang, Bần chua, quần xã thực vật ngập mặn Mắm biển ưu thế và ở còn hạn chế ở quần xã thực vật ngập mặn Trang ưu thế.

Với 3 loài cây ngập mặn chủ yếu, gồm Mắm biển (*Avicenia marina*), Trang

(*Kandelia obovata*) và Đước vôi (*Rhizophora stylosa*) thì sự khác biệt giữa các công thức thí nghiệm về khả năng thiết lập tái sinh và sinh trưởng trong điều kiện môi trường khác nhau có thể xác định được vùng phân bố của các loài cây này. Kết quả nghiên cứu cho thấy các nhân tố độ mặn, chế độ phơi bãi là nhân tố ảnh hưởng tới sự thiết lập tái sinh; các công thức thí nghiệm về độ mặn có những ảnh hưởng khác nhau tới khả năng ra lá, rễ, của 3 loài cây ngập mặn, Mắm biển là loài rộng muối, có biên độ sinh thái rộng đối với nhân tố độ mặn, tiếp đến là Trang bị hạn chế ở khu vực có độ mặn cao (30 ‰), Đước vôi thì ngược lại hạn chế ở khu vực có độ mặn thấp (10 ‰); ở cùng một độ mặn thích hợp thì chế độ phơi bãi lại trở thành nhân tố giới hạn. Loài có biên độ sinh thái rộng thì có khả năng phân bố rộng và trong 3 loài cây ngập mặn đã nghiên cứu thì Mắm biển được coi là loài có khả năng phân bố rộng hơn so với 2 loài còn lại. Có thể sắp xếp sự ảnh hưởng của các nhân tố theo thứ tự mức ảnh hưởng giảm dần: độ mặn > chế độ phơi bãi > chế độ sóng. Vì vậy, trong phạm vi nghiên cứu này, độ mặn và chế độ phơi bãi được coi là 2 nhân tố tiên quyết cần được xem xét khi phục hồi rừng cả bằng con đường tự nhiên và nhân tạo.

Các giải pháp được đề xuất là khác nhau đối với hiện trạng của từng quần xã thực vật ngập mặn, do các quần xã thực vật ngập mặn đều có sự phân vùng độ mặn, phân vùng chế độ phơi bãi và có khả năng phục hồi tự nhiên nếu không bị tác động tiêu cực từ bên ngoài, một số khu vực rừng trồng trước đây có hiện tượng suy thoái rừng điều này ảnh hưởng đến khả năng tự phục hồi (như quần xã thực vật ngập mặn Trang ưu thế) nên các giải pháp khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên và khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên có trồng bổ sung.

Tồn tại

Một số nhân tố như: độ thành thực thể nền, thành phần cấp hạt chưa được đưa vào thí nghiệm ảnh hưởng tới sự thiết lập tái sinh của cây ngập mặn.

Khả năng thiết lập tái sinh của những loài khác như Bần chua và Sú chua được nghiên cứu.

Khuyến nghị

Cần có những nghiên cứu tiếp theo để có những thông tin đầy đủ về biên độ sinh thái, ngưỡng chịu đựng của các loài cây ngập mặn đối với các nhân tố sinh thái như độ mặn, độ thành thực thể nền và thành phần cấp hạt.

Cần tiếp tục nghiên cứu, hoàn thiện, bổ sung ảnh hưởng của một số nhân tố tới sự thiết lập tái sinh của loài Bần chua và Sú.