

BƯỚC ĐẦU ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP THỦY LỢI - LÂM NGHIỆP KẾT HỢP NHẪM PHỤC HỒI RỪNG NGẬP MẶN TRONG ĐÀM NUÔI TRỒNG THỦY SẢN. TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH TẠI KHU VỰC XÃ ĐÔNG HOÀNG, HUYỆN TIỀN HẢI, TỈNH THÁI BÌNH

Đỗ Quý Mạnh, Hà Trà My, Nguyễn Việt Đức

Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình

Nguyễn Thành Luân

Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về Động lực học sóng biển

Tóm tắt: Nghiên cứu được thực hiện tại đầm nuôi trồng thủy sản xã Đông Hoàng, huyện Tiền Hải, tỉnh Thái Bình thuộc Khu Dự trữ sinh quyển đất ngập nước ven biển liên tỉnh châu thổ sông Hồng. Kết quả nghiên cứu cho thấy trong giai đoạn những năm 2000 trở về trước diện tích rừng ngập mặn (RNM) tại đây bị suy giảm do chủ yếu là chuyển đổi mục đích sang nuôi trồng thủy sản (NTTS) với diện tích trên 150 ha. Trạng thái rừng ngập mặn trước đây hàng trăm ha RNM, với thành phần loài cây ngập mặn chủ yếu: Trang (*Kandelia obovata*), Bần chua (*Sonneratia caseolaris*), Mắm biển (*Avicennia marina*), Sú (*Aegiceras corniculatum*)... đã tạo ra cấu trúc RNM đa tầng tán, đa tác dụng. Hiện nay, khu vực nghiên cứu chủ yếu là mặt nước, không còn tồn tại cây ngập mặn, xung quanh bờ đầm có phân bố một số cây thân thảo, cây bụi sinh trưởng kém. Việc khôi phục lại hệ sinh thái RNM tại những khu vực có điều kiện lập địa khó khăn một cách ổn định, bền vững là một thách thức lớn và nhiều khó khăn. Bài báo đề cập, phân tích, đánh giá hiện trạng khu vực nghiên cứu chủ yếu đất trống và mặt nước để NTTS, nguyên nhân chính suy giảm RNM là chuyển đổi sang NTTS và đề xuất một số giải pháp thủy lợi và lâm nghiệp nhằm phục hồi ổn định RNM trong đầm nuôi trồng thủy sản, trường hợp nghiên cứu điển hình tại xã Đông Hoàng, huyện Tiền Hải, tỉnh Thái Bình. Đây là cơ sở khoa học để triển khai áp dụng thực tiễn xây dựng mô hình, có những kết luận chính xác về ứng dụng giải pháp thủy lợi, lâm nghiệp trong việc phục hồi RNM trong đầm nuôi trồng thủy sản điển hình.

Từ khóa: Đầm nuôi trồng thủy sản, giải pháp phục hồi, Khu Dự trữ sinh quyển châu thổ sông Hồng, thủy lợi - lâm nghiệp, rừng ngập mặn.

Summary: The study was conducted at the aquaculture lagoon in Dong Hoang commune, Tien Hai district, Thai Binh province of the Red River Delta Biosphere Reserve. The study results showed that in the period of the 2000s and earlier, the area of mangrove forests here was reduced mainly due to the conversion of the purpose to aquaculture with over 150,0 ha. The composition of mangrove species mainly in the past: *Kandelia obovata*, *Sonneratia caseolaris*, *Avicennia marina*, *Aegiceras corniculatum*, creating a mangrove forest structure with many canopies. Currently, there are no more mangrove trees in the aquaculture area, around the lagoons and ponds, only some poorly growing shrubs are found. The restoration of mangrove ecosystems in difficult sites stably and sustainably is a big challenge and has many difficulties. The article mentions, analyzes, and assesses the current status of the research area, mainly vacant land and water surface for aquaculture, the main causes of mangrove forest decline, and proposes several irrigation and forestry solutions to restore mangrove forests in aquaculture lagoons, specifically a case study in Dong Hoang commune, Tien Hai district, Thai Binh province. This is the scientific basis for implementing the practical application of a model of application of irrigation and forestry solutions in the restoration of mangrove forests in aquaculture lagoons.

Keywords: Aquaculture lagoons, restoration solutions, Red River Delta Biosphere Reserve, irrigation - forestry, mangroves.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khu Dự trữ sinh quyển đất ngập nước ven biển liên tỉnh châu thổ sông Hồng được USNECO công nhận vào 2004, bao gồm 3 tỉnh Thái

Bình, Nam Định và Ninh Bình trải dài theo bờ biển của 25 xã thuộc các huyện Kim Sơn (Ninh Bình), huyện Nghĩa Hưng, Giao Thủy (Nam Định), huyện Tiền Hải, Thái Thụy (Thái Bình), vùng lõi là Vườn Quốc gia Xuân Thủy, tỉnh Nam Định và Khu Bảo tồn thiên nhiên đất ngập nước tỉnh Thái Bình, với tổng diện tích toàn khu vực là 105.558 ha, trong đó có

Ngày nhận bài: 10/4/2024

Ngày thông qua phản biện: 22/5/2024

Ngày duyệt đăng: 13/6/2024

66.256 ha là đất liền ven biển và 39.302 ha mặt nước biển, trên 7.008 ha RNM [4]. Với sự đa dạng của nhiều hệ sinh thái, trong đó có hệ sinh thái RNM là môi trường sinh sống, trung tâm chuyển tiếp, phát sinh phát tán của nhiều nhóm sinh vật, đặc biệt như khu Ramsar tại Vườn quốc gia Xuân Thủy, Khu Bảo tồn thiên nhiên đất ngập nước tỉnh Thái Bình được coi là ga chim nước quốc tế, bảo tồn cho những nhóm chim di cư quý hiếm quan trọng với gần 60 loài, đồng thời là môi trường cư trú của hơn 50 loài chim nước [4]. Tiềm năng đa dạng sinh học lớn, khu vực này đồng thời mang lại sinh kế cho người dân địa phương, thể hiện thế mạnh trong phát triển các ngành nghề du lịch, khai thác và nuôi trồng thủy sản, dịch vụ hàng hải và ngành công nghiệp chế xuất. Khu vực RNM xã Đông Hoàng, huyện Tiền Hải, tỉnh Thái Bình là địa điểm có trên 150 ha RNM vùng bãi bồi đã phát huy vai trò phòng hộ bảo vệ hàng chục km đê biển, bảo vệ tài sản, cuộc sống của cư dân ven biển và tạo ra giá trị về sinh kế, đặc biệt là thủy sản và RNM [4]. Tuy nhiên, diện tích có RNM trong đầm NTTS hầu như bị suy giảm nhiều năm qua, hiện trạng khu vực nghiên cứu là mặt nước và người dân sử dụng để NTTS theo hình thức quảng canh cải tiến. Thu nhập từ nghề NTTS khu vực này bị suy giảm nhiều năm lại gần đây, do môi trường nuôi không phù hợp, bị ô nhiễm, bị chế độ dòng chảy làm hồng bờ đầm. Nguyên nhân chính là chưa có giải pháp để ổn định bờ, chưa có giải pháp để điều tiết nguồn nước trong đầm phù hợp, chưa có giải pháp lâm nghiệp phù hợp để phục hồi hệ thống cây RNM đã bị mất đi trước đây do thiếu điều kiện cơ bản để cây ngập mặn sinh trưởng ổn định như cao trình bãi sâu, giải pháp ổn định nguồn nước, giải pháp chọn loài, giải pháp trồng, chăm sóc, bảo vệ cây sau khi trồng chưa được nghiên cứu và thực nghiệm.

Vì vậy, việc đặt ra các nội dung nghiên cứu giải pháp phục hồi RNM trên điều kiện lập địa ngập mặn trong đầm NTTS trên cơ sở kết hợp kết quả điều tra, phân tích và đánh giá các yếu tố điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội, hiện trạng RNM, nguyên nhân suy thoái RNM... đề xuất giải pháp khoa học và công nghệ thủy lợi

và lâm nghiệp kết hợp để tạo ra mô hình trình diễn mang tính thực tiễn cao nhất. Kết quả nghiên cứu sẽ là cơ sở khoa học để lựa chọn giải pháp phục hồi đất, hoặc các giải pháp khoa học công nghệ phù hợp để gia tăng kết quả trồng rừng.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp tổng hợp, phân tích, kế thừa tài liệu thứ cấp

Các tài liệu, báo cáo khoa học của các dự án, chương trình nghiên cứu khoa học của vùng nghiên cứu thuộc các cấp quản lý khác nhau trong nước và quốc tế, của địa phương và của các cơ quan chức năng khác có liên quan đến nghiên cứu về RNM, đặc biệt giải pháp thủy lợi, sinh thái. Những tư liệu này đã được công bố trong các ấn phẩm khoa học, được hội đồng khoa học có thẩm quyền thẩm định hoặc đã được các cơ quan, tổ chức có tư cách pháp nhân đánh giá và thừa nhận; Sử dụng các nguồn tài liệu thứ cấp của các nhà nghiên cứu về RNM trên thế giới như Chapman, Spanlding, Tomlinson, Snedaker, Saenger, C.D.Field, Barry Clough, Jin Eong Ong, Wooi Khoon Gong, Kathiresan, Duke, các nguồn tài liệu của các tổ chức như FAO, ISME, ITTO, IUCN, RAMSAR, ACTMANG, SCF-UK, OXFAM UK-1, MERD, MAB, của các tác giả Việt Nam như: Phan Nguyên Hồng, Ngô Đình Quế, Đỗ Quý Mạnh, Đoàn Đình Tam, Đinh Thanh Giang, Trần Thị Mai Sen và các tổ chức nghiên cứu về RNM trong đầm nuôi trồng thủy sản ở Việt Nam như: Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, Trường Đại học Lâm nghiệp Việt Nam [4].

Các dữ liệu được tập hợp theo từng nội dung, phân tích đánh giá theo các nội dung nghiên cứu. Thống kê các công trình nghiên cứu về RNM nhìn nhận kỹ thuật trồng RNM trên cơ sở: từ các quy định, hướng dẫn kỹ thuật trồng RNM. Thống kê thu thập tổng hợp, phân tích, đánh giá các tài liệu từ các nghiên cứu trước, kế thừa có chọn lọc các tài liệu này.

Kế thừa các chuyên đề nghiên cứu của đề tài ĐTĐL.CN 16/22 về các nội dung: Hiện trạng RNM trong đầm NTTS, đánh giá hiện trạng và

quy hoạch đất trồng RNM trong đầm NTTS, giải pháp khoa học và công nghệ thủy lợi và lâm nghiệp phục hồi RNM trên các điều kiện lập địa khác nhau để xác định không gian, địa điểm nghiên cứu và kế thừa các kết quả về đề xuất giải pháp liên ngành thủy lợi và lâm nghiệp cho khu vực NTTS tại xã Đông Hoàng, huyện Tiên Hải, tỉnh Thái Bình.

2.2. Phương pháp tham vấn chuyên gia

Phương pháp thu thập ý kiến của các chuyên gia trong lĩnh vực nghiên cứu từ đó sẽ cho các kết quả có tính thực tiễn và khoa học cao, tránh được những trùng lặp với nghiên cứu đã có, đồng thời kế thừa các thành quả nghiên cứu trước đây. Cách thức tham vấn chuyên gia: xin ý kiến nhận xét góp ý cho việc xây dựng phương pháp nghiên cứu, phương pháp thu thập và phân tích xử lý tài liệu và tham vấn nhiều vòng. Số lượng chuyên gia xin tham vấn 4 chuyên gia ở các lĩnh vực thủy lợi và lâm nghiệp.

2.3. Phương pháp điều tra, khảo sát thực địa

Vị trí điều tra, khảo sát thực địa: Khu vực nuôi trồng thủy sản xã Đông Hoàng, Tiên Hải, Thái Bình. Tọa độ vị trí: X = 667840 ; Y = 2260068. Thời gian khảo sát tháng 3 năm 2024.

Khối lượng khảo sát, điều tra trên quy mô: 4 ha đầm NTTS, điều tra chi tiết các yếu tố như đo đạc sử dụng máy RTK (Bộ Thu GNSS Rtk Hi-Target V30) xác định cao trình bãi, thu mẫu đất để đánh giá đặc điểm đất ngập mặn, số lượng mẫu 9 mẫu, mỗi mẫu 1 kg đất/ 1 mẫu, lấy đất nền đáy đầm NTTS, phân tích một số chỉ tiêu về (thành phần cấp hạt, pH_{KCl}, độ mặn, NPK tổng số và dễ tiêu, Canxi, Magie), đặc điểm môi trường nước số lượng thu mẫu 9 mẫu nước tổng hợp 3 tầng (tầng nước mặt, tầng giữa và tầng đáy) trong đầm NTTS, 1 lít nước/1 mẫu, để xác định một số chỉ tiêu (pH, độ mặn, độ đục, Amoni, Thủy ngân, Chì, Asen, tổng lượng dầu mỡ, TSS). Điều tra tổng thể diện tích 4ha để xác định phân bố, thành phần loài cây ngập mặn, cây bụi, cây cỏ và sinh trưởng. Kết quả phân tích đất và nước trong phòng thí nghiệm, sử dụng phương pháp tham vấn chuyên gia để đánh giá kết quả phân tích môi trường đất, nước, hiện trạng cây ngập mặn và các chỉ tiêu khác.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đánh giá một số yếu tố tự nhiên liên quan

* *Đánh giá về cao trình bãi trong đầm nuôi trồng thủy sản*

Kết quả khảo sát địa hình trong đầm nuôi trồng thủy sản tại xã Đông Hoàng, Tiên Hải, Thái Bình với tổng diện tích đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1/200 đường đồng mức cơ bản 1,0m là 4,0ha. Bên trong đầm có nhiều ụ đất nhỏ với cao độ +0,5m. Đáy đầm có cao trình thấp nhất -0,25m, cao trình đáy đầm khá đồng đều ở nhiều vị trí và cao dần từ giữa đầm ra mép bờ. Bờ bao đầm phía ngoài có cao trình +1,7m đến +2,5m, bờ đất phía biển có cao trình thấp hơn. Bờ bao đầm bên trong cao trình khoảng +1,5m. Bờ bao hiện trạng đầm bảo khả năng giữ nước. Công điều tiết hiện trạng kết hợp kênh dẫn nước có cao trình đáy -0,1m, dạng công gạch do người dân tự xây, khả năng điều tiết chưa ổn định. Hiện trạng khu vực nghiên cứu đất ngập nước hoàn toàn với chiều sâu ngập 0,6 – 0,7m. Thảm thực vật không phát triển trong đầm, chủ yếu trên và bên ngoài bờ bao.

* *Đặc điểm môi trường đất khu vực nuôi trồng thủy sản*

Kết quả nghiên cứu nông hóa thổ nhưỡng tại khu vực NTTS cho thấy:

- Thành phần cấp hạt: tỉ lệ cát chiếm 39,13% (trong đó giá trị max: 80,56%, min 16,34%), Limon: có giá trị trung bình 35,97% (trong đó giá trị max: 58,80%, min 14,8%). Sét: có giá trị trung bình 19,07% (trong đó giá trị max: 34,99%, min: 6,39%). Căn cứ vào tỉ lệ thành phần cấp hạt như trên tiệm cận gần với các giá trị đặc trưng của nhóm đất thịt (Soil Survey Staff, 1975) [5]. Có thể phân loại đất thịt ở đây vào loại đất thịt nhẹ.

- pH_{KCl} của đất tại khu vực NTTS, có giá trị trung bình từ 7,82 (max: 8,05, min: 7,66) không vượt quá giới hạn khuyến cáo (6,5 – 9) (Salmo et al., 2013) [6]. So với nghiên cứu của Đỗ Quý Mạnh (2018) [7] tại vùng đất ngập mặn ven biển Thái Bình, pH_{KCl} đất dao động từ 5,16 – 6,51, như vậy giá trị pH ghi nhận tại khu vực NTTS với mức trung bình pH 7,82 là khá cao, thể hiện thuộc tính kiềm.

- Độ mặn trung bình tại khu vực NTTS là $31,06 \pm 4,35\%$ (tầng đất 0–20 cm) và $32,19 \pm 3,71\%$ (tầng đất 20–60 cm). Kết quả này khá tương đồng với hầu hết giá trị về độ mặn của đất RNM ở nhiều khu vực trên thế giới dao động ở mức trên 30‰ (Hossain and Nuruddin, 2016) [8].

- Tổng N, P, K: Nitơ có giá trị trung bình 0,1% (giá trị max 0,24%, min 0,03%); Photpho: có giá trị trung bình 0,16% (giá trị max 0,21%; min 0,1%) và Kali: có giá trị trung bình 1,95% (giá trị max 2,17%; min 1,32%). Mức độ tổng số N, P, K ở dạng khá của khu vực nghiên cứu.

- Thành phần K_2O và P_2O_5 dễ tiêu, Canxi, Magie có giá trị trung bình lần lượt là 69,3mg/100g, 57,98 mg/100g, 7,39 cmol/kg và 7,41 cmol/kg.

Kết quả phân tích cho thấy thành phần chất dinh dưỡng trong đất của khu vực nghiên cứu ở mức khá đến giàu. Như vậy, từ kết quả phân tích đặc điểm môi trường đất tại khu vực NTTS, sơ bộ đánh giá loại đất này tại khu vực nghiên cứu có tỷ lệ cát nhiều hơn thành phần limon và sét, độ pH thuộc loại kiềm. Có thể xếp loại đất NTTS là vẫn thuộc đất thịt nhẹ. Tuy không có giá trị đạt được chất lượng như đất bãi bồi là đất thịt trung bình, nhưng một số chỉ tiêu về đặc điểm lý, hóa tính đất là phù hợp với sự sinh trưởng và phát triển của các loài cây ngập mặn cơ bản ở khu vực nghiên cứu.

** Đặc điểm môi trường nước khu vực nuôi trồng thủy sản*

Môi trường nước tại khu vực nghiên cứu có đặc tính: pH nước dao động trong khoảng 5,5 – 6,3. Độ mặn dao động từ 12,9‰ đến 23‰. Giá trị DO tại khu vực NTTS dao động từ 8,5 đến 10 mg/l. Độ đục dao động từ 19,5 đến 378,4 NTU. Khoảng giá trị độ mặn tại khu vực nuôi trồng thủy sản dao động từ 79 đến 178 mg/l. Giá trị Amoni trong khoảng 0,03 đến 0,13 mg/l. Nồng độ thủy ngân từ 3×10^{-4} đến 7×10^{-4} mg/l. Kết quả phân tích mẫu cho thấy giá trị nồng độ của Chì, Asen và Tổng lượng dầu mỡ đều không vượt quá QCVN 10–MT:2015/ BTNMT, cụ thể nồng độ Chì đều thấp hơn 0,001 mg/l, Asen đều thấp hơn 0,002 mg/l và Tổng lượng dầu mỡ đều thấp hơn 0,3

mg/l. Dựa vào phương pháp phân tích thành phần chính (PCA) cho thấy thông thường chất lượng mẫu nước bị ảnh hưởng rất lớn bởi các nhân tố tổng chất rắn lơ lửng (TSS), độ đục và Amoni [9]. Tuy nhiên, với các kết quả này cho thấy chất lượng mẫu nước tại khu vực nghiên cứu là khá phù hợp đối với sinh trưởng của cây ngập mặn theo QCVN 10–MT:2015/ BTNMT.

3.2. Đánh giá hiện trạng nuôi trồng thủy sản và nguyên nhân suy giảm rừng ngập mặn tại khu vực nghiên cứu

** Hiện trạng diện tích NTTS tại khu vực nghiên cứu*

Theo Niên giám thống kê tỉnh Thái Bình tổng diện tích nuôi trồng thủy sản tại tỉnh Thái Bình khoảng 15.268 ha (2021). Trong giai đoạn gần 10 năm qua diện tích nuôi trồng thủy sản trong toàn tỉnh đã tăng lên một cách rõ rệt, từ 2012 - 2018, diện tích nuôi dưới 15.000 ha, tuy nhiên sau 2018 đặc biệt năm 2020 diện tích nuôi trồng thủy sản ghi nhận đạt cao nhất với 16.114 ha [10,11]. Tại đây đã và đang chuyển đổi một số lớn diện tích làm muối, trồng lúa được đánh giá là kém hiệu quả sang nuôi trồng thủy sản nước mặn, lợ, trở thành ngành kinh tế mũi nhọn, đặc biệt tại hai huyện ven biển Thái Thụy và Tiền Hải, chiếm tới 26%-33% toàn tỉnh, do ưu thế điều kiện tự nhiên tại đây rất thuận lợi cho sự phát triển ngành nuôi trồng thủy sản.



Hình 1: Hiện trạng NTTS tại xã Đông Hoàng huyện Tiền Hải, tỉnh Thái Bình

(Chú thích: Vùng NTTS thuộc xã Đông Hoàng vùng khoanh đỏ)

Số liệu năm 2021 cho thấy diện tích NTTS tại Tiền Hải có khoảng 5.506 ha (chiếm tới 33%

diện tích NTTS toàn tỉnh) [11], tập trung cao ở các xã ven biển như Đông Hoàng, Nam Cường, Nam Phú và Nam Thịnh. Trong đó tại xã Đông Hoàng là khu vực có diện tích NTTS trung bình khá của huyện với 140 ha (chiếm 2,5% diện tích NTTS toàn huyện), so với các xã Nam Thịnh (1.230ha chiếm 22,3%), Nam Phú (1039 ha chiếm 18,87%). Tuy nhiên so với tổng diện tích đất toàn xã thì diện tích NTTS tại Đông Hoàng là khá lớn (hình 1). Đối tượng nuôi tại đây cũng rất đa dạng như tôm Sú, tôm Thẻ Chân trắng, Rong câu, cá Vược, cá Song, cua Xanh, Ngao,... Hiện nay, hình thức NTTS tại Đông Hoàng theo hướng quảng canh cải tiến kết hợp đánh bắt tự nhiên, bên cạnh đó vẫn còn một số hộ gia đình duy trì hình thức nuôi thâm canh và bán thâm canh.

** Hiện trạng diện tích rừng ngập mặn tại khu vực NTTS*

Kết quả điều tra khảo sát cho thấy hầu hết diện tích xã Đông Hoàng được chuyển đổi sang mục đích khoanh nuôi tạo các đầm, ao nuôi trồng thủy sản lớn nhỏ (hình 1), diện tích và thành phần loài cây ngập mặn còn lại trong khu vực nuôi trồng thủy sản còn khá thưa thớt, không bắt gặp các nhóm cây ngập mặn thực thụ, chỉ bắt gặp một số nhóm cây tham gia ngập mặn tiêu biểu thuộc các họ như Ráng, Phi lao, Ô rô, Rau đắng đất, Dền, Chua me, Dứa dại, Lạc tiên, Diệp hạ châu, Cà, Cúc... (hình 2) chúng cũng có vai trò cố định, be quanh bờ đầm, ao [12].



Hình 2: Hiện trạng hệ thực vật quanh đầm NTTS tại xã Đông Hoàng, huyện Tiền Hải, tỉnh Thái Bình

Ghi nhận thực vật ngập mặn còn phát triển tại vùng ven biển xã Đông Hoàng với khoảng

120,4 (ha), tạo ra các quần thể với mật độ lớn: Quần thể Sú (*Aegiceras corniculatum*) thuần loài. Quần xã Sú (*Aegiceras corniculatum*) ưu thế - Mắm biển (*Avicennia marina*) với loài chủ đạo là Sú, xen kẽ loài Mắm biển được trồng vào các năm 1992 và 2008. Các cây trong quần xã cao có độ cao trung bình 0,8 - 2,5m. Quần thể Bần (*Sonneratia caseolaris*) thuần loài với chiều cao trung bình 5m - 8m, thời gian trồng từ các năm 1997 và 2003.

Nhìn chung, dưới sự ảnh hưởng của nhu cầu phát triển kinh tế, việc khoanh nuôi trồng một số nhóm thủy hải sản, làm cho diện tích và thành phần loài cây ngập mặn trong các khu vực được quy hoạch nuôi trồng thủy sản bị suy giảm rõ rệt. Thành phần loài nghèo nàn chủ yếu là các nhóm cây thân bụi, sinh trưởng kém, quần xã thực vật ngập mặn thực thụ tại xã Đông Hoàng chỉ còn phân bố hẹp tập trung ở phía ven biển, với mức độ đa dạng loài không cao tập trung một số nhóm Sú, Bần chua, Mắm biển. Tuy nhiên, với thời gian trồng, hình thành quần xã RNM lâu dài (hơn 30 năm), chúng là các đơn vị quần thể tiên phong [13], đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành, duy trì sự tồn tại và ổn định của quần xã RNM [14], điều hòa khí hậu, giữ đất, bảo vệ và tạo ra môi trường sống cho các sinh vật liên quan [15].

** Nguyên nhân suy giảm rừng ngập mặn tại khu vực NTTS*

Diện tích RNM toàn tỉnh Thái Bình trong giai đoạn 1990 - 2022, về cơ bản có xu hướng giảm xuống từ 7.500 ha (1990) còn 4.099 ha (2022) giảm tới 45%. Diện tích RNM xã Đông Hoàng giảm từ 300 ha (1990) còn 150 ha (2022).. Nhiều nghiên cứu cho thấy xu hướng suy giảm RNM do các nguyên nhân chính:

(1) Yếu tố nhân sinh: Đây là yếu tố chính dẫn tới sự suy giảm diện tích và chất lượng RNM do quá trình chuyển đổi mục đích sử dụng đất phát triển kinh tế nuôi trồng thủy sản, tạo đầm, ao, nuôi trồng thủy hải sản một cách ồ ạt trong giai đoạn đầu từ những năm 1990. Gây ảnh hưởng lớn tới sự cân bằng hệ sinh thái RNM, nhiều diện tích RNM bị mất đi và khó có khả năng phục hồi nguyên trạng. Sử dụng những

hóa chất trong quá trình nuôi trồng thủy hải sản, gây hại tới nguồn nước và sự sinh trưởng của RNM. Bên cạnh đó, quá trình khai thác nguồn lợi, đánh bắt thủy hải sản của người dân địa phương chưa khoa học ảnh hưởng tới những vùng cây tái sinh [16], tự chung lại ảnh hưởng tới diễn thế phục hồi của RNM.

Trong quá trình thống kê, kiểm kê rừng các năm nhận thấy trước năm 2016, do yếu tố thống kê diện tích RNM được cộng dồn từ năm 1 sang năm tiếp theo và được đánh giá là thành rừng nên việc tổng hợp số liệu về diện tích RNM là không chính xác, làm biến động một diện tích RNM chưa thành rừng thành rừng. Đây là vấn đề sai sót trong việc thống kê, báo cáo diện tích RNM hàng năm của địa phương.

(2) Yếu tố tự nhiên: những hiện tượng thời tiết cực đoan, gió bão, rét đậm, rét hại, chế độ dòng chảy và thủy triều cũng có những tác động nhất định gây nên sự suy giảm RNM tại khu vực nghiên cứu (hình 3). Đặc biệt, hiện tượng cát lấp cát vùi cây ngập mặn làm cho hàng chục ha RNM khu vực bãi bồi bị suy giảm.

Diện tích RNM trong đầm NTTS bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi mục đích sử dụng rừng sang làm NTTS là yếu tố chính.



Hình 3: Hiện trạng sạt lở bờ đầm NTTS do dòng chảy tại xã Đông Hoàng, huyện Tiền Hải, tỉnh Thái Bình

3.3. Đề xuất giải pháp thủy lợi - lâm nghiệp phục hồi rừng ngập mặn trong đầm nuôi trồng thủy sản

3.3.1. Một số nguyên tắc bố trí hạng mục công trình thủy lợi và lâm nghiệp

Diện tích đầm NTTS hiện có là 4 ha, được sử dụng bố trí 2 ha xây dựng mô hình ứng dụng giải pháp thủy lợi - lâm nghiệp để phục hồi

RNM khu vực nuôi trồng thủy sản và diện tích khu vực đối chứng là 2ha.

Các nguyên tắc khi bố trí các hạng mục công trình thủy lợi: Đối với bờ bao phải đủ cao, mặt bằng phải vững chắc, gia cố ổn định, dễ thi công, dễ sửa chữa, tận dụng vật liệu địa phương, tận dụng các công trình có sẵn. Đối với hệ thống cấp và thoát nước: Căn cứ vào điều kiện địa hình và mực nước thủy triều của khu vực để lựa chọn giải pháp cấp nước tự chảy lấy nước vào khu vực mô hình: nước lấy từ các lạch lân cận và nguồn nước chưa bị ô nhiễm. Thời gian lấy nước tùy thuộc vào từng vị trí khu vực (mực nước thủy triều khác nhau) loại hình lấy nước, chất lượng nguồn nước (độ mặn, chất lượng) và thực tế thời gian lấy nước. Thời gian lấy nước sẽ tỷ lệ nghịch với hệ số cấp nước (quy mô công trình cấp nước), có thể lấy nước vào thời gian đỉnh triều hoặc lấy nước vào thời gian đỉnh triều, pha triều lên. Quy mô công cấp thoát nước tính theo nhu cầu nước cần lấy, thường thì trong 01 con triều là nước được tháo ra hết (theo thời gian triều rút), khẩu độ cống sử dụng loại cống sẵn có tại địa phương. Số lượng cống tối thiểu là 2 cống, lạch lấy nước phải đảm bảo cao trình sao cho có khả năng tạo ra dòng chảy thích hợp, thay nước được dễ dàng và triệt để, phải đảm bảo tiêu nước khi nước triều dòng thấp nhất.

Các nguyên tắc khi bố trí các hạng mục công trình trồng cây: Bố trí giải pháp kỹ thuật trồng sau khi đã hoàn thành giải pháp thủy lợi hỗ trợ cho cây ngập mặn sinh trưởng. Việc lựa chọn loài cây ngập mặn trên cơ sở là cây bản địa tại khu vực nghiên cứu, vì đây là nguyên tắc quan trọng ‘đất nào cây ấy’. Lựa chọn tiêu chuẩn cây giống đem trồng, kỹ thuật trồng (mật độ trồng, kỹ thuật đào hố, kỹ thuật trồng), chăm sóc, bảo vệ cây ngập mặn áp dụng theo một số quy định của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tại một số Quyết định: Quyết định số 5365/QĐ-BNN-TCLN ngày 23/12/2016 ban hành hướng dẫn kỹ thuật trồng rừng 6 loài cây ngập mặn Mắm trắng, Mắm biển, Đước đôi, Đung, Bần trắng và Cóc trắng; Quyết định số 1205/QĐ-BNN-TCLN của Bộ trưởng Bộ NN & PTNT ngày 08 tháng 4 năm 2016 Quyết

định Ban hành Hướng dẫn kỹ thuật trồng rừng các loài cây: Trang, Sú, Mắm đen, Vẹt dù và Bần chua; Quyết định số 4147/QĐ-BNN-TCLN ngày 25/10/2021 của Bộ Nông nghiệp và PTNT ban hành hướng dẫn kỹ thuật trồng rừng với 4 loài cây ngập mặn: Đà vôi, Dừa nước, Đước vôi và Tra bồ đề [1,2]

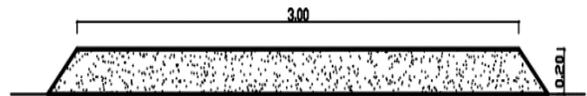
3.3.2. Đề xuất thiết kế giải pháp thủy lợi - lâm nghiệp cho mô hình

Vị trí xây dựng mô hình là khu vực tiếp giáp với RNM và đê biển, nơi đây tổ chức các hoạt động liên quan đến NTTS. Lịch sử những khu vực này cơ bản là đã có RNM nhưng bị chặt phá để nuôi trồng thủy sản. Hiện nay, do việc giữ nước trong đầm để phục vụ nuôi trồng thủy sản, khiến cho đất trong đầm liên tục ngập sâu, dẫn đến việc tái tạo RNM hầu như không thành công và không có khả năng trồng rừng bằng giải pháp lâm sinh thông thường. Hiện trạng khu vực đầm nuôi trồng thủy sản chưa có cây trồng ngập mặn, mặt nước và bờ bao. Do vậy, việc nghiên cứu lựa chọn giải pháp thủy lợi điều tiết nước, lên líp, đắp bờ bao để trồng cây ngập mặn, là rất cần thiết. Bên cạnh đó, việc phân chia dạng lập địa để lựa chọn loài, giải pháp trồng, chăm sóc cây ngập mặn trong đầm nuôi trồng thủy sản trên cơ sở của giải pháp thủy lợi hỗ trợ là cách lựa chọn phù hợp để phục hồi hệ sinh thái bị suy thoái này. Diện tích thực hiện 4,0ha.

Với hiện trạng đất trong đầm nuôi trồng thủy sản liên tục ngập sâu, khả năng điều tiết kém cần các giải pháp thủy lợi hỗ trợ như cống điều tiết nước, lên líp, đắp bờ bao để nâng cao độ bãi tạo môi trường sống thích hợp cho cây ngập mặn trong khu vực nuôi trồng thủy sản. Đề xuất giải pháp kỹ thuật xây dựng mô hình phục hồi RNM khu vực nuôi trồng thủy sản dự kiến như sau:

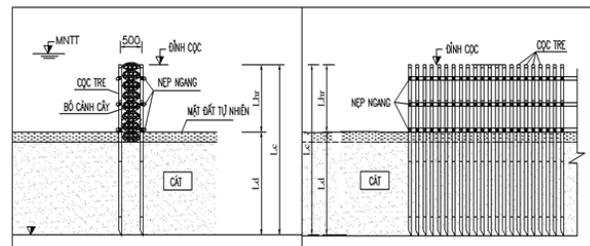
Bờ bao được xây dựng để bảo vệ khu nuôi, việc tính toán thiết kế đề tuân theo tiêu chuẩn, quy phạm thiết kế đê hiện hành. Do các đầm nuôi trồng thủy sản thường nằm ở các vùng gần cửa sông, ven biển nên khi chọn tuyến bờ bao cần đảm bảo các yêu cầu: Tuyến bờ bao cần được chọn đi qua vùng có địa thế cao, địa chất tốt, nối tiếp chặt chẽ với các vị trí ổn định,

thuận lợi cho bố trí công trình phụ trợ. Tuyến bờ bao nên bố trí thẳng, tránh gãy khúc. Có thể tận dụng và cải tạo bờ bao sẵn có. Bờ bao được đắp bằng đất tại chỗ trong khu vực mô hình. Chiều dài bờ bao dự kiến: 600m, chiều rộng bờ bao: 3,0m, chiều cao đắp bờ bao: 0,2m. Đối với bờ bao có sẵn: có thể tận dụng bờ bao có sẵn để cải tạo đắp bờ tới cao trình +2,0m. Đối với bờ bao phân khu thực hiện và khu đối chứng bờ bao được làm mới, đắp bờ tới cao trình +0,7m.



Hình 4: Sơ họa mặt cắt ngang bờ bao mô hình

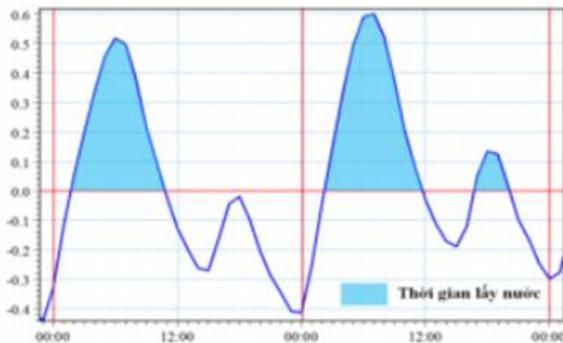
Sử dụng kỹ thuật tính toán ổn định bờ, tạo cơ, bậc bằng hàng rào tre để tăng cường ổn định bờ và tạo không gian cho phục hồi RNM khu vực nuôi trồng thủy sản. Với quy mô hàng rào tạo cơ tăng cường ổn định dự kiến dài 600m, số lượng cọc 6 cọc/1 m dài, 2 hàng cọc, mỗi cọc dài 3m; khoảng cách giữa hai hàng cọc là 0,5 m, lấp nhét bằng bó cành cây.



Hình 5: Sơ đồ hàng rào tre tăng cường ổn định bờ bao

Do khu vực xây dựng mô hình nằm trong đầm nuôi trồng thủy sản, ít chịu tác động của sóng, dòng chảy, trong khi đó, nhiệm vụ của hàng rào tre là gia cố bờ bao, nên chiều sâu đóng cọc lựa chọn là 2,0m và chiều cao hàng rào là 1,0m. Như vậy, các thông số hàng rào bao gồm: Cao trình đỉnh cọc: +1,3m, chiều cao hàng rào: 1,0m, chiều sâu đóng cọc: 2,0 m. Bờ bao cần phải đảm bảo các yêu cầu về ổn định, chống thấm tốt, thuận tiện cho công tác quản lý chăm sóc, kinh phí rẻ, dễ thi công sửa chữa, tận dụng vật liệu địa phương, tận dụng các công trình có sẵn.

Quy mô công lấy, thoát nước kết hợp: Thời gian lấy nước tùy thuộc vào từng vị trí khu vực (mức nước thủy triều khác nhau) loại hình lấy nước, chất lượng nguồn nước (độ mặn, chất lượng) và thực tế thời gian lấy nước. Thời gian lấy nước sẽ tỷ lệ nghịch với hệ số cấp nước (quy mô công trình cấp nước), có thể lấy nước vào thời gian đỉnh triều. Để lấy được nước có chất lượng tốt, hiện nay người ta lấy nước vào thời điểm đỉnh triều trong ngày và vào thời kỳ triều cường (giữa hoặc cuối tháng âm lịch). Căn cứ vào biên độ triều, độ mặn từ nguồn nước cấp và độ mặn yêu cầu của đối tượng thủy sản, căn cứ chất lượng nước, căn cứ khả năng tự chảy (nếu cấp tự chảy) và tùy theo từng vị trí, từng vùng mà thời điểm bắt đầu lấy nước sẽ khác nhau.

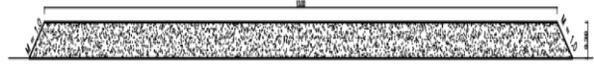


Hình 6: Sơ họa thời gian lấy nước cho mô hình

Khu vực nghiên cứu được phân chia thành 02 khu vực bao gồm: khu vực xây dựng mô hình và khu vực đối chứng. Vì vậy, cần thiết lắp 02 cống điều tiết để cấp và thoát nước cho 02 khu vực này, đảm bảo tính đồng bộ nhằm đánh giá được hiệu quả của mô hình. Quy mô cống cấp thoát tính theo nhu cầu nước cần lấy, khẩu độ cống sử dụng loại cống sẵn có tại địa phương là cống hộp BxHxL=1,1x1,1x1,0m, bê tông M200, cao trình đáy cống thiết kế +0,2m nhằm trong 01 con triều là nước được tháo ra hết (theo thời gian triều rút). Lạch lấy nước trước cống được cải tạo và đảm bảo cao trình lòng dẫn sao cho phù hợp với cống điều tiết và có khả năng tạo ra dòng chảy thích hợp, lấy nước và thoát nước được dễ dàng và triệt để, phải đảm bảo tiêu nước khi nước triều dòng thấp nhất.

Lên líp trồng cây: Sử dụng kỹ thuật tính toán

tương tác giữa cao độ bãi và thời gian phơi bãi trong khu vực nuôi trồng thủy sản để xác định cao độ líp nhằm đào, đắp đất lên líp trồng phục hồi RNM. Với quy mô líp dự kiến: 200m x 10 m x 10 líp, chiều cao đắp lên khoảng 0,3 m.



Hình 7: Sơ họa mặt cắt ngang líp trồng cây

Sử dụng kỹ thuật lựa chọn loài, ươm, xác định thời vụ và giải pháp trồng phục hồi RNM khu vực nuôi trồng thủy sản. Với quy mô diện tích dự kiến trồng 02 ha, mật độ trồng 2.500 cây/ha, cấy 01 cọc giữ cây. Theo kết quả điều tra, khảo sát khu vực làm mô hình có một số điều kiện không thuận lợi cho việc trồng cây ngập mặn như: Thềm nền có tỷ lệ cát cao, cao trình thấp do là đầm NTTS. Do vậy biện pháp trồng cây bằng trụ mầm và các biện pháp trồng RNM theo các công nghệ cũ đạt tỷ lệ sống không đảm bảo. Do vậy, để đảm bảo tỷ lệ sống của cây ngập mặn trồng trong mô hình >80% cần phải lựa chọn cây giống có chất lượng tốt theo tiêu chuẩn quốc gia TCVN 10405:2020 thì giải pháp thiết kế cho mô hình trồng cây ngập mặn được lựa chọn như sau:

Phân tích lựa chọn loài cây đem trồng: Loài cây lựa chọn mang trồng cho mô hình khôi phục rừng dựa trên nguyên tắc ưu tiên cây tại địa bàn là những cây có ưu thế phát triển phù hợp các điều kiện lập địa tại khu vực. Có khả năng phục hồi RNM đã bị suy thoái trước đây trong đầm NTTS, tạo môi trường và sinh cảnh cho các loài động vật sinh sống, cư trú và sinh sản góp phần nâng cao hiệu quả bảo tồn RNM. Thuộc danh mục các loài cây ngập mặn gây trồng theo Quyết định 1205/QĐ-BNN-TCLN hoặc 4147/QĐ-BNN-TCLN. Có thể chủ động được nguồn giống phục vụ trồng rừng. Dựa trên cơ sở một số loài cây ngập mặn bản địa phổ biến đang phát triển hoặc đã được gây trồng tại khu vực nghiên cứu gồm: Sú (*Aegiceras corniculatum*), Đước vôi (*Rhizophora stylosa*), Bần chua (*Sonneratia caseolaris*), Trang (*Kandelia obovata*). Thành lập bảng chấm điểm lựa chọn loài cây trồng như sau:

Bảng 3.1: Bảng chấm điểm lựa chọn loài cây ngập mặn đem trồng

Tiêu chí	Loài cây	Sú	Đước vôi	Bần chua	Trang
Là các loài cây bản địa		3	3	3	3
Đã được chứng minh, thử nghiệm bằng các đề tài và đề tài đã thực hiện trong những năm gần đây		1	3	2	1
Có khả năng phục hồi RNM đã bị suy thoái trong đầm NTTS		3	3	2	1
Có thể chủ động được nguồn giống phục vụ trồng rừng		3	3	1	1
Thuộc danh mục các loài cây ngập mặn gây trồng theo Quyết định 1205/QĐ-BNN-TCLN và 4147/QĐ-BNN-TCLN		3	3	3	3
TỔNG		13	16	11	9

Ghi chú: Điểm số 0-3 điểm; Điểm số 0 là không phù hợp; Điểm số 1 là phù hợp ở mức thấp; Điểm số 2 là phù hợp ở mức trung bình; Điểm số 3 là phù hợp ở mức cao;

Ứng dụng phương pháp tham vấn chuyên gia để cho điểm các tiêu chí theo từng loài cây và lựa chọn được 2 loài gây trồng là Sú , Đước vôi (*Rhizophora stylosa*). **Phương thức trồng** xác định hỗn giao loài cây ngập mặn Đước vôi và Sú. **Tiêu chuẩn cây trồng:** Áp dụng theo Quyết định 1205/QĐ-BNN-TCLN về việc ban hành hướng dẫn kỹ thuật trồng rừng các loài cây: Trang, Sú, Mắm đen, Vẹt dù và Bần chua và Quyết định số 4147/QĐ-BNN-TCLN ngày 25/10/2021 của Bộ Nông nghiệp và PTNT ban hành hướng dẫn kỹ thuật trồng rừng với 4 loài cây ngập mặn: Đà vôi, Dừa nước, Đước vôi và Tra bô đề áp dụng cho điều kiện lập địa dạng III (thể nền ngập triều sâu, thể nền lẫn nhiều cát đi lún <5 cm, lẫn cát 65,25 đến 88,13%) thì tiêu chuẩn cây mang trồng là: Cây Sú: Cây Sú tuổi cây > 12 tháng, chiều cao cây >0,6m, đường kính cổ rễ >0,6 cm, sinh trưởng tốt, không sâu bệnh. Cây Đước vôi: Cây Đước vôi tuổi cây > 12 tháng, chiều cao cây >0,6m, đường kính cổ rễ >0,6 cm, sinh trưởng tốt, không sâu bệnh. Mật độ trồng rừng mô hình: Vị trí xây dựng mô hình có điều kiện lập địa dạng III (thể nền lẫn nhiều cát đi lún <5 cm) nên mật độ cây trồng phù hợp là 2.500 cây/ha. Cự ly trồng là 2m x 2m. Diện tích trồng cây Sú là 0,5 ha, diện tích trồng cây Đước vôi là 1,5 ha. Số lượng cây Sú trồng là: 1.250 cây và cây Đước vôi là 3.750 cây (chưa bao gồm tỷ lệ trồng dặm 10%). **Kỹ thuật trồng:** Bố trí trồng cây: Trước khi trồng cây phải định vị vị trí trồng cho

từng cây. Bố trí trồng hỗn giao theo hàng, trồng sole hình nanh sấu để tận dụng tối đa khả năng không gian dinh dưỡng của cây ngập mặn. Cây giống trước khi trồng từ 7 - 10 ngày cần đưa lên bờ để đất trong bầu cây ráo nước, giúp bầu chắc, ổn định trong quá trình vận chuyển cây giống từ vườn ươm đến nơi trồng rừng. Cây giống sau khi vận chuyển từ vườn ươm ra địa điểm tập kết có thể trồng ngay hoặc được tập kết ở vị trí thuận tiện cho việc vận chuyển ra bãi trồng cây. Lưu ý bãi tập kết cây cần có mực nước thủy triều lên xuống hằng ngày hoặc có thể giữ mực nước ngang mặt bầu, xung quanh bãi tập kết cây cần có hàng rào bằng lưới bảo vệ cho cây không bị đổ gãy và gia súc phá hoại. Vận chuyển cây giống từ điểm tập kết ra vị trí hố trồng cây: Có thể dùng phao xốp, sọt tre, ván, thuyền để vận chuyển cây giống. Tốt nhất nên dùng phao xốp có kích thước 1,5 x 2m đặt cây giống lên trên phao xốp, thuyền di chuyển cây giống ra vị trí trồng cây. Đào hố: Kích thước hố đào 30x30x30cm. Xé vỏ bầu đặt cây vào giữa hố, mặt giữ cây ở tư thế thẳng đứng, mặt bầu cây thấp hơn từ 5-7cm so với mặt hố và vun toàn bộ lớp bùn ở bề mặt hố để lấp hố, lèn chặt đất xung quanh để giữ cho cây đứng vững (chú ý không làm gãy hoặc tổn thương bộ rễ). Chăm sóc giữ cây: Do cây ngập mặn mới trồng có sức sống kém, thường xuyên bị rêu rác bám vào thân cây làm đổ gãy thân cây. Tuy nhiên, trong đầm NTTS nên không bị ảnh hưởng của triều, sóng biển

do vậy cần cắm 1 cọc/1 cây. Tiêu chuẩn cọc cắm giữ cây: Đường kính 1,5 cm, chiều dài 1,0 m, vót nhọn cắm nghiêng 45° hướng về phía có sóng tác động, dùng dây ni lông buộc cố định thân cây vào vị trí 2/3 thân cây tính từ mặt đất, (phần cọc chĩa lên khoảng 10cm chỉ cần đủ để buộc vào thân cây). Cọc cắm sâu 0,6m, nổi 0,4m. Trồng dặm: Sau khi trồng 1 tháng tiến hành kiểm tra cây. Nếu cây chết tỷ lệ $\leq 10\%$ (dưới 3 cây liền kề), phân bố rải rác thì không cần trồng lại. Nếu cây chết tỷ lệ $> 10\%$ (3 cây chết liền kề nhau trở lên) hoặc phân bố cây chết tập trung thì cần trồng dặm để rừng đảm bảo mật độ theo thiết kế. Tỷ lệ trồng dặm dự kiến là 10% tổng số cây trồng chính. Thời vụ trồng: Sau khi khảo sát, phân tích các yếu tố tự nhiên xác định được thời điểm thuận lợi nhất để trồng cây ngập mặn vào các tháng 6, 7, 8, 9 và 10 là thời điểm có độ mặn thấp nhất trong năm, nhiệt độ không khí thuận lợi cho sự phát triển của cây ngập mặn. **Chăm sóc cây trồng:** cần thực hiện ngay trong năm đầu. Thời gian 3 tháng đầu sau khi trồng, định kỳ 1 tháng/lần kiểm tra, đóng lại cọc giữ cây, buộc lại dây nếu bị tụt. Sau đó, định kỳ 3 tháng/lần dựng cây bị đổ. Nếu phát hiện có sinh vật gây hại cần sử dụng các biện pháp bảo vệ như sử dụng thuốc sinh học phù hợp để chăm sóc cây ngập mặn. **Bảo vệ cây trồng:** Làm biển báo nghiêm cấm các hoạt động khai thác, đánh bắt các loại thủy sản ảnh hưởng đến cây mới trồng trong thời

gian 2 năm đầu. Ngăn chặn các hành vi chặt, phá, xâm hại của con người và gia súc (trâu, bò, dê...).

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày khái quát nghiên cứu, đánh giá hiện trạng RNM và điều kiện lập địa ngập mặn của khu vực nghiên cứu trong đầm nuôi trồng thủy sản xã Đông Hoàng, huyện Tiền Hải, tỉnh Thái Bình. Bước đầu đề xuất giải pháp thủy lợi, lâm nghiệp để phục hồi RNM trong đầm NTTS suy thoái, mất rừng toàn bộ những năm trước đây trên cơ sở sử dụng các giải pháp kiến tạo bờ bao, bố trí hệ thống cống điều tiết nguồn nước, lên líp trồng cây, chọn loài, tiêu chuẩn cây đem trồng, kỹ thuật trồng, chăm sóc, bảo vệ cây trồng sau khi trồng. Đây là cơ sở khoa học và thực tiễn cho việc ứng dụng xây dựng mô hình thực nghiệm và nhân rộng mô hình sau khi có những kết luận chính xác về hiệu quả của mô hình cho các khu vực khác ở Việt Nam có điều kiện lập địa ngập mặn tương tự.

LỜI CẢM ƠN: Bài báo được viết dựa trên kết quả nghiên cứu của đề tài: “Nghiên cứu cơ sở khoa học và đề xuất giải pháp công nghệ thủy lợi - lâm nghiệp kết hợp phục hồi và phát triển RNM tại khu dự trữ sinh quyển sông Hồng”; Mã số đề tài: ĐTĐL.CN 16/22; Chủ nhiệm đề tài: TS. Đỗ Quý Mạnh. Tác giả xin chân thành cảm ơn Bộ Khoa học và Công nghệ đã tài trợ kinh phí thực hiện đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Quyết định số 1205/QĐ-BNN-TCLN của Bộ trưởng Bộ NN & PTNT ngày 08 tháng 4 năm 2016 Quyết định Ban hành *Hướng dẫn kỹ thuật trồng rừng các loài cây: Trang, Sú, Mắm đen, Vẹt dù và Bần chua*
- [2] Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Quyết định số 4147/QĐ-BNN-TCLN ngày 25/10/2021 của Bộ Nông nghiệp và PTNT ban hành *Hướng dẫn kỹ thuật trồng rừng với 4 loài cây ngập mặn: Đà vôi, Dừa nước, Đước vôi và Tra bô đề.*
- [3] Tiêu chuẩn TCVN 10405:2020 *Đai cây ngập mặn giảm sóng - Khảo sát và thiết kế.*
- [4] Đỗ Quý Mạnh, 2024, *Cơ sở lý luận và thực tiễn về phục hồi và phát triển rừng ngập mặn trên thế giới và Việt Nam.* Báo cáo chuyên đề khoa học, Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình.
- [5] Soil Survey Staff (1975) Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. U.S.D.A. Agricultural Handbook, 436.

- [6] Salmo G., Norman D., Catherine L. (2013), “Assessment of vegetation and soil conditions in restored mangroves interrupted by severe tropical typhoon “Chan-hom” in the Phillipines”, *Hydrobiologia*, 733, 85–102. Doi 10.1007/s10750-013-1766-4.
- [7] Đỗ Quý Mạnh (2018), *Nghiên cứu đặc điểm đất ngập mặn vùng ven biển tỉnh Thái Bình làm cơ sở đề xuất biện pháp kỹ thuật khôi phục và phát triển rừng ngập mặn bền vững*, Luận án tiến sĩ, Trường Đại học Lâm nghiệp.
- [8] M.D. Hossain and A.A. Nuruddin (2016), “*Soil and Mangrove: A Review*”, *Journal of Environmental Science and Technology*, 9: 198-207.
- [9] Lê Xuân Tuấn, Phan Nguyên Hồng, Trương Quang Học (2008), *Những vấn đề về môi trường ven biển và phục hồi rừng ngập mặn Việt Nam*, Kỷ yếu hội thảo quốc tế Việt Nam học lần thứ 3, Tr. 678 - 692.
- [10] Cục thống kê tỉnh Thái Bình (2016), *Niên giám thống kê tỉnh Thái Bình 2016*, NXB Thống kê Hà Nội.
- [11] Cục thống kê tỉnh Thái Bình (2021), *Niên giám thống kê tỉnh Thái Bình 2021*, NXB Thống kê Hà Nội.
- [12] Phan Nguyên Hồng và cộng sự (1991), *Sinh thái thảm thực vật rừng ngập mặn Việt Nam*, Luận án Tiến sĩ, Đại học Sư phạm Hà Nội, 357tr.
- [13] Phan Nguyên Hồng (1999), *Rừng ngập mặn Việt Nam*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, 205tr.
- [14] Phan Nguyên Hồng, Hoàng Thị Sản, Nguyễn Hoàng Trí, Trần Văn Ba (1995); *Rừng ngập mặn của chúng ta*, Nxb Giáo dục, Hà Nội: 44 trang.
- [15] Phạm Văn Ngọt, Quách Văn Toàn Em, Nguyễn Kim Hồng, Trần Thị Tuyết Nhung (2012), *Vai trò của rừng ngập mặn ven biển Việt Nam*, Tạp chí Khoa học Đại học sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh, số 33, Tr. 115-124.
- [16] Phan Nguyên Hồng (2003), “*Những nguyên nhân làm suy thoái rừng ngập mặn - Một số phương hướng sử dụng bền vững tài nguyên và môi trường vùng cửa sông ven biển*”, Tuyển tập Hội thảo Thực trạng và giải pháp cho việc bảo vệ bền vững và phát triển rừng ngập mặn ở Việt Nam, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn ngày 29/04/2003.