



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0053218

(51)^{2020.01} A01G 17/00; A01B 79/02

(13) B

(21) 1-2021-04604

(22) 19/12/2018

(86) PCT/CN2018/122046 19/12/2018

(87) WO2020/124426 25/06/2020

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/11/2021 404A

(73) BEIHANG UNIVERSITY (CN)

No. 37 Xueyuan Road, Haidian District, Beijing 100083, China

(72) YANG, Yunan (CN); WANG, Yao (CN).

(74) Công ty TNHH Sáng chế ACTIP (ACTIP PATENT LIMITED)

(54) PHƯƠNG PHÁP PHỤC HỒI RỪNG NGẬP MẶN TRÊN CÁC BÃI BÙN THỦY
TRIỀU Ở KHU VỰC CỬA XẢ NƯỚC CỦA AO NUÔI TÔM

(21) 1-2021-04604

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp phục hồi rừng ngập mặn trên các bãi bùn thủy triều ở khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm, phương pháp bao gồm các bước như sau: (1) cải thiện giá trị độ pH của đất ở các bãi bùn thủy triều trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm và làm giảm mức độ axit hóa của đất bằng cách sục rửa theo triều cường; (2) nâng khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm lên để tạo thành bề mặt bãi bùn thủy triều dốc với độ cao bề mặt bãi bùn thủy triều nâng dần theo hướng dâng lên của thủy triều; và (3) trồng rừng ngập mặn trên bề mặt bãi bùn thủy triều dốc và bón phân phospho vào đất vùng bầu rế của rừng ngập mặn. Theo phương pháp của sáng chế, điều kiện thổ nhưỡng của khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm có thể được cải thiện, quá trình suy thoái của rừng ngập mặn có thể được làm chậm lại và được kiểm soát nhanh chóng, giải quyết vấn đề rừng ngập mặn không thể tồn tại hoặc chậm phát triển trong thời gian dài trong khu vực, đồng thời bảo vệ và phục hồi tài nguyên rừng ngập mặn.

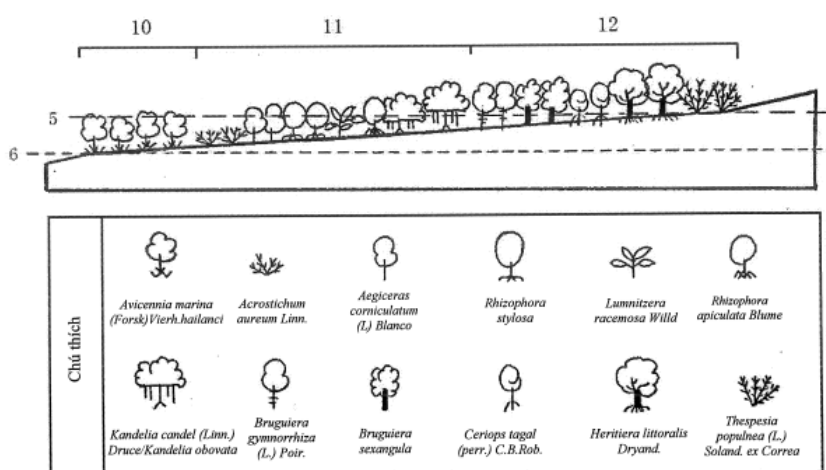


Fig.3

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến lĩnh vực kỹ thuật bảo vệ sinh thái, và cụ thể là đề cập đến phương pháp phục hồi rừng ngập mặn trên các bãi bùn thủy triều ở khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Rừng ngập mặn liên quan đến các quần xã sinh vật thân gỗ trên vùng đất ngập nước có bãi triều, mọc ở phần trên của vùng bãi triều ven biển của vùng nhiệt đới hoặc cận nhiệt đới, bị ngập bởi nước thủy triều theo chu kỳ, và bao gồm các cây bụi hoặc cây thân gỗ thường xanh, chủ yếu bao gồm thực vật ngập mặn. Rừng ngập mặn mọc trên các bãi bùn thủy triều vùng nước nông ở vùng chuyển tiếp giữa đất liền và biển để tạo thành hệ sinh thái đặc biệt từ đất liền ra biển, có chức năng phòng chống lũ, chắn sóng, chống bão, hộ đê, còn được gọi là “hộ vệ biển”, và tạo thành hàng rào xanh ven biển không thể thay thế. Rừng ngập mặn còn có những lợi ích độc đáo về sinh thái, xã hội và kinh tế trong việc duy trì sự cân bằng oxy-cacbon trong khí quyển, làm sạch môi trường không khí và nước, làm xanh, tạo mỹ quan, giáo dục khoa học phổ cập và các khía cạnh khác. Các quần xã sinh vật rừng ngập mặn ở các vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới là cơ sở để tạo ra năng suất cao và tính đa dạng sinh học phong phú của hệ sinh thái rừng ngập mặn, đứng thứ 4 trong số 16 hệ sinh thái trên thế giới và có thể cung cấp hàng triệu nguyên liệu và dịch vụ thiết yếu cho con người.

Mặc dù rừng ngập mặn có giá trị lớn về các chức năng sinh thái và có chức năng lọc nước, nhưng tác động của các hoạt động của con người, chẳng hạn như xu hướng tăng diện tích nuôi trồng thủy sản dựa trên lợi ích dẫn đến mất chức năng lọc sạch và suy thoái quy mô lớn của rừng ngập mặn, kết quả là điều này có thể dẫn đến tăng khó khăn trong nuôi trồng thủy sản. Ví dụ về việc nuôi tôm ở Đông Trại Cảng, tỉnh Hải Nam, Trung Quốc, do rừng ngập mặn bị suy thoái nghiêm trọng, không thể sử dụng nước biển bề mặt của Đông Trại Cảng để nuôi tôm trong ao, vì vậy người dân xung quanh bắt đầu khai thác nước ngầm cho các hoạt động nuôi trồng thủy sản liên quan, và do mỗi ao nuôi tôm ở khu ngoại vi của Khu bảo tồn thiên nhiên đều có cửa xả nước nên nước thải nuôi trồng thủy sản được xả trực tiếp vào rừng ngập mặn qua cửa xả đó, điều này làm cho sự

ổn định và môi trường sống của hệ sinh thái rừng ngập mặn liên tục bị hủy hoại, khiến cho rừng ngập mặn liên tục biến mất và tạo ra vòng luẩn quẩn.

Chương trình Môi trường Liên Hợp Quốc đã chính thức công bố báo cáo toàn diện đầu tiên trên thế giới về đánh giá toàn diện hiện trạng môi trường của các vùng đất ngập nước rừng ngập mặn vào tháng 7 năm 2010: sự tồn tại của rừng ngập mặn đang đối mặt với các mối đe dọa nghiêm trọng do khai thác quá mức nhân tạo và nước biển dâng, và kể từ những năm 1980, diện tích rừng ngập mặn toàn cầu đã bị giảm hơn 1/5. Diện tích rừng ngập mặn ở Trung Quốc cũng giảm mạnh, tức là, diện tích đã giảm mạnh 68,7% từ những năm 1950 đến đầu những năm 1990.

Lewis (2004) (Roy R. Lewis. Ecological engineering for successful management and restoration of mangrove forests [J]. Ecological Engineering, 2004, 24 (4)) đã đề xuất năm bước cần thiết phải thực hiện trước khi phục hồi thành công rừng ngập mặn, cụ thể bao gồm các bước như sau:

1. Hiểu về hiện tượng học tự sinh (di truyền học), cụ thể là các mô hình sinh sản của các loài ngập mặn tại khu vực và sự phân bố của các chồi mầm và cây non.
2. Hiểu về các mô hình thủy văn thông thường để kiểm soát sự phân bố và hình thành và phát triển thành công của các loại rừng ngập mặn mục tiêu.
3. Đánh giá những thay đổi của môi trường hiện đang ngăn cản sự diễn thế tự nhiên của rừng ngập mặn.
4. Thiết kế chương trình phục hồi để phục hồi ban đầu thủy văn thích hợp và loại bỏ hoặc giảm thiểu các yếu tố gây áp lực.
5. Chỉ sử dụng việc trồng các chồi mầm, các cây giống con đã thu thập hoặc cây giống con đã trồng thực tế sau khi việc xác định thông qua các bước từ bước 1 đến bước 4 rằng việc tuyển chọn tự nhiên sẽ không cung cấp số lượng các cây giống con đã ươm thành công, tỷ lệ ổn định hoặc tỷ lệ tăng trưởng của các cây non được ươm làm mục tiêu cho dự án phục hồi. Đồng thời, Lewis cũng nhấn mạnh tầm quan trọng của thủy văn trong quá trình phục hồi.

Kể từ năm 2013, các biện pháp kỹ thuật cụ thể được thực hiện ở Trung Quốc bao gồm các phương pháp ba chiều toàn diện như dọn sạch các cây chết, đào các rãnh thoát nước, đắp đê bao để tạo thành bờ kè, và cắt và ghép các cây non để phục hồi rừng ngập

mặn. Tuy nhiên, vấn đề còn tồn tại hiện nay là biện pháp kỹ thuật tạo thành bề mặt các bãi bùn thủy triều dốc với độ cao bề mặt bãi bùn thủy triều nâng dần không được áp dụng trong quá trình phục hồi; hoặc rừng ngập mặn không được trồng theo sự phân bố sinh thái tự nhiên của nó; không tính đến sự thay đổi độ phì nhiêu của đất và các đặc tính lý hóa do ô nhiễm; sự ô nhiễm do nuôi tôm trong các ao ở vị trí cao hơn xung quanh rừng ngập mặn chưa được kiểm soát đầy đủ, và việc quản lý sau khi trồng rừng chưa được thực hiện đầy đủ. Trong quá trình phục hồi rừng ngập mặn ở Đông Trại Cảng, còn nhận thấy rằng ở một số khu vực, rừng ngập mặn không thể sống hoặc phát triển chậm đến 5 năm.

Vì vậy, xem xét thực trạng nghiêm trọng của việc suy thoái đột ngột rừng ngập mặn, cần có phương pháp cấp bách có khả năng phục hồi hiệu quả rừng ngập mặn ở khu vực suy thoái rừng ngập mặn, ví dụ như khu vực bãi bùn thủy triều, cụ thể là khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm trên các bãi bùn thủy triều.

Tóm lại, xem xét vấn đề kỹ thuật quan trọng còn tồn tại là khó phục hồi rừng ngập mặn tại các khu vực cục bộ trong Khu Bảo tồn thiên nhiên bởi vì sự tích tụ các axit hữu cơ trong đất ngập mặn của rừng ngập mặn có các tác động độc hại đối với thực vật rừng ngập mặn do quá trình thủy phân và axit hóa các hợp chất hữu cơ trong các trầm tích rừng ngập mặn và sự chong chất của các hợp chất đã xả thải có tính axit từ việc nuôi trồng thủy sản, và đất thiếu phospho nhanh có sẵn do nước thải nuôi tôm, sáng chế đề xuất giải pháp kỹ thuật để giảm dần mức độ axit hóa của đất bằng cách đào phù sa, phơi nắng và sục rửa theo triều cường, và tăng hàm lượng phospho nhanh có sẵn trong đất bằng cách bón phân phospho hữu cơ tan chậm bằng cách chôn lấp phân bón. Theo phương pháp của sáng chế, có thể thực hiện việc phục hồi rừng ngập mặn bị suy thoái do nước thải nuôi tôm.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết vấn đề rừng ngập mặn phát triển kém hoặc khó phục hồi trên các bãi bùn thủy triều trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm, sáng chế đề xuất phương pháp phục hồi hoặc trồng rừng ngập mặn trên các bãi bùn thủy triều trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm, phương pháp bao gồm các bước sau:

(1) cải thiện giá trị độ pH của đất ở các bãi bùn thủy triều trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm và làm giảm mức độ axit hóa của đất bằng cách sục rửa theo triều

cường;

(2) nâng khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm lên để tạo thành bề mặt các bãi bùn thủy triều dốc với độ cao bề mặt bãi bùn thủy triều nâng dần theo hướng lên của thủy triều; và

(3) trồng rừng ngập mặn trên bề mặt các bãi bùn thủy triều dốc và bón phân phospho vào đất vùng bầu rế của rừng ngập mặn.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

So với phương pháp phục hồi rừng ngập mặn trong cùng lĩnh vực kỹ thuật, phương pháp theo sáng chế có ưu điểm sau:

bằng cách làm giảm mức độ axit hóa của đất, ví dụ, bằng cách đào phù sa ở độ sâu và thời gian nhất định và phơi nắng phù sa và bón phân phospho hữu cơ tan chậm bằng cách chôn lấp phân bón, phương pháp theo sáng chế giải quyết hiệu quả vấn đề còn tồn tại là khó phục hồi hệ sinh thái rừng ngập mặn do sự axit hóa và giảm độ phì nhiêu của đất do sự ô nhiễm lâu dài ở khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm.

Khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm được nâng lên để tạo thành bề mặt các bãi bùn thủy triều dốc với độ cao bề mặt bãi bùn thủy triều nâng dần theo hướng lên của thủy triều.

Bằng cách tiến hành nghiên cứu thực địa về sinh thái cá thể và sinh thái quần xã của thực vật rừng ngập mặn, các tác giả sáng chế đã xác định các loại cây rừng ngập mặn sẽ được trồng, lựa chọn loài cây phù hợp với các điều kiện sinh trưởng tự nhiên và áp dụng phương pháp ghép cây non để sàng lọc các loài cây phù hợp hơn với môi trường sinh trưởng và có tỷ lệ sống cao hơn sau khi được trồng.

Phương pháp theo sáng chế có thể cải thiện hiệu quả môi trường sinh thái của rừng ngập mặn ở khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm, khôi phục khả năng tự làm sạch của hệ sinh thái trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm, và tăng tính đa dạng sinh học của hệ thống đất ngập nước rừng ngập mặn sau khi phục hồi, làm cho hệ sinh thái ổn định hơn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1a là hình chiếu bằng của bề mặt bãi bùn thủy triều dạng dải của rừng ngập mặn và kết cấu của các kênh dẫn thủy triều;

Fig.1b là hình cắt ngang của bề mặt bãi bùn thủy triều dạng dải của rừng ngập mặn và kết cấu của các kênh dẫn thủy triều;

Fig.2a là hình chiếu bằng của bề mặt bãi bùn thủy triều dạng bậc thang của rừng ngập mặn và kết cấu của các kênh dẫn thủy triều;

Fig.2b là hình cắt ngang của bề mặt bãi bùn thủy triều dạng bậc thang của rừng ngập mặn;

Fig.3 là hình vẽ minh họa hệ rừng ngập mặn quần xã kế tiếp, trong đó chú thích về một số loài cây ngập mặn được thể hiện trên hình vẽ; và

Fig.4 là các hình ảnh cho thấy sự phục hồi rừng ngập mặn ở khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm ở Đông Trại Cảng, tỉnh Hải Nam trong ví dụ 1, trong đó Fig.4A là hình ảnh thể hiện khu vực phục hồi rừng ngập mặn với các kênh dẫn thủy triều phụ; và Fig.4B là hình ảnh thể hiện khu vực phục hồi rừng ngập mặn với các kênh dẫn thủy triều chính và kênh dẫn thủy triều phụ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Để làm rõ hơn mục đích, giải pháp kỹ thuật và ưu điểm của các phương án của sáng chế, giải pháp kỹ thuật trong các phương án của sáng chế sẽ được mô tả rõ ràng và đầy đủ bên dưới kết hợp với các hình vẽ trong các phương án của sáng chế. Rõ ràng là, các phương án được mô tả chỉ là một phần của các phương án của sáng chế mà không phải là tất cả các phương án. Dựa trên phương án theo sáng chế, tất cả các phương án khác thu được bởi những người có hiểu biết trung bình trong cùng lĩnh vực kỹ thuật mà không cần hoạt động sáng tạo sẽ thuộc phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Sáng chế đề xuất phương pháp phục hồi hoặc trồng rừng ngập mặn trên các bãi bùn thủy triều trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm, phương pháp bao gồm các bước như sau:

(1) cải thiện giá trị độ pH của đất ở các bãi bùn thủy triều trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm và làm giảm mức độ axit hóa của đất bằng cách sục rửa theo triều cường;

(2) nâng khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm lên để tạo thành bề mặt các bãi bùn thủy triều dốc với độ cao bề mặt bãi bùn thủy triều nâng dần theo hướng lên của thủy triều; và

(3) trồng rừng ngập mặn trên bề mặt các bãi bùn thủy triều dốc và bón phân phospho vào đất vùng bầu rế của rừng ngập mặn.

Trong bước (1), mức độ axit hóa của đất có thể được giảm bớt bằng cách đào đất và phơi nắng và/hoặc bằng cách sục rửa theo triều cường. Tốt hơn là, độ sâu đào là 0,5 đến 0,7 m (ví dụ, 0,6 m), và thời gian phơi nắng và/hoặc sục rửa theo triều cường là 15 đến 20 ngày, ví dụ, 18 ngày.

Trong bước (2), vùng trũng trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm có thể được nâng lên. Tốt hơn là, bề mặt các bãi bùn thủy triều dốc có thể được cải tạo thành bề mặt các bãi bùn thủy triều dạng dải hoặc dạng bậc thang (như được thể hiện trên Fig.2a và Fig.2b). Tốt hơn nữa là, vị trí thấp nhất của bề mặt các bãi bùn thủy triều dốc cao hơn mực nước biển trung bình từ 0,2 m đến 0,5 m (ví dụ, 0,3 m hoặc 0,4 m). Ngoài ra, tốt hơn là, chiều rộng của bề mặt bãi bùn thủy triều là từ 0,6 m-1,4 m (ví dụ, 0,8 m, 1 m hoặc 1,2 m).

Fig.1a là hình chiếu bằng của bề mặt bãi bùn thủy triều dạng dải của rừng ngập mặn và kết cấu của các kênh dẫn thủy triều; và Fig.1b là hình cắt ngang của bề mặt bãi bùn thủy triều dạng dải của rừng ngập mặn và kết cấu của các kênh dẫn thủy triều. Như được thể hiện trên Fig.1a và Fig.1b, các kênh dẫn thủy triều chính 2 và kênh dẫn thủy triều phụ 3 nối thông với các kênh dẫn thủy triều chính 2 được xây dựng theo hướng cách xa bờ biển 7, và rừng ngập mặn 4 được trồng trong khu vực trồng cây. Kênh dẫn thủy triều phụ 3 ở vị trí cao nhất có thể thấp hơn mức triều cao 5, kênh dẫn thủy triều phụ 3 ở vị trí thấp nhất có thể cao hơn mức triều thấp 6.

Tương tự, Fig.2a là hình chiếu bằng bề mặt bãi bùn thủy triều dạng bậc thang của rừng ngập mặn và kết cấu của các kênh dẫn thủy triều; và Fig.2b là hình cắt ngang của bề mặt bãi bùn thủy triều dạng bậc thang của rừng ngập mặn và kết cấu của các kênh dẫn thủy triều. Như được thể hiện trên Fig.2a và Fig.2b, các kênh dẫn thủy triều chính 2 và kênh dẫn thủy triều phụ 3 nối thông với các kênh dẫn thủy triều chính 2 được xây dựng theo hướng cách xa bờ biển 7, và rừng ngập mặn 4 được trồng trong khu vực trồng cây. Kênh dẫn thủy triều phụ 3 ở vị trí cao nhất có thể thấp hơn mức triều cao 5, và kênh dẫn thủy triều phụ 3 ở vị trí thấp nhất có thể cao hơn mức triều thấp 6. Tương tự, ở vị trí cao nhất vẫn có rừng ngập mặn có thể phát triển bình thường.

Tùy chọn, bước (2) còn bao gồm: bước loại bỏ các rế và thân cây chết của rừng

ngập mặn ở khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm, và biến vùng trũng trở thành khu vực mà ở đó rễ và thân cây chết đã được loại bỏ.

Ngoài ra, các kênh dẫn thủy triều được tùy chọn xây dựng trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm. Tốt hơn là, các kênh dẫn thủy triều bao gồm các kênh dẫn thủy triều chính kéo dài theo hướng dâng lên của thủy triều và các kênh dẫn thủy triều phụ giao nhau và nối thông với các kênh dẫn thủy triều chính, và diện tích mặt cắt ngang của mỗi kênh dẫn thủy triều chính lớn hơn diện tích mặt cắt ngang của mỗi kênh dẫn thủy triều phụ. Tốt hơn là, chiều rộng của kênh dẫn thủy triều chính là từ 4-5 m và/hoặc chiều rộng của kênh dẫn thủy triều phụ là từ 0,4-0,6 m (ví dụ, 0,5 m). Tốt hơn nữa là, các kênh dẫn thủy triều chính được bố trí ở cả hai bên của bề mặt các bãi bùn thủy triều dốc.

Theo sáng chế, để tránh sự gặm nhấm của loài chân đều chẳng hạn như con cáy và các động vật đáy khác, rừng ngập mặn ở khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm được phục hồi bằng cách sử dụng phương pháp cấy cây non thay vì sử dụng phương pháp trồng trực tiếp cây mầm. Do đó, trong một số quá trình thực hiện, ở bước (3), rừng ngập mặn có thể được trồng bằng cách sử dụng phương pháp ghép cây non. Để xác định các điều kiện thực địa và khoảng cách của rừng ngập mặn, khoảng cách trồng rừng có thể được quyết định sau khi xác định các loại hình trồng rừng ngập mặn và điều kiện thủy văn. Ví dụ, trong một số quá trình thực hiện, khoảng cách trồng có thể là từ 1,0-2,0 m (ví dụ, 1,1, 1,2, 1,3, 1,4, 1,5, 1,6, 1,7, 1,8 hoặc 1,9 m). Ví dụ, tốt hơn là khoảng cách trồng có thể được xác định theo độ lớn của sóng gió, ví dụ, khi trồng trên bề mặt bãi bùn thủy triều có sóng gió lớn, khoảng cách giữa các hàng có thể là 1,0-1,5 m x 1,0-1,5 m; và khi trồng trên các bề mặt bãi bùn thủy triều có sóng gió nhỏ, khoảng cách giữa các hàng có thể là 1,5-2,0 m x 1,5-2,0 m.

Theo sáng chế, mục đích của việc áp dụng khoảng cách lớn là mô phỏng tự nhiên, cho phép chức năng tự nhiên để lựa chọn một cách tự nhiên dựa trên điều kiện môi trường sống, sao cho các loài thực vật phù hợp với điều kiện môi trường sống của khu vực có thể phát triển giữa rừng ngập mặn với khoảng cách lớn, để đủ chỗ cho khả năng tự phục hồi của rừng ngập mặn.

Tốt hơn là, các cây non được chọn là các cây non khỏe mạnh không bị bệnh, và chiều cao cây non từ 50-70 cm (ví dụ, 50, 55, 60, 65 hoặc 70 cm). Các rễ đâm thủng túi ươm được cắt trước khi trồng, và sau đó phải sử dụng túi ươm để bảo vệ rễ cây ngập

mặn trong 15-25 ngày. Mỗi chiều dài, chiều rộng và chiều cao của hố trồng không bị giới hạn cụ thể, và có thể là, ví dụ, 0,2-0,4 m. Cụ thể là, sau khi các bộ rễ dài từ 50-70 cm được giữ trong 15-25 ngày và sau đó cắt túi ươm, các cây non được đặt vào các hố trồng đã đào, và được trồng, và các hố trồng được lấp lại bằng đất bùn, trong đó chiều cao đắp đất cho các cây non sau khi nén chặt không được vượt quá 10 ± 5 cm so với bề mặt đất xung quanh.

Trong một số phương án ưu tiên, các loài cây của rừng ngập mặn có thể được lựa chọn dựa trên các điều kiện sinh trưởng tự nhiên của khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm, ví dụ, có thể lựa chọn theo loại cây của rừng ngập mặn khỏe và điều kiện thổ nhưỡng tốt ở khu vực đó.

Ngoài ra, ở bước (3): các loài cây dây trước kế tiếp, các loài cây dây giữa kế tiếp và các loài cây dây sau kế tiếp có thể được trồng tuần tự theo thứ tự từ thấp đến cao theo hướng thủy triều dâng. Tốt hơn là, các loài cây dây trước kế tiếp có thể là, ví dụ, cây mắm biển *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. *Hailanci* được phân bố ở phía ngoài cùng của bờ biển, và thích hợp để sử dụng làm loài cây dây trước kế tiếp vì những loài cây này có khả năng chống ngập úng cao. Các loài cây dây giữa kế tiếp có thể được chọn từ nhóm bao gồm cây ráng *Acrostichum aureum* Linn., cây sù cong *Aegiceras corniculatum* (L) Blanco, cây đước vôi *Rhizophora stylosa*, cây bần Hải Nam *Sonneratia hainanensis* KO, E.Y. Chen et W.Y.Chen, cây bần sẻ *Sonneratiacaseolaris* (L.), cây bần vô cánh *Sonneratia apetala*, cây cóc trắng *Lumnitzera racemosa* Willd, cây cóc đỏ *Lumnitzera littorea* (Jack) Voigt, cây đước đôi *Rhizophora apiculata* Blume, và cây vẹt *Kandelia candel* (Linn.) Druce/*Kandelia obovata*. Các loài cây này thường mọc trên đất bãi bùn thủy triều, mà ở đó đất và nước dễ bị biến mất ở giữa bãi bùn thủy triều, và thích hợp làm loài cây dây giữa kế tiếp. Các loài cây dây sau kế tiếp có thể được chọn từ nhóm bao gồm cây vẹt dù *Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Poir., cây vẹt đen *Bruguiera sexangula*, cây dà vôi *Ceriops tagal* (perr.) C.B.Rob., cây giá *Excoecaria agallocha* Linn., cây cui *Heritiera littoralis* Dryand., cây ô rô *Acanthus ilicifolius* L., cây bụp tra *Hibiscus tiliaceus* Linn., cây mướp sát *Cerbera manghas*, cây đậu dầu *Pongamia pinnata* (L.) Pierre, và cây tra bò đề *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa. Các loài cây này có thể mọc ở ngoại vi bên trong rừng ngập mặn (gần đất liền) hoặc đất bãi bùn thủy triều với mực nước triều cao, và thích hợp được sử dụng làm loài cây dây sau kế tiếp. Trong phương án cụ thể, cây mắm biển *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. *Hailanci*, cây ráng

Acrostichum aureum Linn., cây sú cong *Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco, cây đước vôi *Rhizophora stylosa*, cây đước đôi *Rhizophora apiculata* Blume, cây vẹt *Kandelia candel* (Linn.) Druce/*Kandelia obovata*, cây vẹt dù *Bruguiera gymnorhiza* (L.) Poir., cây vẹt đen *Bruguiera sexangula*, cây dà vôi *Ceriops tagal* (perr.) C.B.Rob., cây cui *Heritiera littoralis* Dryand., và cây tra bồ đề *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa có thể được trồng tuần tự theo thứ tự từ thấp đến cao theo hướng dâng lên của thủy triều. Một số chú thích về một số loài cây được thể hiện trên Fig.3. Như được thể hiện trên Fig.3, quần xã dây trước kế tiếp 10, quần xã dây giữa kế tiếp 11 và quần xã dây sau kế tiếp 12 được trồng tuần tự theo thứ tự từ thấp đến cao theo hướng thủy triều (nước biển) dâng.

Trong một số quá trình thực hiện tùy chọn, ở bước (3), ba loài cây thuộc quần xã cây mắm biển *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. (là quần xã tiên phong được trồng ở khu vực phía trước hướng biển), ba loài cây thuộc quần xã cây đước vôi *Rhizophora stylosa*, ba loài cây thuộc quần xã cây vẹt đen *Bruguiera sexangula* và ba loài cây thuộc quần xã cây dà vôi *Ceriops tagal* (perr.) C.B.Rob. có thể được trồng tuần tự theo thứ tự từ thấp đến cao theo hướng dâng lên của thủy triều, do đó tạo thành hệ quần xã kế tiếp rừng ngập mặn.

Ngoài ra, ở bước (3), có thể bón phân phospho để làm cho hàm lượng phospho nhanh có sẵn trong đất vùng bầu rể rừng ngập mặn là 40 ± 5 mg/kg. Tốt hơn là, phân phospho là phân phospho tan chậm. Tốt hơn nữa là, phân phospho là phân phospho hữu cơ tan chậm. Tốt nhất là, phân phospho được ưu tiên bón cho đất chứa 3,00-20,00 mg/kg phospho nhanh có sẵn ở khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm.

Trong một số phương án thực hiện, phương pháp này có thể còn bao gồm các bước trồng bổ sung trong vòng 2 năm sau khi trồng lần đầu, và/hoặc quản lý và bảo tồn.

Trong một số phương án thực hiện khác, phương pháp có thể còn bao gồm bước hạn chế việc xả các nguồn ô nhiễm ngoại vi trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm. Trong một số phương án thực hiện tùy chọn hoặc thay thế, phương pháp có thể còn bao gồm bước phụ trong bước (1) là bước theo dõi liên tục mực nước biển và mực nước thủy triều trung bình của khu vực có rừng ngập mặn phát triển khỏe mạnh trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm. Tốt hơn là, thời gian theo dõi mực nước biển và mực nước thủy triều trung bình có thể kéo dài hơn một tháng, ví dụ, hai tháng hoặc ba tháng.

Trong phương án thực hiện cụ thể của sáng chế, phương pháp bao gồm các bước sau:

(1) loại bỏ hoàn toàn các rễ trên không và thân cây chết của rừng ngập mặn ở khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm;

(2) kiểm soát việc xả các nguồn ô nhiễm ngoại vi trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm, và đồng thời theo dõi liên tục mực nước biển và mực nước thủy triều trung bình (bao gồm cả mức triều cao và mức triều thấp) của khu vực rừng ngập mặn phát triển khỏe mạnh trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm;

(3) đào đất có tính axit ở khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm bằng máy đào, phơi nắng và sục rửa theo triều cường;

(4) nâng vùng trũng có đất có tính axit lên bằng phương thức đào đắp để tạo thành bề mặt bãi bùn thủy triều dạng dải hoặc dạng bậc thang với sự thay đổi chênh lệch độ cao liên tiếp để trồng các cây ngập mặn, và giữ vị trí thấp nhất của bề mặt bãi bùn thủy triều cao hơn mực nước biển trung bình từ 0,2-0,5 m; và giữ chiều rộng của bề mặt bãi bùn thủy triều từ 0,6-1,4 m;

(5) xây dựng các kênh dẫn thủy triều lớn (tức là, các kênh dẫn thủy triều chính) và các kênh dẫn thủy triều nhỏ (tức là, các kênh dẫn thủy triều phụ) trong khu vực trồng rừng ngập mặn trong khu vực cửa xả nước thải của ao nuôi tôm;

(6) trồng liên tiếp các loài cây dãy trước kế tiếp, các loài cây dãy giữa kế tiếp và các loài cây dãy sau kế tiếp theo các chênh lệch độ cao theo thứ tự từ thấp đến cao và trồng các loài cây này trên cơ sở hệ kế tiếp quần xã rừng ngập mặn theo khoảng cách thích hợp, dọc theo các chênh lệch độ cao khác nhau của mặt bãi bùn thủy triều, bằng cách sử dụng phương pháp ghép cây non và chọn các loài thực vật ngập mặn;

(7) bón phân phospho hữu cơ tan chậm bằng cách chôn lấp để hàm lượng phospho nhanh có sẵn trong đất đạt 40 ± 5 mg/kg đối với khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm có chứa 3,00-20,00 mg/kg phospho nhanh có sẵn trong đất; và

(8) thực hiện trồng bổ sung và/hoặc quản lý và bảo tồn trên đất trồng rừng ít nhất hai năm liên tục sau khi trồng rừng.

Trong đó, ở bước (2), trong quá trình theo dõi liên tục, thời gian theo dõi mực nước biển trung bình và mực nước thủy triều phải kéo dài hơn một tháng để xác định mức

thủy triều cao 5 và mức thủy triều thấp 6 của nó (tham chiếu trên Fig.1b, Fig.2b và Fig.3).

Trong đó, ở bước (3), độ sâu đào là từ 0,5-0,7 m, và tổng thời gian phơi nắng và/hoặc sục rửa theo triều cường là từ 15-20 ngày.

Trong đó, ở bước (4), vùng trũng ở cửa xả nước của ao nuôi tôm là khu vực mà ở đó các rễ trên không và thân cây chết của rừng ngập mặn được loại bỏ hoàn toàn ở cửa xả nước của ao nuôi tôm.

Khi ở bước (5), trong quá trình xây dựng, bề mặt bãi triều bùn dạng dải hoặc dạng bậc thang dần được nâng lên theo hướng dâng lên của thủy triều (như được thể hiện trên Fig.2) được tạo thành để trồng rừng ngập mặn, các kênh dẫn thủy triều lớn (tức là, các kênh dẫn thủy triều chính) với sự thay đổi của thủy triều trong khu vực trồng rừng được xây dựng ở hai bên trái và phải của bề mặt bãi bùn thủy triều, chiều rộng của các kênh dẫn thủy triều lớn là từ 4-5 m, và các kênh dẫn thủy triều nhỏ (tức là, các kênh dẫn thủy triều phụ) được kết nối với các kênh dẫn thủy triều lớn được xây dựng trên bề mặt bãi bùn thủy triều, chiều rộng của các kênh dẫn thủy triều nhỏ là 0,5 m (như được thể hiện trên Fig.1).

Phương pháp theo sáng chế nhằm giải quyết vấn đề còn tồn tại đó là khó phục hồi rừng ngập mặn ở khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm, bằng cách tiến hành theo dõi và phân tích lâu dài về môi trường nước rừng ngập mặn, nhận thấy rằng đất bị axit hóa quá mức và thiếu phospho nhanh có sẵn do sự tích tụ của các axit hữu cơ trong đất bãi bùn thủy triều của rừng ngập mặn ở khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm, do đó sáng chế đề xuất giải pháp nêu trên.

Phương án thực hiện sáng chế

Sáng chế sẽ được hiểu rõ ràng và đầy đủ khi kết hợp các phương án cụ thể của sáng chế được mô tả dưới đây. Rõ ràng rằng, các phương án được mô tả chỉ là một phần của các phương án theo sáng chế, không phải là tất cả các phương án. Dựa trên các phương án theo sáng chế, tất cả các phương án khác được thực hiện bởi những người có hiểu biết trung bình trong cùng lĩnh vực kỹ thuật mà không cần hoạt động sáng tạo sẽ thuộc phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Phương án 1

1. Chuẩn bị giai đoạn đầu:

1.1 Các tác giả sáng chế đã tiến hành khảo sát sinh thái cá thể và sinh thái quần xã của thực vật rừng ngập mặn, thực hiện nghiên cứu thủy văn và theo dõi sự ô nhiễm môi trường sinh thái thủy sinh tại Đông Trại Cảng, tỉnh Hải Nam trong giai đoạn đầu trong nhiều năm, và đánh giá tác động của các thay đổi thủy văn hoặc các yếu tố gây áp lực gia tăng đến sự phục hồi rừng ngập mặn trên cơ sở này.

Các kết quả theo dõi cho thấy khó khăn phục hồi và hiệu quả phục hồi của rừng ngập mặn trong khu vực có liên quan rõ ràng với khoảng cách đến cửa xả nước của ao nuôi tôm. Qua theo dõi thêm, nhận thấy rằng độ axit và hàm lượng phospho nhanh có sẵn của đất ngập mặn có liên quan chặt chẽ với khoảng cách đến các kênh tiêu thoát nước của các trại nuôi tôm. Đất bề mặt rừng ngập mặn gần cửa của các kênh tiêu thoát nước của các ao nuôi tôm (ví dụ, từ 1-50 cm đến khu vực rừng ngập mặn khó phục hồi tại mỗi cửa xả nước) thường có giá trị độ pH nhỏ hơn 6 (chẳng hạn như đất của khu vực phục hồi rừng ngập mặn ở làng Shanwei), và đất ở khu vực phục hồi rừng ngập mặn của thành phố Ta có giá trị độ pH thậm chí nhỏ hơn 4. Có thể đánh giá sơ bộ rằng độ axit của đất là yếu tố ảnh hưởng chính đến quá trình phục hồi rừng ngập mặn.

Sau khi tiến hành khảo sát và kiểm tra kỹ hơn các nguồn ô nhiễm, người ta phát hiện ra rằng các hợp chất axit được xả từ ao nuôi tôm bao gồm các chất khử trùng như hydrogen peroxit và clo dioxit, và các chất giải độc như iốt (như iốt povidon) và các axit hữu cơ (như axit xitric và axit glycolic). Nghiên cứu cho thấy sự chồng chất của các hợp chất được xả ra trong một thời gian ngắn có thể gây ra sự tích tụ các hợp chất có tính axit trong đất ngập mặn. Ngoài ra, có số lượng lớn các hợp chất hữu cơ được xả ra từ các ao nuôi tôm. Có thể thu được bằng cách tính toán trong trường hợp 1300 ha ao nuôi tôm được sử dụng ở Đông Trại Cảng, trọng lượng của các chất lắng cặn như thức ăn dư, phân, vỏ tôm và tôm chết là 8372 tấn và nhu cầu oxy sinh hóa (biochemical oxygen demand: BOD) là 1937,52 tấn mỗi năm. Các hợp chất hữu cơ được lắng đọng lâu ngày trong rừng ngập mặn và sau đó bị thủy phân và axit hóa thành các hợp chất hữu cơ phân tử nhỏ trong điều kiện yếm khí. Đất có tính axit có tác động độc hại đối với thực vật ngập mặn, có thể gây khó khăn cho việc phục hồi cục bộ rừng ngập mặn trong Khu bảo tồn thiên nhiên rừng ngập mặn.

Ngoài ra, qua phân tích độ phì nhiêu của đất, cho thấy hàm lượng phospho nhanh

có sẵn trong đất ở khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm là từ 3,25-17,94 mg/kg, thấp hơn đáng kể so với hàm lượng phospho nhanh có sẵn (từ 34,59-97,79 mg/kg) trong đất ngập mặn ở trại nuôi heo, trại nuôi vịt rừng ngập mặn và khu vực cửa xả nước thải gần đó, và cũng thấp hơn hàm lượng phospho nhanh có sẵn (từ 26,31-47,31 mg/kg) trong đất rừng ngập mặn tự nhiên, cho thấy rằng hàm lượng phospho trong các hợp chất xả ra từ quy trình nuôi tôm là không đủ. Do đó, có thể đánh giá rằng việc giảm lượng phospho nhanh có sẵn cũng là một trong những yếu tố ảnh hưởng chính đến việc phục hồi rừng ngập mặn ở khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm.

Do đó, ở khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm thuộc Khu bảo tồn thiên nhiên rừng ngập mặn ở Đông Trại Cảng, tỉnh Hải Nam, việc xả của các nguồn ô nhiễm trong khu vực được kiểm soát, đồng thời mực nước biển và mực nước thủy triều trung bình của khu vực rừng ngập mặn phát triển khỏe mạnh trong khu vực được theo dõi liên tục trong hơn một tháng, để xác định các yêu cầu thủy văn của rừng ngập mặn; và bằng cách tiến hành điều tra thực địa về sinh thái cá thể và sinh thái quần xã của thực vật rừng ngập mặn, thành phần quần xã rừng ngập mặn và loại đất trong khu vực được xác định.

1.2. Khu vực đất có tính axit trong khu vực được làm sạch bằng cách sử dụng máy đào và máy ủi để loại bỏ các rễ trên không và thân cây chết của rừng ngập mặn, để phục hồi trạng thái ban đầu của các bãi bùn thủy triều.

1.3. Đất có tính axit ở khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm được đào bằng máy đào, phơi nắng và sục rửa theo triều cường, trong đó độ sâu đào là 0,5 m, thời gian phơi nắng và sục rửa theo triều cường tổng cộng là 15 ngày.

1.4. Việc cải tạo được thực hiện bằng cách sử dụng máy ủi và máy cào bằng biện pháp đào đắp, đất bùn được lấp lại để nâng vùng trũng trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm lên tạo thành các bề mặt bãi bùn thủy triều dạng dải hoặc dạng bậc thang với sự thay đổi chênh lệch độ cao liên tiếp tại khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm, phục hồi và thiết lập các điều kiện thủy văn bình thường, và vị trí thấp nhất của mặt bãi bùn thủy triều trồng cây được giữ cao hơn mực nước biển trung bình từ 0,2-0,5 m.

1.5. Trong quá trình xây dựng, các kênh dẫn thủy triều lớn (tức là, các kênh dẫn thủy triều chính) với sự thay đổi của thủy triều trong khu vực trồng rừng được xây dựng ở hai bên trái và phải (trong phần mô tả này, phía trước là phía có nước biển, và phía sau là phía có rừng ngập mặn khỏe mạnh được trồng ban đầu) của các bề mặt bãi bùn

thủy triều dạng dải hoặc dạng bậc thang nhô dần lên theo hướng nước biển, chiều rộng của các kênh dẫn thủy triều lớn là 4 m, và các kênh dẫn thủy triều nhỏ (tức là, các kênh dẫn thủy triều phụ) được kết nối với các kênh dẫn thủy triều lớn được xây dựng trên bề mặt bãi bùn thủy triều, bề rộng của các kênh dẫn thủy triều nhỏ là 0,5 m (như được thể hiện trên Fig.1), sao cho khu vực trồng ở trạng thái thoát nước theo thủy triều ở trạng thái tự nhiên.

2. Trồng rừng ngập mặn

2.1. Lựa chọn các loài cây

Lựa chọn các tấm gieo cây ngập mặn: dựa trên sự xem xét toàn diện về các loài cây của rừng ngập mặn và điều kiện thổ nhưỡng khỏe mạnh trong khu vực bị phá hủy, các loài cây sau đây được lựa chọn để trồng: cây mắm biển *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.hailanci, cây ráng *Acrostichum aureum* Linn., cây sú cong *Aegiceras corniculatum* (L) Blanco, cây đước vôi *Rhizophora stylosa*, cây đước đôi *Rhizophora apiculata* Blume, cây vẹt *Kandelia candel* (Linn.) Druce/*Kandelia obovata*, cây vẹt dù *Bruguiera gymnorhiza* (L.) Poir., cây vẹt đen *Bruguiera sexangula*, cây dà vôi *Ceriops tagal* (perr.) C.B.Rob., cây cui *Heritiera littoralis* Dryand., và cây tra bò đề *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa. Cây mắm biển *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. Hailanci, cây ráng *Acrostichum aureum* Linn., cây sú cong *Aegiceras corniculatum* (L) Blanco, cây đước vôi *Rhizophora stylosa*, cây đước đôi *Rhizophora apiculata* Blume, cây vẹt *Kandelia candel* (Linn.) Druce/*Kandelia obovata*, cây vẹt dù *Bruguiera gymnorhiza* (L.) Poir., cây vẹt đen *Bruguiera sexangula*, cây dà vôi *Ceriops tagal* (perr.) C.B.Rob., cây cui *Heritiera littoralis* Dryand., và cây tra bò đề *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa được trồng tuần tự theo thứ tự từ thấp đến cao. Các loài cây nêu trên được trồng tuần tự theo thứ tự từ thấp đến cao theo độ cao, tức là, các loài cây dầy trước kế tiếp, các loài cây dầy giữa kế tiếp và các loài cây dầy sau kế tiếp được trồng tuần tự theo thứ tự từ thấp đến cao.

2.2. Xác định khoảng cách rừng ngập mặn

Rừng ngập mặn được trồng trên bề mặt bãi bùn thủy triều bờ phân bậc có sóng gió lớn với khoảng cách cây ngập mặn 1,0 m x 1,0 m sau khi xác định các hình thức trồng rừng ngập mặn và điều kiện thủy văn.

2.3. Trồng, quản lý và bảo tồn

2.3.1. Thời vụ trồng: bắt đầu trồng rừng ngập mặn từ ngày 15/5/2017 và kết thúc vào ngày 20/8/2017.

2.3.2. Phương pháp trồng: để tránh sự gặm nhấm của loài chân đều chẳng hạn như con cáy và các động vật đáy khác, rừng ngập mặn ở khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm được phục hồi bằng cách sử dụng phương pháp cấy cây non thay vì sử dụng phương pháp trồng trực tiếp cây mầm. Các cây non được chọn là các cây non khỏe mạnh không bị bệnh với chiều cao cây non từ 50-70 cm. Các rễ đâm thủng túi ươm được cắt trước khi trồng, và sau đó phải sử dụng túi ươm để bảo vệ rễ cây ngập mặn trong 15-25 ngày. Mỗi chiều dài, chiều rộng và chiều cao của hố trồng cây ngập mặn từ 0,2-0,3 m. Cụ thể là, sau khi các bộ rễ dài từ 50-70 cm được giữ trong 15-25 ngày và sau đó túi ươm được cắt, các cây non được đặt vào các hố trồng đã đào, và sau đó các cây non được trồng, và các hố trồng được lấp lại bằng đất bùn, trong đó chiều cao đắp đất cho các cây non sau khi nén chặt không được vượt quá 10 ± 5 cm so với bề mặt đất xung quanh.

Phân phospho hữu cơ tan chậm (được mua từ Phòng phân phối vật tư nông nghiệp Dongfang Jiulong) được bón bằng cách chôn lấp phân bón, sao cho hàm lượng phospho nhanh có sẵn trong đất đạt 40 ± 5 mg/kg. Sau khi trồng rừng, cần chú trọng việc gìn giữ và quản lý đất lâm nghiệp, thường xuyên thực hiện trồng bổ sung, chăm sóc các cây non đã trồng và thu dọn rác và làm sạch bùn cát, việc gìn giữ và quản lý đất được thực hiện trong hai năm liên tiếp. Ước tính rằng tỷ lệ cây còn sống trong vòng hai năm là hơn 90% và diện tích bao phủ hơn 40% (tham chiếu trên Fig.4).

Phương án 2

Ngoài ra, trong Khu bảo tồn thiên nhiên rừng ngập mặn ở Đông Trại Cảng, tỉnh Hải Nam, ở vị trí gần kề trong cùng khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm, phương pháp được tiến hành về cơ bản giống như trong phương án 1, chỉ khác ở chỗ độ sâu đào là 0,70 m, thời gian phơi nắng và sục rửa theo triều cường tổng cộng là 20 ngày, và các kênh dẫn thủy triều lớn (tức là, các kênh dẫn thủy triều chính) với sự thay đổi thủy triều được xây dựng trong khu vực trồng rừng, chiều rộng của các kênh dẫn thủy triều là 5 m.

Phương án 3

Ngoài ra, trong Khu bảo tồn thiên nhiên rừng ngập mặn ở Đông Trại Cảng, tỉnh Hải Nam, phương pháp được tiến hành về cơ bản giống như trong phương án 1: rừng ngập mặn được trồng trên các bãi bùn thủy triều bờ phân bậc, nơi có sóng gió tương đối

nhỏ sau khi xác định các loại hình trồng rừng ngập mặn và điều kiện thủy văn, khoảng cách trồng là 2,0 m x 2,0 m.

Phương án 4

Ngoài ra, trong Khu bảo tồn thiên nhiên rừng ngập mặn ở Đông Trại Cảng, tỉnh Hải Nam, ở vị trí gần kề khác trong cùng khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm, phương pháp được tiến hành về cơ bản giống như trong phương án 1, chỉ khác ở chỗ đất có tính axit ở vùng đất có tính axit không được đào bằng máy đào, phơi nắng và sục rửa theo triều cường, và không bón bổ sung phân phospho.

Các phương án	Tỷ lệ cây còn sống một lần (%)	Tỷ lệ cây còn sống trong vòng 2 năm (%)
Phương án 1	70,3%	91,2%
Phương án 2	72,5%	90,5%
Phương án 3	70,9%	93,6%
Phương án 4	36,8%	48,7%

Trong đó tỷ lệ cây còn sống một lần được tính trong ba tháng (tức là, tháng 11) sau khi trồng lần đầu và trước khi trồng bổ sung lần thứ nhất, công thức tính: tổng số cây còn sống sau khi trồng lần đầu/tổng số cây trồng lần đầu x 100%; và tỷ lệ cây còn sống trong vòng hai năm được tính trong ba tháng (tức là, tháng 9) sau khi trồng bổ sung vào tháng 6 năm sau, công thức tính: tổng số cây còn sống sau lần trồng bổ sung/(số lượng cây trồng lần đầu + số lượng cây trồng bổ sung) x 100%.

Cuối cùng, cần lưu ý rằng các phương pháp trên chỉ được sử dụng để mô tả mà không giới hạn giải pháp kỹ thuật theo sáng chế. Mặc dù sáng chế được mô tả chi tiết bằng cách đề cập đến các phương pháp nêu trên, nhưng những người có hiểu biết trung bình trong cùng lĩnh vực kỹ thuật cần hiểu rằng: giải pháp kỹ thuật được mô tả trong mỗi phương án nêu trên vẫn có thể được sửa đổi, hoặc một số đặc điểm kỹ thuật của nó có thể được thay thế tương đương. Tuy nhiên, những sửa đổi hoặc thay thế này không làm cho bản chất của giải pháp kỹ thuật tương ứng vượt khỏi nguyên lý và phạm vi bảo hộ của giải pháp kỹ thuật của các phương án khác nhau theo sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp phục hồi rừng ngập mặn trên các bãi bùn thủy triều ở khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm, trong đó phương pháp bao gồm các bước như sau:

(1) cải thiện giá trị độ pH của đất ở các bãi bùn thủy triều trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm và làm giảm mức độ axit hóa của đất bằng cách sục rửa theo triều cường;

(2) nâng khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm lên để tạo thành bề mặt bãi bùn thủy triều dốc với độ cao bề mặt bãi bùn thủy triều nâng dần theo hướng lên của thủy triều; và

(3) trồng rừng ngập mặn trên bề mặt bãi bùn thủy triều dốc và bón phân phospho vào đất vùng bầu rế của rừng ngập mặn.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước (2) bao gồm:

nâng vùng trũng trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm lên;

trong đó, tốt hơn là, bề mặt bãi bùn thủy triều dốc được cải tạo thành bề mặt bãi bùn thủy triều dạng dải hoặc bề mặt bãi bùn thủy triều dạng bậc thang, và tốt hơn nữa là, chiều rộng của bề mặt bãi bùn thủy triều là từ 0,6-1,4 m;

trong đó, tốt nhất là, vị trí thấp nhất của bề mặt bãi bùn thủy triều cao hơn mực nước biển trung bình từ 0,2-0,5 m;

trong đó, bước (2) còn bao gồm tùy chọn: loại bỏ các rễ cây và thân cây chết của rừng ngập mặn trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm, và biến vùng trũng trở thành khu vực mà ở đó rễ và thân cây chết đã được loại bỏ;

trong đó, các kênh dẫn thủy triều được tùy chọn xây dựng trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm; tốt hơn là, các kênh dẫn thủy triều bao gồm các kênh dẫn thủy triều chính kéo dài theo hướng dâng lên của thủy triều và các kênh dẫn thủy triều phụ giao nhau và nối thông với các kênh dẫn thủy triều chính, và diện tích mặt cắt ngang của mỗi kênh dẫn thủy triều chính lớn hơn diện tích mặt cắt ngang của mỗi kênh dẫn thủy triều phụ; tốt hơn là, chiều rộng của kênh dẫn thủy triều chính là từ 4-5 m và/hoặc chiều rộng của kênh dẫn thủy triều phụ là từ 0,4-0,6 m; tốt hơn nữa là, các kênh dẫn thủy triều chính nằm trên cả hai bên của bề mặt bãi bùn thủy triều dốc; và tốt nhất là, kênh dẫn thủy triều phụ ở vị trí thấp nhất không thấp hơn mực nước triều thấp, và kênh dẫn thủy

triều phụ ở vị trí cao nhất không cao hơn mực nước triều cao.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước (1) bao gồm:

làm giảm độ axit hóa của đất bằng cách đào đất và phơi nắng và/hoặc bằng cách sục rửa theo triều cường;

trong đó, tốt hơn là, độ sâu đào là từ 0,5-0,7 m, và khoảng thời gian phơi nắng và/hoặc bằng cách sục rửa theo triều cường là từ 15-20 ngày.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước (3) bao gồm:

trồng rừng ngập mặn bằng phương pháp cây cây non;

trong đó, tốt hơn là, các loài cây của rừng ngập mặn được lựa chọn theo các loại cây và điều kiện thổ nhưỡng của rừng ngập mặn phát triển khỏe mạnh ở khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước (3) bao gồm:

trồng liên tiếp các loài cây dãy trước kế tiếp, các loài cây dãy giữa kế tiếp và các loài cây dãy sau kế tiếp theo thứ tự từ thấp đến cao theo hướng thủy triều dâng;

trong đó, tốt hơn là, các loài cây dãy trước kế tiếp là cây mắm biển *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. Hailanci; các loài cây dãy giữa kế tiếp được chọn từ nhóm bao gồm cây ráng *Acrostichum aureum* Linn., cây sú cong *Aegiceras corniculatum* (L) Blanco, cây đước vôi *Rhizophora stylosa*, cây bản Hải Nam *Sonneratia hainanensis* KO, E.Y. Chen et W.Y.Chen, cây bản sê *Sonneratiacaseolaris* (L.), cây bản vô cánh *Sonneratia apetala*, cây cóc trắng *Lumnitzera racemosa* Willd, cây cóc đỏ *Lumnitzera littorea* (Jack) Voigt, cây đước đôi *Rhizophora apiculata* Blume và cây vẹt *Kandelia candel* (Linn.) Druce/*Kandelia obovata*; các loài cây dãy sau kế tiếp được chọn từ nhóm bao gồm cây vẹt dù *Bruguiera gymnorhiza* (L.) Poir., cây vẹt đen *Bruguiera sexangula*, cây dả vôi *Ceriops tagal* (perr.) C.B.Rob., cây giá *Excoecaria agallocha* Linn., cây cui *Heritiera littoralis* Dryand., cây ô rô *Acanthus ilicifolius* L., cây búp tra *Hibiscus tiliaceus* Linn., cây mướp sát *Cerbera manghas*, cây đậu dầu *Pongamia pinnata* (L.) Pierre và cây tra bồ đề *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa; và tốt nhất là, cây mắm biển *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.hailanci, cây ráng *Acrostichum aureum* Linn., cây sú cong *Aegiceras corniculatum* (L) Blanco, cây đước vôi *Rhizophora stylosa*, cây đước đôi *Rhizophora apiculata* Blume, cây vẹt *Kandelia candel* (Linn.)

Druce/Kandelia obovata, cây vẹt dù *Bruguiera gymnorhiza* (L.) Poir., cây vẹt đen *Bruguiera sexangula*, cây dà vôi *Ceriops tagal* (perr.) C.B.Rob., cây cui *Heritiera littoralis* Dryand., và cây tra bồ đề *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa được trồng liên tiếp theo thứ tự từ thấp đến cao theo hướng thủy triều dâng.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ở bước (3), khoảng cách trồng từ 1,0-2,0 m, chiều cao của các cây non từ 50-70 cm, mỗi chiều dài, chiều rộng và chiều cao của các hố trồng từ 0,3-0,4 m, và/hoặc đất phủ là đất bùn.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước (3) bao gồm:

trồng liên tiếp các loài cây của quần xã cây mắm biển *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh., các loài cây của quần xã cây đước vôi *Rhizophora stylosa*, các loài cây của quần xã cây vẹt đen *Bruguiera sexangula* và các loài cây của quần xã cây dà vôi *Ceriops tagal* (perr.) C.B. Rob. theo thứ tự từ thấp đến cao theo hướng thủy triều dâng.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước (3) bao gồm:

bón phân phospho để làm cho hàm lượng phospho nhanh có sẵn trong đất từ 40 ± 5 mg/kg;

trong đó, tốt hơn là, phân phospho là phân phospho tan chậm; tốt hơn nữa là, phân phospho là phân phospho hữu cơ tan chậm; và tốt nhất là phân phospho được ưu tiên bón cho đất có chứa từ 3,00-20,00 mg/kg của phospho nhanh có sẵn trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp còn bao gồm các bước trồng bổ sung trong vòng 2 năm sau khi trồng lần đầu, và/hoặc quản lý và bảo tồn.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp còn bao gồm: bước hạn chế việc xả các nguồn ô nhiễm ngoại vi trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm; và bước theo dõi liên tục mực nước biển và mực nước thủy triều trung bình của khu vực có rừng ngập mặn phát triển khỏe mạnh trong khu vực cửa xả nước của ao nuôi tôm để xác định mức triều cao, mức triều thấp và mức triều trung bình, tốt hơn là, thời gian theo dõi mực nước biển và mực nước thủy triều trung bình có thể kéo dài hơn một tháng.

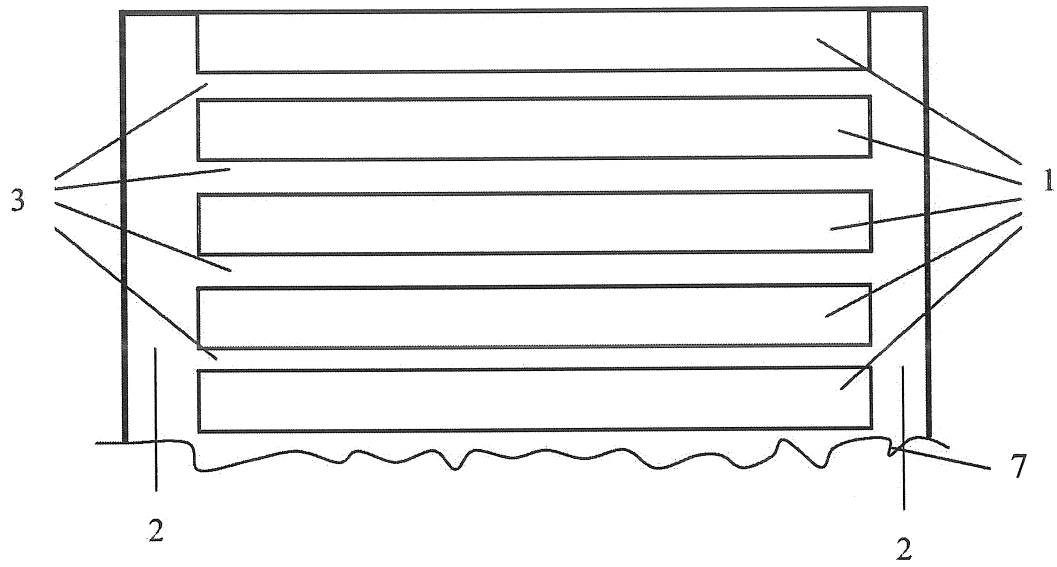


Fig. 1a

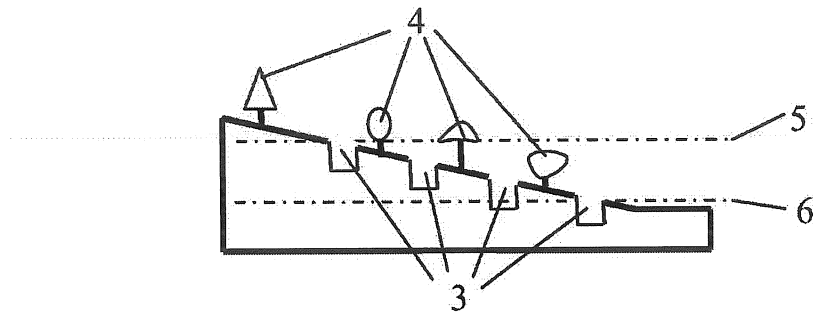


Fig. 1b

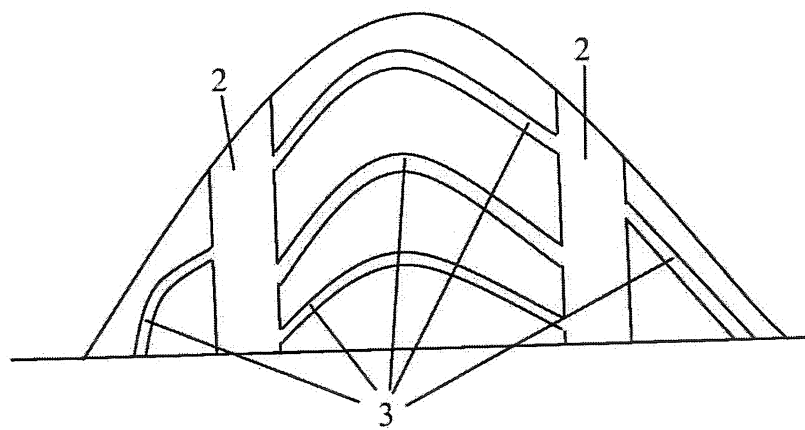


Fig. 2a

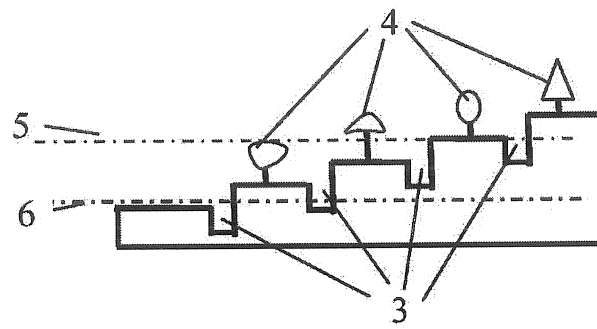


Fig. 2b

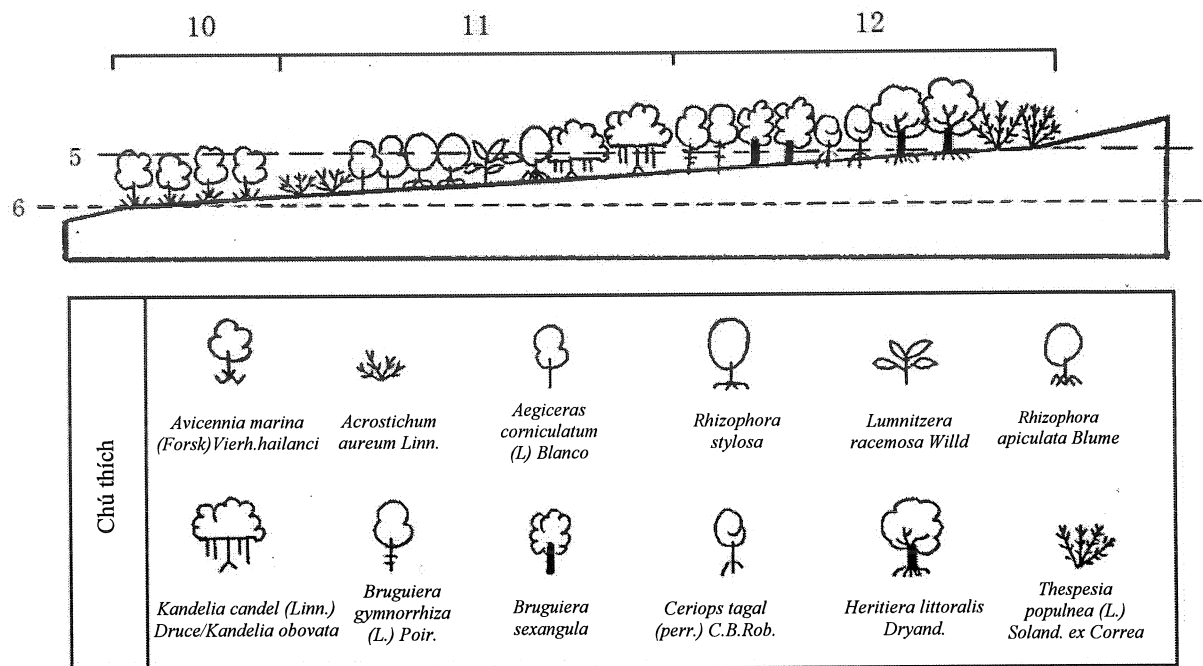


Fig. 3



Fig. 4