

ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG GIEO ƯƠM MỘT SỐ LOÀI CÂY NGẬP MẶN BẰNG BẦU BÊ TÔNG RỔNG PHỤC VỤ TRỒNG RỪNG PHÒNG HỘ VEN BIỂN

Đoàn Đình Tam¹, Hà Đình Long¹, Trương Quang Trí¹, Nguyễn Thị Thu Hằng¹,
Phạm Quốc Vương², Cao Văn Tạng², Hoàng Thị Hạnh³

¹Viện Nghiên cứu Sinh thái và Môi trường rừng

²Ban Quản lý Rừng phòng hộ biển Tây, tỉnh Cà Mau

³Trung tâm Nghiên cứu Thực nghiệm Lâm nghiệp Tây Nam Bộ

TÓM TẮT

Rừng ngập mặn đóng vai trò quan trọng trong phòng hộ bờ biển, giảm xói lở và thích ứng với biến đổi khí hậu. Tuy nhiên, hiệu quả trồng rừng ngập mặn tại nhiều khu vực ven biển Việt Nam còn hạn chế do tỷ lệ sống của cây con thấp, nhất là tại các lập địa chịu tác động mạnh của sóng, triều và nền bùn yếu. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá tiềm năng gieo ươm một số loài cây ngập mặn bằng bầu bê tông rỗng thông qua tổng hợp các kết quả nghiên cứu liên quan kết hợp với thực nghiệm tại vườn ươm. Thí nghiệm được tiến hành với ba loài cây ngập mặn chủ yếu là Đước đôi (*Rhizophora apiculata*), Mắm trắng (*Avicennia alba*) và Bần ổi (*Sonneratia ovata*). Các loài cây được gieo ươm trong hai loại bầu để theo dõi, đánh giá gồm bầu bê tông rỗng và bầu đất truyền thống. Thí nghiệm được thực hiện tại Ban Quản lý Rừng phòng hộ biển Tây, tỉnh Cà Mau. Kết quả sau 6 tháng, cây được gieo ươm bằng bầu bê tông rỗng có tỷ lệ sống, sinh trưởng tốt hơn so với cây được ươm trong bầu đất, trong đó Đước đôi có tỷ lệ sống đạt 91,1%, chiều cao đạt 66,7 cm, đường kính cổ rễ đạt 1,7 cm; Mắm trắng có tỷ lệ sống đạt 93,3%, chiều cao đạt 60,3 cm, đường kính cổ rễ đạt 0,8 cm; Bần ổi có tỷ lệ sống đạt 96,5%, chiều cao đạt 73,7 cm, đường kính cổ rễ đạt 1,2 cm. Đồng thời, hệ rễ cây phát triển cân đối, hạn chế hiện tượng xoắn rễ và sớm hình thành các rễ chức năng đặc trưng của cây ngập mặn. Dù chi phí đầu tư, sản xuất cây ban đầu cao hơn nhưng bầu bê tông rỗng có thể đáp ứng hiệu quả kinh tế - môi trường vượt trội trong trung và dài hạn. Kết quả nghiên cứu khẳng định bầu bê tông rỗng là giải pháp kỹ thuật có tiềm năng ứng dụng cao trong gieo ươm và trồng rừng ngập mặn phòng hộ ven biển Việt Nam.

Từ khóa: Bê tông rỗng, cây ngập mặn, gieo ươm, phòng hộ ven biển, tiềm năng.

ASSESSMENT OF THE POTENTIAL FOR RAISING MANGROVE SEEDLINGS USING HOLLOW CONCRETE POTS FOR COASTAL PROTECTION FOREST PLANTATIONS

Doan Dinh Tam¹, Ha Dinh Long¹, Truong Quang Tri¹, Nguyen Thi Thu Hang¹,
Pham Quoc Vuong², Cao Van Tang², Hoang Thi Hanh³

¹Research Institute for Forest Ecology and Environment

²Management Board of the West Sea Protective Forest - Ca Mau province

³Southwest Forestry Research and Experimental Center

ABSTRACT

Mangrove forests play a crucial role in coastal protection, erosion control, and climate change adaptation. However, the effectiveness of mangrove afforestation in many coastal areas of Vietnam remains limited due to the low survival rates of seedlings, particularly under harsh site conditions characterized by strong wave action, tidal influence, and weak muddy substrates. This study was conducted to evaluate the potential of raising mangrove seedlings using hollow concrete pots, through a synthesis of relevant studies combined with nursery - based experiments. The experiment was conducted on three dominant mangrove species: *Rhizophora apiculata*, *Avicennia alba*, and *Sonneratia ovata*. Seedlings were raised using two types of containers for monitoring and

evaluation: hollow concrete pots and traditional soil - filled polybags. The study was carried out at the Western Sea Protection Forest Management Board in Ca Mau province, Vietnam. After six months, seedlings grown in hollow concrete pots exhibited higher survival rates and better growth performance compared to those raised in conventional soil containers. Specifically, *Rhizophora apiculata* achieved a survival rate of 91.1%, an average height of 66.7 cm, and a root collar diameter of 1.7 cm; *Avicennia alba* showed a survival rate of 93.3%, a height of 60.3 cm, and a root collar diameter of 0.8 cm; while *Sonneratia ovata* reached a survival rate of 96.5%, a height of 73.7 cm, and a root collar diameter of 1.2 cm. In addition, root systems developed more uniformly, with reduced root deformation and earlier formation of characteristic functional roots of mangrove species. Although the initial investment and production costs are higher, hollow concrete pots demonstrate superior economic and environmental efficiency in the medium and long term. The findings confirm that hollow concrete pots are a promising technical solution with high applicability for mangrove seedling production and coastal protection forest establishment in Vietnam.

Keywords: Coastal protection forests, hollow concrete containers, mangrove species, potential, seedling production.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Rừng ngập mặn là một trong những hệ sinh thái có năng suất sinh học cao, đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong bảo vệ bờ biển, giảm sóng, chống xói lở, duy trì đa dạng sinh học và sinh kế cho cộng đồng ven biển. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng, vai trò phòng hộ của rừng ngập mặn ngày càng được nhấn mạnh, đặc biệt tại các vùng châu thổ thấp như Nam Bộ với bờ biển trải dài từ thành phố Hồ Chí Minh đến Kiên Giang, với diện tích rừng ngập mặn khoảng 140.000 ha (Quyết định số 561/QĐ-BNNMT ngày 31/3/2025), là khu vực chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của biến đổi khí hậu. Thực tế cho thấy, hiện nay khu vực này có khoảng 200 km bờ biển đang bị sạt lở nghiêm trọng. Từ năm 2019 đến nay một số tỉnh như Cà Mau, Kiên Giang, Sóc Trăng,... đã phải ban bố tình trạng khẩn cấp do sạt lở bờ biển và mất rừng ngập mặn với 10 - 20 m bờ biển bị xâm thực/năm. Trước nguy cơ ảnh hưởng đến an toàn đê biển và mất rừng phòng hộ, các tỉnh đã và đang áp dụng nhiều biện pháp phòng chống sạt lở từ những hình thức đơn giản với kinh phí đầu tư thấp (đóng cừ dừa, cừ tràm) đến hình thức lớn hơn với nguồn kinh phí cao (kè bản nhựa, kè rọ đá, kè ngầm tạo bãi, kè áp bờ...). Để phát huy được hiệu quả lâu dài, bền vững thì giải pháp trồng, khôi phục lại rừng ngập mặn phòng hộ là hết sức cần thiết nhất là tại các vùng bị xói lở do sóng to, gió

lớn hiện nay chưa mang lại hiệu quả cao do cây được ươm trong bầu polime nên thường bị sóng đánh vỡ và cuốn trôi sau khi trồng do thiếu điểm tựa.

Việc nghiên cứu kỹ thuật gieo ươm một số loài cây ngập mặn bằng bầu bê tông rỗng được đề xuất như một giải pháp kỹ thuật mới với sự kết hợp giữa các biện pháp công trình, phi công trình và kỹ thuật lâm sinh với chi phí không quá cao, kỹ thuật và trang thiết bị không quá phức tạp và khả năng ứng dụng cao có thể vừa đóng vai trò là bầu ươm cây giống, vừa có khả năng cố định cây con sau trồng, góp phần giảm tác động của sóng, dòng chảy và xói lở nền bùn. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá tiềm năng gieo ươm một số loài cây ngập mặn bằng bầu bê tông rỗng, làm cơ sở khoa học cho việc đề xuất và ứng dụng phương pháp này trong trồng rừng phòng hộ ven biển.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

2.1. Vật liệu nghiên cứu

- Các loài cây ngập mặn phổ biến, có vai trò quan trọng trong phòng hộ ven biển với các đặc điểm hình thái phù hợp được lựa chọn gồm: Đước đôi (*Rhizophora apiculata*), Mắm trắng (*Avicennia marina*), Bần ổi (*Sonneratia ovata*).
- Bầu bê tông rỗng được chế tạo từ hỗn hợp bê tông có độ rỗng cao, cho phép nước, không khí

và rễ cây lưu thông qua các lỗ rỗng. Sử dụng bầu bê tông rỗng định hình có kích thước cao 30 cm, rộng 30,15 cm, đường kính trong rộng 16 cm, thành bầu dày 7,8 cm với độ rỗng khoảng 25%.

- Sử dụng túi bầu PE kích thước 18 × 22 cm để gieo ươm các loài cây Đước đôi, Mắm trắng, Bần ổi để làm đối chứng.

Nghiên cứu được thực hiện tại Ban Quản lý Rừng phòng hộ biển Tây, xã Đất Mới, tỉnh Cà Mau. Khu vực nghiên cứu nằm trong vùng chịu ảnh hưởng trực tiếp của chế độ thủy triều biển Tây, có nền bùn mềm, giàu phù sa, thường xuyên chịu tác động của sóng, dòng chảy và xói lở bờ biển.

Vườn ươm được bố trí trên nền đất tương đối ổn định, gần sông rạch để thuận lợi cho việc lấy nước thủy triều phục vụ chăm sóc cây giống. Do khối lượng bầu lớn (> 30 kg), để tránh hiện tượng lún bầu và đứt rễ khi di chuyển, bạt công nghiệp được trải đều trên bề mặt luống để xếp bầu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm

2.2.1. Phương pháp nghiên cứu chung

- Phương pháp bố trí thí nghiệm theo khối ngẫu nhiên đầy đủ, lặp lại 3 lần, mỗi lần lặp với dung lượng mẫu 33 cây. Tổng số cây thí nghiệm: 33 cây/lặp × 3 lặp = 99 cây/loài × 3 loài = 297 cây

- Sử dụng TCVN 13362:2021 về Giống cây lâm nghiệp - cây giống các loài cây ngập mặn đồng thời có bổ sung, cải tiến các kỹ thuật để gieo ươm tạo cây giống bằng bầu bê tông rỗng.

- Quả và trụ mầm của các loài cây được thu hái tại các cây mẹ đã thành thực trong rừng ở khu vực nghiên cứu. Trụ mầm được thu hái cùng thời gian, có kích thước đồng đều với chiều dài 20 - 25 cm, đường kính 1 cm (đối với Đước). Quả Mắm có kích thước 2 - 2,5 cm. Đối với các loài Đước, Mắm thì cấy trực tiếp trụ mầm vào bầu bê tông rỗng và bầu đất.

Đối với loài Bần, quả thu hái được đựng trong bao tải hoặc túi vải, ngâm trong nước mặn 2 - 5 ngày cho mềm quả, cho quả vào chậu và bóp nhuyễn thịt quả đồng thời chà sát nhẹ cho hạt nổi lên. Dùng rổ có lỗ kích thước nhỏ hơn hạt (< 0,7 mm) để đãi lấy hạt. Ngâm hạt trong nước ấm có pha KMnO₄ nồng độ 5‰, nhiệt độ 40°C trong 6 giờ, sau đó vớt ra để hạt ráo rồi ủ hạt. Sau khi ủ được 3 - 5 ngày, hạt nứt nanh được khoảng 70% thì đem gieo trên luống đất. Khi cây có chiều cao 10 - 15 cm thì bứng cây mầm cấy chuyển vào bầu bê tông rỗng.

- Tạo bầu: Thành phần ruột bầu gồm 90% bùn đặc nơi ngập thủy triều hàng ngày với super lân 1% và 9% phân chuồng hoai đã đập nhỏ hoặc phân hữu cơ vi sinh tính theo trọng lượng bầu. Trộn đều các thành phần trên thành hỗn hợp bùn đặc để đóng vào bầu. Cho hỗn hợp ruột bầu vào bầu, khi hỗn hợp đạt khoảng 1/3 chiều cao của bầu dùng 1 miếng gỗ tròn có kích thước xấp xỉ đường kính trong của bầu đặt vào trong lòng bầu rồi dùng gậy gỗ ép hỗn hợp ruột bầu chui vào các khoảng trống trong bầu bê tông. Quá trình cho hỗn hợp ruột bầu và ép được thực hiện đến khi bầu được đóng đầy 3/4 chiều cao của bầu thì dừng lại, cho cây mầm vào giữa bầu và tiếp tục bổ sung hỗn hợp ruột bầu đến khi cách miệng bầu 0,5 - 1 cm.

- Chăm sóc cây con: Trong giai đoạn đầu sau khi cấy trụ mầm hoặc cấy chuyển cây mầm vào bầu, cây được che sáng khoảng 50% trong 50 - 60 ngày, sau đó dỡ bỏ giàn che để cây thích nghi dần với điều kiện ánh sáng tự nhiên.

Kiểm tra nước thủy triều hàng ngày, đảm bảo nước ngập tối thiểu 2/3 bầu.

Định kỳ phá váng, làm cỏ (nếu có) 1 tháng/lần.

2.2.2. Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm cụ thể

Các công thức thí nghiệm gieo ươm gồm:

Bảng 1. Thí nghiệm phương pháp gieo ươm

Loài	Phương pháp gieo ươm	Lặp 1	Lặp 2	Lặp 3	Tổng số cây thí nghiệm
Đước đôi	Bầu đất	33	33	33	99
	Bầu bê tông rỗng	33	33	33	99
Mắm trắng	Bầu đất	33	33	33	99
	Bầu bê tông rỗng	33	33	33	99
Bàn ỏi	Bầu đất	33	33	33	99
	Bầu bê tông rỗng	33	33	33	99

Thí nghiệm được theo dõi trong 6 tháng với các chỉ tiêu gồm:

- Tỷ lệ sống (%);
- Sinh trưởng chiều cao (cm);
- Sinh trưởng đường kính cổ rễ (cm);
- Đặc điểm phát triển hệ rễ.

So sánh, đánh giá hiệu quả kinh tế - môi trường của các phương pháp gieo ươm.

Đánh giá tiềm năng sử dụng và định hướng phát triển.

Số liệu được tổng hợp và xử lý thống kê, so sánh trung bình với mức ý nghĩa P theo phương pháp của Nguyễn Hải Tuất và đồng tác giả (2002) thông qua các phần mềm ứng dụng như Excel, SPSS. Nếu $p < 0,01$ thì chỉ tiêu so sánh giữa các công thức có sự khác biệt (có ý nghĩa) và ngược lại. Sử dụng phép kiểm định t của Student để so sánh về tỷ lệ sống, sinh trưởng D_{00} và H_{vn} các loài Đước đôi, Mắm trắng, Bàn ỏi được gieo ươm ở 2 loại bầu (Bầu đất và Bầu bê tông rỗng) trên phần mềm thống kê SPSS. Với giả thuyết $H_0: m_x = m_y$; $H_1: m_x \neq m_y$. Nếu

giả thuyết H_0 là đúng và $d = X - Y$ có phân bố chuẩn thì đại lượng:

$$T = \frac{\bar{d}}{S_d} \sqrt{n}$$

Có phân bố t với $K = n - 1$ bậc tự do.

Trong đó: S_d là sai tiêu chuẩn của dãy quan sát d.

Nếu $|t| > t_{\alpha/2}$ thì giả thuyết H_0 bị bác bỏ. Ngược lại H_0 được chấp nhận.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tỷ lệ sống của cây con

Sau 6 tháng gieo ươm, các loài cây trồng bằng bầu bê tông rỗng đều đạt tỷ lệ sống cao, dao động từ 91,1 đến 96,5%, cao hơn rõ rệt so với bầu đất truyền thống (72,4 - 88,9%). Sự khác biệt giữa hai phương pháp đều có ý nghĩa thống kê ($P < 0,01$). Kết quả này cho thấy bầu bê tông rỗng có vai trò quan trọng trong việc nâng cao khả năng sống sót của cây con trong giai đoạn vườn ươm, đặc biệt đối với các loài nhạy cảm với điều kiện nền bùn không ổn định như Đước đôi (bảng 2).

Bảng 2. Tỷ lệ sống sau 6 tháng gieo ươm của các loài cây (%)

Loài	Phương pháp gieo ươm	Lặp 1	Lặp 2	Lặp 3	Trung bình $\pm$ SD	P
Đước đôi	Bầu đất	70,5	73,3	73,3	72,4 $\pm$ 1,6	< 0,01
	Bầu bê tông rỗng	90,5	91,4	91,4	91,1 $\pm$ 0,5	
Mắm trắng	Bầu đất	75,2	78,1	78,1	77,1 $\pm$ 1,7	< 0,01
	Bầu bê tông rỗng	92,4	94,3	93,3	93,3 $\pm$ 1,0	
Bàn ỏi	Bầu đất	89,5	89,5	87,6	88,9 $\pm$ 1,1	< 0,01
	Bầu bê tông rỗng	96,2	97,1	96,2	96,5 $\pm$ 0,5	

Xu hướng gia tăng tỷ lệ sống quan sát được trong nghiên cứu này phù hợp với nhiều công bố của Bosire và đồng tác giả (2008) và

Primavera và đồng tác giả (2012) cho rằng tỷ lệ sống của cây ngập mặn trong vườn ươm phụ thuộc chủ yếu vào độ ổn định cơ học của cây

con trong giai đoạn đầu, khả năng cố định rễ và điều kiện trao đổi khí của vùng rễ. Bầu bê tông rỗng trong nghiên cứu này đã cải thiện rõ rệt các yếu tố trên, giúp cây con hạn chế bị tác động của thủy triều làm nghiêng đổ, vùi lấp hoặc rửa trôi giá thể cũng như hạn chế sự phá hoại của các loài sinh vật biển - những nguyên nhân phổ biến gây thất bại trong gieo ươm, nhân giống cây rừng ngập mặn.

So sánh giữa các loài cho thấy mức độ đáp ứng với bầu bê tông rỗng là khác nhau. Đước đôi có tỷ lệ sống thấp hơn so với Bần ổi và Mắm trắng. Điều này phù hợp với nhận định của Alongi (2014), khi cho rằng các loài *Rhizophora* nhạy cảm hơn với điều kiện nền đáy không ổn định trong giai đoạn cây con, trong khi *Sonneratia* và *Avicennia* là loài tiên phong, có khả năng thích nghi tốt hơn với bùn mềm và dao động thủy triều. Do đó, hiệu quả của bầu bê tông rỗng thể hiện rõ rệt hơn ở các loài có hệ rễ chống và rễ thở phát triển chậm trong giai đoạn đầu.

Một số nghiên cứu về trồng rừng ngập mặn tại Đồng bằng sông Cửu Long cũng ghi nhận tỷ lệ sống của cây con được ươm bằng bầu đất dao động lớn và thường giảm mạnh sau mùa gió chướng, trung bình tỷ lệ sống thường đạt 70%, đặc biệt có thời điểm chỉ đạt dưới 50% (Hoàng Văn Thới *et al.*, 2016). Kết quả của nghiên cứu này cho thấy độ lệch chuẩn của tỷ lệ sống ở công thức có sử dụng bầu bê tông rỗng thấp hơn rõ rệt so với bầu đất, phản ánh tính ổn định và đồng đều cao hơn của cây con, một yếu tố đặc biệt quan trọng đối với các chương trình gieo ươm cây giống ngập mặn.

Ngoài ra, cấu trúc rỗng của bầu bê tông có thể tạo điều kiện thuận lợi cho sự trao đổi oxy và sự

xâm nhập của rễ vào nền bùn tự nhiên, tương tự như các mô hình sử dụng giá thể cải tiến hoặc khung cố định cây con đã được áp dụng thành công tại Philippines và Indonesia (Primavera, Esteban, 2008; Worthington *et al.*, 2020). Vì vậy, bầu bê tông rỗng không chỉ có ý nghĩa về mặt cơ học mà còn mang lại lợi ích sinh thái cho sự phát triển của hệ rễ và vi sinh vật đất.

3.2. Sinh trưởng chiều cao

Kết quả trong bảng 3 cho thấy cây được gieo ươm bằng bầu bê tông rỗng cho sinh trưởng chiều cao tốt hơn so với bầu đất truyền thống ở cả ba loài nghiên cứu. Sự khác biệt giữa hai phương pháp đều có ý nghĩa thống kê với $P < 0,01$. Điều này khẳng định rằng cải tiến kỹ thuật bầu ươm có ảnh hưởng rõ rệt đến chất lượng cây con ngay từ giai đoạn vườn.

Cụ thể, đối với Đước đôi, cây có chiều cao vút ngọn tăng từ $56,7 \pm 4,2\%$ (bầu đất) lên $66,7 \pm 4,2\%$ (bầu bê tông rỗng) tương ứng mức tăng khoảng 10%. Đối với Mắm trắng, chiều cao trung bình tăng từ $55,3 \pm 3,1\%$ lên $60,3 \pm 0,6\%$, đồng thời độ biến động thấp cho thấy tính đồng đều cao của cây con khi gieo ươm bằng bầu bê tông rỗng. Đối với Bần ổi, phương pháp bầu bê tông rỗng cũng cho sinh trưởng chiều cao tốt hơn ($73,7 \pm 1,5\%$) so với bầu đất ($68,3 \pm 2,1\%$). Nhìn chung, trong cả hai phương pháp gieo ươm, Bần ổi có sinh trưởng chiều cao tốt nhất, tiếp đến là Đước đôi, trong khi Mắm trắng có giá trị thấp hơn. Kết quả này phản ánh sự khác biệt về đặc tính sinh học và khả năng thích nghi của từng loài trong giai đoạn gieo ươm và sự khác biệt về khả năng nảy mầm và mức độ sử dụng các khoảng rỗng trong bầu của rễ.

Bảng 3. Sinh trưởng chiều cao sau 6 tháng của các loài cây

Loài	Phương pháp gieo ươm	Lập 1	Lập 2	Lập 3	Trung bình $\pm$ SD	P
Đước đôi	Bầu đất	52	58	60	$56,7 \pm 4,2$	<0,01
	Bầu bê tông rỗng	62	68	70	$66,7 \pm 4,2$	
Mắm trắng	Bầu đất	58	52	56	$55,3 \pm 3,1$	<0,01
	Bầu bê tông rỗng	61	60	60	$60,3 \pm 0,6$	
Bần ổi	Bầu đất	66	69	70	$68,3 \pm 2,1$	<0,01
	Bầu bê tông rỗng	72	75	74	$73,7 \pm 1,5$	

Kết quả nghiên cứu này phù hợp với các nhận định của Lewis (2005) và Bosire và đồng tác giả (2008) khi cho rằng thất bại trong trồng rừng ngập mặn thường bắt nguồn từ chất lượng cây giống kém, đặc biệt là hệ rễ bị biến dạng, khả năng thông khí kém và sự mất ổn định của giá thể. Bầu bê tông rỗng, với cấu trúc cứng và các khoang rỗng, có khả năng khắc phục những hạn chế này thông qua việc tăng cường thoát nước, trao đổi oxy và tạo điều kiện cho rễ phát triển theo hướng tự nhiên, từ đó cải thiện sức sinh trưởng của cây con.

So sánh giữa các loài cho thấy mức độ đáp ứng với phương pháp gieo ươm bằng bầu bê tông rỗng là khác nhau. Đước đôi và Mắm trắng có sinh trưởng chiều cao thấp hơn khi gieo ươm bằng bầu đất, nhưng được cải thiện rõ rệt khi sử dụng bầu bê tông rỗng. Kết quả này cũng phù hợp với nhận định của Alongi (2014) cho rằng, các loài *Rhizophora* và *Avicennia* nhạy cảm hơn với điều kiện yếm khí và sự nén chặt của giá thể trong giai đoạn cây con. Ngược lại, Bần ổi là loài có tốc độ sinh trưởng nhanh, tỷ lệ cây có sinh trưởng chiều cao tốt nhất ở cả hai phương pháp, song bầu bê tông rỗng tiếp tục cho giá trị trung bình cao hơn, cho thấy tiềm năng nâng cao đồng đều chất lượng cây giống.

Các nghiên cứu về sản xuất cây giống ngập mặn tại Đồng bằng sông Cửu Long cho thấy tỷ lệ cây đạt tiêu chuẩn xuất vườn thường dao động lớn và phụ thuộc mạnh vào điều kiện giá thể, đặc biệt trong mùa mưa và giai đoạn triều cường (Hoàng Văn Thoi *et al.*, 2016). So với các kết quả này, sinh trưởng chiều cao của các loài cây được gieo ươm trong bầu bê tông rỗng là tương đối cao và ổn định.

Ngoài ra, độ lệch chuẩn thấp ở một số công thức thí nghiệm (đặc biệt là Mắm trắng gieo ươm bằng bầu bê tông rỗng) cho thấy cây con sinh trưởng đồng đều hơn. Đây là ưu điểm quan trọng trong sản xuất giống quy mô lớn và cơ giới hóa khâu trồng rừng. Điều này cũng phù hợp với các mô hình cải tiến giá thể và bầu ươm đã được áp dụng thành công tại Philippines và Indonesia trong các chương trình phục hồi rừng ngập mặn ven biển (Primavera, Esteban, 2008; Worthington *et al.*, 2020).

Kết quả này có thể khẳng định rằng bầu bê tông rỗng không chỉ nâng cao tỷ lệ sống mà còn giúp sinh trưởng về chiều cao của cây con tốt hơn ngay từ giai đoạn gieo ươm, góp phần tăng khả năng thành công của các chương trình trồng và phục hồi rừng ngập mặn.

3.3. Sinh trưởng đường kính cổ rễ

Sinh trưởng đường kính cổ rễ là chỉ tiêu quan trọng phản ánh sức sinh trưởng, khả năng chống chịu và ổn định cơ học của cây con sau trồng. Kết quả theo dõi cho thấy, sau 6 tháng gieo ươm, đường kính cổ rễ của cây con dao động từ 0,6 đến 1,7 cm, trong đó phương pháp gieo ươm bằng bầu bê tông rỗng đều cho giá trị cao hơn so với bầu đất ở cả ba loài nghiên cứu, tuy nhiên chỉ có sự khác biệt rõ rệt đối với Mắm trắng khi gieo ở hai phương pháp khác nhau với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,01$).

Cụ thể, Đước đôi gieo ươm bằng bầu bê tông rỗng đạt đường kính cổ rễ trung bình $1,7 \pm 0,15$ cm, cao hơn so với $1,5 \pm 0,10$ cm ở bầu đất. Mắm trắng đạt $0,8 \pm 0,06$ cm ở bầu bê tông rỗng so với $0,6 \pm 0,06$ cm ở bầu đất. Bần ổi đạt $1,2 \pm 0,10$ cm ở bầu bê tông rỗng và $1,0 \pm 0,06$ cm ở bầu đất (bảng 4).

Bảng 4. Sinh trưởng đường kính gốc sau 6 tháng của các loài cây (cm)

Loài	Phương pháp gieo ươm	Lập 1	Lập 2	Lập 3	Trung bình $\pm$ SD	P
Đước đôi	Bầu đất	1,4	1,5	1,6	$1,5 \pm 0,10$	0,102
	Bầu bê tông rỗng	1,6	1,7	1,9	$1,7 \pm 0,15$	
Mắm trắng	Bầu đất	0,5	0,6	0,6	$0,6 \pm 0,06$	0,004
	Bầu bê tông rỗng	0,8	0,8	0,9	$0,8 \pm 0,06$	
Bần ổi	Bầu đất	1,0	1,1	1,0	$1,0 \pm 0,06$	0,081
	Bầu bê tông rỗng	1,3	1,1	1,2	$1,2 \pm 0,10$	

Mặc dù mức chênh lệch về đường kính cổ rễ giữa hai phương pháp gieo ươm không lớn về mặt số học, song có ý nghĩa quan trọng về mặt sinh thái và kỹ thuật. Cây con có đường kính cổ rễ lớn và phát triển cân đối thường có khả năng chống chịu tốt hơn trước tác động của sóng, gió và dòng chảy, đồng thời giảm nguy cơ gãy, bật gốc trong giai đoạn đầu sau trồng. Độ lệch chuẩn thấp ở các công thức thí nghiệm sử dụng bầu bê tông rỗng cũng phản ánh mức độ đồng đều cao của cây con, một ưu điểm quan trọng trong sản xuất giống phục vụ trồng rừng quy mô lớn.

Độ biến động về sinh trưởng đường kính gốc giữa các lặp là thấp, với SD dao động từ 0,06 đến 0,15 cho thấy mức độ đồng đều cao của cây con trong cùng phương pháp gieo ươm và quy trình kỹ thuật được kiểm soát tương đối ổn định. Bên cạnh đó, cấu trúc rỗng của bầu bê tông được cho là tạo điều kiện thông thoáng cho bộ rễ, hạn chế hiện tượng xoắn rễ và cải thiện khả năng trao đổi khí trong môi trường bầu ươm. Những yếu tố này góp phần thúc đẩy sinh trưởng đường kính cổ rễ trong giai đoạn vườn ươm, từ đó tạo tiền đề cho sự phát triển chiều cao và khả năng thích nghi tốt hơn của cây sau khi trồng ra thực địa. Do đó, mặc dù chênh lệch về đường kính cổ rễ giữa hai phương pháp gieo ươm không lớn về mặt số học, nhưng lại có ý nghĩa quan trọng về mặt sinh thái và kỹ thuật trồng rừng ngập mặn.

So với các nghiên cứu trước đây sử dụng bầu đất hoặc túi nilon truyền thống, kết quả của nghiên cứu hiện tại cho thấy bầu bê tông rỗng giúp cải thiện đường kính cổ rễ ở tất cả các loài, mặc dù mức chênh lệch không lớn. Xu thế này phù hợp với các nghiên cứu về cải tiến vật liệu bầu ươm cho cây rừng và cây ngập mặn, trong đó các hệ thống bầu có khả năng thông khí tốt và hạn chế xoắn rễ thường cho cây con có cổ rễ phát triển hơn và hệ rễ khỏe hơn. Một số nghiên

cứu tại Thái Lan và Indonesia cũng ghi nhận rằng những cải tiến nhỏ về cấu trúc bầu ươm có thể dẫn đến sự gia tăng đáng kể về tỷ lệ sống và sinh trưởng ban đầu sau trồng, ngay cả khi sự khác biệt về chỉ tiêu hình thái trong vườn ươm là không lớn.

3.4. Đặc điểm phát triển hệ rễ

Quan sát đặc điểm phát triển hệ rễ cho thấy bầu bê tông rỗng tạo môi trường thuận lợi cho rễ cây ngập mặn phát triển theo hướng tự nhiên, ổn định và sớm hoàn thiện các cấu trúc rễ thích nghi với điều kiện ngập triều và yếm khí. Nhờ cấu trúc lỗ rỗng liên thông, bầu bê tông rỗng cho phép rễ cây xuyên qua, hạn chế hiện tượng xoắn rễ và nén chặt giá thể - những vấn đề thường gặp khi gieo ươm trong bầu đất hoặc túi polime kín.

Đối với Đước đôi, rễ trụ phát triển thẳng, ít cong và ít bị xoắn, rễ bên phân bố đều theo phương ngang, một số rễ đã xuyên qua các lỗ rỗng của bầu bê tông. Đáng chú ý, ở giai đoạn vườn ươm đã xuất hiện mầm rễ chống sơ cấp, sớm hơn so với cây gieo ươm bằng bầu đất. Hệ rễ này tạo tiền đề quan trọng cho khả năng neo giữ và chống chịu sóng, dòng chảy sau trồng.

Đối với Mắm trắng, rễ cọc phát triển nhanh và ăn sâu, kết hợp với hệ rễ tơ dày đặc ở đáy bầu. Rễ thở xuất hiện sớm, mọc thẳng đứng và tận dụng các khe hở, lỗ rỗng của bầu bê tông để vươn ra môi trường bên ngoài, cho thấy khả năng thích nghi tốt với điều kiện yếm khí và ngập triều thường xuyên.

Đối với Bần ổi, rễ cọc to, khỏe, phát triển ổn định theo chiều sâu; rễ thở dạng nón hình thành rõ rệt và phân bố đều quanh gốc và chui ra ngoài các lỗ bầu và tiếp tục phát triển. Rễ bên phát triển cân đối, giúp cây ổn định sinh trưởng sớm ngay từ giai đoạn gieo ươm.

Nhìn chung, bầu bê tông rỗng không làm thay đổi hình thái rễ đặc trưng của từng loài cây ngập

mặn, mà ngược lại còn thúc đẩy sự phát triển sớm và hoàn chỉnh của các cấu trúc rễ thích nghi. Đây là cơ sở hình thái học quan trọng giải

thích cho tỷ lệ sống cao, sinh trưởng tốt và khả năng chống chịu sau trồng của cây con gieo ươm bằng bầu bê tông rỗng.



Bần ươm trong bầu bê tông rỗng



Bần ươm trong bầu đất



Mắm ươm trong bầu bê tông rỗng



Mắm ươm trong bầu đất



Đước ươm trong bầu bê tông rỗng



Đước ươm trong bầu đất

IV. ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ KINH TẾ - MÔI TRƯỜNG

Về mặt kinh tế, kết quả tổng hợp chi phí cho thấy việc gieo ươm cây ngập mặn bằng bầu bê tông rỗng có chi phí đầu tư ban đầu cao hơn đáng kể so với phương pháp sử dụng bầu polime truyền thống (theo định mức tại Quyết định 1206/QĐ-BNN-TCLN). Chi phí sản xuất và chăm sóc cho 300 bầu bê tông rỗng trong năm đầu đạt khoảng 67,8 triệu đồng, cao hơn khoảng 7,5 lần so với chi phí gieo ươm bằng bầu polime.

Tuy nhiên, không thể so sánh trực tiếp chi phí gieo ươm bầu bê tông rỗng với các phương pháp gieo ươm phục vụ trồng rừng đại trà trên các lập địa thuận lợi. Bầu bê tông rỗng được thiết kế hướng tới các lập địa khó khăn, bị xói lở mạnh, nơi các phương pháp trồng truyền thống thường cho tỷ lệ sống thấp và phải trồng dặm nhiều lần. Xét trong trung và dài hạn, chi phí đầu tư ban đầu cao của bầu bê tông rỗng có thể được bù đắp thông qua việc nâng cao tỷ lệ thành rừng, giảm chi phí trồng dặm và duy tu công trình bảo vệ bờ biển như đê biển, kè cứng,...

Bảng 5. So sánh chi phí sản xuất, gieo ươm cây năm thứ nhất

Nội dung	Bầu bê tông rỗng (đ/300 bầu)	Bầu polime (đ/300 bầu)
Bầu	45.000.000	9.000
Nhân công đóng bầu, vận chuyển xếp bầu	4.261.200	636.000
Vật tư ruột bầu	600.000	600.000
Vật tư làm giàn che	2.500.000	2.500.000
Gia cố nền vườn ươm	1.200.000	
Công cấy cây	1.500.000	212.000
Công chăm sóc	15.264.000	7.632.000
Tổng cộng	70.325.200	11.589.000

Về mặt môi trường, bầu bê tông rỗng mang lại nhiều lợi ích nổi bật. Thứ nhất, cây gieo ươm bằng bầu bê tông rỗng hình thành hệ rễ chức năng sớm, giúp ổn định nền bùn, giảm xói lở

và thúc đẩy quá trình bồi tụ trầm tích. Thứ hai, phương pháp này không phát sinh rác thải nhựa như bầu nilon truyền thống, phù hợp với định hướng giảm phát thải và kinh tế tuần hoàn. Thứ ba, bầu bê tông rỗng có tuổi thọ cao, góp phần giảm áp lực lên môi trường ven biển.

V. TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG VÀ ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Qua tổng kết các tài liệu nghiên cứu liên quan, kết hợp các kết quả nghiên cứu, sản xuất và gieo ươm thử nghiệm cho thấy: bầu bê tông rỗng có tiềm năng rất lớn và hoàn toàn khả thi để nghiên cứu và ứng dụng vào thực tiễn sản xuất, gieo ươm, trồng rừng ngập mặn phòng hộ, đặc biệt phù hợp với các khu vực bị xói lở mạnh, nền bùn yếu, chịu tác động lớn của sóng và thủy triều - những nơi mà các phương pháp trồng truyền thống thường cho hiệu quả thấp ở Việt Nam với các đặc điểm chính như sau:

Nguyên lý cấu tạo và hoạt động

Bầu bê tông rỗng được chế tạo từ hỗn hợp bê tông có độ rỗng cao, cho phép nước, không khí và rễ cây lưu thông qua các lỗ rỗng. Cấu trúc này giúp:

- Giữ ổn định hình dạng bầu trong điều kiện thủy triều và sóng gió;
- Tạo môi trường thông thoáng cho bộ rễ phát triển;
- Giảm hiện tượng nén chặt đất và thiếu oxy vùng rễ.

Sự phù hợp với sinh thái cây ngập mặn

Cây ngập mặn có đặc điểm thích nghi với điều kiện đất ngập nước, mặn và yếm khí. Bộ rễ của nhiều loài (như Đước đôi, Mắm trắng, Bần ổi,...) có khả năng phát triển mạnh và thích nghi tốt khi được cố định trong giá thể ổn định. Bầu bê tông rỗng vừa đóng vai trò là “khung bảo vệ”, vừa tạo điều kiện cho rễ xuyên qua, bám chặt vào nền bãi tự nhiên giúp cây có điểm tựa vững trãi và neo giữ cây trước tác động của sóng, gió.

Nâng cao tỷ lệ sống của cây con

So với phương pháp ươm cây con không bầu hoặc bầu đất truyền thống, bầu bê tông rỗng giúp cây:

- Ít bị nghiêng, đổ hoặc bật gốc do sóng;
- Hạn chế tác động cơ học trong giai đoạn cây chưa bén rễ;
- Duy trì độ ẩm ổn định quanh vùng rễ.

Thúc đẩy sinh trưởng ban đầu

Nhờ môi trường rễ ổn định, cây con trong bầu bê tông rỗng thường có:

- Tốc độ tăng chiều cao và đường kính gốc tốt hơn;
- Hệ rễ phát triển cân đối, sớm bám vào bầu giúp cây vững chãi;
- Khả năng chống chịu tốt hơn với điều kiện mặn và ngập triều.

Góp phần ổn định bãi bồi và giảm xói lở

Ngoài vai trò đối với cây trồng, bầu bê tông rỗng còn có tác dụng:

- Giảm vận tốc dòng chảy cục bộ quanh gốc cây;
- Giữ bùn cát, tạo điều kiện bồi tụ trầm tích;
- Hỗ trợ quá trình hình thành thảm rừng ngập mặn ổn định về lâu dài.

Trong thực tiễn, bầu bê tông rỗng có thể được áp dụng linh hoạt cho các loài cây ngập mặn chủ lực như Đước đôi, Mắm trắng, Bần ổi hoặc các loài cây ngập mặn khác kết hợp với các giải pháp kỹ thuật khác như đai chắn sóng sinh học hoặc trồng rừng theo dải để nâng cao hiệu quả phòng hộ. Trong thời gian tới, cần tiếp tục nghiên cứu theo dõi dài hạn sự sinh trưởng của cây sau trồng, đánh giá hiệu quả phòng hộ và khả năng phục hồi hệ sinh thái rừng ngập mặn ở quy mô lớn hơn.

VI. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy, sử dụng bầu bê tông rỗng để gieo ươm một số loài cây ngập mặn là một giải pháp kỹ thuật mới rất có tiềm

năng để ứng dụng và phát triển thông qua hiệu quả hỗ trợ nâng cao tỷ lệ sống, cải thiện sinh trưởng chiều cao, đường kính cổ rễ và thúc đẩy sự phát triển sớm của hệ rễ của các loài cây gieo ươm thí nghiệm. Sau 6 tháng, cây được gieo ươm bằng bầu bê tông rỗng có tỷ lệ sống và sinh trưởng cao hơn so với cây ươm bằng bầu đất.

Đối với Đước đôi: Khi ươm trong bầu bê tông rỗng, tỷ lệ sống đạt 91,1% (cao hơn 18,7% so với cây ươm trong bầu đất). Chiều cao đạt 66,7 cm (cao hơn 10 cm so với cây ươm trong bầu đất). Đường kính cổ rễ đạt 1,7 cm (cao hơn 0,2 cm so với cây ươm trong bầu đất).

Đối với Mắm trắng: Cây ươm trong bầu bê tông rỗng, tỷ lệ sống đạt 93,3% (cao hơn 16,2% so với cây ươm trong bầu đất). Chiều cao đạt 60,3 cm (cao hơn 5 cm so với cây ươm trong bầu đất). Đường kính cổ rễ đạt 0,8 cm (cao hơn 0,2 cm so với cây ươm trong bầu đất).

Đối với Bần ổi: Cây ươm trong bầu bê tông rỗng, tỷ lệ sống đạt 96,5% (cao hơn 7,6% so với cây ươm trong bầu đất). Chiều cao đạt 73,7 cm (cao hơn 5,4 cm so với cây ươm trong bầu đất). Đường kính cổ rễ đạt 1,2 cm (cao hơn 0,2 cm so với cây ươm trong bầu đất).

Các loài cây ươm trong bầu bê tông rỗng có bộ rễ phát triển cân đối, không bị xoắn rễ và sớm hình thành các rễ chức năng đặc trưng của cây ngập mặn. Mặc dù chi phí đầu tư ban đầu cao hơn so với phương pháp gieo ươm truyền thống, nhưng bầu bê tông rỗng có thể mang lại hiệu quả kinh tế - môi trường tốt trong trung và dài hạn khi được gieo ươm để trồng rừng phòng hộ tại các lập địa khó khăn, phòng chống xói lở.

Tuy nhiên, để đạt hiệu quả kinh tế tối ưu và tăng khả năng nhân rộng, cần tiếp tục nghiên cứu, hoàn thiện thiết kế, vật liệu sản xuất,...; Kết hợp phương pháp này với các giải pháp sinh thái khác để nâng cao hiệu quả phục hồi rừng ngập mặn ven biển.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Quyết định số 561/QĐ-BNNMT ngày 31/3/2025 của Bộ Nông nghiệp và Môi trường về Công bố hiện trạng rừng toàn quốc năm 2025.
2. TCVN 13362:2021 về Giống cây lâm nghiệp - cây giống các loài cây ngập mặn
3. Quyết định 1206/QĐ-BNN-TCLN ngày 8/3/2016 của Bộ Nông nghiệp Ban hành định mức kinh tế - kỹ thuật gieo ươm, trồng, chăm sóc, bảo vệ rừng ngập mặn.
4. Hoàng Văn Thơi, Nguyễn Thị Hải Hoà, 2016. Ảnh hưởng của thành phần ruột bầu đến sinh trưởng của Mắm biển, Sú đồ, Đà vôi, Đưng, Đước và Đàng trong giai đoạn vườn ươm tại các đảo Trung Bộ và Nam Bộ. Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp. Số 4, tr 4665 - 4675.
5. Nguyễn Hải Tuất, Vũ Tiến Hình, Ngô Kim Khôi, 2002. Hướng dẫn sử dụng phần mềm Excel để xử lý số liệu thống kê trong nghiên cứu lâm nghiệp. NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
6. Alongi, D. M., 2014. Carbon cycling and storage in mangrove forests. Annual review of marine science, 6(1), 195 - 219.
7. <https://nhandan.vn/quoc-hoi/khoi-phuc-rung-ngap-man-ven-bien-ca-mau-post872140.html>.
8. <https://nhandan.vn/sat-lo-de-bien-kien-giang-cong-bo-tinh-trang-khan-cap-ost611261.html>
9. <https://nongnghiepmoitruong.vn/soc-trang-giai-phap-khan-cap-truoc-nan-sat-lo-de-bien-va-bo-song-d330177.html>.
10. Bosire, J. O., Dahdouh-Guebas, F., Walton, M., Crona, B. I., Lewis Iii, R. R., Field, C., Koedam, N., 2008. Functionality of restored mangroves: a review. Aquatic botany, 89(2), 251 - 259.
11. Primavera, J.H., Esteban, J.M.A., 2008. A review of mangrove rehabilitation in Southeast Asia. Marine Pollution Bulletin.
12. Worthington, T., Spalding, M., 2018. Mangrove Restoration Potential: A global map highlighting a critical opportunity.

Email tác giả liên hệ: doantamln@gmail.com

Ngày nhận bài: 11/02/2026

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 13/03/2026; 11/03/2026

Ngày duyệt đăng: 24/03/2026