

Kính gửi PGS.TS: Hoàng Thị Kim Hồng

Hiện bản thảo của tác giả đã chuyển sang nhà xuất bản và làm bản bông, một số chỉnh sửa cần thiết trước khi được in cần bổ sung Chi tiết trong file đính kèm thư này. Kính mong tác giả và nhóm nghiên cứu chỉnh sửa và gửi lại muộn nhất là 9h30 ngày 15/9/2023

Trân trọng cảm ơn tác giả và nhóm nghiên cứu

Kính Thư

NGHIÊN CỨU SỰ SINH TRƯỞNG VÀ PHÁT TRIỂN CỦA CÂY GIỌT BĂNG (*Mesembryanthemum crystallinum* L.) TRỒNG Ở ĐÀ NẴNG

Phạm Thị Hồng Trang^{1,2}, Hồ Thanh Tâm^{1,2}, Nguyễn Thị Ánh^{1,2}, Lê Thị Thanh My^{1,2}, Hoàng Thị Kim Hồng^{1,2*}

¹ Bộ môn Công nghệ Sinh học, Trường Y Dược, Đại học Duy Tân, Đà Nẵng, Việt Nam

² Viện Sáng kiến Sức khỏe Toàn cầu, Trường Đại học Duy Tân, Đà Nẵng, Việt Nam

TÓM TẮT

Cây Giọt băng (*Mesembryanthemum crystallinum* L.) là đối tượng cây trồng thuộc nhóm cây ưa mặn thường niên và chịu hạn tốt đồng thời nó còn được sử dụng như một loại rau có giá trị dinh dưỡng cao. Tuy nhiên loại cây này vẫn còn rất mới và chưa được biết nhiều ở Việt Nam, đặc biệt là ở thành phố biển Đà Nẵng. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng hạt giống cây Giọt băng hình thành từ cây mẹ đã được trồng trong môi trường có xử lý 400 mM NaCl làm nguồn nguyên liệu ban đầu. Hạt giống được khử trùng và cấy vào các bì nuôi cấy *in vitro* trong phòng thí nghiệm và phát triển thành cây con *in vitro*. Cây *in vitro* hoàn chỉnh được huấn luyện thích nghi và trồng thử nghiệm ở vườn ươm trong điều kiện tự nhiên. Kết quả cho thấy tỉ lệ nảy mầm của hạt Giọt băng cao nhất ở môi trường Murashige-Skoog (MS) có bổ sung than hoạt tính với 88,89 %. Cây con có hai cặp lá được đưa ra vườn cho tỉ lệ sống trung bình đạt 90,28% sau 1 tuần theo dõi. Kích thước lá Giọt băng tăng dần từ khi gieo hạt đến tuần thứ 10 đạt giá trị cao nhất với chiều dài 10,8 cm và chiều rộng là 6,2 cm sau đó giảm dần khi cây bước vào giai đoạn ra hoa, tạo hạt. Số lượng hoa trung bình của một cây là 17,25 với đường kính lúc nở 2,42 cm và chiều cao 1,60 cm. Thời gian cho cây ra hoa và tạo quả lần lượt là 18,30 và 20,83 tuần, sau đó cây khô lại và khép lại vòng đời của nó.

Từ khóa: Cây Giọt băng, chịu mặn, *Mesembryanthemum crystallinum*, sinh trưởng và phát triển

MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, biến đổi khí hậu toàn cầu làm cho trái đất nóng lên cùng sự suy giảm nguồn nước ngọt và mở rộng diện tích đất nhiễm mặn trên toàn thế giới. Đặc biệt, Đà Nẵng là một thành phố ven biển duyên hải miền Trung cũng chịu sự ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng lên, trong đó xâm nhập mặn xuất hiện cùng với hạn hán gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến các vùng sản xuất nông nghiệp ở đây [1]. Trước tình hình đó, nông nghiệp sử dụng các cây trồng chịu mặn đang được xem là giải pháp bền vững hiện nay và cây Giọt băng có triển vọng trở thành giống cây rau chịu mặn có giá trị dinh dưỡng cao nhờ khả năng chịu mặn tốt, sinh trưởng và phát triển mạnh trong điều kiện nhiễm mặn. Việc nghiên cứu, chọn lọc cây trồng có tính chống chịu tốt với bất lợi môi trường như nhiễm mặn hay nóng hạn là điều cần thiết cho nền nông nghiệp bền vững, góp phần tận dụng và phục hồi nguồn đất bị ô nhiễm mặn, mở ra triển vọng cho nông nghiệp bền vững [2] [3].

Cây Giọt băng là một loài cây mọng nước thuộc họ Phiên hạnh (Aizoaceae) với tên tiếng Anh là Ice plant. Cây có nguồn gốc từ Nam và Đông Phi, Sinai và Nam Âu (Tây Ban Nha). Về sau nó được du nhập về các khu vực ven biển Địa Trung Hải, Nam Mỹ và một số nơi khác [4]. Cây thường phân bố trên các cồn cát ven biển, bãi cát mặn, vùng ngập mặn nội đồng và vùng ven biển. Loại cây này chịu được nhiệt độ thấp và sự tích tụ muối trên lớp đất mặt [5]. Điều đặc biệt của cây Giọt băng là có khả năng chuyển đổi giữa hai hình thức cố định CO₂ trong quang hợp là từ chu trình C₃ sang chu trình CAM (Crassulacean acid metabolism) khi cây gặp mặn hoặc điều kiện nóng hạn thiếu nước [6].

Cây Giọt băng được xem như một loại cây mô hình của nhóm thực vật CAM và được sử dụng cho nghiên cứu khác nhau. Ngoài ra, cây Giọt băng còn được biết đến như là một loại rau xanh giàu dinh dưỡng, khoáng chất, có đặc tính chống oxy hóa cao và có nhiều lợi ích cho sức khỏe [6]. Loại cây này được đánh giá như là một loại thực phẩm chức năng với khả năng tích lũy hàm lượng cao phenolic và các polyols như pinitol có vai trò quan trọng trong kiểm soát lượng đường trong máu giúp hỗ trợ điều trị bệnh tiểu đường [7] [6], myo-inositol giúp phân hủy lipid, cholesterol và duy trì huyết áp [8].

Ở Việt Nam, cây Giọt băng là một loại thực vật rất mới và chưa được trồng phổ biến, đặc biệt là ở thành phố Đà Nẵng. Chúng tôi tiếp nhận hạt giống từ trường Đại học Kyushu, Nhật Bản. Hạt giống ngoài tự nhiên có tỉ lệ nảy mầm thấp, vì vậy trong nghiên cứu này, chúng tôi đã tiến hành khử trùng và ươm hạt *in vitro* trong phòng nuôi cấy mô tế bào, cây con *in vitro* có hai cặp lá được chuyển ra ngoài tự nhiên để huấn luyện thích nghi và tiếp tục chuyển ra trồng thử nghiệm ở vườn ươm trong điều kiện tự nhiên nhằm theo dõi sự sinh trưởng và phát triển và đánh giá khả năng thích nghi của cây Giọt băng với môi trường tự nhiên với điều kiện thời tiết, khí hậu ở Đà Nẵng. Từ đó, tạo nguồn nguyên liệu và quy trình trồng và phát triển cây Giọt Băng để cung cấp cho những nghiên cứu nhân rộng giống cây này đến với người dân, đặc biệt là ở những vùng canh tác đang dần bị nhiễm mặn.

NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Vật liệu thí nghiệm:

Thí nghiệm được thực hiện trên đối tượng là hạt giống cây Giọt băng được thu nhận từ cây mẹ F1 đã qua xử lý mặn với NaCl nồng độ 400 mM do trường Đại học Kyushu, Nhật Bản cung cấp.

Các môi trường nuôi cấy được chuẩn bị bao gồm: môi trường khoáng chứa vitamin pha sẵn (Duchefa – Hà Lan) MS (Murashige and Skoog, 1962), MS bổ sung 0,2 g/L than hoạt tính (AC), SH (Schenk and Hildenbrandt, 1972) và SH bổ sung 0,2 g/L AC. Vật liệu nuôi cấy *in vitro* là túi nilong với kích thước 18 x 16 x 6 cm của Công ty TNHH TMDV Khoa Học SBC Vietnam.

Môi trường nuôi cấy được pha trong chai duran 1 lit rồi đem hấp khử trùng ở 121°C, 20 phút, 1 atm cùng với các túi nilong đã được gói kỹ trong túi kín để tránh tích tụ hơi nước bên trong khi hấp. Môi trường sau khi hấp tiệt trùng để nguội đến 65 – 70 °C sẽ đem rót chia đều vào các túi nilong nhỏ và dùng gim kẹp cố định miệng túi lại thật kín, thao tác này được thực hiện trong tủ cấy vô trùng (ESCO, Mỹ). Cuối cùng để yên các túi môi trường ở phòng nuôi 25°C cho môi trường đông.

Khay nhựa trồng cây 12 lỗ và 50 lỗ (kích thước lỗ bầu rộng 4x4 cm và cao 6 cm) được sử dụng để ươm cây mầm *in vitro*. Giá thể sử dụng là mụn dừa Eco N1 (Công ty Nguồn Sinh Thái). Chậu nhựa trồng cây có kích cỡ 12 cm và 20 cm đường kính miệng. Giá thể dùng cho chậu lớn là hỗn hợp trộn đều giữa mụn dừa, phân tròn quế và phân bò đã xử lí với tỉ lệ lần lượt 6:2:1.

Địa điểm nghiên cứu:

Phòng Công nghệ tế bào thực vật và vườn Dược liệu tại trường Đại học Duy Tân, Đà Nẵng.

Phương pháp

Phương pháp khử trùng và gieo hạt *in vitro*

Hạt giống Giọt băng được cho vào ống falcon 50 ml đã được hấp tiệt trùng với một lượng khoảng 200-300 hạt. Các bước khử trùng được thực hiện như sau:

Bước 1: Lắc rửa hạt Giọt băng với nước cất khử trùng, thực hiện hai lần.

Bước 2: Hạt được ngâm và lắc đều trong dung dịch Javel 25 % (có bổ sung Tween 20) trong 15 phút.

Bước 3: Rửa lại hạt bằng nước cất khử trùng, thực hiện hai lần. Sau đó lặp lại bước 2.

Bước 4: Rửa sạch hạt trong nước cất khử trùng, lặp lại 4-5 lần cho đến khi javel được loại bỏ hoàn toàn.

Hạt Giọt băng đã được khử trùng sau đó được cấy vào 4 loại môi trường đã được chuẩn bị trước đó. Mỗi túi tiến hành cấy 60 hạt sau đó đem nuôi ở điều kiện chiếu sáng 16h/ngày với cường độ ánh sáng 2500 lux, nhiệt độ 25 ± 1 °C. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Tiến hành theo dõi, đánh giá tỉ lệ nảy mầm sau 7 ngày và 14 ngày gieo hạt trên 4 loại môi trường.



Hình 1. Hạt Giọt băng (A) được khử trùng trong ống falcon 50 ml (B) và cấy vào túi môi trường (C)
(Thước đo 1 cm)

Phương pháp thích nghi và trồng cây ở điều kiện vườn ươm:

Cây con *in vitro* nảy mầm sau 4 tuần gieo hạt được đưa ra trồng ở môi trường đất. Cây giống *in vitro* trong các bì nuôi cấy được nhẹ nhàng lấy ra khỏi môi trường, rửa sạch agar bám ở phần gốc và rễ và trồng vào khay nhựa ươm cây đã chuẩn bị sẵn để được huấn luyện thích nghi ở điều kiện vườn ươm trong 7 ngày đầu.

Cây con được trồng ở vườn ươm với điều kiện ánh sáng tự nhiên có sử dụng lưới đen che nhằm giảm 30 - 40 % cường độ ánh sáng trực tiếp, nhiệt độ vườn ươm trong điều kiện tự nhiên từ tháng 12/2022 đến tháng 04/2023 từ 20 - 30 °C. Chế độ tưới nước vừa phải đủ tạo độ ẩm tốt cho cây sinh trưởng và phát triển.

Sau 2 tuần sẽ được chuyển ra chậu nhựa lớn (đường kính miệng 12 cm) và sau 4 tuần tiếp theo cây sẽ được chuyển qua chậu lớn hơn (đường kính miệng 20 cm).

Các chỉ tiêu sinh trưởng và phát triển của cây Giọt băng trong điều kiện trồng tại vườn ươm được theo dõi từ giai đoạn cây con ra đất đến khi cây ra hoa tạo quả và kết thúc vòng đời sinh trưởng.

Phương pháp xử lí số liệu: Số liệu được thu thập và xử lý thống kê theo các tham số giá trị trung bình bằng phần mềm Microsoft Excel 20. Sự sai khác giá trị trung bình được kiểm tra bằng t – test với sai khác $p < 0,05$ bằng phần mềm SPSS 16.0 (IBM Corp.)

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Ảnh hưởng của các loại môi trường lên tỉ lệ nảy mầm *in vitro* của hạt giống Giọt băng.

Bảng 1 trình bày các kết quả thăm dò tỉ lệ nảy mầm của hạt cây Giọt Băng trên 4 loại môi trường nuôi cấy: MS, MS bổ sung 0,2 g/L than hoạt tính (AC), SH, SH bổ sung 0,2 g/L than hoạt tính. Kết quả nghiên cứu cho thấy tỉ lệ nảy mầm của hạt Giọt băng đạt cao vượt trội ở môi trường MS có bổ sung than hoạt tính với $67,78 \pm 7,29$ % sau 7 ngày. Kết quả này cũng tương tự sau 14 ngày nhưng tỉ lệ tăng lên với $88,89 \pm 4,11$ % hạt nảy mầm (Bảng 1).

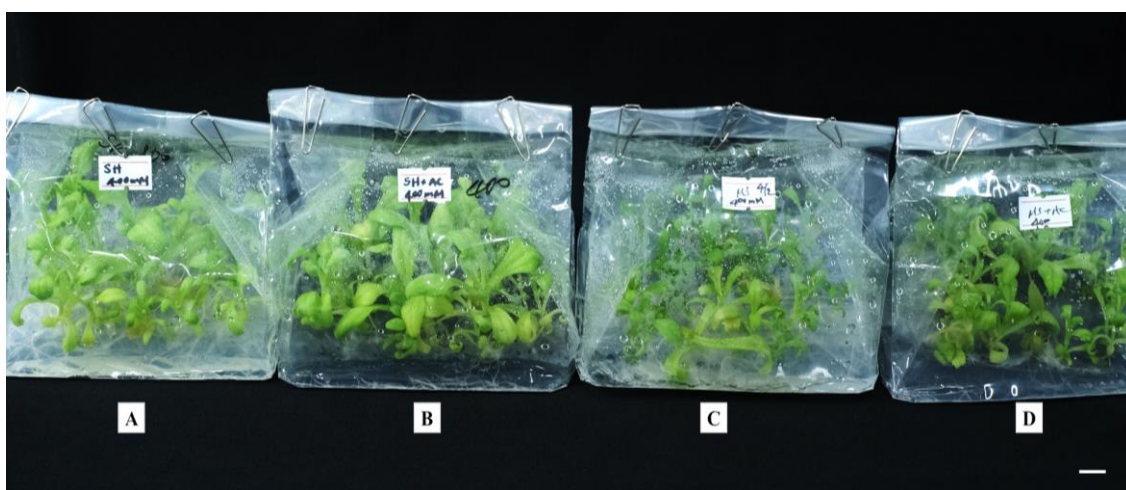
Theo quan sát ghi nhận được thì sau 3 ngày hạt bắt đầu nảy mầm. Kết quả thu được ở bảng 1 cho thấy tỉ lệ nảy mầm trung bình của hạt Giọt băng ở cả bốn loại môi trường sau thời gian 14 ngày nuôi cấy là 74,72 % cao hơn so với tỉ lệ nảy mầm ở 7 ngày nuôi cấy (61,20 %), điều đó chứng tỏ thời gian để nảy mầm của một số hạt vẫn còn kéo dài hơn 7 ngày. Một số nghiên cứu chỉ ra rằng tỉ lệ nảy mầm của hạt Giọt băng phụ thuộc vào cả vị trí của hạt trong nang quả và kích thước của

hạt, những hạt lớn sẽ thường nảy mầm ngay trong thời gian ngắn sau khi gieo; và thời gian trung bình để hạt nảy mầm ngoài tự nhiên dao động từ 20 đến 30 ngày [6].

Bảng 1. Tỷ lệ nảy mầm *in vitro* của hạt Giọt băng trên các loại môi trường cấy khác nhau

Loại môi trường	Tỷ lệ nảy mầm sau ... nuôi cấy		Tỷ lệ sống sót
	7 ngày	14 ngày	
MS	53,67 ^a ± 2,22	61,11 ^a ± 2,94	86,10 ^a ± 2,80
MS + AC	67,78^b ± 7,29	88,89^c ± 4,11	97,22^b ± 2,78
SH	57,78 ^a ± 4,45	68,89 ^a ± 2,22	86,33 ^a ± 4,82
SH + AC	65,56 ^{ab} ± 4,94	80,00 ^b ± 3,33	91,67 ^{ab} ± 4,82
Trung bình	61,20 ± 3,30	74,72 ± 6,12	90,28 ± 2,48

(Trong một cột, các số trung bình có cùng mẫu kí tự thì không có sự khác biệt ở mức ý nghĩa $p \leq 0,05$ theo phép thử Duncan)



Hình 2. Cây con Giọt băng nảy mầm *in vitro* ở các môi trường khác nhau sau 4 tuần nuôi cấy.
A: môi trường SH; B: môi trường SH + 0.2 mg/L AC; C: môi trường MS; D: môi trường MS + 0.2 mg/L AC
(Thước đo 1 cm)

Cây con nảy mầm *in vitro* sau khi cho thích nghi ở vườn ươm sẽ được trồng vào các khay nhựa chia 12 ô nhỏ và theo dõi tỷ lệ sống sót sau 1 tuần. Kết quả thu được thể hiện ở bảng 1 cho thấy tỷ lệ sống trung bình trên cả 4 môi trường là khá cao, đạt 90,28%. Trong đó, cây con ở môi trường MS có bổ sung than hoạt tính là cho tỷ lệ sống đạt cao nhất với 97,22%. Tương tự trong môi trường SH có bổ sung AC cũng cho tỷ lệ sống cao hơn hai môi trường còn lại không có AC. Như vậy có thể thấy than hoạt tính có tác động có lợi đến tỷ lệ sống của cây con khi đưa ra trồng ở vườn ươm. Về hình thái, có thể thấy rõ cây ở môi trường có bổ sung than hoạt tính có màu sắc đậm hơn, thân cây và lá cây có độ dẻo dai hơn so với cây trong môi trường không chứa AC (Hình 3).

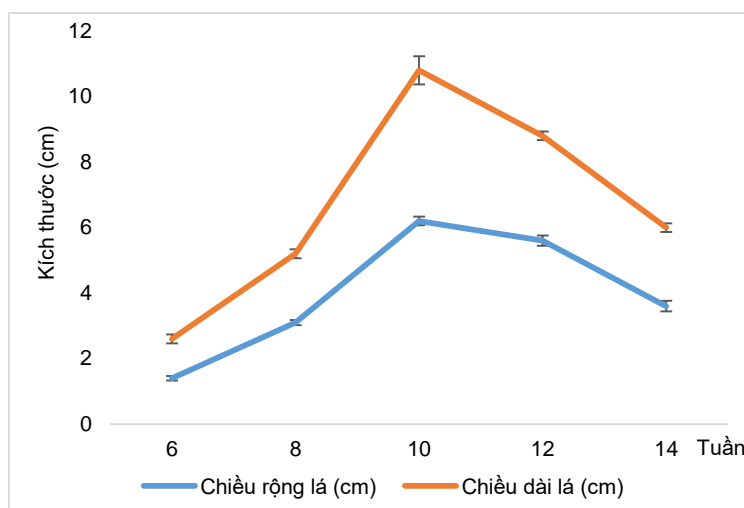


Hình 3. Cây con Giọt băng sau 4 tuần gieo hạt
A: môi trường SH; B: môi trường SH + 0.2 mg/L AC; C: môi trường MS; D: môi trường MS + 0.2 mg/L AC
(Thước đo 1 cm)

Kích thước lá cây Giọt băng qua các khoảng thời gian khác nhau kể từ lúc gieo hạt được thể hiện ở Hình 4. Kết quả cho thấy kích thước lá tăng trong giai đoạn 6 đến 10 tuần, trong đó giai đoạn 8 đến 10 tuần thể hiện sự tăng trưởng mạnh nhất. Tuy nhiên, sau tuần thứ 10 lá cây bắt đầu ngừng tăng lên về kích thước và có sự giảm xuống dần và mạnh nhất ở tuần thứ 12 đến 14. Điều này cho ta thấy được 2 giai đoạn phát triển rõ rệt của cây Giọt băng đó là giai đoạn sinh trưởng sinh dưỡng với dạng cây non (juvenile form) và giai đoạn sinh trưởng sinh sản với dạng cây trưởng thành (adult form) tương ứng với hình thức quang hợp theo nhóm thực vật C3 và CAM [9].

Bảng 2. Quá trình sinh trưởng và phát triển của cây Giọt băng

Thời gian (tuần) sau khi gieo hạt cây bắt đầu xuất hiện ...						Số nhánh sau 14 tuần (nhánh)	
2 cặp lá	4 cặp lá	5 cặp lá	Phân nhánh	Ra hoa	Tạo quả	Số nhánh C1	Số nhánh C2
3,8 ± 0,17	7,2 ± 0,31	8,2 ± 0,31	9,0 ± 0,37	18,30 ± 0,33	20,83 ± 0,31	7,8 ± 0,17	17,8 ± 1,58



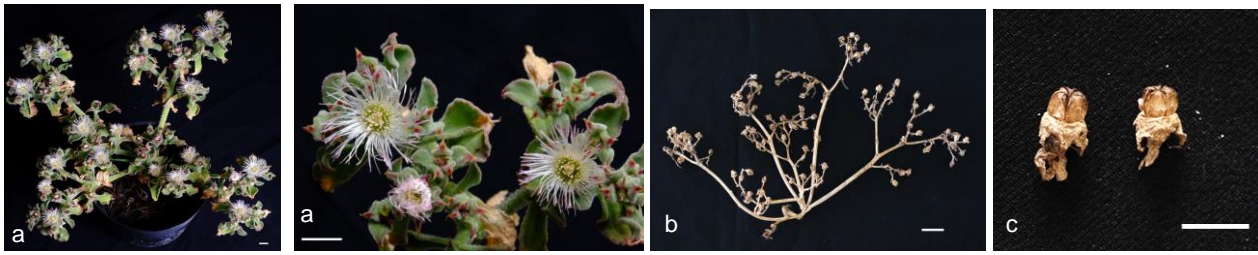
Hình 4. Kích thước lá Giọt băng qua các giai đoạn phát triển

Từ thời điểm gieo hạt đến tuần thứ 3, cây bắt đầu hình thành 2 cặp lá, sau đó có sự tăng lên về kích thước lá, các cặp lá thứ 4 và thứ 5 hình thành ở tuần thứ 7 và 8. Cùng với quá trình đó là sự xuất hiện của nhánh cấp 1 ở tuần thứ 9 và cây tiếp tục phân nhánh cấp 2 từ tuần thứ 12. Sau 14 tuần số nhánh cấp 1 và cấp 2 ghi nhận được lần lượt là 7,8 và 17,8 nhánh/cây (Bảng 2). Sau đó, cây bắt đầu chuyển hóa cơ chế cố định CO₂ trong quang hợp từ chu trình C3 sang chu trình CAM ở tuần thứ 12. Lúc này các lá cây đã bắt đầu giảm kích thước, các lá mới hình thành nhỏ dần theo thời gian và có sắc đỏ đậm dần lên ở các tế bào bàng quang (Epidermal bladder cells) nhờ sự xuất hiện của sắc tố betalainin được xem như là một loại alkaloid có vai trò bảo vệ quang học giúp cây chống chịu lại với bất lợi phi sinh học như gặp mặn, khô hạn và nhiệt độ cao [10].



Hình 5. Cây Giọt Băng qua các giai đoạn phát triển (Từ trái sang phải: 7-8-9-10-11-12 tuần). (Thước đo 1 cm)

Nghiên cứu của Kim và đồng tác giả (2021), khi tác động chiếu đèn LED với tỉ lệ ánh sáng đỏ: xanh tương ứng 9:1 thì cây cho số lượng lá cao nhất với 22,3 lá/cây tương ứng 11 cặp lá sau 4 tuần cấy cây con, cao gấp 2,2 lần so với kết quả nghiên cứu của chúng tôi tương ứng là sau 8 tuần gieo hạt thì chỉ đạt được 5 cặp lá [11]. Trong một nghiên cứu gần đây của tác giả Trần Quang Dân và đồng tác giả (2022) trên mô hình trồng thủy canh cây Giọt băng tại Đà Nẵng thì kết quả cho thấy sau 8 tuần kể từ khi gieo hạt thì cây trồng ở nghiệm thức dung dịch thủy canh có bổ sung nước biển nồng độ 40 % cho số lá cao nhất với 8,00 lá/cây [12]. Kết quả này khá tương đồng với kết quả nghiên cứu của chúng tôi.

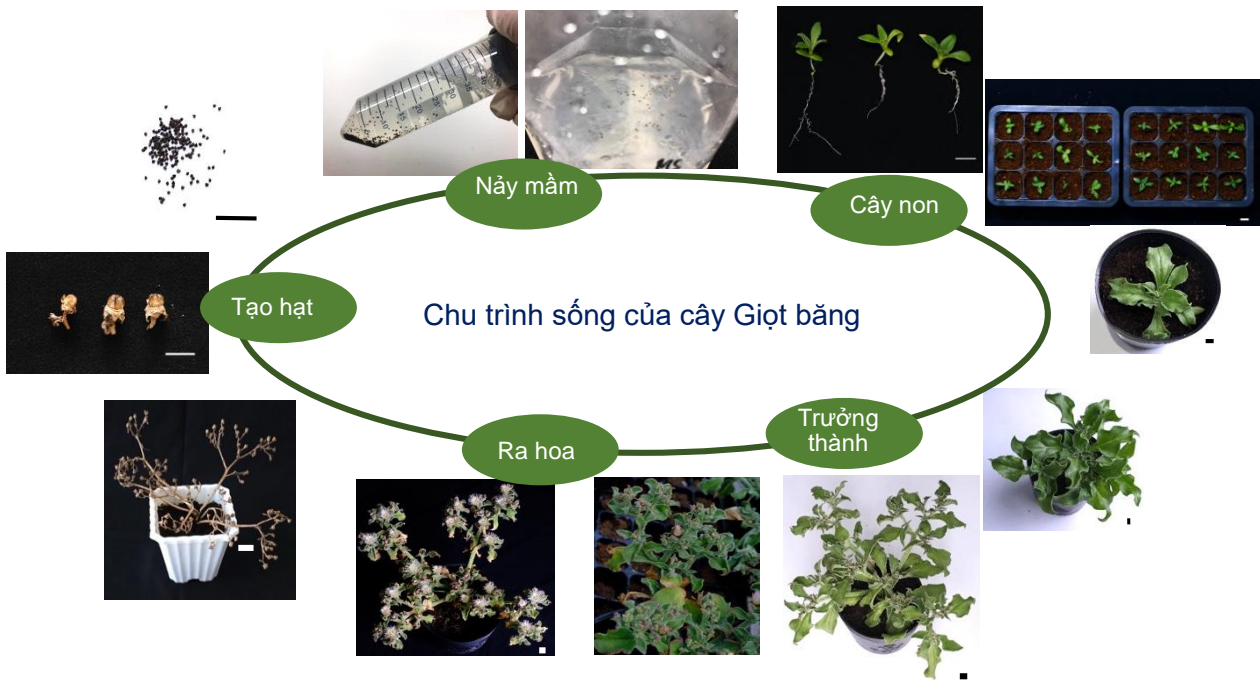


Hình 6. Cây iceplant nở hoa (a), cây khô (b) và quả khô (c) (Thước đo 1 cm)

Trung bình sau 18,80 tuần kể từ khi gieo hạt thì cây bắt đầu ra hoa, hoa Giọt băng có màu trắng, lưỡng tính, nở rộ vào ban ngày và khép lại vào ban đêm. Số lượng hoa trung bình của một cây là 17,25 với đường kính lúc nở 2,42 cm và chiều cao 1,60 cm (Bảng 3). Khi cây nở rộ hoa và bắt đầu tạo quả từ tuần thứ 20,83 (Bảng 2) thì nhu cầu nước còn rất ít và sau đó hầu như không cần tưới nước nữa. Cuối cùng cây mang quả với hạt bên trong khô lại, khép lại một chu trình sinh trưởng của nó. Quả khô khi vỡ ra giải phóng một lượng lớn các hạt giống khi gặp điều kiện thuận lợi sẽ nảy mầm để bắt đầu một thế hệ mới.

Bảng 3. Các chỉ số của hoa Giọt Băng

Số lượng hoa/cây	Đường kính hoa (cm)	Chiều cao hoa (cm)
17,25 ± 2,29	2,42 ± 0,05	1,60 ± 0,04



Hình 6. Chu trình sống hoàn chỉnh của cây Giọt băng trồng ở Đà Nẵng

Chu trình sống của cây Giọt băng được thể hiện qua 5 giai đoạn chính: nảy mầm, cây non, cây trưởng thành, ra hoa và hình thành hạt (Hình 6). Trong giai đoạn nảy mầm, chỉ có lá mầm hiện diện, sinh tổng hợp các chất hoà tan được diễn ra trong lá mầm, không có cảm ứng CAM. Bước sang giai đoạn cây non, các cặp lá phát triển đối xứng quanh trục chính thẳng đứng, chưa có sự phân nhánh, cây quang hợp theo hình thức ở thực vật C3. Giai đoạn trưởng thành, cây bắt đầu phân nhánh, xuất hiện các lá phụ có kích thước bé hơn, cây già và dần chuyển sang quang hợp theo cơ chế CAM. Tiếp đến giai đoạn ra hoa, hoa Giọt băng phát triển ở đầu mút của trục nhánh sơ cấp và ở các nhánh thứ cấp; các tế bào quang biểu bì xuất hiện dày hơn và trở nên rõ ràng, lúc này cây hoàn toàn chuyển sang CAM. Giai đoạn cuối cùng là tạo hạt, cây hoàn toàn không cần nước, các tế bào quang biểu bì dày to và rõ ràng nhất. Cây mang quả nang là bộ phận thực vật duy nhất đang hoàn thiện quá trình tạo hạt, cây dần khô cũng là lúc hạt đến độ “chín” và bắt đầu khô, khép lại một chu kì sống của mình.

KẾT LUẬN

Hạt cây Giọt băng được khử trùng và ươm *in vitro* cho tỉ lệ nảy mầm cao và tốt nhất ở môi trường khoảng MS có bổ sung than hoạt tính với tỉ lệ 88,89 %. Cây con đưa ra vườn có tỉ lệ sống trung bình cao đạt 90,28 %. Cây Giọt băng sinh trưởng và phát triển tốt với điều kiện tự nhiên ở Đà Nẵng. Cây bắt đầu xuất hiện 4 cặp lá thật sau 7,2 tuần; phân nhánh sau 9,00 tuần; ra hoa sau 18,80 tuần và tạo quả sau 20,83 tuần. Đề tài đã gieo trồng thành công cây Giọt băng ở điều kiện tự nhiên, hoàn thiện một chu kì sống của cây, góp phần cung cấp cơ sở khoa học tin cậy cho các nghiên cứu về sau đồng thời mở

ra tiềm năng mới cho việc sử dụng loại cây này vào sản xuất nông nghiệp nhằm cải thiện môi trường đất ở các vùng canh tác đang dần bị nhiễm mặn của thành phố.

Lời cảm ơn: Chúng tôi chân thành cảm ơn Giáo sư Sakae Agarie, khoa Nông nghiệp, trường Đại học Kyushu, Nhật Bản đã cung cấp nguồn hạt giống cây Giọt băng sử dụng trong nghiên cứu này.

REFERENCE

- Adams, P, Nelson, D, Yamada, S, Chmara, W, Jensen, R, Bohnert, H, & Griffiths, H (1998). Growth and development of *Mesembryanthemum crystallinum* (Aizoaceae). *New Phytol* **138**:171-190.
- Atzori, G, De Vos, A, van Rijsselberghe, M, Vignolini, P, Rozema, J, Mancuso, S, & Van Bodegom, P (2017). Effects of increased seawater salinity irrigation on growth and quality of the edible halophyte. *Agric. Water Manag* **187**:37-46.
- Danilo Loconsole, B M.-A. (2019). Halophyte Common Ice plants: A Future Solution to Arable Land Salinization. *Sustainability* **11**(21):6076.
- Gagandeep Jain, K S (2015). Are betalain pigments the functional homologues of anthocyanins in plants? *Environmental and Experimental Botany* **119**:48-53.
- Ganesh C. Nikalje, A K (2018). Halophytes in biosaline agriculture: Mechanism, utilization, and value addition. *Land Degradation and Development* **29**(4):1081-1095.
- Giulia Atzori, A C (2017). Effects of increased seawater salinity irrigation on growth and quality of the edible halophyte *Mesembryanthemum crystallinum* L. under field conditions. *Agricultural Water Management* **187**:37-46.
- HJ Bohnert, J C (2000). The Ice plant cometh: Lessons in abiotic stress tolerance. *Plant Growth Regul* **19**:334-346.
- Kang, M K (2006). Pinitol from soybeans reduces postprandial blood glucose in patients with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Medicinal Food* **9**:182-186.
- Nguyễn Ngọc Trúc, T V (2017). Hiện trạng và khả năng dễ bị tổn thương do nhiễm mặn trong bối cảnh biến đổi khí hậu ở thành phố Đà Nẵng. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường* **33**(2):90-107.
- Sakae Agarie, A K (2009). Potential of the Common Ice plant, *Mesembryanthemum crystallinum* as a New High-Functional Food as Evaluated by Polyol Accumulation. *Plant Production Science* **12**(1):37-46.
- Trần Quang Dân, P C (2022). Ảnh hưởng của môi trường dinh dưỡng và muối đến sinh trưởng của cây Giọt băng (*Mesembryanthemum crystallinum*) trồng bằng kỹ thuật thủy canh hồi lưu. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Thái Nguyên* **227**(10):91-98.
- Young J. Kim, H. M.-J.-J. (2021). Growth and phytochemicals of Ice plant (*Mesembryanthemum crystallinum* L.) as affected by various combined ratios of red and blue LEDs in a closed-type plant production system. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants* **20**:100267.

STUDY ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF ICE PLANT (*Mesembryanthemum crystallinum* L.) UNDER CLIMATE CONDITION IN DA NANG CITY

Pham Thi Hong Trang^{1,2}, Ho Thanh Tam^{1,2}, Nguyen Thi Anh^{1,2}, Le Thi Thanh My^{1,2}, Hoang Thi Kim Hong^{1,2*}

¹ *Biotechnology Department, College of Medicine and Pharmacy, Duy Tan University, Da Nang 550000, Viet Nam*

² *Institute for Global Health Innovations, Duy Tan University, Da Nang 550000, Viet Nam*

SUMMARY

Ice plant (*Mesembryanthemum crystallinum* L.) belongs to the group of halophytes and drought-tolerant plants. Ice plant is well-known as a vegetable with high nutritional value. However, this plant is still a very new species and has little cultivated in Vietnam, especially in the coastal city of Da Nang, Vietnam. In this study, we used the seeds of Ice plants formed from mother plants grown in the soil treated with 400 mM NaCl received from Kyushu University. Ice plant seeds were sterilized and cultured *in vitro* in nylon bags to develop the seedlings. The *in vitro* Ice plants were adaptive training and planting in the nursery under natural conditions. The results showed that the germination rate of Ice plant seeds was highest in the medium Murashige-Skoog (MS) supplemented with activated carbon at 88.89%. The seedlings were transferred to the greenhouse and developed well, with an average survival percentage of 90.28% after four weeks. The leaf size increased gradually from sowing to the 10th week and reached the highest value with 10.8 cm in length and 6.2 cm in width, then steadily decreased when the plant entered the CAM stage. The average number of flowers per plant is 17.25, with a diameter of 2.42 cm at bloom and a height of 1.60 cm. The time for the plant to flower and produce fruit is 18.30 and 20.83 weeks, respectively, after which the tree dries up and closes its life cycle.

Key words: Growth and development, Ice plant, *Mesembryanthemum crystallinum*, salt tolerance.

* Author for correspondence: Tel: +84-978939467; Email: hoangtkimhong@duytan.edu.vn