

EFFECTS OF NUTRIENTS AND SALT ON GROWTH OF ICE-PLANT (*Mesembryanthemum crystallinum*) CULTIVATED BY NUTRIENT FILM TECHNIQUE

Tran Quang Dan*, Pham Cong Anh

The University of Danang – University of Science and Education

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 19/4/2022 Revised: 24/6/2022 Published: 24/6/2022 KEYWORDS Hydroponics Ice-plant Plant nutrients Salinity tolerance <i>Mesembryanthemum crystallinum</i>	Ice-plant (<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>) is a halophytic plant having high salinity tolerance, even using NaCl salt at 100 mM concentration to promote the plant growth. The plant is used as a valuable crop with different use purposes in food and medicine. The present study investigated effects of basic nutrients and salt on growth of the ice-plant cultivated by nutrient film technique, which would be useful to establish an effective platform for the ice-plant hydroponic production. Results showed that biomass of the ice-plant was higher in the nutrient of 1/2 Hoagland than that of 1/2 Murashig and Skoog-1962, or that of a commercial hydroponic solution of G9 Hydroponic. Salt addition with a gradual increase in concentration, 50 mM NaCl at one week and 100 mM NaCl at two weeks after the onset of cultivation, enhanced better the growth than other additions. The nutrient containing 20-40% (v/v) seawater tended to reduce the fresh weight of shoots, but the height and leave number was not decreased significantly. The results suggested that the 1/2 Hoagland nutrient supplied with salt could be used to hydroponically grown the ice-plant.

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

Trần Quang Dân*, Phạm Công Anh

Trường Đại học Sư phạm – ĐH Đà Nẵng

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 19/4/2022 Ngày hoàn thiện: 24/6/2022 Ngày đăng: 24/6/2022 TỪ KHÓA Thủy canh Cây Giọt băng Dinh dưỡng thực vật Chịu mặn <i>Mesembryanthemum crystallinum</i>	Cây Giọt băng (<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>) là cây ưa mặn tự nhiên, có khả năng chịu mặn cao, thậm chí sử dụng muối NaCl để thúc đẩy sinh trưởng. Đây là một loài cây trồng có giá trị với các mục đích sử dụng khác nhau trong thực phẩm và dược phẩm. Nghiên cứu này đã đánh giá ảnh hưởng của các môi trường dinh dưỡng cơ bản và muối đến sinh trưởng của cây trồng bằng kỹ thuật thủy canh hồi lưu dạng màng dinh dưỡng, nhằm hướng đến việc thiết lập một hệ thống sản xuất có hiệu quả. Kết quả nghiên cứu cho thấy sinh khối của cây cao hơn khi trồng cây với môi trường dinh dưỡng 1/2 Hoagland so với 1/2 Murashige và Skoog-1962 hoặc dung dịch thủy canh thương mại của G9 Hydroponic. Bổ sung muối với nồng độ tăng dần, 50 mM NaCl ở tuần đầu tiên và 100 mM ở tuần thứ hai sau khi trồng, đã tăng cường sinh trưởng của cây tốt hơn các phương thức bổ sung khác. Dung dịch dinh dưỡng chứa 20-40% (v/v) nước biển đã làm giảm khối lượng tươi chồi, nhưng số lá và chiều cao chồi bị giảm không đáng kể. Kết quả cho thấy khả năng sử dụng dinh dưỡng 1/2 Hoagland bổ sung muối để trồng thủy canh cây Giọt băng.

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.5876>

* Corresponding author. Email: ued@ued.udn.vn

1. Giới thiệu

Diện tích đất nông nghiệp bị ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn đang tăng lên trên toàn thế giới vì những tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu. Canh tác các loại cây trồng nông nghiệp truyền thống khó có thể duy trì tại các vùng đất nhiễm mặn, điều này đe dọa nghiêm trọng việc đảm bảo an ninh lương thực [1]. Ảnh hưởng của mặn, chủ yếu là muối NaCl, đến cây trồng gây ra bởi căng thẳng thẩm thấu hoặc độc tố của ion do nồng độ muối cao ở trong đất. Muối sẽ ức chế các quá trình hấp thu và chuyển hóa dinh dưỡng của thực vật, dẫn đến kim hãm sinh trưởng của cây [1]-[3]. Vì vậy, bên cạnh cải thiện khả năng chịu mặn của các giống cây trồng truyền thống thì việc phát triển những giống cây mới có khả năng chịu mặn cao, thậm chí thích nghi tốt với môi trường mặn, là giải pháp hiệu quả để duy trì sản xuất nông nghiệp [4]. Ngoài ra, ứng dụng các kỹ thuật canh tác không cần đất như thủy canh cũng là giải pháp để đối phó với đất nhiễm mặn ở những vùng ven biển, diện tích đất canh tác hạn chế; đặc biệt, nếu cây trồng có khả năng ưa mặn thì kỹ thuật canh tác này có thể tận dụng các nguồn nước bị nhiễm mặn trong sản xuất [5]. Ứng dụng thủy canh cũng mang lại ưu thế vượt trội so với các kỹ thuật canh tác nông nghiệp truyền thống, tuy nhiên hiệu quả thu được còn tùy thuộc vào từng loại cây trồng, dinh dưỡng và kỹ thuật canh tác [6].

Giọt băng (*Mesembryanthemum crystallinum*), có nguồn gốc từ các vùng khô hạn Nambian - Nam Phi, là một loài cây chịu mặn cao, thậm chí sử dụng muối NaCl ở nồng độ 100 - 200 mM để đạt sinh trưởng tối đa (nên cây cũng được xếp vào nhóm cây ưa mặn - halophyte) [3], [4]. Đến nay, nhiều nghiên cứu đã tiết lộ cơ chế chống chịu mặn ở loài cây này [3], [7]. Vì đặc tính chịu mặn cao nên từ một loài thực vật ít được chú ý, Giọt băng đã dần trở thành cây trồng có giá trị kinh tế ở nhiều quốc gia và có tiềm năng rất lớn để trở thành cây trồng có giá trị trong sản xuất nông nghiệp mặn [4], [8], [9]. Cây được sử dụng như một loài rau ăn lá hoặc nguyên liệu để sản xuất các loại dược phẩm. Lá có chứa nhiều thành phần dinh dưỡng và các hợp chất có hoạt tính sinh học, đặc biệt hoạt tính chống oxy hóa cao [4], [8]. Ở Việt Nam, loài cây này đã được trồng thử nghiệm ở một số vùng đất canh tác nhiễm mặn ở tỉnh An Giang nhằm đánh giá khả năng cải tạo đất mặn, tuy nhiên việc trồng sản xuất vẫn còn chưa được triển khai nghiên cứu.

Hiện nay, bên cạnh hình thức canh tác trên đất, đã có những nghiên cứu cho thấy khả năng phát triển các hệ thống thủy canh để trồng cây Giọt băng. Tuy nhiên, các mô hình thủy canh đã thiết lập chủ yếu để phục vụ cho các mục tiêu nghiên cứu về cơ chế chịu mặn, ảnh hưởng của ánh sáng, hoặc thay đổi các thành phần hoá thực vật và chất lượng rau [10]-[12]. Hiệu quả của việc sử dụng các nguồn dinh dưỡng khác nhau cũng như muối trong điều kiện thủy canh vẫn còn chưa được nghiên cứu đầy đủ; mặc dù đã có một số công ty đã ứng dụng thủy canh để sản xuất loài rau này. Vì vậy, nghiên cứu này đã bước đầu đánh giá ảnh hưởng của các loại dinh dưỡng: Hoagland (HL), Murashige và Skoog-1962 (MS) và dung dịch thủy canh thương mại của G9 Hydroponic (G9), phương thức sử dụng muối và nước biển đến khả năng sinh trưởng của cây Giọt băng trồng thủy canh hồi lưu trong điều kiện thực nghiệm. Các kết quả nghiên cứu sẽ là cơ sở để phát triển một hệ thống thủy canh có hiệu quả, đặc biệt trong điều kiện khí hậu Việt Nam.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu

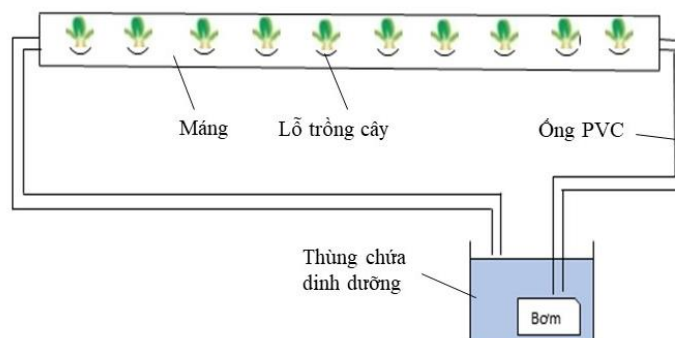
Hạt cây Giọt băng được cung cấp bởi khoa Nông nghiệp, trường Đại học Kagawa, Nhật Bản. Hạt được khử trùng bằng dung dịch NaOCl 5% trong 5 phút, rửa lại bằng nước cất 3 lần, và sau đó gieo nảy mầm trên đĩa petri chứa môi trường dinh dưỡng MS ở điều kiện nhiệt độ 25°C, chiếu sáng 14h/ngày với cường độ ánh sáng 2.000 lux trong 2 tuần [7]. Cây con sau nảy mầm đã được trồng trên khay nhựa với hỗn hợp giá thể gồm xơ dừa + vermiculite + perlite (với tỉ lệ 2: 1: 1) trong 2 tuần. Trong các thử nghiệm sử dụng các giá thể khác nhau của chúng tôi thì hỗn hợp giá thể trên cho kết quả tốt nhất đối với sinh trưởng của cây (kết quả chưa được công bố). Cây trồng được duy trì và chăm sóc ở điều kiện nhà màng với ánh sáng tự nhiên, nhiệt độ dao động 25–

32°C. Cây sinh trưởng sau 2 tuần với 2 cặp lá thật, chiều cao khoảng 2 cm được sử dụng trong các thí nghiệm tiếp theo.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Mô hình thủy canh hồi lưu

Hệ thống thủy canh hồi lưu theo kỹ thuật màng dinh dưỡng (Nutrient Film Technique) [6] đã được sử dụng để trồng cây trong các thí nghiệm (Hình 1). Các máng nhựa uPVC chuyên dụng cho việc trồng thủy canh hình lục giác. Mặt trên được khoét các lỗ có đường kính 45 mm (vừa với rọ nhựa 5,5 cm), khoảng cách lỗ 15 cm. Ống nhựa PVC có đường kính Ø21 được gắn vào các đầu máng để phân phối (nhờ máy bơm) và thu hồi dung dịch dinh dưỡng. Các dung dịch chảy trong máng với lưu lượng 2 lít/phút (Hình 1) và được thay mới mỗi tuần, pH duy trì ở 6,0 – 6,5.



Hình 1. Hệ thống thủy canh hồi lưu với kỹ thuật màng dinh dưỡng sử dụng trong các thí nghiệm

2.2.2. Đánh giá ảnh hưởng của loại dinh dưỡng

Cây trồng trên khay được chuyển vào các rọ nhựa với cùng loại giá thể, sau đó đặt vào máng thủy canh. Cây đã được cung cấp với 03 loại dung dịch dinh dưỡng khác nhau: 1/2 MS (1/2: nồng độ đã được pha loãng 0,5 lần), 1/2 HL [7] và G9 (pha theo hướng dẫn của nhà sản xuất). Ảnh hưởng của các loại dinh dưỡng đến sinh trưởng đã được quan sát mỗi tuần trong 4 tuần liên tiếp.

2.2.3. Đánh giá ảnh hưởng của các phương thức bổ sung muối

Cây được trồng theo phương pháp tương tự. Muối NaCl đã được bổ sung vào dung dịch 1/2 HL ở nồng độ 100 mM theo các phương thức khác nhau: bổ sung NaCl ở mức 50 mM sau 1 tuần trồng, sau đó tăng lên nồng độ 100 mM NaCl ở tuần thứ 2 (PT1); bổ sung NaCl ở mức 100 mM sau 1 tuần trồng (PT2); bổ sung NaCl ở mức 100 mM ngay sau khi trồng (PT3). Dung dịch dinh dưỡng vẫn được duy trì nồng độ sau khi bổ sung 100 mM NaCl. Ảnh hưởng của các phương thức bổ sung muối đến sinh trưởng đã được quan sát mỗi tuần trong 4 tuần liên tiếp.

2.2.4. Đánh giá ảnh hưởng của nồng độ nước biển đến sinh trưởng

Cây được trồng theo phương pháp tương tự bằng dung dịch 1/2 HL có bổ sung nước biển ở các hàm lượng khác nhau: 20 và 40% (v/v) nước biển. Nước biển được thu từ vùng biển Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng với vị trí thu cách bờ 10 m vào các tháng 1 – 3, năm 2020. Ảnh hưởng của các hàm lượng nước biển đến sinh trưởng của cây con đã được quan sát mỗi tuần trong khoảng 4 tuần liên tiếp.

2.2.5. Xác định các chỉ tiêu sinh trưởng

Chiều cao, số lá và khối lượng tươi của cây (không tính phần rễ, chỉ xác định khối lượng phần cây trên mặt giá thể) đã được quan sát để đánh giá sự sinh trưởng của cây [13]. Chiều cao của cây được đo từ gốc đến nút lá cao nhất của cây. Các chỉ tiêu được quan sát mỗi tuần trong 4 tuần liên tiếp.

2.2.6. Bố trí thí nghiệm và xử lý số liệu

Các nghiệm thức được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên, mỗi nghiệm thức lặp lại 03 lần với 10 cây/nghiem thức ($n=30$). Dữ liệu đã được phân tích thống kê mô tả và so sánh sai khác giữa các nghiệm thức bằng Duncan's test với mức ý nghĩa $p<0,05$ với phần mềm R. Các thí nghiệm được tiến hành tại nhà lưới của Khoa Sinh – Môi trường, Trường Đại học Sư phạm – ĐH Đà Nẵng vào thời gian từ tháng 12/2019 – 3/2020.

3. Kết quả và bàn luận

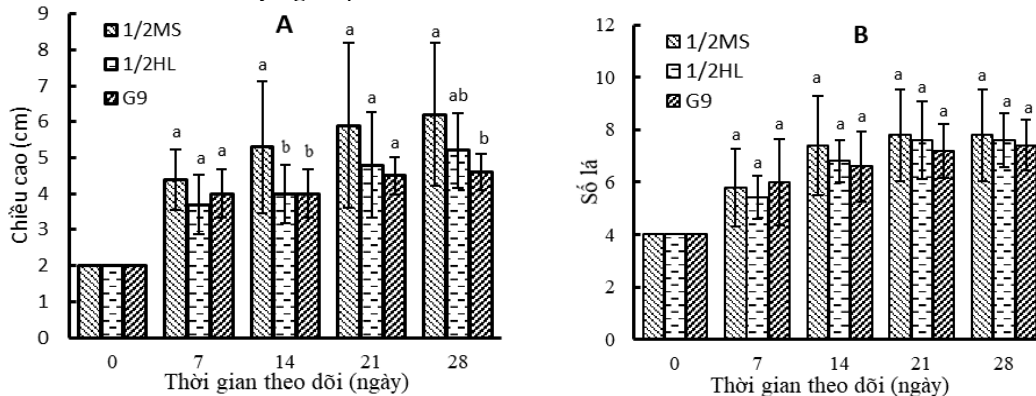
3.1. Ảnh hưởng của dinh dưỡng đến sinh trưởng của cây Giọt băng

Dinh dưỡng là một trong những yếu tố quan trọng quyết định đến sinh trưởng và chất lượng của cây trồng bằng thủy canh. Sinh trưởng về chiều cao, số lá và khối lượng của cây bị tác động bởi thành phần và hàm lượng dinh dưỡng [13]. Kết quả nghiên cứu cho thấy, các loại dinh dưỡng sử dụng đã thúc đẩy sinh trưởng của cây Giọt băng, các chỉ số liên quan đến sinh trưởng của cây đều tăng sau 28 ngày trồng so với ban đầu; tuy nhiên mức độ ảnh hưởng là khác nhau (Bảng 1). Cây được trồng với 1/2 HL có xu hướng tích lũy sinh khối cao hơn so với hai loại dinh dưỡng còn lại, mặc dù không có khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa khối lượng tươi của cây được trồng với 1/2 HL và 1/2 MS. Khối lượng tươi của cây trồng với 1/2 HL và 1/2 MS đạt lần lượt là 6,73 g và 5,98 g tại ngày thứ 28 sau khi trồng, trong khi khối lượng tươi chỉ đạt 3,52 g ở những cây trồng với G9 (Bảng 1).

Bảng 1. Sinh trưởng của cây Giọt băng được trồng với các loại dinh dưỡng khác nhau sau 28 ngày

Dinh dưỡng	Chiều cao (cm)	Số lá	Khối lượng tươi (g)
1/2 MS	6,20 ± 1,98a	7,80 ± 1,75a	5,98 ± 0,67a
1/2 HL	5,20 ± 1,03ab	7,60 ± 1,58a	6,73 ± 0,87a
G9	4,60 ± 0,51b	7,40 ± 0,97a	3,52 ± 0,18b

*Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức theo Duncan's test với mức ý nghĩa $p < 0,05$.



Hình 2. Ảnh hưởng của các loại dinh dưỡng đến chiều cao và số lá cây Giọt băng. A, chiều cao cây; và B, số lá sau 7-28 ngày trồng. Các chữ cái khác nhau trong cùng một thời điểm quan sát thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức theo Duncan's test với mức ý nghĩa $p < 0,05$

Sự tăng trưởng về chiều cao và số lá theo thời gian gắn liền với tăng trưởng về khối lượng của cây. Cây bắt đầu tăng trưởng nhanh về chiều cao và xuất hiện các lá mới sau 1 tuần trồng ở tất cả các dung dịch dinh dưỡng, tuy nhiên từ tuần thứ 2 trở đi tốc độ tăng trưởng chậm lại (Hình 2). Số lá không có sự thay đổi đáng kể giữa 3 loại dinh dưỡng theo thời gian, nhưng chiều cao của cây ở 1/2 MS có xu hướng lớn hơn các cây trồng với 2 dinh dưỡng còn lại. Sau 28 ngày, cây được trồng với 1/2 MS đạt chiều cao tối đa 6,20 cm, trong khi cây trồng với 1/2 HL đạt chiều cao 5,20

cm, không có khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa chiều cao của cây ở hai môi trường dinh dưỡng này (Bảng 1). Mặc dù khối lượng tươi của cây trồng với 1/2 HL có xu hướng lớn hơn cây trồng với 1/2 MS nhưng chiều cao thì lại có xu hướng thấp hơn. Điều này cho thấy sự tăng trưởng sinh khối của cây ở trên môi trường 1/2 HL chủ yếu là do sự tăng trưởng về kích thước và khối lượng của lá. Với sự gia tăng về khối lượng tươi tốt nhất thì 1/2 HL có thể là dinh dưỡng phù hợp cho mục đích trồng thủy canh để thu sinh khối. Các thành phần khoáng HL thường được sử dụng phổ biến trong trồng thủy canh nhiều loại rau ăn lá [5]. Dung dịch HL dưới dạng đầy đủ hoặc 1/2 HL cũng đã được sử dụng làm dinh dưỡng để tưới cho cây Giọt băng trong các mô hình trồng đất hoặc thủy canh tĩnh [9], [10]. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi lần đầu tiên cho thấy khả năng sử dụng dung dịch 1/2 HL để trồng cây Giọt băng bằng hệ thống thủy canh hồi lưu. Khác với hệ thống thủy canh tĩnh, thủy canh hồi lưu giúp cây tận dụng tối đa dinh dưỡng do sự chuyển động của dung dịch. Điều này có thể lý giải sự phù hợp của 1/2 HL khi được sử dụng làm nguồn dinh dưỡng trong mô hình thủy canh nghiên cứu.

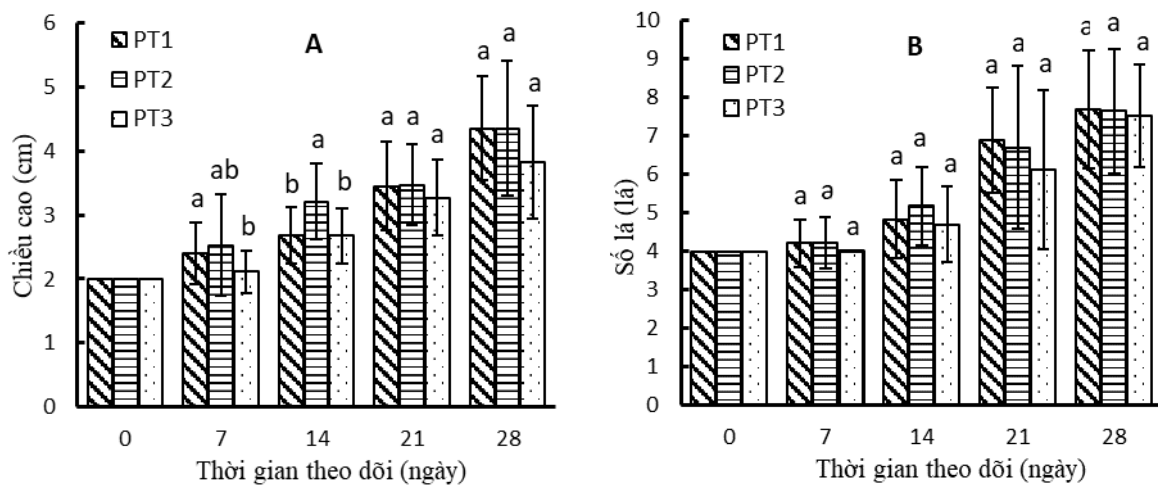
3.2. Ảnh hưởng của các phương thức bổ sung NaCl đến sinh trưởng của cây Giọt băng

Cây Giọt băng có khả năng đạt được sự sinh trưởng tối ưu khi được trồng trong điều kiện môi trường chứa 100-200 mM NaCl với sinh khối tăng gần gấp đôi so với không có muối [7], [12]. Các nghiên cứu trước đây đã bổ sung NaCl ở một nồng độ nhất định vào dung dịch dinh dưỡng ngay từ đầu vì mục tiêu thí nghiệm [4], [12], chưa có một nghiên cứu nào đánh giá ảnh hưởng của phương thức bổ sung (thời điểm và nồng độ muối) đến sinh trưởng của cây. Nghiên cứu của chúng tôi thấy phương thức bổ sung muối có ảnh hưởng đáng kể đến sinh trưởng của cây (Bảng 2). Sinh khối của cây trồng với PT1, 50 mM NaCl ở tuần đầu tiên và nâng lên 100 mM NaCl ở tuần thứ 2 sau khi trồng, tăng cao hơn so với 2 phương thức PT2 và PT3. Khối lượng tươi cây trồng với PT1 đạt 5,21g, lớn hơn gần gấp 2 lần so với khối lượng tươi của cây được bổ sung muối theo hai phương thức còn lại (Bảng 2). Số lá và chiều cao của cây ở tất cả các phương thức bổ sung muối đều bắt đầu tăng kể từ sau 7 ngày, tuy nhiên mức độ ảnh hưởng đến số lá và chiều cao cây là khác nhau không đáng kể (Hình 3), ngoại trừ sự suy giảm chiều cao của cây tại 7 và 14 ngày ở PT3. Rõ ràng việc bổ sung muối ngay từ đầu đã gây ra một ảnh hưởng tạm thời đến cây mặc dù ở nồng độ thích hợp để cây sinh trưởng, cây đã nhanh chóng thích nghi để sinh trưởng [2], [12]. Đáng chú ý, khối lượng của cây trồng với PT1 đã tăng cao hơn so với PT2 và PT3, trong khi số lá và chiều cao của cây ở các phương thức không thay đổi đáng kể (Bảng 2). Điều này chứng tỏ sự tăng trưởng sinh khối của cây ở PT1 là do sự tăng lên về khối lượng và kích thước lá. Khả năng tăng sinh khối của cây có thể phụ thuộc vào thời điểm bổ sung muối, vì cây có thể đối mặt với stress thẩm thấu tạm thời và cần thời gian để điều chỉnh các phản ứng phù hợp với sự có mặt ngay từ đầu của muối ở nồng độ cao. Điều này dẫn đến làm giảm năng suất sinh khối [1], [2]. Việc bổ sung muối tăng dần nồng độ sẽ giúp cây vượt qua rào cản stress một cách thuận lợi. Kết quả tương tự cũng đã được quan sát ở cây *Cichorium spinosum* với sự bổ sung của muối [14].

Bảng 2. Sinh trưởng của cây Giọt băng ở phương thức bổ sung NaCl khác nhau sau 28 ngày

Phương thức	Chiều cao (cm)	Số lá	Khối lượng tươi thân (g)
PT1	3,82 ± 0,88a	7,53 ± 1,32a	5,21 ± 0,65a
PT2	4,35 ± 1,05a	7,64 ± 1,61a	2,31 ± 0,04b
PT3	4,35 ± 0,81a	7,68 ± 1,52a	2,27 ± 0,07b

*Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức theo Duncan's test với mức ý nghĩa $p < 0,05$



Hình 3. Ảnh hưởng của phương thức bổ sung NaCl đến chiều cao và số lá cây Giọt băng. A, chiều cao; và B, số lá cây sau 28 ngày trồng. Các chữ cái khác nhau trong cùng một thời điểm quan sát thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức theo Duncan's test với mức ý nghĩa $p < 0,05$

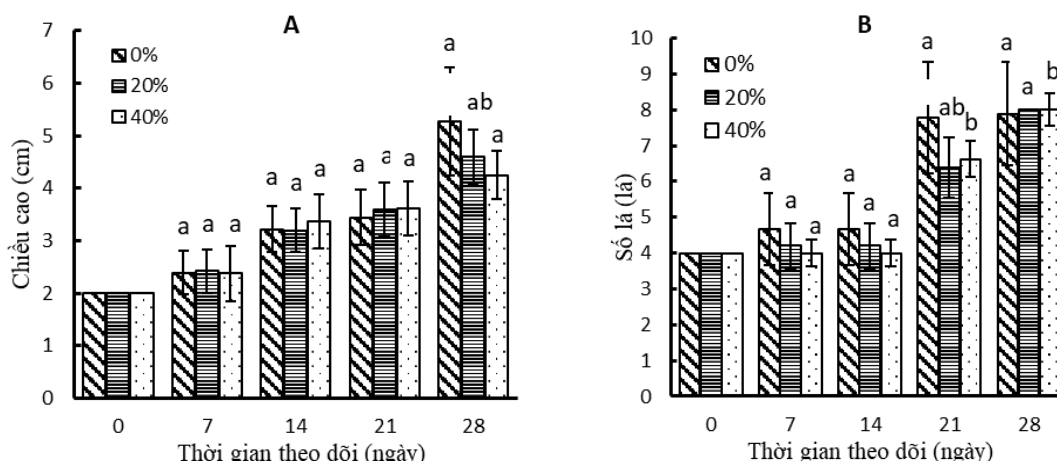
3.3. Ảnh hưởng của nồng độ nước biển đến sinh trưởng của cây Giọt băng

Sử dụng nước nhiễm mặn để canh tác cây trồng nông nghiệp truyền thống là một việc làm khó khăn. Nhưng đối với các cây ưu mặn thì nguồn nước này có thể được tận dụng. Với đặc tính ưu muối, cây Giọt băng có thể trở thành một cây trồng thích ứng với điều kiện mặn [3], [15]. Nghiên cứu này cho thấy nồng độ nước biển có ảnh hưởng đến sinh trưởng của cây, sinh khối của cây có xu hướng giảm dần khi nồng độ nước biển tăng lên (Bảng 3). Khối lượng tươi của cây trồng với dung dịch không bổ sung nước biển đạt 6,02 g, trong khi khối lượng chỉ đạt 4,79 và 3,42 g ở các dung dịch có bổ sung tương ứng 20 và 40% nước biển. Tuy nhiên, trên thực tế sinh trưởng của cây có thể vẫn được duy trì, thậm chí là được thúc đẩy bởi sự có mặt của nước biển ở các nồng độ đã khảo sát nếu kéo dài thời gian quan sát [15], vì các nghiên cứu trước đây cho thấy cây có thể duy trì sinh trưởng khi trồng trên đất với chế độ tưới nước biển cao hơn mức nồng độ trong nghiên cứu này. Ngoài NaCl, trong nước biển còn có các thành phần muối khoáng khác, và các muối khoáng này có thể sẽ làm giảm sự tăng trưởng của cây vì ức chế của thể nước dung dịch tăng hoặc độc học do tích lũy dư thừa các ion khoáng [15]. Tương tự, chiều cao và số lá không thay đổi đáng kể ở các nồng độ nước biển khác nhau, tuy nhiên chiều cao cây có xu hướng tăng dần từ sau 7 ngày, trong khi số lá chỉ tăng sau 14 ngày trồng [Hình 4]. Kết quả này chứng tỏ cây đã trải qua sự thích nghi dần ở giai đoạn đầu và sự tăng trưởng sinh khối gắn liền với sự tăng trưởng về sinh khối của lá [4].

Bảng 3. Sinh trưởng của cây Giọt băng ở nồng độ nước biển khác nhau sau 28 ngày

Nồng độ nước biển (%)	Chiều cao (cm)	Số lá	Khối lượng tươi chồi (g)
0	5,28 ± 1,03a	7,88±1,45a	6,02 ± 0,15a
20	4,60 ± 0,51ab	8,00±0,00a	4,79 ± 0,14b
40	4,25 ± 0,46b	8,00±0,00a	3,42 ± 0,25c

*Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức theo Duncan's test với mức ý nghĩa $p < 0,05$.



Hình 4. Ảnh hưởng của nồng độ nước biển đến chiều cao và số lá cây Giọt băng. A, chiều cao; và B, số lá của cây sau 28 ngày trồng. Các chữ cái khác nhau trong cùng một thời điểm quan sát thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức theo Duncan's test với mức ý nghĩa $p < 0,05$

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu đã cho thấy ảnh hưởng của các thành phần dinh dưỡng và muối đến sinh trưởng của cây Giọt băng được trồng bằng kỹ thuật thủy canh hồi lưu dạng màng dinh dưỡng. Trong số các dung dịch dinh dưỡng đã thử nghiệm thì dung dịch 1/2 HL có tác động nổi bật nhất đến sinh trưởng của cây. Mặc dù sự có mặt của muối ở nồng độ 100 mM đã thúc đẩy sự sinh trưởng của cây, nhưng phương thức bổ sung muối tăng dần, 50 mM ở tuần đầu tiên, sau đó nâng lên 100 mM ở tuần tiếp theo, đã cho thấy ảnh hưởng tích cực đến sinh trưởng của cây. Ngoài việc sử dụng NaCl, nước biển pha loãng ở nồng độ 20% (v/v) cũng có thể được sử dụng để trồng cây. Nghiên cứu được thực nghiệm trong điều kiện khí hậu tại thành phố Đà Nẵng, do đó những kết quả thu được là thông tin hữu ích để phát triển mô hình canh tác bằng kỹ thuật thủy canh cây Giọt băng tại địa phương.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] T. J. Flowers and T. D. Colmer, "Salinity tolerance in halophytes," *New Phytologist*, vol. 179, no. 4, pp. 945-963, 2008.
- [2] R. Joshi, V. R. Mangu, R. Bedre, L. Sanchez, W. Pilcher, H. Zandkarimi, and N. Baisakh, *Salt adaptation mechanisms of halophytes: improvement of salt tolerance in crop plants. In Elucidation of abiotic stress signaling in plants*, Springer, New York, NY, pp. 243-279, 2015.
- [3] H. J. Bohnert and J. C. Cushman, "The ice plant cometh: Lessons in abiotic stress tolerance," *Journal of Plant Growth Regulation*, vol. 19, no. 3, pp. 334-346, 2000.
- [4] G. Atzori, "The potential of edible halophytes as new crops in saline agriculture: the ice plant (*Mesembryanthemum crystallinum* L.) case study," *In Future of Sustainable Agriculture in Saline Environments*, CRC Press, pp. 443-460, 2021.
- [5] P. Sambo, C. Nicoletto, A. Giro, Y. Pii, F. Valentinuzzi, T. Mimmo, and S. Cesco, "Hydroponic solutions for soilless production systems: issues and opportunities in a smart agriculture perspective," *Frontiers in Plant Science*, vol. 10, pp 1-17, 2019.
- [6] K. Sakamoto, M. Kogi, and T. Yanagisawa, "Effects of salinity and nutrients in seawater on hydroponic culture of red leaf lettuce," *Environmental Control in Biology*, vol. 52, no. 3, pp. 189-195, 2014.
- [7] S. Agarie, T. Shimoda, Y. Shimizu, K. Baumann, H. Sunagawa, A. Kondo, and J. C. Cushman, "Salt tolerance, salt accumulation, and ionic homeostasis in an epidermal bladder-cell-less mutant of the common ice plant *Mesembryanthemum crystallinum*," *Journal of Experimental Botany*, vol. 58, no. 8, pp. 1957-1967, 2007.

-
- [8] S. Agarie, A. Kawaguchi, A. Koderu, H. Sunagawa, H. Kojima, A. Nose, and T. Nakahara, "Potential of the common ice plant, *Mesembryanthemum crystallinum* as a new high-functional food as evaluated by polyol accumulation," *Plant Production Science*, vol. 12, no. 1, pp. 37-46, 2009.
- [9] T. Weepelian, T. B. Yen, and Y. S. Ho, "Growth, development, and chemical constituents of edible ice plant (*Mesembryanthemum crystallinum* L.) produced under combinations of light-emitting diode lights," *HortScience*, vol. 53, no. 6, pp. 865-874, 2018.
- [10] G. Atzori, A. C. De Vos, M. Van Rijsselberghe, P. Vignolini, J. Rozema, S. Mancuso, and P. M. Van Bodegom, "Effects of increased seawater salinity irrigation on growth and quality of the edible halophyte *Mesembryanthemum crystallinum* L. under field conditions," *Agricultural Water Management*, vol. 187, pp. 37-46, 2017.
- [11] M. K. Cha, J. S. Kim, and Y. Y. Cho, "Growth model of common ice plant (*Mesembryanthemum crystallinum* L.) using expolinear functions in a closed-type plant production system," *Horticultural Science & Technology*, vol. 32, no. 4, pp. 493-498, 2014.
- [12] W. B. Herppich, S. Huyskens-Keil, and M. Schreiner, "Effects of saline irrigation on growth, physiology and quality of *Mesembryanthemum crystallinum* L., a rare vegetable crop," *Journal of Applied Botany and Food Quality*, vol. 82, no. 1, pp. 47-54, 2008.
- [13] M. V. Nguyen, H. V. La, and P. X. Ong, *Methods in plant physiology*. Vietnam National University Press, Ha Noi, 2013.
- [14] E. Klados and N. Tzortzakos, "Effects of substrate and salinity in hydroponically grown *Cichorium spinosum*," *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, vol. 14, no. 1, pp. 211-222, 2014.
- [15] G. Atzori, A. C. De Vos, M. Van Rijsselberghe, P. Vignolini, J. Rozema, S. Mancuso, and P. M. B. Van, "Effects of increased seawater salinity irrigation on growth and quality of the edible halophyte *Mesembryanthemum crystallinum* L. under field conditions," *Agricultural Water Management*, vol. 187, pp. 37-46, 2017.