

# ẢNH HƯỞNG CỦA MẶN ĐẾN SINH TRƯỞNG, TÌNH TRẠNG NƯỚC VÀ SẮC TỐ QUANG HỢP CỦA CÂY THUỐC LÚC DÂY (*PHYLA NODIFLORA*)

## EFFECTS OF SALINITY ON GROWTH, WATER STATUS AND PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS OF A MEDICINAL PLANT *PHYLA NODIFLORA*

Trần Quang Dân\*, Phạm Công Anh, Vũ Đức Hoàng, Võ Châu Tuấn

Trường Đại học Sư phạm - Đại học Đà Nẵng, Đà Nẵng, Việt Nam<sup>1</sup>

\*Tác giả liên hệ / Corresponding author: tqdan@ued.udn.vn

(Nhận bài / Received: 25/11/2023; Sửa bài / Revised: 27/12/2023; Chấp nhận đăng / Accepted: 28/12/2023)

**Tóm tắt** - Lúc dây (*Phyla nodiflora*) là loài cây thuốc có nhiều giá trị y học và có tiềm năng chịu mặn. Tuy nhiên, khả năng chống chịu của cây đối với mặn vẫn chưa được làm rõ. Mục tiêu của bài báo này là làm rõ khả năng chịu mặn và những thay đổi trong sinh trưởng, tình trạng nước và hàm lượng sắc tố quang hợp của cây ở các điều kiện mặn đất khác nhau (50, 100, 200, 400 mM NaCl). Kết quả cho thấy Lúc dây có thể duy trì sự sinh trưởng với nồng độ mặn lên tới 400 mM NaCl. Sinh khối tươi và khô của cây không thay đổi đáng kể ở nồng độ 50–100 mM NaCl so với đối chứng, nhưng giảm tương ứng 51,68–71,15% và 34,96–58,03% ở các nồng độ 200–400 mM NaCl. Hàm lượng nước tương đối cũng đã giảm khi nồng độ muối tăng lên, tuy nhiên, hàm lượng các sắc tố quang hợp đã có xu hướng tăng có ý nghĩa ở nồng độ muối 400 mM. Điều này chứng tỏ sự tồn tại của những cơ chế chống chịu mặn ở cây Lúc dây.

**Từ khóa** - Cây thuốc; mặn cục đoạn; Lúc dây; hàm lượng nước tương đối; sắc tố quang hợp.

### 1. Đặt vấn đề

Mặn (do sự tích lũy của muối NaCl ở nồng độ cao trong đất) là một trong những yếu tố môi trường có ảnh hưởng bất lợi đến năng suất và sản xuất nông nghiệp, vì phần lớn (> 90%) các loài cây trồng nông nghiệp rất nhạy cảm với mặn [1], sản lượng có thể giảm hơn 10% khi độ mặn của dung dịch đất (thể hiện qua độ dẫn) ở trong khoảng 4–8 dS/m [2]. Theo ước tính hiện nay có hơn 20% diện tích đất canh tác và 33% đất tưới tiêu trên thế giới bị ảnh hưởng bởi mặn ở mức cao, và diện tích đất mặn có xu hướng ngày càng tăng [3]. Điều này cảnh báo nguy cơ đe dọa đối với sản xuất nông nghiệp và vấn đề an ninh lương thực trong tương lai. Vì vậy, nghiên cứu cải tiến giống cây trồng kết hợp phát triển các cây trồng mới có khả năng chịu mặn được xem là những giải pháp tiềm năng cho hoạt động sản xuất nông nghiệp thích ứng mặn (có thể canh tác các loại cây trồng trên đất nhiễm mặn) [2]. Để đạt được mục tiêu này, những hiểu biết đầy đủ và rõ ràng về cơ chế chống chịu của thực vật đối với muối, đặc biệt là các cây chịu mặn, là rất cần thiết [4].

Các nghiên cứu cho thấy, với nồng độ cao trong đất sẽ gây ra hai ảnh hưởng tiêu cực chính đối với các quá trình sinh trưởng và phát triển của thực vật [4, 5]. Đầu tiên, nồng độ muối tích lũy cao trong đất sẽ làm giảm thế nước đất, ngăn cản sự hấp thu nước của cây và tạo ra căng thẳng thẩm thấu cho cây. Hai là, muối cũng sẽ thúc đẩy quá trình xâm

**Abstract** - *Phyla nodiflora* is a valuable medicinal plant and has a potential tolerance to salinity, but there have been no studies related to its salt tolerance. The present study aimed to elucidate salt tolerance capability and changes in growth, leaf water status, and photosynthetic pigment contents of plants under different soil salinity conditions (50, 100, 200, 400 mM NaCl). Results showed that the plants maintained their growth under salinity levels up to 400 mM NaCl. Compared to the control, the fresh and dry biomass of the plants remained unchanged with 50–100 mM NaCl, and decreased 51.68–71.15% and 34.96–58.03% under 200 and 400 mM NaCl conditions, respectively. Relative water content also decreased with increasing salt concentrations, but accumulation of photosynthetic pigments significantly increased by 400 mM NaCl. These findings suggested existence of salt tolerance mechanisms in *P. nodiflora*.

**Key words** - Medicinal plants; *Phyla nodiflora*; photosynthetic pigment; relative water content; salinity stress.

nhập của các ion Na<sup>+</sup> và Cl<sup>-</sup> vào bên trong tế bào thực vật. Vì Na<sup>+</sup> và Cl<sup>-</sup> là những ion có tính độc đối với tế bào khi có mặt ở nồng độ cao trong tế bào chất, nên khi chúng được tích vượt ngưỡng chịu đựng thì sẽ gây ra những ảnh hưởng bất lợi đối với các hoạt động sinh lý và chuyển hoá của tế bào như: quang hợp, hô hấp, hấp thu dinh dưỡng, cân bằng nội môi (homeostasis). Qua đó, làm thay đổi hình thái, hạn chế khả năng sinh trưởng và phát triển của cây [5, 6]. Mức độ ảnh hưởng của muối phụ thuộc vào loài, giai đoạn sinh lý, và cơ chế chống chịu của cây [7, 8].

Lúc dây (*Phyla nodiflora*) thuộc họ Verbenaceae, là một loài cây thảo thân bò, phân bố ở nhiều vùng/quốc gia trên thế giới như: Châu Á, Úc, Trung-Nam Mỹ, Địa Trung Hải, và Châu Phi [9]. Cây được sử dụng trong y học cổ truyền để điều trị nhiều loại bệnh như: hen suyễn, viêm phế quản, đau khớp gối, lậu và kích thích bệnh trĩ nội, bệnh tim, viêm gan và sốt [10]. Dịch chiết cây cũng có hoạt tính kháng khuẩn, chống ung thư, chống viêm, trị đái tháo đường, chống hình thành tế bào, tác dụng bảo vệ gan và chống oxy hóa. Phần thân cây cũng là một thành phần phổ biến của trà thảo dược được sử dụng để hỗ trợ điều trị chứng viêm, rối loạn kinh nguyệt và bệnh truyền nhiễm [11, 12]. Ngoài ra, nó còn được dùng trong cảnh quang và thức ăn cho gia súc [13]. Hiện nay, theo nhóm tác giả tìm hiểu thì cây chỉ được trồng ở quy mô làm vườn ở một số

<sup>1</sup> The University of Danang – University of Science and Education, Danang, Vietnam (Dan Quang Tran, Anh Cong Pham, Hoang Duc Vu, Tuan Chau Vo)

quốc gia cho mục đích dược liệu. Cây có thể sinh trưởng và phát triển ở các điều kiện sinh thái đất như: đất vườn, đất ruộng, đất ngập nước, và đất cát ven biển. Việc tồn tại ở các vùng đất cát ven biển cho thấy tiềm năng chịu mặn của cây; tuy nhiên, cho đến nay vẫn chưa có bất kì một nghiên cứu nào đề cập đến đặc tính sinh trưởng, sinh lý, hoá sinh, phân tử của cây khi sống ở điều kiện mặn.

Mục tiêu của nghiên cứu này là xem xét ảnh hưởng của mặn đến sinh trưởng, tình trạng nước và quang hợp của cây thông qua sự thay đổi sinh khối, hàm lượng các sắc tố quang hợp (chlorophylls và carotenoids) và hàm lượng nước tương đối (RWC) của lá khi trồng ở các điều kiện mặn khác nhau. Qua đó, đánh giá khả năng chịu mặn và cung cấp những thông tin hữu ích để nghiên cứu về cơ chế chống chịu mặn ở loài cây này. Để quan sát rõ ràng các phản ứng sinh trưởng và sinh lý của cây Lức dây, cây con ở giai đoạn 4-6 tuần sau khi nảy mầm đã được xử lí với các điều kiện mặn khác nhau (50, 100, 200, 400 mM NaCl).

## 2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Vật liệu

Hạt cây Lức dây được thu thập từ cây tự nhiên phân bố ở các vùng đất cát ven biển thuộc Thành phố Đà Nẵng. Cây đã được xác thực bởi chuyên gia phân loại thực vật, TS. Lê Tuấn Anh (Viện nghiên cứu khoa học miền Trung, Viện Bảo Tàng Việt Nam), dựa vào đặc điểm hình thái của cây.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Trồng cây con

Hạt được gieo vào các khay nhựa với hỗn hợp giá thể gồm xơ dừa: vermiculite: perlite (tỉ lệ 2: 1: 1). Cây con sau khi nảy mầm (2 tuần) được chuyển qua trồng ở chậu nhựa (thể tích 0,5 L) với cùng giá thể và duy trì trong tủ sinh trưởng (CMP6010–Convion, Canada) với điều kiện: 14 giờ chiếu sáng với cường độ 10.000 lux và nhiệt độ sáng tối 28°C/25°C. Cây được tưới đủ ẩm bằng dung dịch dinh dưỡng ½ Hoagland (pH 6,0–6,5) khoảng 4–6 tuần trước khi xử lí mặn.

#### 2.2.2. Xử lí mặn

Cây non trồng trong chậu với 4-5 cặp lá thật đã được sử dụng để xử lí mặn dựa theo phương pháp tưới được mô tả bởi Sahin và cs [14]. Cây được tưới liên tục ở mỗi lần xử lí bởi dung dịch dinh dưỡng ½ Hoagland có bổ sung NaCl ở các mức nồng độ 50, 100, 200, 400 mM nhằm duy trì độ mặn trong đất trong thời gian xử lí. Ở các nghiệm thức xử lí mặn nồng độ 100–400 mM, độ mặn trong đất đã được nâng dần theo từng mức trước khi đạt giá trị tương ứng của nghiệm thức nhằm hạn chế sốc thẩm thấu [14]. Độ ẩm đất được duy trì với chế độ tưới thích hợp (1–2 ngày/lần). Bên cạnh đó, cây cũng được tưới với dung dịch dinh dưỡng không bổ sung muối để làm đối chứng.

#### 2.2.3. Xác định các chỉ tiêu sinh trưởng

Cây được tách cẩn thận ra khỏi giá thể. Khối lượng tươi và khối lượng khô của toàn cây sau 14 ngày xử lí mặn (khoảng thời gian phù hợp để đánh giá sinh trưởng của cây ở các nghiệm thức) đã được xác định bằng phương pháp cân khối lượng mẫu. Để xác định khối lượng khô, cây được sấy ở 70°C, 48 giờ trong tủ sấy trước khi cân [14]. Chiều dài chồi và rễ cũng được xác định bằng thước đo.

### 2.2.4. Xác định hàm lượng sắc tố quang hợp

Hàm lượng các sắc tố quang hợp của lá: chlorophylls (a+b) và carotenoids được xác định dựa theo mô tả của Wellburn [15]. Mẫu lá tươi (0,05 g) được nghiền mịn với 10 mL acetone 80% (v/v) và ủ qua đêm ở 4°C. Sau đó, dịch chiết được ly tâm với tốc độ 5.000 rpm, 10 phút. Độ hấp thụ (A) của dịch mỗi được xác định ở các bước sóng 645, 663 và 470 nm bằng máy đo quang phổ UV–VIS Jasco V730 (Shimadzu, Nhật Bản) để xác định nồng độ sắc tố trong dịch chiết. Hàm lượng chlorophylls và carotenoids của lá đã được xác định theo khối lượng mẫu lá tươi (µg/mg FW).

### 2.2.5. Xác định hàm lượng nước tương đối

RWC được xác định dựa theo phương pháp mô tả bởi González và González-Vilar [16]. Mẫu lá tươi được cân nhanh để xác định khối lượng tươi (FW), sau đó được đặt vào đĩa petri có chứa nước cất và ủ ở điều kiện 4°C tối thiểu trong 4 giờ trước khi cân xác định khối lượng tương (TFW). Khối lượng khô của mẫu lá (DW) đã được xác định sau khi sấy ở 70°C trong 48 giờ. RWC được tính theo công thức:

$$\text{RWC (\%)} = [(\text{FW} - \text{DW}) / (\text{TFW} - \text{DW})] \times 100 (\%)$$

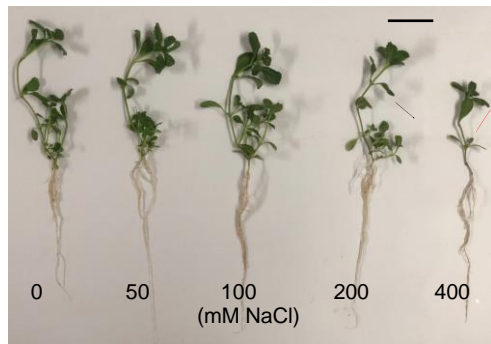
### 2.2.6. Bố trí thí nghiệm và xử lí số liệu

Các nghiệm thức xử lí muối được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên, với 3–5 cây được trồng trong một chậu và lặp lại 3 lần. Dữ liệu đã được xử lí thống kê mô tả với cỡ mẫu  $n = 10-15$  và mức ý nghĩa  $\alpha = 0,05$ . Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức được xác định dựa vào phân tích hậu định Tukey's test với giá trị p-value < 0,05 bằng phần mềm R.

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Ảnh hưởng của mặn đến đặc tính sinh trưởng của cây

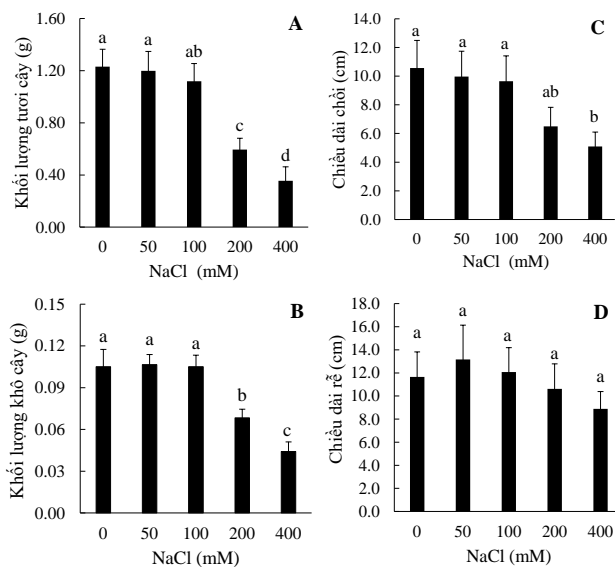
Sau 14 ngày xử lí mặn, kết quả cho thấy sự ảnh hưởng của mặn đến sinh trưởng và sinh khối của cây. Sinh khối cây có xu hướng giảm khi nồng độ muối tăng lên với mức độ suy giảm tùy thuộc vào nồng độ muối (Hình 1, Hình 2). Cả khối lượng tươi và khô của cây được duy trì khi nồng độ muối không vượt quá 100 mM, tuy nhiên có xu hướng giảm xuống ở các nồng độ muối cao hơn (Hình 2A, 2B). Khối lượng tươi và khô của cây ở nồng độ 200 mM NaCl đã giảm rõ rệt, mức giảm tương ứng 51,68% (0,595 g) và 34,96% (0,068 g) so với đối chứng (1,231 g khối lượng tươi và 0,105 g khối lượng khô), và đã tiếp tục giảm 71,15% (0,355 g) và 58,03% (0,044 g) ở nồng độ 400 mM NaCl (Hình 2A, B). Sự suy giảm một cách có ý nghĩa của sinh khối cây ở nồng độ 200–400 mM NaCl cho thấy mặn đã gây ra sự ức chế đối với sinh trưởng của cây ở những nồng độ muối này. Mặc dù sinh khối giảm ở nồng độ muối cao (400 mM), cây vẫn duy trì sự sinh trưởng thông qua biểu hiện hình thành lá và rễ mới (Hình 1). Điều này cho thấy Lức dây có khả năng chống chịu với mức độ mặn này. Khả năng chống chịu của cây có thể tăng lên khi cây ở trạng thái cây trưởng thành. Mặc dù, vẫn có nhiều thang đánh giá khác nhau, tuy nhiên phần lớn các loài thực vật được xem là cây nhạy cảm mặn khi không thể tồn tại ở nồng độ muối vượt quá 100 mM [8, 17]. Vì vậy, Lức dây có thể được xem là cây chịu mặn cao. Với khả năng chịu mặn này, cây Lức dây có thể được trồng ở những vùng đất nhiễm mặn với mức tương ứng trong khoảng 100–200 mM NaCl cho mục đích dược liệu.



**Hình 1.** Cây trồng ở các nghiệm thức xử lý muối sau 14 ngày. Thanh tỉ lệ = 5 cm. Mũi tên chỉ vị trí lá mới hình thành

Bên cạnh việc tạo ra sự suy giảm sinh khối cây, mặn cũng đã có gây ảnh hưởng khác nhau nhau đối với sự tích lũy giữa sinh khối tươi và khô. Sinh khối tươi có xu hướng giảm nhiều hơn (51,68–71,15%) so với sinh khối khô (34,96–58,03%) khi cây ở nồng độ muối 200–400 mM (Hình 2A, B). Điều này cho thấy cây đã duy trì sinh khối khô tốt hơn khi chống chịu đối với mặn.

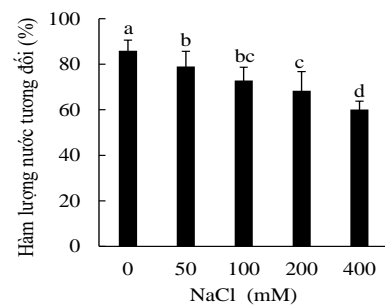
Ngoài ra, ảnh hưởng của mặn đến sinh trưởng của chồi và rễ đã được xác định thông qua sự thay đổi về kích thước của chúng. Kết quả cho thấy, sự thay đổi của chiều dài chồi có xu hướng tương tự như sinh khối, mặc dù không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở nồng độ muối 200 mM (Hình 2C). Trong khi đó, chiều dài của rễ cây ở các nồng độ muối khảo sát đã không có sự thay đổi đáng kể, ngoại trừ chiều dài rễ có xu hướng giảm ở nồng độ muối 400 mM (vì rễ mỏng nên dễ bị đứt gãy trong khi thu, dẫn đến biến động lớn của phương sai, làm ảnh hưởng đến kết quả thống kê). Sự sinh trưởng chiều dài của rễ giảm không đáng kể ở nồng độ muối cao (Hình 2D), trong khi đó sinh khối của nó lại giảm (Hình 2A, B). Nguyên nhân là do sự suy giảm trong việc hình thành rễ ở nồng độ muối cao (Hình 1).



**Hình 2.** Các chỉ tiêu sinh trưởng của cây sau 14 ngày xử lý mặn. A và B, khối lượng tươi và khô; C và D, chiều dài của chồi và rễ. Các chữ cái khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức theo Tukey's test, với  $p$ -value < 0,05

### 3.2. Ảnh hưởng của mặn đến tình trạng nước của cây

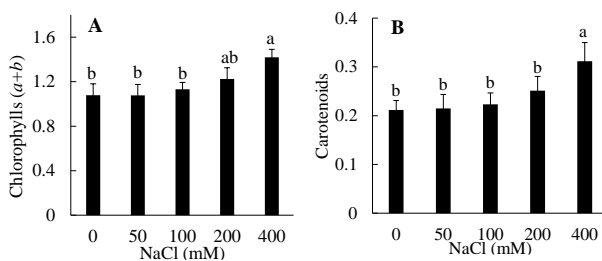
Nồng độ cao của muối sẽ làm tăng áp suất thẩm thấu dung dịch đất. Vì vậy, khi cây ở điều kiện mặn với nồng độ muối cao, thể nước của cây có thể lớn hơn thể nước của đất, làm hạn chế sự hút nước của rễ và toàn cây [5]. RWC của lá được xem là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá tình trạng nước và sự điều chỉnh áp suất nội bào của tế bào thực vật trước điều kiện thiếu nước, qua đó đánh giá tình trạng nước của cây [16]. Kết quả nghiên cứu cho thấy, RWC của lá Lức dây đã giảm dần khi nồng độ muối trong đất tăng lên (Hình 3). Cụ thể, RWC đã giảm khoảng 6,94–13,06% ở nồng độ muối 50–100 mM so với đối chứng, tuy nhiên đã giảm nhiều hơn 17,62–25,81% ở các nồng độ muối cao hơn (Hình 3). Sự suy giảm của RWC chứng tỏ tình trạng nước của cây đã bị ảnh hưởng bởi mặn. Sự hút nước của cây đã bị hạn chế với sự có mặt của muối, làm giảm hàm lượng nước trong cây. Điều này có lẽ chính là một trong những nguyên nhân của sự suy giảm sinh khối (Hình 2). Tuy nhiên, giá trị RWC vẫn ở trong khoảng 70–90%, cho thấy cây vẫn hút nước nhằm duy trì sinh trưởng của cây. Điều chỉnh áp suất thẩm thấu nội bào bằng việc tích lũy các chất hoà tan là một trong những cơ chế ở mức tế bào mà nhiều loài thực vật sử dụng để chống chịu với hạn sinh lý do mặn gây ra [4, 5, 18]. Sự thay đổi của RWC chứng tỏ sự tồn tại một cơ chế tương tự trong cây Lức dây khi phản ứng với mặn.



**Hình 3.** Hàm lượng nước tương đối của lá sau 7 ngày xử lý mặn. Các chữ cái khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức theo Tukey's test, với  $p$ -value < 0,05

### 3.3. Ảnh hưởng của mặn đến hàm lượng sắc tố quang hợp của cây

Chlorophylls và carotenoids là 2 nhóm sắc tố chính tham gia vào quá trình quang hợp với vai trò thu nhận và chuyển hoá và năng lượng từ ánh sáng mặt trời. Nhiều nghiên cứu trước đây đã cho thấy sự thay đổi của hàm lượng các sắc tố này ở các loài thực vật khi tiếp xúc với điều kiện mặn [19]. Kết quả nghiên cứu cho thấy ảnh hưởng của mặn đến sự tích lũy của chlorophylls (a+b) và carotenoids trong lá cây Lức dây (Hình 4). Hàm lượng chlorophylls (a+b) đã không thay đổi ở nồng độ muối 50–100 mM so với đối chứng (1,078  $\mu\text{g}/\text{mg}$  FW), nhưng có xu hướng tăng đến 1,13 (1,224  $\mu\text{g}/\text{mg}$  FW)–1,32 (1,419  $\mu\text{g}/\text{mg}$  FW) lần tương ứng ở các nồng độ 200 và 400 mM NaCl (Hình 4A). Hàm lượng chlorophylls (a+b) đã tăng có ý nghĩa ở nồng độ 400 mM NaCl. Sự thay đổi tương tự cũng đã được quan sát đối với sự tích lũy của carotenoids, hàm lượng sắc tố này đã tăng đến 1,19 lần (0,311  $\mu\text{g}/\text{mg}$  FW) ở nồng độ 400 mM NaCl so với đối chứng (0,212  $\mu\text{g}/\text{mg}$  FW) (Hình 4B).



**Hình 4.** Hàm lượng các sắc tố quang hợp của lá sau 7 ngày xử lí mặn. Hàm lượng chlorophylls (a+b) (A) và carotenoids (B).

Các chữ cái khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức theo Tukey's test, với  $p$ -value < 0,05.

Căng thẳng mặn làm tăng hoạt động của chlorophyllase, qua đó thúc đẩy sự phân hủy chlorophylls ở nhiều loài thực vật [20]. Mức độ ảnh hưởng phụ thuộc vào khả năng chịu mặn của loài thực vật. Carotenoids đóng vai trò như tiền chất dẫn truyền tín hiệu trong quá trình phát triển của cây dưới điều kiện căng thẳng phi sinh học, và tham gia bảo vệ màng khỏi những tổn thương do các gốc oxy tự do (ROS) tạo ra bởi căng thẳng [21]. Vì vậy, sự tích lũy gia tăng của các sắc tố này trong lá ở nồng độ muối cao có thể là yếu tố đóng góp tích cực đến khả năng chống chịu mặn của cây. Sự tích lũy các sắc tố quang hợp này đã được quan sát ở một số loài cây chịu mặn khi cây ở điều kiện căng thẳng mặn, ví dụ cây *Kalidium foliatum* [19]. Lá có thể đã duy trì chức năng quang hợp để tổng hợp các yếu tố cần thiết cho quá trình chống chịu với mặn như: cung cấp nguồn carbohydrate và các chất chuyển hoá trung gian. Sự tăng cường sắc tố quang hợp cho thấy khả năng sở hữu một cơ chế quang hợp thích nghi muối của cây. Để hiểu rõ cơ chế này, các nghiên cứu tiếp theo cần xem xét hoạt động quang hợp và các yếu tố phân tử liên quan.

#### 4. Kết luận

Lần đầu tiên, kết quả nghiên cứu cho thấy, Lức đây là loài cây chịu mặn với mức độ mặn tương ứng với 400 mM NaCl. Muối đã ảnh hưởng đến các đặc tính sinh trưởng, tích lũy sắc tố quang hợp và tình trạng nước của cây tùy thuộc vào nồng độ muối. Cây không có sự thay đổi đáng kể các đặc tính khi ở điều kiện với 50–100 mM NaCl; tuy nhiên, đã thay đổi ở những nồng độ muối cao hơn. Cả sinh trưởng, sinh khối, và RWC của cây đã giảm khi cây ở điều kiện căng thẳng mặn, trong khi hàm lượng các sắc tố quang hợp đã tăng lên. Những phản ứng của cây đối với mặn cho thấy sự tồn tại của những cơ chế chống chịu có hiệu quả của cây Lức đây. Các nghiên cứu tiếp theo cần làm rõ các cơ chế chống chịu mặn của loài cây này.

**Lời cảm ơn:** Các tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của Bộ Giáo dục và Đào tạo và Đại học Đà Nẵng thông qua Đề tài NCKH cấp Bộ năm 2021 (Mã số: B2021-DNA-10).

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] W. Abobatta, "Some physiological mechanisms of salt tolerance in the glycophytes plant: overview", *Acta Sci Agric*, vol. 2, no. 12, pp. 154-156, 2018.

[2] S. Panta, T. Flowers, P. Lane, R. Doyle, G. Haros, and S. Shabala, "Halophyte agriculture: Success stories", *Environmental and Experimental Botany*, vol. 107, pp. 71-83, 2014.

[3] P. Kumar and P. K. Sharma, "Soil salinity and food security in India", *Frontiers in Sustainable Food Systems*, vol. 4, 2020, DOI: 10.3389/fsufs.2020.533781.

[4] B. Gupta and B. Huang, "Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization", *International Journal of Genomics*, vol. 2014, ID 701596, 2014. DOI: 10.1155/2014/701596

[5] C. Zhao, H. Zhang, C. Song, J. K. Zhu, S. Shabala, "Mechanisms of plant responses and adaptation to soil salinity", *The Innovation*, vol. 1, no. 1, 100017, 2020.

[6] H. Safdar et al., "A review: Impact of salinity on plant growth", *Nat Sci*, vol. 17, no. 1, pp. 34-40, 2019.

[7] D. Kotagiri, V. C. Kolluru, "Effect of salinity stress on the morphology and physiology of five different *Coleus* species", *Biomedical and Pharmacology Journal*, vol. 10, no. 4, pp. 1639-1649, 2017.

[8] M. O. Khan et al., "A practical and economical strategy to mitigate salinity stress through seed priming", *Frontiers in Environmental Science*, vol. 10, 2022.

[9] C. L. Gross, M. Fatemi, M. Julien, H. McPherson, and R. Van Klinken, "The phylogeny and biogeography of *Phyla nodiflora* (Verbenaceae) reveals native and invasive lineages throughout the world", *Diversity*, vol. 9, no. 2, pp. 1-20, 2017.

[10] M. Jabeen, U. Jillani, B. A. Chaudhary, and M. Uzair, "Phytochemical and pharmacological studies of *Phyla nodiflora* (Verbenaceae): A review", *Pak J Pharm Res*, vol. 2, no. 1, pp. 49-54, 2016.

[11] Y. Yang, S. Lu, and T. Chen, "Verbenaceae", *Flora of Taiwan*, vol. 127, no. 4, p. 421, 1998.

[12] G. R. Parmar, S. B. Baile, K. Gohel, A. Shah, S. Patel, A. K. Seth, "An ethnobotanical and pharmacological review on *Phyla nodiflora*", *International Journal of Pharmaceutical Research*, vol. 12, no. 4, pp. 3667-3673, 2020.

[13] T. Abbas, I. Ahmad, Z. I. Khan, M. K. Okla, I. A. Saleh, and H. Abdelgawad: Comparative physiological adaptations to industrial pollution stress mediated by melatonin in riparian vegetation and *Phyla nodiflora* an ornamental plant", *Scientia Horticulturae*, vol. 321, 112367, 2023.

[14] U. Sahin, M. Ekinici, S. Ors, M. Turan, S. Yildiz, and E. Yildirim, "Effects of individual and combined effects of salinity and drought on physiological, nutritional and biochemical properties of cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata)", *Scientia Horticulturae*, vol. 240, pp. 196-204, 2018.

[15] A. R. Wellburn, "The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution", *Journal of Plant Physiology*, vol. 144, no. 3, pp. 307-313, 1994.

[16] L. González and M. González-Vilar, *Determination of relative water content*. In: *Handbook of plant ecophysiology techniques*, Springer, 2001.

[17] E. George, W. J. Horst, and E. Neumann, *Adaptation of plants to adverse chemical soil conditions*. In: *Marschner's mineral nutrition of higher plants*, Elsevier, 2012.

[18] R. Munns and M. Tester, "Mechanisms of salinity tolerance", *Annu Rev Plant Biol*, vol. 59, pp. 651-681, 2008.

[19] D. Gong, G. Wang, W. Si, Y. Zhou, Z. Liu, and J. Jia, "Effects of salt stress on photosynthetic pigments and activity of ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase/oxygenase in *Kalidium foliatum*", *Russian Journal of Plant Physiology*, vol. 65, pp. 98-103, 2018.

[20] J. Yang, W. Zheng, Y. Tian, Y. Wu, and D. Zhou, "Effects of various mixed salt-alkaline stresses on growth, photosynthesis, and photosynthetic pigment concentrations of *Medicago ruthenica* seedlings", *Photosynthetica*, vol. 49, no. 2, pp. 275-284, pp. 2011.

[21] S. Verma and S. N. Mishra, "Putrescine alleviation of growth in salt stressed *Brassica juncea* by inducing antioxidative defense system", *Journal of Plant Physiology*, vol. 162, no. 6, pp. 669-677, 2011.