

SỬ DỤNG VẬT LIỆU TỬ DIỆP ĐỂ NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MUỐI ĂN ĐỐI VỚI QUANG HỢP Ở CÂY MAI DƯƠNG (*Mimosa pigra* L.)

Đỗ Thường Kiệt^{1*}, Thomas J. Givnish², Trần Triết¹, Bùi Trang Việt¹

¹Khoa Sinh học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên TP. HCM;

²Trường Đại học Wisconsin-Madison, Hoa Kỳ;

Email*: dtkiet@hcmus.edu.vn; dtkiet@gmail.com

Ngày gửi bài: 10.09.2012

Ngày chấp nhận: 18.12.2012

TÓM TẮT

Sodium chloride (NaCl) đã được sử dụng thay thế như một thuốc diệt cỏ để kiểm soát vài loài cỏ dại dạng bụi thấp. Lá cây Mai Dương bị hóa nâu khi bị xử lý NaCl. Tử diệp Mai Dương 2 ngày tuổi có khả năng quang hợp tương tự như một lá chét trưởng thành và được dùng để nghiên cứu các biến đổi về hình thái cũng như quang hợp sau xử lý NaCl. Kết quả cho thấy NaCl nồng độ từ 10 đến 60 g/l gây ra sự mất diệp lục tố, carotenoid dẫn đến sự mất màu lục và hóa nâu của lục mô ở tử diệp Mai Dương. Hiện tượng quang ức chế ở tử diệp Mai Dương do NaCl gây ra chỉ xảy ra khi có ánh sáng mạnh và được thể hiện qua sự giảm các giá trị F_v/F_m , Q_P , Q_N cùng tốc độ chuyển điện tử của lá mầm. Sự giải phóng oxygen cũng như hấp thu khí carbonic của tử diệp giảm mạnh khi nồng độ NaCl gia tăng trong quá trình xử lý.

Từ khóa: Mai Dương (*Mimosa pigra* L.), quang hợp, quang ức chế, sodium chloride.

Using Cotyledon as a Material for Studying the Effect of Sodium Chloride on *Mimosa pigra* L. Leaf Photosynthesis

ABSTRACT

Sodium chloride (NaCl) was used as an alternative herbicide to control some low shrub weeds. *Mimosa pigra* leaves turned brown when sprayed with NaCl. Two-days-old cotyledons of *Mimosa pigra* L. are capable of photosynthesis similar to mature leaflets and were used to study the morphological changes as well as photosynthesis after NaCl treatment. The results showed that NaCl at high concentrations of 10 to 60 g/l caused the loss of chlorophyll, carotenoid, leading to the loss of green color and browning of mesophyll tissue in cotyledon. Photoinhibition in *Mimosa pigra* L. cotyledon caused by NaCl occurred only when it was exposed to strong light and reflected by a decrease in the value of F_v/F_m , Q_P , Q_N and electron transport chain of cotyledon. The rate of oxygen emission as well as carbon dioxide assimilation of cotyledon decreased as NaCl concentration increased.

Keywords: *Mimosa pigra* L., photoinhibition, photosynthesis, sodium chloride.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong vài nghiên cứu về kiểm soát cỏ dại, nước biển được đề xuất để sử dụng như một loại dung dịch kiểm soát các loài cỏ dại bụi thấp (Brosnan & cs., 2009; Wiecko, 2003; Zulkaliph & cs., 2011). NaCl có thể gây ra sự cháy lá (hóa nâu lá) trên cây Mai Dương, tương tự như các muối sắt, đồng, kẽm (Đỗ Thường Kiệt và Bùi Trang Việt, 2009; 2010). Hiện tượng cháy lá biểu hiện qua mất màu diệp lục tố là dấu hiệu

của sự hư hỏng protein D1, hậu quả của quá trình quang ức chế (Asada, 1999; Schnettger & cs., 1994). Stress gây ra bởi quang ức chế và stress thẩm thấu thường được tìm hiểu thông qua sự phát huỳnh quang của diệp lục tố. Sự phát huỳnh quang cực đại và cực tiểu của diệp lục tố ở lá được thích ứng tối sẽ cho tỉ lệ F_v/F_m thể hiện mức độ hoạt động của trung tâm phản ứng ở quang hệ II. Trong khi đó giá trị huỳnh quang cực đại và cực tiểu của diệp lục tố sau một chớp sáng có cường độ lớn ở lá đã được thích

ứng sáng sẽ cho biết giá trị thể hiện tỉ lệ năng lượng quang năng được chuyển cho các phản ứng quang hóa (qP, photochemical quenching), hay cho quá trình tỏa nhiệt (qN, nonphotochemical quenching) và giá trị thể hiện tốc độ của chuỗi chuyển điện tử (ETR, electron transport rate) (Baker, 2008; Belkhdja & cs., 1994; Kooten và Snel, 1990). Vì vậy, bài viết này trình bày ảnh hưởng của NaCl lên hoạt động quang hợp của lá mầm cây Mai Dương, thông qua sự trao đổi khí và sự phát huỳnh quang diệp lục tố.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu thực vật

Hạt của cây Mai Dương *Mimosa pigra* L. được thu hoạch tại thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam (01/2012).

2.2. Phương pháp

2.2.1. Thu nhận tử diệp cách li và xử lý NaCl

Hột Mai Dương được cắt một phần vỏ, ngâm bão hòa nước trong 1 giờ và bóc bỏ vỏ hạt. Tử diệp được tách khỏi cây mầm và đặt nuôi trên giấy thấm ẩm trong petri chứa sẵn 10ml nước cất trong 2 ngày. Thí nghiệm được thực hiện tại 2 địa điểm: Phòng thí nghiệm Sinh lý thực vật, Trường Đại học Khoa học tự nhiên, thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam và Phòng thí nghiệm thực vật, trường Wisconsin - Madison, Bang Wisconsin, Hoa Kỳ.

Tại Việt Nam, tử diệp được nuôi ở các điều kiện ánh sáng $250 \pm 15 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{giờ}$ (12 giờ sáng/ngày), nhiệt độ $30 \pm 2^\circ\text{C}$, ẩm độ $76 \pm 5\%$. Các mẫu tử diệp này sẽ được sử dụng cho hầu hết các đo đạc. Tại Hoa Kỳ, tử diệp được nuôi ở các điều kiện ánh sáng $250 \pm 15 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{giờ}$ (12 giờ sáng/ngày), nhiệt độ $28 \pm 3^\circ\text{C}$, ẩm độ $40 \pm 5\%$. Các tử diệp này được sử dụng cho thí nghiệm đo sự thu khí CO_2 và sự phát huỳnh quang diệp lục tố.

Tử diệp 2 ngày tuổi được tiếp tục đặt nuôi trên giấy thấm ẩm trong petri chứa nước cất hoặc NaCl có nồng độ từ 5 đến 60 g/l ở điều kiện tương tự hoặc che tối liên tục. Sau 2 ngày xử lý, hình thái, trọng lượng tươi của các tử diệp được ghi nhận.

2.2.2. Quan sát hình thái giải phẫu

Phẫu thức ngang qua vùng gân của tử diệp cô lập đặt nuôi trên nước cất hoặc NaCl 10 g/l được thực hiện tại các thời điểm 2 ngày sau xử lý. Các phẫu thức này được quan sát và chụp ảnh trực tiếp dưới kính hiển vi quang học và kính hiển vi huỳnh quang ở bước sóng kích thích 460 - 490nm.

2.2.3. Đo hàm lượng chlorophyll và carotenoid tổng cộng

Tử diệp sau khi được đặt nuôi 2 ngày trên nước cất hoặc NaCl nồng độ từ 5 đến 20 g/l, được nghiền và trích với acetone 80%. Hàm lượng diệp lục tố a, b và carotenoid tổng được xác định bằng máy quang phổ kế (Wellburn, 1994).

2.2.4. Đo sự trao đổi oxygen

Tốc độ trao đổi oxygen của tử diệp được xác định tại thời điểm 1 giờ sau khi đặt nuôi trên nước cất hoặc NaCl ở các nồng độ khác nhau từ 5 đến 60 g/l, bằng điện cực oxygen của máy Leaf Lab 2 (Hansatech, Anh) ở $1000 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{giờ}$. Riêng tử diệp được xử lý NaCl 30 g/l và nước cất được đo thêm tại các cường độ ánh sáng khác nhau từ 0 đến $1250 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{giờ}$.

2.2.5. Đo sự hấp thu khí carbonic và sự phát huỳnh quang diệp lục tố

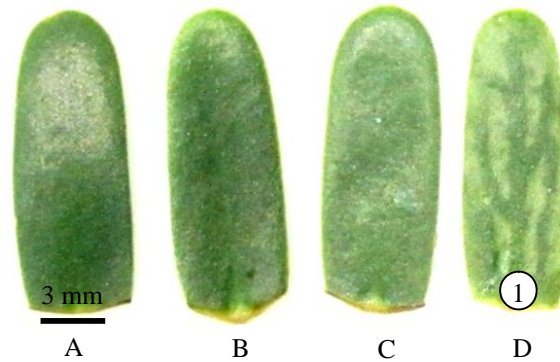
Tốc độ thu khí carbonic và sự phát huỳnh quang của tử diệp được xác định đồng thời tại thời điểm 1 giờ sau khi đặt nuôi trên nước cất hoặc NaCl ở các nồng độ 10, 30 và 60 g/l, bằng máy LI-6400-40 LCF (Li-Cor, Lincoln, Neb., Hoa Kỳ) $1000 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{giờ}$. Các giá trị F_v/F_m , qP, qN và ETR được máy ghi nhận tự động thông qua việc áp dụng chương trình thích ứng sáng và thích ứng tối trên tử diệp. Thí nghiệm này được thực hiện tại Hoa Kỳ.

2.2.6. Xử lý thống kê

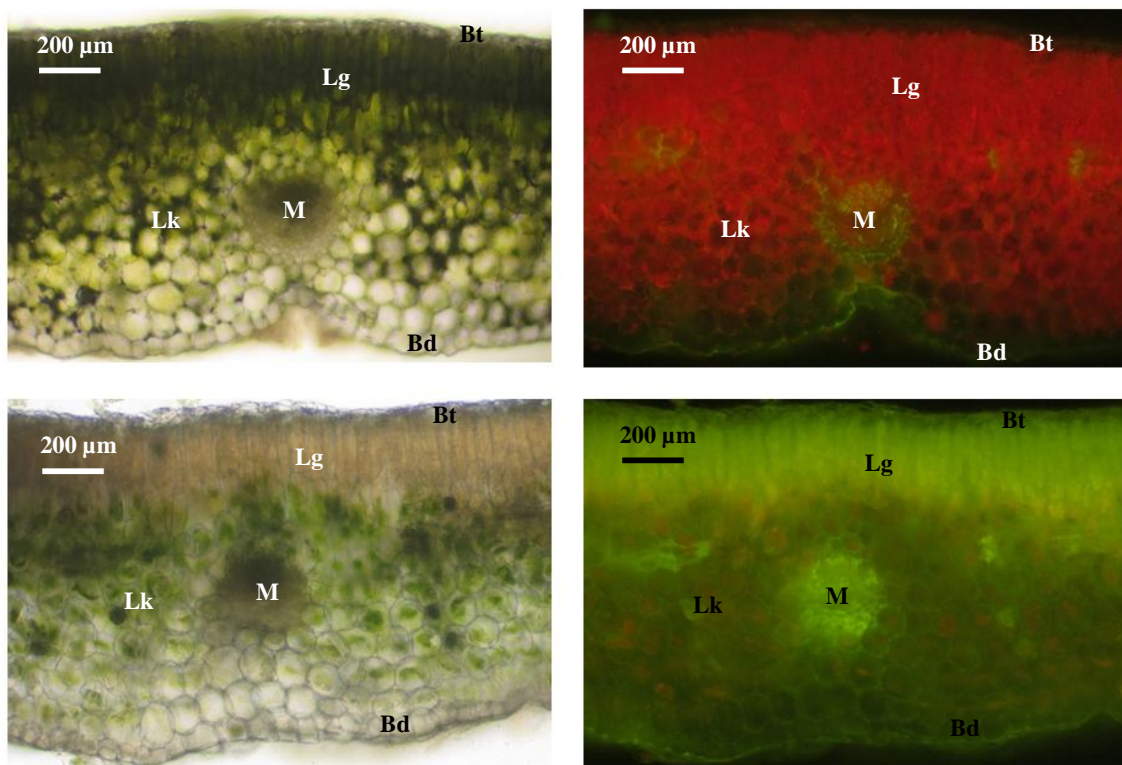
Số liệu trong bảng kết quả được phân tích thống kê bằng phép thử Duncan nhờ chương trình Statistical Program Scientific System (SPSS) phiên bản 11.5 cho Windows. Các số trung bình trong cột với các ký tự khác nhau kèm theo thì khác biệt có ý nghĩa ở mức $P < 0,05$.

3. KẾT QUẢ

3.1. Ảnh hưởng của NaCl đến hình thái tử diệp



Ảnh 1. Tử diệp Mai Dương cô lập được che tối liên tục trong 2 ngày, trên giấy thấm trong đĩa petri chứa nước cất (A), NaCl 10 g/l (B), hoặc được chiếu sáng liên tục ở $250 \pm 15 \mu\text{mol/m}^2/\text{giờ}$ trong 2 ngày, trên giấy thấm trong đĩa petri chứa nước cất (C), NaCl 10 g/l (D)



Ảnh 2-5. Phần thức ngang gân chính của tử diệp Mai Dương (trong các điều kiện ánh sáng $250 \pm 15 \mu\text{mol/m}^2/\text{giờ}$, nhiệt độ $30 \pm 2^\circ\text{C}$, ẩm độ $76 \pm 5\%$), được quan sát dưới kính hiển vi quang học tại thời điểm 2 ngày sau khi đặt trên giấy thấm trong petri chứa nước cất (2) hay NaCl 10 g/l (4), và được quan sát dưới kính hiển vi huỳnh quang (bước sóng kích thích 460-490nm) tại thời điểm 2 ngày sau khi đặt trên giấy thấm trong petri chứa nước cất (3) hay NaCl 10 g/l (5)

NaCl 10 g/l gây mất màu xanh lục của tảo diệp Mai Dương dưới ánh sáng $250 \pm 15 \mu\text{mol/m}^2/\text{giờ}$, trong 2 ngày (12 giờ chiếu sáng/ngày), đặc biệt ở vùng thịt lá (Ảnh 1D). Tuy nhiên các tảo diệp được che tối không bị ảnh hưởng bởi NaCl (Ảnh 1B). Sự mất màu lục của tảo diệp chịu ảnh hưởng của NaCl thể hiện rõ qua sự mất màu lục và hóa nâu của lục lạp ở vùng lục mô giậu (Ảnh 4). Lục lạp ở vùng lục mô khuyết ở tảo diệp đối chứng tập trung sát vách tế bào (Ảnh 2), nhưng lại tụ ở giữa đối với tảo diệp đã qua xử lý NaCl dưới ánh sáng (Ảnh 4). Dưới kính hiển vi huỳnh quang, huỳnh quang diệp lục tố (màu đỏ) xuất hiện khắp vùng lục mô giậu và khuyết của mẫu tảo diệp đối chứng dưới ánh sáng kích thích có bước sóng 460-490 nm (Ảnh 3). Ở tảo diệp đã được xử lý NaCl, sự phát huỳnh quang diệp lục tố mất hẳn ở vùng mô giậu và rất nhạt màu tại vùng mô khuyết (Ảnh 5).

3.2. Ảnh hưởng của NaCl đến khối lượng tươi và hàm lượng các sắc tố quang hợp của lá mầm

NaCl nồng độ từ 10 g/l trở lên làm giảm khối lượng của tảo diệp. NaCl 5 g/l đã bắt đầu làm giảm hàm lượng của diệp lục tố và carotenoid (Bảng 1).

3.3. Ảnh hưởng của NaCl đến sự trao đổi khí oxygen và carbonic

Vận tốc thu O_2 trong tối của tảo diệp ứng với cường độ hô hấp, giảm khi tảo diệp được xử lý với NaCl 30 g/l. Vận tốc phóng thích O_2 khi tảo diệp được chiếu sáng cũng giảm khi chịu tác động của NaCl nhưng có xu hướng tăng nhẹ khi cường độ ánh sáng tăng từ 250 đến 1000 $\mu\text{mol/m}^2/\text{giờ}$. Nhưng khi cường độ ánh sáng gia tăng đến 1250 $\mu\text{mol/m}^2/\text{giờ}$ sự giải phóng O_2 giảm mạnh (Bảng 2).

Bảng 1. Trọng lượng tươi, hàm lượng của diệp lục tố a, b và carotenoid tổng của tảo diệp Mai Dương tại thời điểm 2 ngày sau khi đặt trên giấy thấm trong petri chứa NaCl (Điều kiện ánh sáng $250 \pm 15 \mu\text{mol/m}^2/\text{giờ}$, 12 giờ chiếu sáng trong ngày, nhiệt độ $30 \pm 2^\circ\text{C}$, ẩm độ $76 \pm 5\%$)

Nồng độ NaCl (g/l)	Trọng lượng tươi (mg)	Hàm lượng diệp lục tố a (mg/g TLT)	Hàm lượng diệp lục tố b (mg/g TLT)	Hàm lượng carotenoid tổng (mg/g TLT)
0	$12,3 \pm 0,4^d$	$16,87 \pm 1,57^d$	$5,24 \pm 0,43^b$	$5,30 \pm 0,44^e$
5	$13,2 \pm 0,6^d$	$10,03 \pm 0,27^c$	$3,23 \pm 0,30^{ab}$	$3,40 \pm 0,03^d$
10	$11,2 \pm 0,4^c$	$4,80 \pm 0,44^b$	$1,51 \pm 0,18^a$	$2,04 \pm 0,15^c$
15	$9,2 \pm 0,2^b$	$2,40 \pm 0,50^{ab}$	$0,88 \pm 0,22^a$	$0,51 \pm 0,13^b$
20	$8,0 \pm 0,2^a$	$1,70 \pm 0,71^a$	$2,02 \pm 1,45^a$	$0,46 \pm 0,19^a$

Ghi chú: Các số trung bình trong cột với các ký tự khác nhau kèm theo thì khác biệt có ý nghĩa ở mức $P < 0,05$
TLT: Trọng lượng tươi

Bảng 2. Tốc độ trao đổi oxygen của tảo diệp sau 1 giờ đặt nuôi trên nước cất hoặc NaCl 30 g/l trong các điều kiện ánh sáng khác nhau, nhiệt độ $30 \pm 2^\circ\text{C}$, ẩm độ $76 \pm 5\%$

Cường độ ánh sáng ($\mu\text{mol/m}^2/\text{giờ}$)	Tốc độ trao đổi oxygen ($\mu\text{mol O}_2/\text{dm}^2/\text{giờ}$)		
	Đối chứng	NaCl 30 g/l	T-Test
0	$-9,00 \pm 1,71^a$	$-5,88 \pm 0,75^a$	-
250	$13,04 \pm 0,42^b$	$7,04 \pm 0,08^b$	+
500	$16,42 \pm 2,21^b$	$7,58 \pm 2,46^{cb}$	+
750	$13,88 \pm 1,71^b$	$7,96 \pm 1,08^c$	+
1000	$15,46 \pm 2,38^b$	$8,63 \pm 0,38^c$	+
1250	$13,42 \pm 2,13^b$	$4,00 \pm 0,54^b$	+

Ghi chú: Các số trung bình trong cột với các ký tự khác nhau kèm theo thì khác biệt có ý nghĩa ở mức $P < 0,05$
Đối với T-Test, dấu "+" cho biết hai giá trị trung bình trong hàng khác biệt có ý nghĩa ở mức $P < 0,05$

Bảng 3. Tốc độ phóng thích oxygen và thu khí carbonic của tử điệp sau 1 giờ xử lý NaCl ở các nồng độ khác nhau trong các điều kiện ánh sáng 1000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{giờ}$

Nồng độ NaCl (g/l)	Tốc độ phóng thích oxygen ($\mu\text{mol O}_2/\text{m}^2/\text{giờ}$)	Tốc độ thu carbonic ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{giờ}$)	T-Test
0	21,92 \pm 0,83 ^a	20,94 \pm 0,72 ^a	-
5	17,00 \pm 1,39 ^b	-	-
10	11,72 \pm 0,33 ^c	15,49 \pm 2,26 ^b	-
20	12,97 \pm 0,50 ^c	-	-
30	8,17 \pm 0,53 ^d	7,25 \pm 3,23 ^c	-
60	9,14 \pm 0,28 ^d	0,88 \pm 1,08 ^c	+

Ghi chú: Các số trung bình trong cột với các ký tự khác nhau kèm theo thì khác biệt có ý nghĩa ở mức $P < 0,05$

Đối với T-Test, dấu "+" cho biết hai giá trị trung bình trong hàng khác biệt có ý nghĩa ở mức $P < 0,05$

Bảng 4. Ảnh hưởng của NaCl ở các nồng độ khác nhau trên tỉ lệ F_v/F_m , qP, qN và ETR ở tử điệp Mai Dương cô lập sau khi được xử lý 1 giờ với NaCl ở các nồng độ khác nhau dưới ánh sáng 1000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{giờ}$

Nồng độ NaCl (g/l)	F_v/F_m	qP	qN	ETR
0	0,73 \pm 0,01 ^c	0,93 \pm 0,01 ^b	0,33 \pm 0,02 ^b	21,99 \pm 1,15 ^c
10	0,71 \pm 0,02 ^c	0,87 \pm 0,05 ^b	0,46 \pm 0,01 ^c	18,87 \pm 1,19 ^c
30	0,61 \pm 0,02 ^b	0,92 \pm 0,05 ^b	0,44 \pm 0,02 ^c	11,73 \pm 2,58 ^b
60	0,52 \pm 0,01 ^a	0,41 \pm 0,03 ^a	0,15 \pm 0,01 ^a	5,90 \pm 0,50 ^a

Ghi chú: Các số trung bình trong cột với các ký tự khác nhau theo sau thì khác nhau ở mức ý nghĩa $P < 0,0$

Sự giảm phóng thích O_2 và thu CO_2 của tử điệp xảy ra cùng lúc với sự gia tăng nồng độ NaCl xử lý. Tốc độ trao đổi khí O_2 và CO_2 của tử điệp giảm mạnh khi được xử lý ở NaCl 30 g/l và không khác biệt với NaCl 60 g/l. Ở NaCl 60 g/l, tốc độ thu CO_2 thấp hơn tốc độ giải phóng O_2 (Bảng 3).

3.4. Ảnh hưởng của NaCl trên sự phát huỳnh quang điệp lục tố

F_v/F_m thể hiện khả năng hoạt động của trung tâm phản ứng của quang hệ II. Tỉ số này ở tử điệp giảm theo sự gia tăng nồng độ NaCl sau 1 giờ xử lý. F_v/F_m bắt đầu giảm ở NaCl 30 g/l và thấp nhất ở NaCl 60 g/l. Tỉ lệ quang năng sử dụng cho sự quang hóa (qP, photochemical quenching) của tử điệp chỉ giảm khi được xử lý NaCl 60 g/l và không thay đổi ở các nồng độ khác. Trong khi đó NaCl 10 và 30 g/l tăng tỉ lệ năng lượng được giải phóng dạng nhiệt (qN, Nonphotochemical quenching) so với đối chứng và NaCl 60 g/l cũng làm giảm mạnh giá trị này. Vận tốc chuyển điện tử (ETR) bắt đầu giảm ở NaCl 30 g/l và thấp nhất ở NaCl 60 g/l (Bảng 4).

4. THẢO LUẬN

Tương tự các cây họ đậu, ngoài chức năng dự trữ và cung cấp dinh dưỡng, tử điệp Mai Dương có khả năng quang hợp và nuôi sống cây con trong giai đoạn đầu (Kitajima, 1992). Tử điệp 2 ngày tuổi có quang hợp cao, ổn định. Cường độ quang hợp luôn ở mức cao khi ánh sáng dao động trong khoảng 250 - 1250 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{giờ}$ (Bảng 2). NaCl gây ra sự giảm trọng lượng tươi của tử điệp ở nồng độ từ 10 g/l (Bảng 1). Điều này cho thấy tử điệp Mai Dương đã chịu tác động của stress thẩm thấu do NaCl gây ra. Cùng với sự giảm trọng lượng tươi là sự hạ thấp hàm lượng các sắc tố quang hợp. Khác với sự giảm trọng lượng tươi, sự giảm hàm lượng điệp lục tố và carotenoid xảy ra với tử điệp được xử lý NaCl ở nồng độ thấp hơn (5 g/l, bảng 1). Sự biến mất của điệp lục tố là một trong những hậu quả của sự quang ức chế gây ra cho lục lạp khi phá hủy protein D1 của trung tâm phản ứng và gây bất hoạt quang hệ II (Aro & cs., 1993). Thực vậy, NaCl gây ra sự mất màu lục của tử điệp chỉ khi tử điệp được chiếu sáng (Ảnh 1B và 1D), đặc

biệt, sự tổn thương xảy ra ở lớp tế bào lục mô giậu ngay dưới biểu bì trên của tử diệp, nơi chịu tác động trực tiếp của ánh sáng thể hiện qua sự hóa nâu (Ảnh 4) và sự giảm mật độ huỳnh quang diệp lục tố (Ảnh 5). Sự giảm hàm lượng diệp lục tố đi kèm với sự hạ thấp cường độ quang hợp của tử diệp thể hiện ở sự giảm tốc độ phóng thích O₂, đặc biệt ở cường độ ánh sáng càng cao, sự ức chế quang hợp do NaCl gây ra càng mạnh (Bảng 2). Ảnh hưởng của NaCl gây ra dưới ánh sáng cao có hậu quả tương tự những gì hiện tượng quang ức chế gây ra (Schnettger, & cs., 1994). Như vậy, chính NaCl đã làm cho hiện tượng quang ức chế diễn ra dễ dàng hơn chứ không trực tiếp phá hủy protein D1 vì không gây hư hỏng tử diệp trong tối (Ảnh 1). Tác hại lớn nhất của sự quang ức chế là phá hủy các protein màng lục lạp và các sắc tố do sự hình thành các loại oxy phản ứng (Asada, 1999). Protein D1 chỉ có thể được phục hồi nhờ chu trình xanhthophyll, một nhóm sắc tố thuộc carotenoid. Ngoài ra, thông thường chu trình này còn giúp cho trung tâm phản ứng giải phóng năng lượng dạng nhiệt và giảm thiểu hư hỏng cho protein D1 (Schnettger & cs., 1994). Ở tử diệp Mai Dương, carotenoid tổng giảm đáng kể (Bảng 1) là nguyên nhân chính cản trở quá trình làm dịu trung tâm phản ứng theo hướng không quang hóa và tỏa nhiệt. Giá trị qN và qP giảm hẳn sau xử lý NaCl nồng độ cao (60 g/l, bảng 4). Điều này chứng tỏ, NaCl nồng độ cao gây ra hư hỏng cho nhiều protein và sắc tố, do đó lục lạp không thể đảm bảo các chức năng sinh lý thông thường kể cả chức năng chuyển điện tử (Bảng 4).

5. KẾT LUẬN

NaCl nồng độ từ 10 đến 60 g/l gây ra sự mất diệp lục tố và carotenoid, dẫn đến sự mất màu lục và hóa nâu của lục mô ở tử diệp Mai Dương. Hiện tượng quang ức chế ở tử diệp Mai Dương gây ra bởi NaCl chỉ xảy ra khi có ánh sáng mạnh và được thể hiện qua sự giảm các giá trị Fv/Fm, qP, qN cùng tốc độ chuyển điện tử của tử diệp. Sự phóng thích oxygen cũng như thu khí carbonic của tử diệp giảm mạnh khi nồng độ NaCl gia tăng trong xử lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Aro, E. M., S. McCaffery, and J. M. Anderson (1993). Photoinhibition and D1 protein degradation in peas acclimated to different growth irradiances. *Plant Physiology*, 103(3), 835-843.
- Asada, K. (1999). The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. *Annual review of plant biology*, 50(1), 601-639.
- Baker, N. R. (2008). Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59, 89-113.
- Belkhdja, R., F. Morales, A. Abadia, J. Gomez-Aparisi, and J. Abadia (1994). Chlorophyll fluorescence as a possible tool for salinity tolerance screening in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant Physiology*, 104(2), 667-673.
- Brosnan, J. T., J. DeFrank, M. S. Woods, and G. K. Breeden (2009). Efficacy of sodium chloride applications for control of goosegrass (*Eleusine indica*) in seashore *Paspalum* turf. *Weed Technology*, 23(1), 179-183.
- Đỗ Thường Kiệt và Bùi Trang Việt (2009). Ảnh hưởng của một số ion kim loại trên quang hợp ở cây Mai Dương *Mimosa pigra* L. Paper presented at the Hội nghị CNSH TQ - Khu vực phía Nam, TP. Hồ Chí Minh.
- Đỗ Thường Kiệt và Bùi Trang Việt (2010). Ảnh hưởng của sodium chloride trên sự quang hợp ở cây Mai Dương *Mimosa pigra* L. Paper presented at the Hội nghị KH - Trường ĐH Khoa học Tự Nhiên TP. HCM, TP. HCM.
- Kitajima, K. (1992). Relationship between photosynthesis and thickness of cotyledons for tropical tree species. *Functional Ecology*, 582-589.
- Kooten, O., and J. F. H. Snel (1990). The use of chlorophyll fluorescence nomenclature in plant stress physiology. *Photosynthesis Research*, 25(3), 147-150.
- Schnettger, B., C. Critchley, U. Santore, M. Graf, and G. Krause (1994). Relationship between photoinhibition of photosynthesis, D1 protein turnover and chloroplast structure: effects of protein synthesis inhibitors. *Plant, Cell & Environment*, 17(1), 55-64.
- Wellburn, A. R. (1994). The Special Determination of Chlorophylls a and b as Well As Total Carotenoids Using Various Solvents with Spectrophotometers of Different Resolution. *Journal of Plant Physiology*, 144, 307-313.
- Wiecko, G. (2003). Ocean Water as a Substitute for Postemergence Herbicides in Tropical Turf. *Weed Technology*, 17(4), 788-791.
- Zulkaliph, N. A., A. S. Juraimi, M. K. Uddin, M. Begum, M. S. Mustapha, S. M. Amrizal, and N. H. Samsuddin (2011). Use of saline water for weed control in seashore *Paspalum* (*Paspalum vaginatum*). *Australian Journal of Crop Science*, 5(5), 523-530.