

ẢNH HƯỞNG CỦA AXIT GIBBERELIC (GA_3) ĐẾN SINH TRƯỞNG VÀ PHÁT TRIỂN CỦA CÂY CÀ GAI LEO (*Solanum procumbens* Lour) TRONG ĐIỀU KIỆN NƯỚC TƯỚI NHIỄM MẶN

Bùi Thị Mỹ Hồng¹*, Nguyễn Hoàng Minh¹, Lê Trường Thuận¹

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, chất điều hòa sinh trưởng thực vật axit gibberellic (GA_3) đã được phun bổ sung cho cây cà gai leo trong điều kiện mặn. Thí nghiệm trồng chậu, được thực hiện theo kiểu khối hoàn toàn ngẫu nhiên, 2 yếu tố. Các chỉ tiêu sinh trưởng, hàm lượng diệp lục, prolin được đánh giá ở những nồng độ mặn khác nhau: 1,5 (đối chứng); 2; 2,5; 3‰ NaCl và các liều lượng GA_3 0, 50, 100 mg/L. Chiều cao cây, số nhánh trên cây, diện tích lá, khối lượng của rễ cây đều giảm khi lượng muối cung cấp tăng lên, nhưng khi xử lý GA_3 đã có hiệu quả cải thiện đáng kể đối với các chỉ tiêu tăng trưởng này. Trong cùng điều kiện xử lý NaCl ở nồng độ NaCl 2,0‰ hoặc 2,5‰, có bổ sung GA_3 100 mg/L đã có tác dụng tăng khối lượng khô của cây so với không phun GA_3 và đối chứng. Ở độ mặn cao nhất NaCl 3‰ kết hợp phun GA_3 100 mg/L có khối lượng khô của cây tương đương với đối chứng có độ mặn thấp nhất NaCl 1,5‰ và không bổ sung GA_3 .

Từ khoá: Cà gai leo, GA_3 , mặn, NaCl, sinh trưởng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhiễm mặn trong đất hoặc nước là một trong những vấn đề môi trường nghiêm trọng nhất trong nông nghiệp. Ảnh hưởng của độ mặn được xem như là căng thẳng về nước, căng thẳng do muối và căng thẳng do mất cân bằng ion [1]. Trong đó, natri clorua (NaCl) là nguồn nhiễm mặn phổ biến nhất [2]. Mặn làm hạn chế sự phát triển cũng như năng suất của cây trồng [3]. Các tác nhân phi sinh học đã dẫn đến sự thay đổi mức độ hormone sinh trưởng thực vật và giảm sự phát triển của cây. Những chất điều hòa sinh trưởng thực vật đã được ghi nhận là có vai trò trung tâm trong việc tích hợp các phản ứng được thể hiện bởi thực vật trong điều kiện bị căng thẳng [4]. Trong đó, gibberellin là chất điều hòa sinh trưởng quan trọng, khi xử lý bằng axit gibberellic (GA_3) đã làm gia tăng sự sinh trưởng và năng suất của cây lúa mì, cây mía trong điều kiện nhiễm mặn [5, 6, 7].

Trong số các loài thực vật có tác dụng bảo vệ chức năng gan, cà gai leo (*Solanum procumbens*

Lour.) là một trong những cây thuốc Nam được đánh giá cao trong hỗ trợ điều trị các bệnh về viêm gan, chống xơ gan, giải độc gan. Qua nghiên cứu bước đầu trên cây cà gai leo, trong điều kiện mặn nhân tạo, đã ghi nhận bắt đầu từ ngưỡng nước tưới nhiễm mặn 2‰ NaCl đã có sự thay đổi theo chiều hướng giảm sự sinh trưởng của cây, chiều cao cây, số cành cấp một, khối lượng tươi của rễ, diện tích lá, khối lượng khô của cây, hàm lượng diệp lục giảm khi nồng độ NaCl tăng; đồng thời cây cà gai leo cũng gia tăng tích lũy prolin; khi xử lý bổ sung các chất dinh dưỡng Ca, Mg, K và Si qua lá đã làm giảm các tác động có hại của stress mặn đối với sự sinh trưởng và phát triển của cây cà gai leo [8].

Trong nghiên cứu này, đã tiếp tục tìm hiểu ảnh hưởng của chất điều hòa sinh trưởng thực vật GA_3 nhằm đánh giá tác động GA_3 đến sinh trưởng và phát triển cây cà gai leo (*Solanum procumbens* Lour) trong điều kiện mặn.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và thời gian nghiên cứu

Hạt giống cà gai leo được cung cấp bởi Công ty TNHH MTV Thương Hào (phường Tân Thịnh, thành phố Hòa Bình, tỉnh Hòa Bình). Thí nghiệm

¹ Khoa Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Mở thành phố Hồ Chí Minh.

*Email: hong.btm@ou.edu.vn

được thực hiện trong nhà lưới dạng hở. Thời gian thực hiện từ tháng 01/2022 đến tháng 8/2022.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên với 4 nồng độ muối NaCl tăng dần từ 1,5 (đối chứng); 2; 2,5; 3‰; chất điều hòa sinh trưởng thực vật GA₃ được xử lý ở 3 nồng độ là 0, 50 và 100 mg/L, mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần, 5 cây/lần lặp lại. Thời điểm bắt đầu xử lý là khi cây con đạt 20 ngày tuổi (ngày sau khi trồng cây con vào bầu đất có kích thước 20 x 25 x 20 cm) sẽ tiến hành tưới mặn nhân tạo. Tiến hành pha nước muối ở các nồng độ tương ứng với mỗi nghiệm thức, tưới dung dịch nước muối 02 lần/ngày, liều lượng là 250 mL/lần/bầu đất. Độ ẩm đất trước và sau khi tưới tương ứng với 50 - 55% và 65 - 70%. Cây được xử lý mặn liên tục trong 5 ngày sau đó tưới lại bằng nước máy, 25 ngày sau sẽ tiếp tục tưới nước nhiễm mặn lần 2 trong 5 ngày. Chu kỳ tưới thực hiện như vậy cho đến khi thu hoạch. GA₃ được xử lý 2 lần, mỗi lần cách nhau 15 ngày. Phun lần thứ nhất khi cây được 20 ngày sau khi trồng. GA₃ được phun ướt bề mặt lá vào lúc sáng sớm.

2.2.2. Chuẩn bị giá thể trồng cây

Thành phần giá thể trồng cây là hỗn hợp được phối trộn bao gồm các nguyên liệu như xơ dừa, tro trấu kết hợp phân bò, phân trùn với tỷ lệ 1: 1 tính theo thể tích, bổ sung chế phẩm *Trichoderma* với liều lượng là 50 g/25 kg giá thể. Giá thể được ủ trong 30 ngày, sau đó cho vào bầu đất. Hạt giống cà gai leo được xử lý với nước ấm trước khi gieo trong khay nhựa chuyên dụng có kích thước dài 50 cm, rộng 30 cm, cao 5 cm (loại 84 lỗ/khay). Khi hạt nảy mầm và cây mầm đạt 20 ngày tuổi sẽ được chuyển ra trồng vào bầu đất đã chuẩn bị và được tưới nước một lần trong ngày vào buổi sáng.

Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp lấy chỉ tiêu:

- Mầm ở giai đoạn trước khi cây ra hoa (50 ngày sau trồng) được sử dụng để đo các chỉ tiêu sinh trưởng, hàm lượng prolin và diệp lục tố a+b.

- Chiều cao cây (cm): Đo từ mặt đất đến đầu mút của nhánh cấp một dài nhất.

- Số nhánh cấp 1/cây (nhánh): Số nhánh được hình thành từ thân chính của cây.

- Diện tích lá (cm²): Sử dụng phần mềm đo diện tích lá LIA32 (phần mềm xác định kích thước thông qua hình ảnh).

- Hàm lượng prolin (μg/g): Prolin trong lá được ly trích bằng dung dịch ethanol 96%, thực hiện phản ứng màu với thuốc thử ninhydrin, đo OD bằng máy đo quang phổ (UV-2602, USA) ở bước sóng 520 nm và xác định hàm lượng bằng cách so sánh với đường chuẩn prolin [9].

- Hàm lượng diệp lục tố a+b (mg/g) trong lá trước khi cây ra hoa được tiến hành theo phương pháp của Wintermans và De Mots (1965) [10] và được tính theo công thức: $A = (C \times V) / (P \times 1000)$. Trong đó: A là hàm lượng diệp lục trong mẫu lá tươi (mg/g); V là thể tích dịch sắc tố (ml); P là khối lượng mẫu; C (Chla+b) là nồng độ diệp lục có trong dịch chiết (mg/L) được xác định bằng máy đo quang phổ và được tính theo công thức: $Chla+b \text{ (mg/L)} = 6,1 \times E_{665} + 20,04 \times E_{649}$.

- Khối lượng tươi và khô của rễ (g/cây): Cân khối lượng tươi của phần rễ cây khi thu hoạch lúc cây được 90 ngày tuổi. Rễ cây được sấy ở nhiệt độ 80°C đến khối lượng không đổi để tính khối lượng khô.

- Khối lượng khô của cây (g/cây): Cân khối lượng của cây (cả phần thân và phần rễ) khi thu hoạch lúc cây được 90 ngày tuổi. Toàn bộ cây được sấy ở nhiệt độ 80°C và cân lại đến khi khối lượng không đổi.

2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu trong thí nghiệm được xử lý thống kê bằng phần mềm SAT 9.1. Phân tích phương sai ANOVA để tìm sự khác biệt giữa các nghiệm thức. So sánh các giá trị trung bình qua phép thử Duncan.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của GA₃ đến chiều cao cây cà gai leo trong điều kiện nước tưới nhiễm mặn

Bảng 1 cho thấy, có sự khác biệt có ý nghĩa qua thống kê về chiều cao cây cà gai leo có phun GA₃ trong điều kiện nước tưới nhiễm mặn. Khi xử lý độ mặn tăng từ 2 lên 2,5 và 3‰ đã dẫn đến chiều

cao cây cà gai leo bị giảm có ý nghĩa so với chiều cao cây ở độ mặn 1,5‰ (tương ứng với 105,66; 103,20 và 102,71 cm so với 113,67 cm). Tuy nhiên, khi phun GA₃ qua lá đã làm tăng chiều cao cây một cách có ý nghĩa theo sự tăng dần hàm lượng của GA₃. Xử lý GA₃ ở liều lượng 100 mg/L đạt chiều cao cây (111,18 cm) cao nhất, kế đến là chiều cao cây ở nghiệm thức phun GA₃ 50 mg/L (106,47 cm) và thấp nhất là không bổ sung GA₃ (101,29 cm).

Sự tương tác giữa nồng độ mặn và liều lượng GA₃ tác động khác biệt có ý nghĩa qua thống kê đến chiều cao cây cà gai leo. Chiều cao cây trung bình biến động từ 95,60 – 119,47 cm. Nghiệm thức xử lý mặn 1,5‰ kết hợp phun GA₃ 100 mg/L có chiều cao cây (119,47 cm) tương đương với nghiệm thức xử lý mặn 3‰ có phun GA₃ 100 mg/L (112,53 cm) và cao hơn có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại. Xét trong cùng một nồng độ mặn, nghiệm thức bổ sung GA₃ có chiều cao cây

cao hơn, khác biệt có ý nghĩa so với nghiệm thức không phun GA₃ và kết quả đã được ghi nhận với mức GA₃ cao nhất là 100 mg/L. Điều này cho thấy GA₃ đã làm giảm bớt tác động tiêu cực của độ mặn, làm tăng chiều cao trong điều kiện cây bị nhiễm mặn. Độ mặn làm rối loạn sinh lý cây trồng do thay đổi sự trao đổi chất của thực vật, gây tổn thương tế bào ở lá, do đó làm giảm sự sinh trưởng của cây [11]. Sự kìm hãm sinh trưởng dưới áp lực của muối có thể là do tác động trực tiếp của độc tính ion, đặc biệt là Na⁺ và Cl⁻ hoặc tác động gián tiếp của các ion mặn gây mất cân bằng thẩm thấu của đất/thực vật [12]. Theo Yasseen và cs (1987) [13], chiều cao cây lúa mạch giảm dần khi độ mặn tăng. Kết quả tương tự cũng được ghi nhận bởi Ashraf và cs (2000) [14], chiều cao cây lúa mì bị giảm khi lượng muối cung cấp tăng lên, nhưng việc xử lý bằng GA₃ 100 mg/L đã có hiệu quả cải thiện đáng kể trên chỉ tiêu tăng trưởng này.

Bảng 1. Ảnh hưởng của GA₃ đến chiều cao cây cà gai leo trong điều kiện nước tưới nhiễm mặn

Bảng 1. Ảnh hưởng của GA ₃ đến chiều cao cây cà gai leo trong điều kiện nước tưới khoáng mặn				
NaCl (‰)	Chiều cao cây (cm)			Trung bình NaCl
	GA ₃ (mg/L)			
	0	50	100	
1,5	110,90 ^{bc}	110,63 ^{bc}	119,47 ^a	113,67 ^a
2,0	97,93 ^{de}	109,53 ^{bc}	109,50 ^{bc}	105,66 ^b
2,5	100,73 ^{de}	105,70 ^{bcd}	103,17 ^{cde}	103,20 ^b
3,0	95,60 ^e	100,00 ^{de}	112,53 ^{ab}	102,71 ^b
Trung bình GA ₃	101,29 ^c	106,47 ^b	111,18 ^a	
CV% = 3,23				

Ghi chú: Trong cùng một cột, các số có chữ theo sau giống nhau thì không có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 0,05 qua phép thử Duncan.

3.2. Ảnh hưởng của GA₃ đến số nhánh trên cây cà gai leo trong điều kiện nước tưới nhiễm mặn

Ảnh hưởng của độ mặn và nồng độ GA₃ đến số nhánh trên cây được trình bày trong bảng 2. Số nhánh hình thành trên cây giảm và có sự khác biệt có ý nghĩa khi tăng độ mặn và số nhánh đạt giá trị thấp nhất khi độ mặn đạt đến 2,5 và 3‰. Ngược lại, khi phun bổ sung GA₃ đã làm tăng số nhánh trên cây trong trường hợp so sánh đơn lẻ hay so sánh kết hợp với các mức độ mặn. Số nhánh trên cây ở nghiệm thức phun GA₃ 100 mg/L trong điều kiện

cây bị nhiễm mặn 2‰ (6,7 nhánh/cây) đạt cao hơn và khác biệt có ý nghĩa so với các nghiệm thức khác trong thí nghiệm (ngoại trừ nghiệm thức có nồng độ mặn thấp hơn là 1,5‰ nhưng cùng liều lượng xử lý GA₃ 50 mg/L). Khi độ mặn càng tăng, cây không được xử lý GA₃, số nhánh trên cây sẽ càng thấp. Theo Qaderi và cs (2006) [15], hiện tượng ức chế sự phát triển của chồi đã được xem như một sự thích nghi của toàn bộ cây trồng đối với stress do muối. Nghiên cứu của Ali và cs (2014) [16] ghi nhận trên cây hoa hồng đã có sự giảm dần số nhánh trên cây theo sự gia tăng nồng

độ mặn NaCl, tuy nhiên sự sinh trưởng đã được cải thiện khi kết hợp phun GA₃ 100 mg/L. Kết quả ghi nhận tương tự của Ali và Hassan (2014) [17] trên

cây hoa cúc, xử lý mặn đã làm giảm đáng kể chiều cao cây nhưng phun GA₃ ở nồng độ 75 hay 150 mg/L làm giảm bớt các tác động tiêu cực của mặn.

Bảng 2. Ảnh hưởng của GA₃ đến số nhánh trên cây cà gai leo trong điều kiện nước tưới nhiễm mặn

NaCl (%)	Số nhánh trên cây (nhánh/cây)			Trung bình NaCl
	GA ₃ (mg/L)			
	0	50	100	
1,5	5,57 ^d	6,22 ^{bc}	6,56 ^{ab}	6,11 ^a
2,0	4,97 ^e	5,94 ^{cd}	6,70 ^a	5,87 ^b
2,5	4,50 ^f	5,93 ^{cd}	6,00 ^c	5,48 ^c
3,0	4,59 ^{ef}	4,33 ^f	5,92 ^{cd}	4,95 ^c
Trung bình GA ₃	4,91 ^c	5,61 ^b	6,29 ^a	
CV% = 3,00				

Ghi chú: Trong cùng một cột, các số có chữ theo sau giống nhau thì không có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 0,05 qua phép thử Duncan.

3.3. Ảnh hưởng của GA₃ đến diện tích lá cây cà gai leo trong điều kiện nước tưới nhiễm mặn

Kết quả ở bảng 3 cho thấy, việc tăng độ mặn từ 1,5‰ lên 3‰ đã làm giảm đáng kể diện tích lá và xu hướng ngược lại đã được quan sát thấy khi GA₃ được áp dụng ở các liều lượng 50 mg/L hoặc 100 mg/L. Có sự khác biệt có ý nghĩa qua thống kê về chỉ tiêu diện tích lá trong sự kết hợp giữa độ mặn và GA₃. Sự gia tăng diện tích lá được thể hiện rõ ở các nghiệm thức có phun GA₃ trong cùng độ mặn. Trong cùng độ mặn là 2‰, diện tích lá của nghiệm thức được phun GA₃ 50 mg/L và 100 mg/L cao hơn, khác biệt có ý nghĩa so với nghiệm thức không phun GA₃ (tương ứng với 5,46 cm² và 5,36 cm² so với 4,6 cm²). Xử lý GA₃ trong hầu hết các

trường hợp đã làm giảm tác dụng ức chế của độ mặn trên diện tích lá cây cà gai leo, ngay cả ở độ mặn cao nhất 3‰. Kết quả ghi nhận tương tự khi so sánh trên cùng độ mặn 2,5‰ hoặc 3‰ khi có phun GA₃. Sự giảm sinh trưởng sinh dưỡng xảy ra do độ mặn có thể là do giảm cả sự phân chia và mở rộng tế bào. Điều này phù hợp với nghiên cứu của Marcelis và Hooijdkank (1999) [18], Parida và cs (2002) [19]. Theo Shaddad và cs (2013) [6], sự giảm diện tích lá trên 2 giống lúa mì Giza 168 và Sohag 3 đã được ghi nhận trong điều kiện cây bị nhiễm mặn; có sự thay đổi rõ rệt chỉ tiêu này bằng phương pháp xử lý GA₃ (100 mg/L) trên cả hai giống lúa mì này.

Bảng 3. Ảnh hưởng của GA₃ đến diện tích lá cây cà gai leo trong điều kiện nước tưới nhiễm mặn

NaCl (‰)	Diện tích lá (cm ²)			Trung bình NaCl
	GA ₃ (mg/L)			
	0	50	100	
1,5 (ĐC)	5,39 ^{ab}	5,54 ^{ab}	6,09 ^a	5,67 ^a
2,0	4,60 ^c	5,46 ^{ab}	5,36 ^{ab}	5,14 ^b
2,5	4,30 ^{cd}	5,49 ^{ab}	5,40 ^{ab}	5,04 ^b

3,0	3,76 ^d	5,28 ^b	5,53 ^{ab}	4,86 ^b
Trung bình GA ₃	4,49 ^b	5,44 ^a	5,60 ^a	
CV% = 5,51				

Ghi chú: Trong cùng một cột, các số có chữ theo sau giống nhau thì không có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 0,05 qua phép thử Duncan.

3.4. Ảnh hưởng của GA₃ đến hàm lượng diệp lục tố trong lá cây cà gai leo trong điều kiện nước tưới nhiễm mặn

Bảng 4 cho thấy, hàm lượng diệp lục tố trong lá cây cà gai leo giảm đáng kể khi độ mặn tăng lên. Hàm lượng diệp lục tố ở nghiệm thức có độ mặn cao 2,5‰ và 3‰ được ghi nhận thấp hơn, khác biệt có ý nghĩa so với đối chứng (tương ứng với 4,24 mg/g và 4,08 mg/g so với 4,71 mg/g). Xét về hiệu quả khi xử lý các liều lượng GA₃, kết quả ghi nhận hàm lượng diệp lục tố a+b giữa các nghiệm thức khác biệt có ý nghĩa qua thống kê, hàm lượng tổng diệp lục tố biến động từ 4,06 - 4,61 mg/g. Hàm lượng tổng diệp lục tố khi phun GA₃ 50 mg/L (4,37 mg/g) và GA₃ 100 mg/L (4,61 mg/g) cao hơn và

khác biệt có ý nghĩa so với không phun GA₃ (4,06 mg/g).

Hàm lượng diệp lục tố a+b qua sự tương tác giữa GA₃ và độ mặn có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức trong thí nghiệm và biến động từ 3,82 – 5,01 mg/g. Tuy nhiên, trong cùng độ mặn, chưa có sự khác biệt về hàm lượng diệp lục tố khi phun GA₃. Một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng hàm lượng chất diệp lục đã giảm đáng kể do bị nhiễm mặn [16, 20, 21]. Theo Ashraf và cs (2000) [14], hàm lượng diệp lục tố có xu hướng giảm khi lượng cung cấp NaCl tăng lên trong môi trường tăng trưởng. Tuy nhiên, việc áp dụng GA₃ đã được chứng minh là có hiệu quả trong việc gia tăng các sắc tố và tổng số chất diệp lục trong cả hai giống lúa mì Barani-83 và SARC-I.

Bảng 4. Ảnh hưởng của GA₃ đến hàm lượng diệp lục tố a + b trong lá cây cà gai leo trong điều kiện nước tưới nhiễm mặn

NaCl (%)	Hàm lượng diệp lục tố a + b (mg/g)			Trung bình NaCl
	GA ₃ (mg/L)			
	0	50	100	
1,5 (ĐC)	4,43 ^{abc}	4,70 ^{ab}	5,01 ^a	4,71 ^a
2,0	4,09 ^{bc}	4,41 ^{abc}	4,56 ^{abc}	4,35 ^{ab}
2,5	3,90 ^{bc}	4,38 ^{abc}	4,44 ^{abc}	4,24 ^b
3,0	3,82 ^c	3,99 ^{bc}	4,42 ^{abc}	4,08 ^b
Trung bình GA ₃	4,06 ^b	4,37 ^a	4,61 ^a	
CV% = 7,23				

Ghi chú: Trong cùng một cột, các số có chữ theo sau giống nhau thì không có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 0,05 qua phép thử Duncan

3.5. Ảnh hưởng của GA₃ đến hàm lượng prolin trong lá cây cà gai leo trong điều kiện nước tưới nhiễm mặn

Hàm lượng proline trong lá cà gai leo tăng khi xử lý mặn (Bảng 5). Xử lý mặn NaCl ở nồng độ 3‰

có hàm lượng prolin cao nhất (3,56 µg/g), khác biệt có ý nghĩa so với các độ mặn thấp hơn như NaCl 2,5‰ (3,47 µg/g), NaCl 2‰ (3,35 µg/g) và đối chứng NaCl 1,5‰ (3,21 µg/g). Phun GA₃ với liều lượng càng cao đã làm tăng hàm lượng prolin trong lá. Bổ sung GA₃ ở liều lượng 100 mg/L có

giá trị prolin cao hơn và khác biệt có ý nghĩa so với phun GA_3 50 mg/L, thấp nhất là không bổ sung GA_3 (tương ứng với 3,63 $\mu\text{g/g}$ so với 3,41 $\mu\text{g/g}$ và 3,18 $\mu\text{g/g}$).

Sự tương tác giữa GA_3 và độ mặn có sự khác biệt có ý nghĩa về hàm lượng prolin trong lá. Hàm lượng prolin khi kết hợp phun GA_3 100 mg/L với xử lý NaCl ở các nồng độ 2‰; 2,5‰; 3‰ (tương ứng với 3,63 $\mu\text{g/g}$; 3,62 $\mu\text{g/g}$; 3,71 $\mu\text{g/g}$) cao hơn, khác biệt có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại và đối chứng (2,74 $\mu\text{g/g}$), ngoại trừ 2 nghiệm thức có giá trị tương đương là phun GA_3 100 mg/L với NaCl 1,5‰ (3,53 $\mu\text{g/g}$) và không phun GA_3 trên nền mặn NaCl 1,5‰ (3,53 $\mu\text{g/g}$). Sự tích lũy

proline nhanh chóng trong các cơ quan và mô thực vật là một trong những hậu quả trao đổi chất đáng chú ý nhất của stress muối [22]. Theo Shaddad và cs (2013) [6], hàm lượng proline trong rễ, thân và lá của cả hai giống lúa mì Giza 168 và Sohag 3 tăng lên đáng kể khi độ mặn trong đất tăng. Tuna và cs (2008) [20] đã ghi nhận việc bón GA_3 qua lá làm tăng hàm lượng proline giúp cây chống lại một số tác động bất lợi của độ mặn. Khan và cs (2010) [23] báo cáo rằng hàm lượng proline cao hơn ở các cây *Linum usitatissimum* khi tiếp xúc với GA_3 , sự tích lũy proline tăng cường này có thể đại diện cho một sự thích nghi sinh hóa trong việc điều chỉnh thẩm thấu của thực vật.

Bảng 5. Ảnh hưởng của GA_3 đến hàm lượng prolin trong lá cây cà gai leo trong điều kiện nước tưới nhiễm mặn

NaCl (%)	Hàm lượng prolin trong lá (µg/g)			Trung bình NaCl
	GA ₃ (mg/L)			
	0	50	100	
1,5 (ĐC)	2,74 ^f	3,38 ^d	3,53 ^{bc}	3,21 ^d
2,0	3,08 ^e	3,34 ^d	3,63 ^{ab}	3,35 ^b
2,5	3,32 ^d	3,46 ^{cd}	3,62 ^{ab}	3,47 ^b
3,0	3,55 ^{bc}	3,44 ^{cd}	3,71 ^a	3,56 ^a
Trung bình GA ₃	3,18 ^c	3,41 ^b	3,63 ^a	
CV% = 2,71				

Ghi chú: Trong cùng một cột, các số có chữ theo sau giống nhau thì không có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 0,05 qua phép thử Duncan.

3.6. Ảnh hưởng của GA_3 đến khối lượng rễ cây cà gai leo trong điều kiện nước tưới nhiễm mặn

Kết quả ở bảng 6 cho thấy, có sự khác biệt có ý nghĩa qua thống kê giữa các nghiệm thức về chỉ tiêu khối lượng tươi và khối lượng khô của rễ cây cà gai leo. Khi nồng độ muối tăng đã làm giảm cả khối lượng tươi và khô của rễ cây. Khi xử lý muối ở nồng độ cao nhất NaCl 3‰ khối lượng tươi của rễ đạt thấp nhất (46,62 g/cây), kể đến là xử lý NaCl 2,5‰ (54,74 g/cây) và NaCl 2‰ (55,02 g/cây); khối lượng tươi của rễ ở 3 nghiệm thức này đều thấp hơn, khác biệt có ý nghĩa so với đối chứng xử lý NaCl 1,5‰ (60,15 g/cây). Tuy nhiên, khi có phun bổ sung GA_3 , khối lượng tươi của rễ tăng dần, khác biệt có ý nghĩa thống kê theo sự thay đổi liều lượng GA_3 từ thấp đến cao (0, 50 đến 100 mg/L; tương ứng với 47,58 g/cây; 55,16 g/cây và 59,767 g/cây).

Khi kết hợp xử lý mặn và phun GA_3 ghi nhận có sự khác biệt có ý nghĩa qua thống kê giữa các nghiệm thức trong thí nghiệm. Khối lượng tươi của rễ đạt cao hơn, có ý nghĩa thống kê khi kết hợp phun GA_3 có xử lý NaCl ở các độ mặn cao 2‰ (59,48 g/cây) và 2,5‰ (60,09 g/cây) so với đối chứng (55,60 g/cây). Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Ashraf và cs (2000) [14], theo đó khối lượng tươi của rễ, chiều cao cây và diện tích lá đều giảm khi lượng muối cung cấp tăng lên, nhưng việc xử lý bằng axit gibberellic 100 mg/L đã có hiệu quả cải thiện đáng kể đối với cả hai giống lúa mì Barani-83 (nhạy cảm với muối) và SARC-I (chịu mặn) đối với các thuộc tính tăng trưởng này.

Kết quả ghi nhận tương tự ở chỉ tiêu khối lượng khô của rễ. Xử lý GA_3 ở nồng độ 100 mg/L đã làm gia tăng khối lượng khô của rễ trong điều

kiện cây bị nhiễm mặn NaCl 1,5‰ (40,88 g/cây), NaCl 1,5‰ (35,22 g/cây) và các nghiệm thức còn NaCl 2‰ (39,54 g/cây) và NaCl 2,5‰ (40,91 g/cây) so với đối chứng không phun GA₃, chỉ xử lý

Bảng 6. Ảnh hưởng của GA₃ đến khối lượng rễ cây cà gai leo trong điều kiện nước tưới nhiễm mặn

NaCl (‰)	Khối lượng tươi của rễ (g/cây)				Khối lượng khô của rễ (g/cây)			
	GA ₃ (mg/L)			Trung bình NaCl	GA ₃ (mg/L)			Trung bình NaCl
	0 (ĐC)	50	100		0 (ĐC)	50	100	
1,5 (ĐC)	55,60 ^c	60,14 ^b	64,72 ^a	60,15 ^a	35,22 ^b	39,66 ^a	40,88 ^a	38,59 ^a
2,0	50,11 ^d	55,47 ^c	59,48 ^b	55,02 ^b	30,43 ^c	35,17 ^b	39,54 ^a	35,05 ^b
2,5	49,18 ^d	54,96 ^c	60,09 ^b	54,74 ^b	29,98 ^c	35,79 ^b	40,91 ^a	35,56 ^b
3,0	35,43 ^e	50,07 ^d	54,37 ^c	46,62 ^c	22,33 ^d	29,77 ^c	35,22 ^b	29,12 ^c
Trung bình GA ₃	47,58 ^c	55,16 ^b	59,67 ^a		29,49 ^c	35,10 ^b	35,26 ^b	
CV% = 5,51					CV% = 5,67			

Ghi chú: Trong cùng một cột, các số có chữ theo sau giống nhau thì không có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 0,05 qua phép thử Duncan.

3.7. Ảnh hưởng của GA₃ đến khối lượng khô của cây cà gai leo trong điều kiện nước tưới nhiễm mặn

Khối lượng khô của cây đã có sự thay đổi theo xu hướng giảm qua thống kê khi tăng nồng độ muối từ 1,5‰ lên đến 3‰ (Bảng 7). Số liệu xử lý cho thấy khối lượng khô của cây đạt thấp nhất khi xử lý ở độ mặn cao nhất NaCl 3‰ (60,14 g/cây), kế đến là xử lý NaCl 2,5‰ và NaCl 2‰ (tương ứng với 65,02 g/cây và 65,1 g/cây) so với đối chứng NaCl 1,5‰ (70,7 g/cây). Ngược lại, khi tăng dần các liều lượng GA₃ từ 0 lên 50 và 100 mg/L, khối lượng khô của cây được ghi nhận gia tăng tương

ứng từ 60,31 g/cây lên 65,2 g/cây và 70,21 g/cây và khác biệt có ý nghĩa qua thống kê.

Sự kết hợp giữa 2 yếu tố nồng độ mặn và liều lượng GA₃ cho khối lượng khô của cây trong khoảng 54,51 – 70,3 g/cây và khác biệt có ý nghĩa thống kê. Năng suất ở nghiệm thức phun GA₃ 100 mg/L trên nền mặn NaCl 2,5‰ (70,3 g/cây) và NaCl 2‰ (69,1 g/cây) cao hơn và khác biệt có ý nghĩa so với đối chứng xử lý NaCl 1,5‰ không phun GA₃ (65,5 g/cây) và các nghiệm thức còn lại (ngoại trừ nghiệm thức xử lý NaCl 1,5‰ có phun GA₃ 50 và 100 mg/L).

Bảng 7. Ảnh hưởng của GA₃ đến khối lượng khô của cây cà gai leo (g/cây)

trong điều kiện nước tưới nhiễm mặn

NaCl (‰)	Khối lượng khô của cây (g/cây)			Trung bình NaCl
	GA ₃ (mg/L)			
	0	50	100	
1,5 (ĐC)	65,50 ^c	69,86 ^b	76,75 ^a	70,70 ^a
2,0	61,08 ^d	65,12 ^c	69,10 ^b	65,10 ^b
2,5	60,15 ^d	64,62 ^c	70,30 ^b	65,02 ^b
3,0	54,51 ^e	61,19 ^d	64,71 ^c	60,14 ^c
Trung bình GA ₃	60,31 ^c	65,20 ^b	70,21 ^a	
CV% = 3,81				

Ghi chú: Trong cùng một cột, các số có chữ theo sau giống nhau thì không có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 0,05 qua phép thử Duncan.

Như vậy, xử lý GA₃ đã làm giảm tác dụng ức chế của stress do mặn đối với sự tăng trưởng và các thông số sinh lý đã đề cập ở trên và làm gia tăng khối lượng khô của cây cà gai leo vì đã làm tăng giá trị các chỉ tiêu chiều cao cây, số nhánh trên cây, diện tích lá và khối lượng rễ. Theo Tuna và cs (2008) [20], ảnh hưởng của mặn đã làm giảm tổng khối lượng chất khô của cây ngô nhưng phun GA₃ đã gia tăng khối lượng tươi và khô của chồi và rễ cây. Các nghiên cứu của Shores và cs (2011) [24], Khalid và Cai (2011) [25], Caia và cs (2014) [26] ghi nhận dưới áp lực của mặn, sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng bị ức chế, nhưng khi bổ sung GA₃ đã làm giảm bớt các tác động tiêu cực của độ mặn. Kết quả này cho thấy ứng dụng GA₃ có thể cải thiện năng suất cây trồng trong điều kiện hạn mặn.

4. KẾT LUẬN

Chiều cao cây, số nhánh trên cây, diện tích lá, khối lượng của rễ cây cà gai leo đều giảm khi lượng muối cung cấp tăng lên từ 2‰; 2,5‰ đến 3‰ nhưng làm gia tăng sự tích lũy hàm lượng prolin theo mức độ nhiễm mặn. Phun GA₃ đã có hiệu quả cải thiện đáng kể đối với các chỉ tiêu tăng trưởng này. Trong cùng điều kiện tưới ở nồng độ NaCl 2‰ hoặc 2,5‰, có bổ sung GA₃ 100 mg/L đã có tác dụng tăng khối lượng khô của cây so với không phun GA₃ và đối chứng. Ở độ mặn cao nhất NaCl 3‰ kết hợp phun GA₃ 100 mg/L có khối lượng khô tương đương với đối chứng có độ mặn thấp nhất NaCl 1,5‰ và không bổ sung GA₃.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Mở thành phố Hồ Chí Minh đã cung cấp kinh phí cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tunctürk, M., Tunctürk, R., Yildirim, B., Ciftci, V. (2011). Effect of salinity stress on plant fresh weight and nutrient composition of some canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *African Journal of Biotechnology*, 10:1827-1832.

2. Li, X., An, P., Inanaga, S., Eneji, A. E. and Tanabe, K. (2006). Salinity and defoliation effects on soybean growth. *Journal of Plant Nutrition*, 29: 1499-1508.

3. Parida, A. K. and Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60: 324-349.

4. Amzallag, G. N., Lener, H. R. and Poljakff-Mayber, A. (1990). Exogenous ABA as a modulator of the response of sorghum to high salinity. *Journal of Experimental Botany*, 541: 1529-1534.

5. Parasher, A. and Varma, S. K. (1988). Effect of pre-sowing seed soaking in gibberellic acid on growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) under different saline conditions. *Indian Journal of Biological Sciences*, 26: 473-475.

6. Shaddad, M. A. K., Abd El- Samad, H. M. and Mostafa, D. (2013). Role of gibberellic acid (GA₃) in improving salt stress tolerance of two wheat cultivars. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry*, 5(4): 50-57.

7. Gomathi, R., and Thandapani, P. (2014). Influence of salinity stress on growth parameters and yield of sugarcane. *Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 9: 28-32.

8. Bùi Thị Mỹ Hồng, Nguyễn Hoàng Minh, Phạm Thị Mai Linh, Nguyễn Hữu Thiện (2021). Ảnh hưởng của Ca, Mg, K và Si đến sinh trưởng và phát triển cây cà gai leo (*Solanum procumbens* Lour) trong điều kiện mặn nhân tạo. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 24: 22-29.

9. Paquin, R. and Lechasseur, P. (1979). Observations sur une méthode de dosage de la proline libre dans les extraits de plantes. *Canadian Journal of Botany*. 57(18): 1851-1854.

10. Wintermans, F. G. M. and De Mots A. (1965). Spectrophotometric characteristics of chlorophyll a and b and their phytyls in ethanol. *Biochimica et Biophysica Acta*, 109: 448-453.

11. Munns, R. (2005). Genes and salt tolerance: Bringing them together, *New Phytologist*, 167: 645-663.
12. Hajiboland, R., Aliasgharzadeh, A., Laiegh, S. F. and Poschenrieder, C. (2010). Colonization with arbuscular mycorrhizal fungi improves salinity tolerance of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants. *Plant Soil*, 331: 313-327.
13. Yasseen, B. T., Jurjee, J. A. and Sofajy, S. A. (1987). Changes in some growth processes induced by NaCl in individual leaves of two barley cultivars. *Indian Journal of Plant Physiology*, 30: 1-6.
14. Ashraf, M., Karim, F. and Rasul, E. (2000). Interactive effects of gibberellic acid (GA_3) and salt stress on growth, ion accumulation and photosynthetic capacity of two spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance. *Plant Growth Regulation*, 00: 1-11.
15. Qaderi, M. M., Kurepin, L. V. and Reid, D. M. (2006). Growth and physiological responses of canola (*Brassica napus*) to three components of global climate change: temperature, carbon dioxide and drought. *Physiologia Plantarum*, 128: 710-721.
16. Ali, E. F., Bazaid, S. A. and Hassan, F. A. S. (2014). Salinity Tolerance of Taif Roses by Gibberellic acid (GA_3). *International Journal of Science and Research*, 3: 184-192.
17. Ali, E. F. and Hassan, F. A. S. (2014). Alleviatory effects of salt stress by *mycorrhizal* fungi and gibberellic acid on chamomile plant. *International Journal of Scientific Research*, 3(11): 109-118.
18. Marcelis, L. F. M. and Hooijdonk, J. V. (1999). Effect of salinity on growth, water use and nutrient use in radish (*Raphanus sativus* L.). *Plant Soil*, 215: 57-64.
19. Parida, A., Das, A. B. and Das, P. (2002). NaCl stress causes changes in photosynthetic pigments, protein and other metabolic components in the leaves of a true mangrove, *Bruguiera parviflora* in hydroponics cultures. *Journal of Plant Biology*, 45: 28-36.
20. Tuna, A. L., Kaya, C., Dikilitas, M. and Higgs, D. E. B. (2008). The combined effects of gibberellic acid and salinity on some antioxidant enzyme activities, plant growth parameters and nutritional status in maize plants. *Environmental and Experimental Botany*, 62: 1-9.
21. Celik, O. and Atak, C. (2012). The effect of salt stress on antioxidative enzymes and proline content of two Turkish tobacco varieties. *Turkish Journal of Biology*, 36: 339-356.
22. Thomas, J. C., De Armond, R. A. and Bohnert, H. J. (1992). Influence of NaCl on growth, proline, and phosphoenolpyruvate carboxylase levels in *Esembryanthemum crystallinum* suspension cultures. *Plant Physiology*, 98: 626-631.
23. Khan, M. N., Siddiqui, M. H., Mohammad, F., Naeem, M. and Khan, M. M. A. (2010). Calcium chloride and gibberellic acid protect Linseed (*Linum sitatissimum* L.) from NaCl stress by inducing antioxidative defence system and osmoprotectant accumulation. *Acta Physiologia Plantarum*, 32: 121-132.
24. Shores, M., Spivak, M. and Bernstein, N. (2011). Involvement of calcium-mediated effects on ROS metabolism in the regulation of growth improvement under salinity. *Free Radical Biology and Medicine*, 51: 1221-1234.
25. Khalid, A. and Cai, W. (2011). The effects of mannitol and salinity stresses on growth and biochemical accumulations in lemon balm. *Acta Ecologica Sinica*, 31: 112-120.
26. Caia, X., Niub, G., Starman, T. and Hall, C. (2014). Response of six garden roses (*Rosa x hybrida* L.) to salt stress. *Scientia Horticulturae*, 168: 27-32.

THE EFFECTS OF GIBBERELIC ACID (GA₃) ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF *Solanum procumbens* Lour UNDER SALINITY STRESS

Bui Thi My Hong, Nguyen Hoang Minh, Le Truong Thuan

Summary

In this study, gibberellic acid (GA₃), a plant growth regulator, was administered as a supplementary treatment to salt-stressed ivy gourd plants. A randomized complete block design experiment was conducted with two factors. Various growth parameters, such as chlorophyll content and proline, were assessed under distinct salinity levels (1.5, 2, 2.5 and 3‰ NaCl) and GA₃ doses (0, 50, 100 mg/L). The results indicate that as the salinity level increased, the plant height, the number of branches, leaf area, and root weight decreased. However, the application of GA₃ significantly improved these growth parameters. Notably, under the same NaCl treatment at 2 or 2.5‰, the supplementation of GA₃ at 100 mg/L led to an increase in dry weight of the plant compared to the non-sprayed and control groups. Additionally, the combination of the highest salinity level of 3‰ NaCl with GA₃ spraying at 100 mg/L resulted in dry weight of the plant equivalent to the lowest salinity level of 1.5‰ NaCl without GA₃ supplementation.

Keywords: *GA₃, growth, NaCl, salt, solanum procumbens.*

Người phản biện: PGS.TS. Ninh Thị Phép

Ngày nhận bài: 24/3/2023

Ngày thông qua phản biện: 10/4/2023

Ngày duyệt đăng: 18/8/2023