

ẢNH HƯỞNG CỦA AXIT SALICYLIC ĐẾN SINH TRƯỞNG CỦA CÂY CON DƯA CHUỘT TRONG ĐIỀU KIỆN HẠN

Nguyễn Thị Phương Dung*, Phạm Tuấn Anh, Trần Anh Tuấn

Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

Email: ntpdung@vnua.edu.vn*

Ngày gửi bài: 16.12.2015

Ngày chấp nhận: 15.08.2016

TÓM TẮT

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của salicylic axit (SA) ở 2 mức nồng độ khác nhau (0,25 mM và 0,50 mM) đến cây dưa chuột trong điều kiện hạn nhân tạo bằng PEG - 6000. Kết quả cho thấy, hạn đã làm giảm mạnh mẽ khả năng sinh trưởng của cây dưa chuột, nhưng khi bổ sung thêm SA vào các công thức hạn đã làm giảm tác động của hạn đối với cây dưa chuột ở giai đoạn cây con, thể hiện qua các chỉ tiêu về sinh trưởng và một số stress markers. Chiều cao cây tăng 1,2 lần, số lá, diện tích lá, chỉ số LAI tăng lần lượt là 1,66 lá/cây, 13,3 cm² lá/cây, 1,2 lần; sự tích lũy chất khô tăng tương ứng là 1,7 và 4,5 lần ở thân lá và ở rễ; hàm lượng diệp lục a, hàm lượng diệp lục b tăng từ 0,01 đến 0,06 mg, nhưng hàm lượng carotenoids lại giảm 0,01 mg ở công thức hạn có SA so với điều kiện hạn không có SA. Xử lý SA làm giảm mức độ tăng của proline, MDA so với công thức hạn không bổ sung SA, nhưng chưa có tác động đáng kể đến hàm lượng H₂O₂ và chỉ số huỳnh quang của diệp lục Fv/Fm. Trong 2 nồng độ SA sử dụng, nồng độ SA 0,5 mM có hiệu quả tốt hơn so với nồng độ SA 0,25 mM.

Từ khóa: Dưa chuột, hạn, SA, PEG - 6000, diệp lục, carotenoids, proline, H₂O₂, MDA.

Effect of Salicylic Acid on Growth of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Seedlings under Drought Stress

ABSTRACT

The objective of the present work was to determine the effect of salicylic acid (SA, 0.25mM and 0.50mM) on growth of cucumber under drought stress imposed by PEG - 6000. Drought markedly reduced growth and development of seedlings, but exogenously applied SA significantly increased plant growth both in drought and non - drought conditions. The increased growth was found for plant height, leaf number, leaf area and leaf area index, shoot and root dry matter, and chlorophyll a and chlorophyll b content in drought stress applied with 0.25mM SA and 0.50mM SA+ PEG in comparison with those in drought conditions without SA application. In addition, exogenous application of SA lowered the increase in proline content and MDA, but the negative effect of drought on H₂O₂ content and Fv/Fm index was not significantly ameliorated. Application of 0.5 mM SA showed a better effect than 0.25 mM SA.

Keywords: Cucumber, drought, salicylic acid, plant growth, H₂O₂, MDA, proline.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dưa chuột (*Cucumis sativus* L.) là loại rau ăn quả có giá trị kinh tế cao, được trồng phổ biến nhất trong họ bầu bí Cucurbitaceae. Khả năng chịu hạn của dưa chuột rất yếu, do bộ rễ phát triển kém nhưng bộ lá lại lớn, vì thế rất khó thích ứng đối với các điều kiện bất thuận

như úng và hạn (Trần Khắc Thi, 1985). Khi cây bị hạn, không những sinh trưởng kém mà còn tích lũy chất gây đắng cucurbitaxina trong quả. Sự mất nước nhanh chóng ở dưa chuột làm tăng tổng hợp những chất oxy hóa khử có hại, dẫn đến những phá hủy và kìm hãm sinh trưởng (Xia *et al.*, 2009). Trong khi đó, bên cạnh những biến đổi bất lợi về thời tiết, việc sử dụng nhiều

phân bón để thâm canh và dùng thuốc bảo vệ thực vật quá mức cũng dẫn đến xuất hiện các loại sâu bệnh kháng thuốc và có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường.

Axit salicylic được coi là một hormone thực vật tiềm năng vì vai trò điều tiết đa dạng của nó trong quá trình chuyển hóa ở thực vật. SA xử lý ngoại sinh hoặc được tổng hợp cao trong mô cũng có tác dụng giúp cây trồng chống lại các stress phi sinh học như nóng, mặn, hạn và lạnh (Popova *et al.*, 1997). SA cũng đóng một vai trò trong quá trình hạt nảy mầm, tạo năng suất quả, quá trình đường phân, ra hoa ở thực vật (Klessig and Malamy, 1994), hấp thu và vận chuyển ion, hiệu suất quang hợp, sự đóng mở khí khổng và thoát hơi nước (Khan *et al.*, 2003). SA đồng thời giữ vai trò quan trọng trong việc bảo vệ thiết lập một phản ứng bảo vệ chống nhiễm khuẩn trước các nguồn gây bệnh khác nhau và khả năng đề kháng ở thực vật (Durner *et al.*, 1997). SA còn ảnh hưởng tới hoạt tính oxidase ở ty thể làm nhiệm vụ khử oxy tạo phân tử nước mà không tạo ATP và ảnh hưởng tới hàm lượng các gốc chứa oxy hoạt động trong ty thể. Ngoài ra, SA cũng ảnh hưởng đến peroxidase hóa lipid, là enzyme có vai trò trong cơ chế kháng bệnh ở cây trồng.

Sử dụng dung dịch SA ở nồng độ 1.000 ppm kết hợp luân phiên với các loại thuốc trừ bệnh làm tăng tính kháng bệnh thân thư trên cây thanh long (Phùng Chí Sơn, 2014). SA là một hoạt chất trong chế phẩm sinh học AIM, giúp cây lúa có khả năng xua đuổi, phòng tránh được những sự tấn công của rầy nâu. SA, ASA, K_2HPO_4 và Chitosan được xử lý 1 và 2 giờ trước khi chủng bệnh với *P. oryzae* trên 2 giống OM 269 và OM 1732, cho thấy có ảnh hưởng tới tính kháng lưu dẫn (Nguyễn Phú Dũng, 2003).

Mặc dù vậy, những kết quả nghiên cứu về bản chất tác động của SA đến khả năng chống chịu stress của cây trồng vẫn còn hạn chế. Hơn nữa, giai đoạn cây con dưa chuột là giai đoạn rất mẫn cảm với hạn. Trong khi đó, PEG là một chất tan có khối lượng phân tử cao và thể thẩm thấu lớn, không thể xâm nhập vào cấu trúc của tế bào và được sử dụng hiệu quả để gây hạn

nhân tạo cho cây trồng. Vì vậy, nghiên cứu nhằm làm sáng tỏ cơ chế tác động của SA và liều lượng xử lý đến cây dưa chuột giai đoạn cây con trong điều kiện gây hạn nhân tạo bằng PEG là hết sức cần thiết. Những kết quả nghiên cứu này sẽ là cơ sở khoa học cho việc sử dụng SA trong các chế phẩm không độc hại có khả năng giúp cây trồng chống lại các tác nhân stress dùng cho thực vật.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

Nghiên cứu được thực hiện trên giống dưa chuột Angenlina013 (Thái Lan) do công ty TNHH TM - SX HG Đông Hưng cung cấp, là giống dưa rõ khả năng chịu hạn.

Hóa chất sử dụng cho thí nghiệm là chất gây hạn PEG - 6000 (Sigma), axit salicylic (Merck) và các hóa chất khác: NaOH, ethanol, axit lactic, axit sulfosalicylic, axit acetic, axit phosphoric, ninhydrin, toluene...

Thành phần dung dịch dinh dưỡng Hoagland - Arnon: (0,3125 mM KNO_3 ; 0,45 mM $Ca(NO_3)_2$; 0,0625 mM KH_2PO_4 ; 0,125 mM $MgSO_4 \times 7 H_2O$; 11,92 μM H_3BO_3 ; 4,57 μM $MnCl_2 \times 4 H_2O$; 0,191 μM $ZnSO_4 \times 7 H_2O$; 0,08 μM $CuSO_4 \times 5 H_2O$; 0,024 μM $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \times 4 H_2O$; 15,02 μM $FeSO_4 \times 7H_2O$; 23,04 μM $Na_2EDTA \times 5 H_2O$).

Thí nghiệm được bố trí trong nhà lưới có mái che tại Khoa Nông Học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam năm 2014.

2.2. Phương pháp

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí theo kiểu khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh RCB, 8 cây/công thức, 3 lần nhắc lại, gồm 6 công thức: CT1 (Đối chứng - Dung dịch dinh dưỡng Hoagland - Arnon), CT2 (PEG), CT3 (0,25 mM SA), CT4 (0,50 mM SA), CT5 (0,25 mM SA + PEG), CT6 (0,50 mM SA + PEG). Nồng độ PEG - 6000 trong thí nghiệm là 13,8%, tương ứng với thể thẩm thấu - 3 bars là mức hạn nhẹ tính theo công thức của Michel and Kaufmann (1973).

Hạt giống được khử nấm bằng $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ (5% canxi hypochloride) trong 5 phút, rửa lại 5 lần bằng nước cất, sau đó được gieo trên giấy Whatman 3 lớp/đĩa petri, 20 hạt/đĩa, để ở nhiệt độ phòng trong 3 ngày. Những hạt nảy mầm tốt sẽ được trồng trong túi bầu bằng plastic, đường kính 15 cm, cao 18 cm, đục lỗ ở dưới đáy và thành bên, có chứa 200g hỗn hợp xơ dừa/trấu hun (tỷ lệ 2 : 1), 1 cây/chậu được đặt trong thùng xốp có kích thước $50 \times 36 \times 18$ cm chứa 10 lít dung dịch dinh dưỡng Hoagland - Arnon, 8 cây/thùng.

Nghiên cứu được thực hiện trong điều kiện thủy canh. Cây được để trong điều kiện nhà lưới có mái che. Khi cây có 3 lá thật tiến hành xử lý SA. Phun ướt bề mặt lá với 2 nồng độ SA là 0,25 mM và 0,5 mM ở các công thức khác nhau. 3 ngày sau phun SA tiến hành xử lý PEG trong 7 ngày. Sau đó, các cây được lấy mẫu để phân tích ở giai đoạn 25 - 28 ngày sau trồng.

2.2.2. Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp phân tích

Chiều cao cây, tốc độ tăng trưởng chiều cao được xác định mỗi tuần một lần, số lá (lá/cây), diện tích lá ($\text{cm}^2/\text{cây}$) và chỉ số diện tích lá ($\text{m}^2 \text{ lá}/\text{m}^2 \text{ đất}$) được xác định sau 28 ngày gieo trồng.

Hàm lượng diệp lục của lá được tính theo Arnon (1949): Lấy 10 mẫu lá tổng khối lượng 1 g, nghiền nhỏ với 10 mL 80% acetone. Hỗn hợp được ly tâm ở 6.000 g trong 10 phút. Xác định absorbance của hỗn hợp sắc tố ở 470 nm, 663 nm và 645 nm. Hàm lượng sắc tố trong dịch chiết tính theo công thức:

$$\text{Chla (g L}^{-1}\text{)} = 0,0127 \text{ A}_{663} - 0,00269 \text{ A}_{645}$$

$$\text{Chlb (g L}^{-1}\text{)} = 0,02291 \text{ A}_{645} - 0,00468 \text{ A}_{663}$$

$$\text{Chla+b (g L}^{-1}\text{)} = 0,0202 \text{ A}_{645} + 0,00802 \text{ A}_{663}$$

$$\text{Carotenoid (g L}^{-1}\text{)} = (\text{A}_{470} - 0,00182 \text{ Chla} - 0,08502 \text{ Chlb})/198$$

Trong đó: A_{470} , A_{663} và A_{645} là độ hấp thụ quang học của dịch chiết tương ứng với bước sóng 470, 663 và 645 nm. Hàm lượng sắc tố trong lá sau đó được quy đổi ra (mg/g).

Khối lượng tươi/khô của thân lá, rễ (khối lượng khô xác định sau khi sấy ở 80°C trong 24 h). Khả năng quang hợp dựa trên mức độ huỳnh quang của diệp lục Fv/Fm, sử dụng máy JUNIOR- PAM-2500 (Canada).

Phân tích sự ổn định của màng (mức độ phân hủy phospholipid): Mức độ phân hủy phospholipid được xác định thông qua phân tích hàm lượng malondialdehyde (MDA) theo phương pháp của Heath and Packe (1968). Dịch chiết mô được phản ứng với axit thiobarbituric (TBA) ở 95°C trong 30 phút. Hỗn hợp sau đó được đo độ hấp thụ ở 532 nm và 600 nm. Hàm lượng của MDA được xác định sử dụng hệ số hấp thụ tuyệt đối $155 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$.

Hàm lượng peroxide (H_2O_2) được xác định theo phương pháp của Jessup *et al.* (1994). Dịch chiết mô được phản ứng với dung dịch KI ở trong tối. Sau đó đo độ hấp thụ ở 390 nm. Hàm lượng hydro peroxide được xác định thông qua đường chuẩn. Hàm lượng proline theo phương pháp của Bates *et al.* (1973).

Số liệu thu thập được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel và Irristat 5.0. Sự sai khác giữa các giá trị trung bình của các thông số được đánh giá theo phân tích ANOVA ở mức $P < 0,05$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của SA đến sự sinh trưởng của thân lá dưa chuột

Chiều cao cây: Khi bị hạn, chiều dài thân của các cây đều giảm so với đối chứng và sai khác giữa các công thức và sự sai khác ở đây là có ý nghĩa thống kê: chiều dài thân thấp nhất ở công thức hạn, bằng một nửa so với đối chứng. Trong khi đó, cây có bổ sung thêm SA chiều cao cây tăng vượt trội, gấp hơn 2 lần công thức hạn (2,09 lần ở công thức 0,25 mM SA) và cao hơn cả đối chứng. Khi có SA trong môi trường hạn đã cải thiện chiều cao cây, tăng lên 1,2; 1,3 lần so với điều kiện hạn không có SA (Bảng 1).

Bảng 1. Ảnh hưởng của SA đến sự phát triển thân lá dưa chuột trong điều kiện hạn 25 ngày sau trồng

CT	Chiều cao cây (cm)	Tốc độ tăng trưởng chiều cao (cm/tuần)	Tổng số lá (lá/cây)	Diện tích lá (cm ² /cây)	Chỉ số LAI (m ² lá/m ² đất)
Hoagland	81,70 ± 5,90	36,12 ± 0,56	7,33 ± 0,19	85,67 ± 0,38	1,70
PEG - 6000	44,03 ± 4,15*	12,85 ± 0,15*	4,67 ± 0,12*	56,67 ± 0,03*	1,12
0,25mM SA	84,93 ± 5,12	37,35 ± 0,49	8,00 ± 0,11	96,23 ± 0,11*	1,90
0,50mM SA	92,23 ± 2,42*	42,47 ± 1,12*	9,00 ± 0,01*	111,43 ± 0,11*	2,21
0,25mM SA+PEG	52,62 ± 1,85*	20,00 ± 0,20*	5,33 ± 0,00*	65,77 ± 0,01*	1,30
0,50mM SA+PEG	58,43 ± 1,46*	22,52 ± 0,26*	6,33 ± 0,10*	69,90 ± 0,01*	1,38

Ghi chú: Các số liệu trong bảng là giá trị trung bình ± SE với n = 3 - 5. Dấu (*) biểu thị sự sai khác có ý nghĩa giữa các công thức thí nghiệm với đối chứng ở mức ý nghĩa P < 0,05.

Tổng số lá, diện tích lá và chỉ số diện tích lá: Sau 28 ngày trồng những cây xử lý PEG có tổng số lá trung bình trên cây giảm mạnh, chỉ còn bằng một nửa so với đối chứng, sự phát triển của bộ lá bị ức chế như: diện tích lá, chỉ số diện tích lá cũng chỉ bằng 2/3 so với đối chứng không hạn (Bảng 1). Thậm chí, khi chúng tôi theo dõi sau khoảng 35 ngày, bộ lá dưa chuột ngày càng kém phát triển, ngả màu úa vàng, đồng thời có hiện tượng ra hoa sớm.

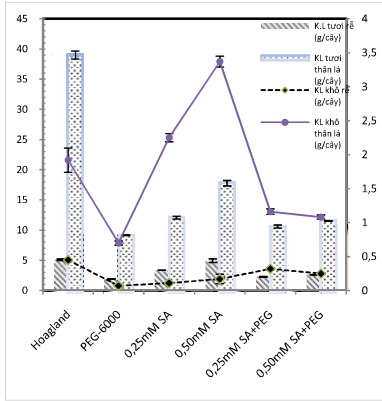
Ngược lại, đối với các công thức không hạn và bổ sung thêm SA với 2 nồng độ khác nhau thì tất cả các chỉ tiêu kể trên đều vượt trội hơn hẳn so với công thức hạn, gấp 2 lần so với công thức hạn, thậm chí còn hơn cả công thức đối chứng như: tổng số lá lớn hơn đối chứng từ 0,67 đến 1,67 lá/cây, diện tích lá lớn hơn từ 10,59 - 26,76 cm²/cây. Ở các công thức hạn có bổ sung thêm SA, cây có sức sống khỏe hơn, lá xanh, hầu như không héo và thân cây mập hơn những cây ở công thức hạn không có SA. Số lá, diện tích lá, chỉ số LAI đều tăng so với cây hạn không có SA lần lượt là 1,66 lá/cây; 13,3 cm² lá/cây.

3.2. Ảnh hưởng của SA đến khả năng tích lũy chất khô dưa chuột

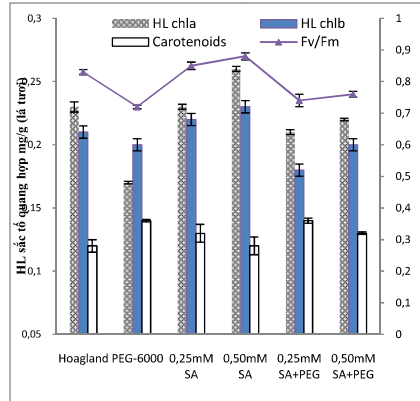
Có sự khác biệt rõ rệt về khả năng tích lũy chất khô của rễ và thân lá giữa các công thức. Sự khác nhau ở đây là có ý nghĩa về mặt thống kê (Hình 1).

Sự tích lũy chất khô thấp nhất ở công thức hạn (với rễ và thân lá lần lượt là 0,07 và 0,7 g)

và cao nhất ở công thức chỉ có dung dịch dinh dưỡng và công thức 0,5 mM SA (với rễ và thân lá lần lượt là 0,17 và 3,37 g). Do khi cây gặp hạn quá trình hấp thu nước giảm, kéo theo sự sinh trưởng và phát triển của rễ, thân lá giảm. Mặc dù ở công thức đối chứng có khối lượng tươi của thân lá lớn hơn công thức bổ sung thêm 0,25mM và 0,05mM SA (tương ứng là 27 g và 22 g) nhưng khối lượng khô tương ứng lại nhỏ hơn (0,33 và 1,45 g). Điều này có thể là do khi bổ sung thêm SA khả năng tích lũy chất khô đã tăng lên đáng kể. Sự tích lũy vật chất thể hiện mối liên quan giữa quang hợp và hô hấp. SA có thể cũng là yếu tố stress mà khi bị stress thì những giống vẫn duy trì được hoạt động quang hợp tốt và giảm được hô hấp vô hiệu sẽ có khả năng tích lũy cao. Khi cây gặp hạn và xử lý SA khối lượng rễ, thân lá đã được cải thiện đáng kể. Những kết quả nghiên cứu của chúng tôi cũng phù hợp với nghiên cứu trước đây khi xử lý SA ở các nồng độ khác nhau (0; 0,25; 0,50; 0,75 và 1,00 mM) đối với 2 giống lúa mì mùa xuân (giống có khả năng chịu mặn S - 24 và giống trung tính MH - 97) với mức mặn 150 mM NaCl (Muhammad *et al.*, 2007). Hạn muối đã làm giảm khối lượng tươi, khối lượng khô thân và diện tích lá của cả hai giống. Tuy nhiên, khối lượng tươi và khô của rễ, chiều dài thân, rễ không giảm khi gặp điều kiện mặn. Sử dụng 0,75 mM SA vào dung dịch dinh dưỡng Hoagland's Arnon đã làm tăng khối tươi, khô của cả thân và rễ, chiều dài thân và diện tích lá của giống S - 24 trong điều kiện không bị nhiễm



Hình 1. Ảnh hưởng của SA đến khả năng tích lũy chất khô của dưa chuột trong điều kiện hạn 28 NST



Hình 2. Ảnh hưởng của SA đến khả năng quang hợp của dưa chuột trong điều kiện hạn 25 NST

Ghi chú: Các kết quả thể hiện trên hình là giá trị trung bình $\pm$ SE với $n = 3 - 5$

mặn, trong khi đó nếu ở điều kiện mặn thì nồng độ 0,25 mM SA mới cho kết quả tương tự. Tuy nhiên, đối với MH - 97 sử dụng 0,75 mM SA cũng tăng khối lượng tươi và khô của cả thân và rễ trong điều kiện không bị nhiễm mặn, nhưng tác dụng này là rất nhỏ.

Nhiều nghiên cứu khác cũng cho thấy, sử dụng SA ngoại sinh phun qua lá với các nồng độ khác nhau đều làm tăng khối lượng khô ở cây *Brassica juncea*, nhưng nồng độ lớn hơn 10^{-5} M thì ức chế khả năng tích lũy chất khô (Fariduddin *et al.*, 2003). Tương tự, Pancheva *et al.* (1996) xử lý cây giống lúa mạch 2 ngày tuổi với SA thì mức tăng trưởng đáng kể số lá nhưng sự xuất hiện lá thì chậm lại. Phiến lá chậm mở rộng và hẹp, thời gian dài lá và thành thực ngắn hơn. Ramadan and Mohamed (2013) cũng đã chỉ ra rằng cây con lúa mì được trồng khi có mặt của CdCl_2 (500 hoặc 1000 μM) có bổ sung thêm 500 μM SA và được theo dõi sau 56 ngày thì các chỉ số sinh trưởng như chiều cao cây, diện tích lá trên cây và khối lượng tươi giảm xuống 65,1% và 80,6% tương ứng với 2 nồng độ CdCl_2 , khối lượng khô cũng tương ứng giảm từ 42 - 68% và

diện tích lá chỉ còn gần 50%. Nhưng khối lượng tươi và khối lượng khô lại tăng lên tương ứng là 138,4% và 86,5% trong điều kiện có mặt Cd và bổ sung thêm 500 μM SA.

3.3. Ảnh hưởng của SA đến các yếu tố liên quan tới quang hợp

Hàm lượng sắc tố quang hợp: Hạn cũng làm giảm hàm lượng chl a, chl b và chl tổng số nhưng ngược lại sự tổng hợp carotenoids lại tăng lên (Hình 2). Trong tất cả các công thức có bổ sung thêm SA đều duy trì lượng sắc tố xanh cao hơn công thức hạn lần lượt là: 0,03 mg; 0,06 mg và 0,01 mg; 0,02 mg và đạt mức gần tương đương với công thức đối chứng. Tuy nhiên, chúng tôi nhận thấy khi bổ sung thêm 0,25 mM SA vào công thức hạn thì không làm thay đổi hàm lượng carotenoids; nếu nồng độ sử dụng là 0,50 mM thì đã làm giảm hàm lượng carotenoids 0,01 mg so với công thức hạn không có SA. Muhammad *et al.* (2007) khi nghiên cứu 4 nồng độ SA khác nhau trên 2 giống lúa mì mùa xuân trong điều kiện mặn cũng đã chỉ ra rằng, hàm lượng carotenoids của cả hai giống không

bị thay đổi do chịu mặn. Tất cả các nồng độ SA sử dụng làm giảm lượng carotenoids của giống MH - 97 trong điều kiện không bị nhiễm mặn, trong khi ở điều kiện mặn chỉ có 0,25 mM SA làm tăng carotenoids. Ngược lại, mô hình tăng giảm carotenoids khi thay đổi nồng độ SA là không phù hợp đối với giống chịu mặn S - 24 trong cả điều kiện mặn và điều kiện không bị nhiễm mặn. Như vậy, trong kết quả này, nếu carotenoids liên quan đến khả năng chống chịu và tăng trong điều kiện stress thì nồng độ 0,5 mM tỏ ra có hiệu quả làm giảm tác động của stress hơn nồng độ 0,25 mM.

Chỉ số huỳnh quang hữu hiệu: Chỉ số huỳnh quang của diệp lục Fv/Fm thu nhận được ở đối chứng là lớn hơn 0,8 (Hình 2). Điều đó cũng có nghĩa cây quang hợp trong trạng thái bình thường. Khi dưa chuột gặp hạn ở thể thẩm thấu -3 bars tương ứng với lượng PEG là 138 g/lít, chỉ số Fv/Fm giảm mạnh chỉ còn 86,75% so với đối chứng. Dưa chuột được xử lý SA 0,25 mM (CT3); 0,5 mM (CT4) chỉ số Fv/Fm tăng cao nhất 102,5% và 106,02%. Trong điều kiện hạn và xử lý thêm SA 0,25 mM (CT5); 0,5 mM (CT6), chỉ số này có tăng lên so với CT hạn nhưng vẫn thấp hơn với đối chứng.

Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Katalin *et al.* (2012) khi nghiên cứu ảnh hưởng của SA lên lá của cây thuốc lá. Kết quả cho thấy, chỉ số Fv/Fm chlorophyll a là huỳnh quang thông số cảm ứng đặc trưng cho hiệu suất lượng tử tối đa của hệ thống quang hóa II (PS II) đã không thay đổi đáng kể sau khi xử lý SA. Tuy nhiên, phụ thuộc vào nồng độ SA xử lý mà gây ra một sự giảm đáng kể hiệu suất lượng tử thực tế của hệ thống quang hóa II (PS II) mà đặc trưng là tỉ lệ (F'm - Fs)/ F'm, thậm chí mật độ dòng photon (PPFD) của hệ thống quang hóa cũng thấp. Trong số các thông số huỳnh quang cảm ứng, nonphotochemical quenching (NPQ) là một trong những đặc trưng quan trọng nhất đại diện cho những thay đổi gây ra bởi SA. Tùy thuộc vào nồng độ SA sử dụng mà có sự thay đổi khác nhau. Chỉ số này tăng cao hơn cả đối chứng nếu nồng độ SA cao (2 mM) và thấp nếu nồng độ SA là 0,1 mM.

3.4. Ảnh hưởng của SA đến các chỉ thị stress

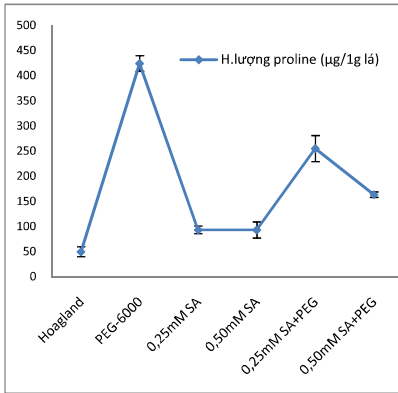
Hàm lượng proline: Kết quả nghiên cứu trên cây dưa chuột sau 28 ngày gieo trồng (Hình 3) đã cho thấy sự tích lũy proline tăng lên 8,6 lần ở công thức hạn và các công thức có xử lý SA mặc dù không chịu tác động của hạn cũng tăng lên 1,8 lần so với đối chứng. Sự có mặt của SA trong các công thức hạn đã làm giảm mức độ tăng của hàm lượng chất này xuống còn 3,2 và 5,1 lần tương ứng với 2 nồng độ SA là 0,50 mM, 0,25 mM so với điều kiện hạn không có SA. Sự sai khác ở đây là có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa $P < 0,05$.

Hàm lượng hydrogen peroxide (H_2O_2) nội sinh: Hàm lượng H_2O_2 tăng lên 1,7 lần ở công thức hạn. Tất cả các công thức có xử lý SA đều tăng lên so với đối chứng nhưng vẫn thấp hơn với công thức hạn. Trong đó, ở nồng độ SA 0,50 mM thì hàm lượng H_2O_2 tăng lên ít hơn so với nồng độ 0,25 mM.

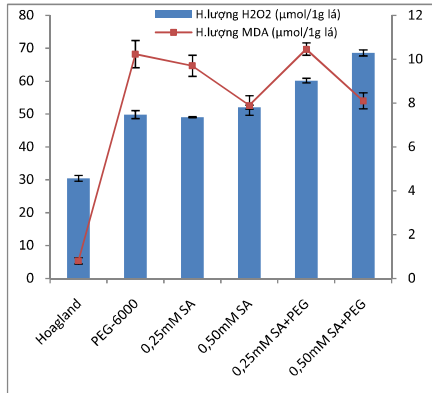
Hàm lượng malondialdehyde (MDA): Hàm lượng MDA tăng lên hơn 10 lần ở công thức hạn và công thức bổ sung thêm SA 0,25 mM trong điều kiện hạn. Với các công thức còn lại mức độ tăng DMA cũng rất cao từ 8 - 9 lần.

Có thể cho rằng SA cũng là một yếu tố stress và do đó đã làm cho hàm lượng proline, H_2O_2 và MDA đều tăng cao hơn so với đối chứng. Dưới các điều kiện bất lợi của môi trường, sự tích lũy proline được tìm thấy ở các loài sinh vật khác nhau như vi khuẩn, protozoa, các loài động vật thân mềm ở biển và ở thực vật (Verbruggen *et al.*, 2008). Ở nhiều loài thực vật hàm lượng proline có thể tăng 100 lần ở các mức độ khác nhau so với đối chứng. Sự tích lũy proline giữ một vai trò quan trọng đối với tính chống chịu của cơ thể thực vật ở điều kiện hạn hán.

Cùng với sự tăng của hàm lượng proline, các kết quả nghiên cứu trước đây cũng cho thấy, trong cơ thể thực vật, ở điều kiện bình thường, dưới sự kiểm soát chặt chẽ của các enzyme chống oxy hóa, các gốc tự do chứa oxy như: superoxide ($O_2^{\cdot-}$), hydrogen peroxide (H_2O_2) và hydroxyl ($OH^{\cdot}$), những dạng oxy hoạt hóa là sản phẩm chuyển hóa của oxy, tham gia điều khiển



Hình 3. Ảnh hưởng của SA đến hàm lượng proline của dưa chuột 28 ngày sau trồng



Hình 4. Ảnh hưởng của SA đến hàm lượng H₂O₂ và MDA của dưa chuột 28 ngày sau trồng

Ghi chú: Các kết quả thể hiện trên hình là giá trị trung bình $\pm$ SE với $n = 3 - 5$

sinh trưởng, phát triển của các cơ quan lá, hoa, quả,... Khi cơ thể gặp điều kiện sống bất lợi như hạn hán, lạnh, nóng... hàm lượng các gốc này sẽ tăng đột biến, gây nên hiện tượng “stress oxy hóa” (Mai Văn Chung, 2013). Trong “stress oxy hóa”, các gốc tự do biểu hiện hai vai trò tích cực và tiêu cực. Với hàm lượng cao trong tế bào, chúng tác động tiêu cực làm thay đổi tính thẩm, phân giải thành phần phospholipid, dẫn đến phá hủy màng nội chất, gây chết các tế bào, tổn thương các cơ quan bộ phận. Vai trò tích cực là một dạng phản ứng phòng vệ của cơ thể thực vật đối với các yếu tố gây stress (Hayat and Ahmad, 2007). Các nghiên cứu cũng đã chỉ ra rằng, xử lý cây con dưa chuột ở nồng độ SA 0,5 mM trong 24 giờ trước khi trồng trong điều kiện lạnh 2,5°C đã làm giảm mức độ rò rỉ ion qua màng ở trụ dưới lá mầm của cây dưa chuột. So sánh mức độ hoạt động của 5 loại enzyme chống oxy hóa đã cho thấy không có sự thay đổi ở phần rễ mầm, nhưng ở phần thân mầm có sự tăng hoạt động của enzyme glutathione reductase và guaiacol peroxidase. Điều đó chứng tỏ khả năng chống chịu lạnh đã tăng ở phần thân mầm của cây con dưa chuột (Kang and Saltveit, 2002).

Trong khi đó, peroxide hóa lipid là một quá trình phức tạp xảy ra cả ở động vật và thực vật. Nó liên quan tới việc hình thành và lan truyền các gốc lipid, sự hấp thu oxy, sắp xếp lại các liên kết đôi trong chất béo không no và phá hủy màng lipid, sản xuất một loạt các sản phẩm phân hủy. MDA là sản phẩm phân hủy các axit béo bậc cao không bão hòa của màng sinh chất. Tăng hàm lượng MDA là dấu hiệu của các stress oxy hóa trong thực vật và peroxide lipid là một chỉ số stress được sử dụng rộng rãi cho màng thực vật (Dianzani and Barrera, 2008). Nghiên cứu vai trò của SA ngoại sinh đối với tác động làm giảm độc tố Mn ở cây dưa chuột đã cho thấy SA có khả năng làm giảm quá trình vận chuyển Mn từ rễ lên thân, giảm bớt sự ức chế hấp thu các ion Mg, Ca và Zn do ngộ độc Mn và giúp cây sinh trưởng tốt hơn. Hơn nữa, khi bổ sung thêm SA đã làm giảm mức độ tăng các dạng oxy hoạt hóa (reactive oxygen species - ROS) và peroxide hóa lipid ở cây dưa chuột trong điều kiện ngộ độc Mn (Shi and Zhu, 2008).

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi về sự thay đổi hàm lượng proline, H₂O₂ cũng như MDA hoàn toàn phù hợp với các nghiên cứu của

một số các tác giả trước đây như: nghiên cứu vai trò của SA ngoại sinh đến sự làm giảm tác động của kim loại nặng ở cây lúa mì (Ramadan and Mohamed, 2013), nghiên cứu về ảnh hưởng của SA đến cây mù tạt khi xử lý Cd (Ahmad *et al.*, 2011) hay nghiên cứu của Neelam and Preeti (2009) về sự trao đổi proline của một giống đậu trong điều kiện hạn muối.

4. KẾT LUẬN

SA có tác dụng làm giảm tác động của hạn đối với sự sinh trưởng của cây dưa chuột ở giai đoạn cây con thể hiện qua các thông số về sinh trưởng và các stress markers. Chiều cao cây, số lá, diện tích lá và chỉ số LAI, hàm lượng diệp lục a, hàm lượng diệp lục b tăng cao hơn ở điều kiện hạn có SA so với điều kiện hạn không có SA; nhưng hàm lượng carotenoids lại giảm. Xử lý SA làm giảm mức độ tăng của proline, MDA so với công thức hạn không bổ sung SA, nhưng chưa có tác động đáng kể đến hàm lượng H_2O_2 và chỉ số huỳnh quang Fv/Fm. Nồng độ SA 0,5 mM có tác động tốt hơn đến các chỉ tiêu sinh lý và sinh trưởng so với nồng độ SA 0,25 mM ở cây dưa chuột.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi chân thành cảm ơn dự án JICA - DCG đã cho phép sử dụng các trang thiết bị để phân tích các chỉ tiêu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Mai Văn Chung (2013). Sử dụng chất kích kháng nguồn gốc hormon trong phòng trừ sâu hại cây trồng. Tạp chí KH - CN Nghệ An, 8: 25 - 27.

Nguyễn Phú Dũng (2003). SAR - một hướng đi mới trong phòng trị bệnh cháy lá lúa. Thông tin khoa học, Đại học An Giang, 15: 11 - 13.

Phùng Chí Sơn (2014). <http://www.sggp.org.vn/14/5/2014>.

Trần Khắc Thi (1985). Nghiên cứu đặc điểm một số giống dưa chuột và ứng dụng chúng trong công tác giống tại đồng bằng sông Hồng. Luận án Tiến sĩ Nông nghiệp.

Ahmad P., Nabi G., Ashraf M. (2011). Cadmium - induced oxidative damage in mustard [*Brassica juncea* (L.) Czern. & Coss.] plants can be

alleviated by salicylic acid. South African Journal of Botany, 77: 36 - 44.

Arnon. D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*, Plant Physiology, 24(1): 1 - 15.

Dianzani M. and Barrera G. (2008). Pathology and physiology of lipid peroxidation and its carbonyl products. In: Alvarez, S.; Evelson, P. (Eds.), Free Radical Pathophysiology, pp. 19 - 38, Transworld Research Network: Kerala, India, ISBN: 978 - 81 - 7895 - 311 - 3.

Durner J., Shah J., Klessig D.F. (1997). Salicylic acid and disease resistance in plants. Trends Plant Sci., 2: 266 - 274.

Fariduddin Q., Hayat S., Ahmad A. (2003). Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. Photosynthetica, 41: 281 - 284.

Hayat S. and Ahmad A. (2007). Salicylic acid: a plant hormone. Springer.

Heath R.L. and Packer L. (1968). Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Arch. Biochem. Biophys., 125: 189 - 198.

Katalin J., Eva H., Gabriella S., Laszlo K., Tibor J. (2012). Salicylic acid may indirectly influence the photosynthetic electron transport. Journal of Plant Physiology, 169: 971 - 978.

Khan W., Prjithivira B., Smith A. (2003). Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. Journal of Plant Physiology, 160(5): 485 - 492.

Kang H.M. and Saltveit M. E. (2002). Chilling tolerance of maize, cucumber and rice seedling leaves and roots are differentially affected by salicylic acid. Physiologia plantarum, 115: 571 - 576.

Klessig D.F., Malamy J. (1994). The salicylic acid signal in plants. Plant Mol. Biol., 26: 1439 - 1458.

Michel. B. E. and Kaufmann M. R. (1973). The Osmotic Potential of Polyethylene Glycol 60001, Plant Physiol., 51: 914 - 916.

Muhammad A., Habib R. A. and Muhammad A. (2007). Does exogenous application of salicylic acid through the rooting medium modulate growth and photosynthetic capacity in two differently adapted spring wheat cultivars under salt stress? Journal of Plant Physiology, 164: 685 - 694.

Neelam M. and Preeti S. (2009). Effect of salicylic acid on proline metabolism in lentil grown under salinity stress. Plant Science, 177: 181 - 189

Pancheva T. V., Popova L. P., and Uzunova A. M. (1996). Effect of salicylic acid on growth and

- photosynthesis in barley plants. *J. Plant Physiol.*, 149: 57 - 63.
- Popova L., Pancheva, T., Uzunova A. (1997). Salicylic acid: properties, biosynthesis and physiological role. *Bulg. J. Plant Physiol.*, 23: 85 - 93.
- Qinghua Shi and Zhujun Zhu (2008). Effects of exogenous salicylic acid on manganese toxicity, element contents and antioxidative system in cucumber. *Environmental and Experimental Botany*, 63(1-3): 317 - 326.
- Ramadan A.A. and Mohamed G.F. (2013). Exogenous treatment with indole - 3 - acetic acid and salicylic acid alleviates cadmium toxicity in wheat seedlings. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 94: 164 - 171.
- Xia X.J, Wang Y.J. Y, Zhou. H. Y, Tao W.H, Mao, Shi K., Asami T., Chen Z. and J.Q. Yu (2009). Reactive oxygen species are involved in brassinosteroid - induced stress tolerance in cucumber. *Plant Physiology*, 150(2): 801 - 814.