

Nghiên cứu ảnh hưởng của indole acetic acid đến khả năng chịu mặn của cây cam ngọt (*Citrus sinensis* L.) trong điều kiện nhiễm mặn *in vitro*

Lương Thị Lệ Thơ^{1,*}, Bùi Thị Lan¹, Lưu Tăng Phúc Khang²



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Cam ngọt (*Citrus sinensis* L.) là một loại cây ăn quả có giá trị mặt về dinh dưỡng và mặt y học cây có chứa các hợp chất tự nhiên có hoạt tính sinh học cao ứng dụng nhiều trong dược phẩm và được xem như một chất chống lại vi khuẩn, chống tiểu đường, chống oxy hóa và giảm đau. Hiện nay, tình hình sản xuất và chất lượng Cam ngày càng bị ảnh hưởng bởi sự biến đổi khí hậu gây ra hạn hán gây ảnh hưởng đến sự nảy mầm của hạt, sinh trưởng và ra hoa, kết trái của cây. Việc tìm ra biện pháp cải thiện năng suất cây là thật sự cần thiết. Nghiên cứu này khảo sát ảnh hưởng của IAA ở các nồng độ khác nhau (0; 0,1; 0,3 và 0,5 mg/L) lên khả năng sinh trưởng của cây Cam ngọt trong điều kiện nhiễm mặn *in vitro*. Hạt được nuôi cấy trong môi trường MS có bổ sung NaCl 0 g/L (đối chứng dương), 6 g/L (đối chứng âm) và IAA ở các nồng độ khác nhau. Sau 8 tuần nuôi cấy, ở nghiệm thức bổ sung IAA 0,3 mg/L cho khả năng nảy mầm của cây tốt nhất đạt 80%; các chỉ tiêu sinh trưởng (chiều cao cây, số lá, chiều dài lá, chiều rộng lá, số rễ, chiều dài rễ, sinh khối tươi và sinh khối khô), các chỉ tiêu sinh hoá (cường độ quang hợp, proline) được cải thiện rõ rệt so với các nghiệm thức còn lại. Đồng thời, IAA cải thiện đáng kể đến cấu trúc, hình thái giải phẫu lá và rễ so với nghiệm thức đối chứng, các tế bào bao bó mạch của rễ và lá dày, tế bào nhu mô vỏ và nội bì của rễ bị lignin hoá ít hơn.

Từ khoá: Cam ngọt, IAA, *in vitro*, mặn, nảy mầm, sinh trưởng

MỞ ĐẦU

Cam ngọt (*Citrus sinensis* L.) là một trong những loại trái cây được trồng phổ biến trên thế giới và mang nhiều tác dụng có lợi cho sức khỏe cho con người¹. Cam chứa các chất có hoạt tính sinh học cao, chống oxy hoá, kháng khuẩn, kháng nấm và chống ung thư². Trong các bài thuốc dân gian, vỏ và quả Cam non sấy khô được sử dụng để điều trị các vấn đề sức khỏe như rối loạn tiêu hoá, ho, mất ngủ, rối loạn căng thẳng, động kinh và lo âu³. Tuy nhiên, hiện tượng xâm nhập mặn đã và đang gây ảnh hưởng nặng nề đến năng suất và chất lượng của cây ăn trái. Nhiễm mặn ảnh hưởng xấu đến thực vật bằng cách cản trở sự nảy mầm, tăng trưởng và phát triển của hạt, cũng như ra hoa và kết trái^{4,5}. Nồng độ Na⁺ trong môi trường cao gây cản trở sự hấp thu nước và các chất dinh dưỡng trong cây, từ đó ức chế quá trình quang hợp, ngăn cản sự phân chia của tế bào^{6,7}. Chất điều hoà sinh trưởng để điều chỉnh có vai trò quan trọng trong sự thích nghi phát triển và tăng trưởng của thực vật để chống lại các điều kiện bất lợi của môi trường⁸. Trong các loại chất điều hoà sinh trưởng, auxin có vai trò là chất kích thích cho sự

sinh trưởng và phát triển của cây. Đây là nhóm chất điều hoà sinh trưởng thực vật được sử dụng thường xuyên trong nuôi cấy mô thực vật⁹. Auxin có vai trò như chất truyền tín hiệu nội bào cảm ứng sự biểu hiện các gene đáp ứng với nhiễm mặn, giúp cây thích ứng với điều kiện mặn thông qua đóng khí khổng, tăng tích lũy proline và protein¹⁰. Indole acetic acid (IAA) có vai trò trung gian trong các phản ứng tăng trưởng của tế bào, đồng thời giải độc các gốc oxy-gen phản ứng (ROS) để tăng cường sự phân chia tế bào^{11,12}. Trong điều kiện stress mặn, sử dụng IAA ngoại sinh đã làm giảm bớt những tác động có hại của stress mặn bằng cách tăng cường sinh trưởng của cây và tăng hàm lượng protein¹³, kích thích sự mở khí khổng và tăng cường sự vận chuyển nước trong rễ¹⁴, điều chỉnh các enzyme chống oxy hóa ở thực vật bị căng thẳng để trung hòa ROS¹⁵. Các biện pháp xử lý ngoại sinh bằng auxin như indole acetic acid (IAA) đã được chứng minh là làm tăng khả năng chống chịu nhiễm mặn ở một số cây trồng^{16,17}. Các công trình nghiên cứu trước đã khảo sát về ảnh hưởng của IAA đến việc cải thiện khả năng sinh trưởng của các loại cây trồng trong điều kiện stress mặn nhưng nghiên cứu về cây Cam ngọt còn hạn chế. Từ những luận

¹Đại học Sư phạm thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

²Đại học Chiang Mai, Thái Lan

Liên hệ

Lương Thị Lệ Thơ, Đại học Sư phạm thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Email: tholt@hcmue.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 26-07-2024
- Ngày sửa đổi: 21-01-2025
- Ngày chấp nhận: 12-08-2025
- Ngày đăng: 30-09-2025

DOI:

<https://doi.org/10.32508/stdjns.v9i3.1401>



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Trích dẫn bài báo này: Thị Lệ Thơ L, Thị Lan B, Phúc Khang L T. **Nghiên cứu ảnh hưởng của indole acetic acid đến khả năng chịu mặn của cây cam ngọt (*Citrus sinensis* L.) trong điều kiện nhiễm mặn *in vitro*.** *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.* 2025; 9(3):3444-3451.

giải trên, nghiên cứu này được thực hiện nhằm khảo sát khả năng sinh trưởng của cây Cam ngọt (*Citrus sinensis* L.) khi được xử lý bằng IAA ở các nồng độ khác nhau trong điều kiện nhiễm mặn *in vitro* qua các chỉ tiêu sinh trưởng, sinh hoá và hình thái giải phẫu của cây nhằm góp phần tìm ra biện pháp hạn chế tác hại của muối lên sự sinh trưởng của cây Cam ngọt ở những vùng xâm nhập mặn.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Vật liệu nghiên cứu

Hạt giống Cam ngọt (*Citrus sinensis* L.) được cung cấp từ vườn ươm xã Trung Hiệp, huyện Vũng Liêm, tỉnh Vĩnh Long.

Phương pháp nghiên cứu

Bố trí thí nghiệm

Hạt Cam ngọt sau khi tách khỏi trái, được rửa bằng xà phòng và nước cất. Tiếp tục chuyển vào tủ cấy để khử trùng bằng dung dịch HgCl_2 0,1 % trong 5 phút. Sau đó, hạt được rửa bằng nước cất vô trùng 3 lần nhằm loại bỏ HgCl_2 . Hạt đã khử trùng được rạch vỏ và cấy trên môi trường nuôi cấy MS có bổ sung NaCl 0 g/L (đối chứng dương), 6 g/L¹⁸ kết hợp với IAA ở các nồng độ khác nhau 0 (đối chứng âm); 0,1; 0,3; và 0,5 mg/L. Mỗi nghiệm thức tiến hành 10 ống nghiệm, 1 hạt Cam ngọt/ ống nghiệm, lặp lại 3 lần.

Thu thập dữ liệu

Đối với chỉ tiêu về nảy mầm, tiến hành thu thập dữ liệu từ tuần 1 đến tuần 3, các chỉ tiêu còn lại được theo dõi tại các mốc thời gian tuần 2, 4, 6 và 8.

- Tỷ lệ nảy mầm: (số hạt nảy mầm/tổng số hạt) * 100.
- Chiều cao cây: đo từ vết sẹo 2 lá mầm đến đỉnh ngọn của cây bằng đơn vị cm.
- Số lá: thống kê số lượng tại tuần 2, 4, 6 và 8 sau khi cấy.
- Chiều dài lá: đo từ gốc lá tới ngọn lá bằng đơn vị cm.
- Chiều rộng lá: đo theo chiều ngang ở giữa lá tại vị trí có kích thước lớn nhất bằng đơn vị cm.
- Số rễ: thống kê số lượng tại tuần 2, 4, 6 và 8 sau khi cấy.
- Chiều dài rễ: đo từ gốc đến đỉnh rễ của rễ dài nhất bằng đơn vị cm.
- Sinh khối tươi, sinh khối khô: Cây Cam ngọt *in vitro* ở các nghiệm thức được cân ngay sau khi lấy ra khỏi ống nghiệm để xác định sinh khối tươi. Sau đó, sấy khô mẫu trong tủ sấy ở nhiệt độ 105°C , cân đến khối lượng không đổi để xác định tổng sinh khối khô¹⁹.

Xác định hàm lượng proline và cường độ quang hợp

- Cường độ quang hợp ($\mu\text{molO}_2/\text{dm}^2/\text{giờ}$) của lá được xác định bằng điện cực oxygen dựa trên sự tăng hàm lượng oxygen ở 2000 lux trong buồng đo (LeafLab2, Hansatech) theo thời gian, ở 25°C ²⁰.
- Hàm lượng proline: Proline có trong cây mầm và lá được li trích, thực hiện phản ứng màu, đo mật độ quang ở bước sóng 515 nm và xác định hàm lượng nhờ so sánh với đường chuẩn proline theo phương pháp của Paquin và Lechasseur (1979)²¹.

Theo dõi hình thái giải phẫu

Mẫu được cắt trực tiếp bằng tay với lưỡi dao lam, hình thái giải phẫu của rễ và lá được theo dõi thông qua phương pháp nhuộm kép mẫu với màu đỏ carmin – xanh methylene và quan sát dưới kính hiển vi²²: Mẫu được tẩy trắng bằng nước javel trong 20 phút để tẩy sạch nội chất trong tế bào, sau đó rửa mẫu với nước cất. Tiếp đến, mẫu được ngâm trong acetic acid 1% trong 5 phút. Sau khi mẫu được rửa sạch với nước cất, mẫu được ngâm trong màu đỏ carmin acetic 30 phút, rửa mẫu với nước cất. Cuối cùng, ngâm mẫu với màu xanh Methylene loãng 0,5% trong 3 giây, sau khi rửa sạch mẫu, đặt mẫu trên lam kính và quan sát dưới kính hiển vi.

Điều kiện nuôi cấy

Tất cả các nghiệm thức nuôi cấy được thực hiện ở điều kiện chiếu sáng 2500 ± 500 lux, 12 giờ/ngày, độ ẩm $60\% \pm 5\%$, nhiệt độ $22^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$.

Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu được xử lý thống kê bằng phần mềm SPSS 20.0 được dùng để phân tích phương sai (ANOVA) và so sánh sự khác biệt có ý nghĩa ở mức xác suất $p \leq 0,05$ (p : probability) của giá trị được biểu hiện bằng các mẫu tự khác nhau.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Ảnh hưởng của IAA đến khả năng nảy mầm của cây Cam ngọt (*Citrus sinensis* L.) trong điều kiện nhiễm mặn nuôi cấy *in vitro*

Kết quả thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của IAA đến khả năng nảy mầm của cây Cam ngọt bị nhiễm mặn sau 3 tuần nuôi cấy *in vitro* được trình bày qua Bảng 1 và Hình 1.

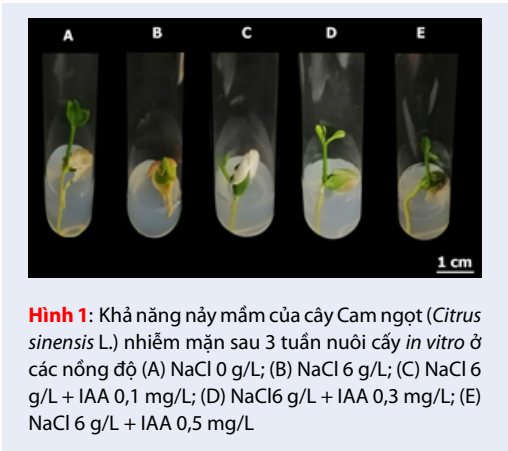
Khi bổ sung IAA với nồng độ khác nhau, tỷ lệ nảy mầm tăng và thời gian nảy mầm nhanh so với nghiệm thức đối chứng với tỷ lệ nảy mầm tăng từ 46,67 % - 80% sau 3 tuần nuôi cấy. Trong đó, ở nghiệm thức được bổ sung IAA với nồng độ 0,3 mg/L có tỷ lệ nảy mầm

Bảng 1: Ảnh hưởng của IAA đến khả năng nảy mầm của hạt giống Cam ngọt (*Citrus sinensis* L.) bị nhiễm mặn sau 3 tuần nuôi cấy *in vitro*

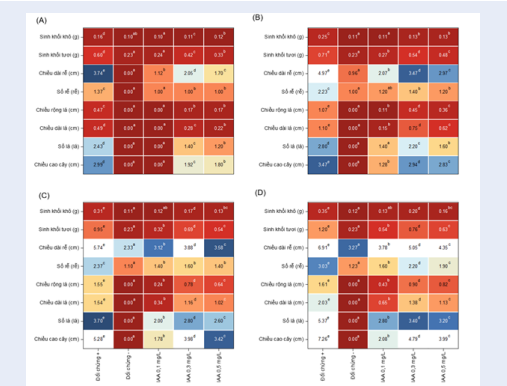
Thí nghiệm	Tỷ lệ nảy mầm		
	Tuần 1	Tuần 2	Tuần 3
Đối chứng dương	63,33 ± 4,90 ^{cx}	83,33 ± 3,79 ^{cy}	100,00 ± 0,00 ^{cz}
Đối chứng âm	6,67 ± 2,54 ^{ax}	23,33 ± 4,30 ^{ay}	33,33 ± 4,79 ^{az}
IAA 0,1 mg/L	13,33 ± 3,46 ^{ax}	26,67 ± 4,50 ^{ay}	46,67 ± 5,07 ^{az}
IAA 0,3 mg/L	43,33 ± 5,04 ^{bx}	56,67 ± 5,04 ^{by}	80,00 ± 4,07 ^{bz}
IAA 0,5 mg/L	23,33 ± 4,30 ^{abx}	36,67 ± 4,90 ^{aby}	56,67 ± 5,04 ^{abz}

Số liệu trình bày dưới dạng Mean ± SD: trung bình ± độ lệch chuẩn. Các chữ cái trong cùng một cột chỉ sự khác biệt về tỉ lệ nảy mầm ở các thí nghiệm với mức ý nghĩa thống kê (p < 0,05). Các chữ cái trong cùng một hàng chỉ sự khác biệt thời gian của các thí nghiệm ở mức ý nghĩa thống kê (p < 0,05).

cao nhất và thời gian nảy mầm sớm nhất; kết quả có sự khác biệt về mặt thống kê so với thí nghiệm đối chứng (Bảng 1 và Hình 1).



Hình 1: Khả năng nảy mầm của cây Cam ngọt (*Citrus sinensis* L.) nhiễm mặn sau 3 tuần nuôi cấy *in vitro* ở các nồng độ (A) NaCl 0 g/L; (B) NaCl 6 g/L; (C) NaCl 6 g/L + IAA 0,1 mg/L; (D) NaCl 6 g/L + IAA 0,3 mg/L; (E) NaCl 6 g/L + IAA 0,5 mg/L



Hình 2: Biểu đồ nhiệt thể hiện sự thay đổi các chỉ số sinh khối và hình thái của cây Camngọt (*Citrus sinensis* L.) nhiễm mặn tại thời điểm (A) 2 tuần, (B) 4 tuần, (C) 6 tuần, (D) 8 tuần ở các thí nghiệm đối chứng (+/-) và IAA (0,1;0,3; 0,5 mg/L)

Ảnh hưởng của IAA lên các chỉ tiêu sinh trưởng của cây Cam ngọt (*Citrus sinensis* L.) trong điều kiện nhiễm mặn nuôi cấy *in vitro*

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của IAA đến các chỉ tiêu về sinh trưởng của cây Cam ngọt trong điều kiện nhiễm mặn *in vitro* sau 8 tuần nuôi cấy được trình bày tại Hình 2. Sau 8 tuần nuôi cấy, ở các thí nghiệm có bổ sung IAA các chỉ tiêu sinh trưởng như chiều cao cây, số lá, chiều dài lá, chiều rộng lá, số rễ, chiều dài rễ, sinh khối tươi và sinh khối khô đều được cải thiện đáng kể so với thí nghiệm đối chứng (Hình 2). Các chỉ tiêu sinh trưởng ở thí nghiệm bổ sung IAA với nồng độ 0,3 mg/L được cải thiện tốt nhất với chiều cao cây đạt 4,79 cm, số lá đạt 3,4 lá, chiều dài lá đạt 1,38 cm, chiều rộng lá đạt 0,9 cm, số rễ đạt 2,2 rễ, chiều dài rễ đạt 5,05 cm, sinh khối tươi đạt 0,76 g và sinh khối khô đạt 0,2 g sau 8 tuần nuôi cấy; các kết quả

đều có sự khác biệt về mặt thống kê so với các thí nghiệm thực còn lại.

Hình thái của cây Cam ngọt (*Citrus sinensis* L.) trong điều kiện nhiễm mặn *in vitro* sau 8 tuần nuôi cấy được thể hiện như Hình 3.

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của IAA đến các chỉ tiêu sinh hóa của cây Cam ngọt (*Citrus sinensis* L.) nuôi cấy *in vitro* trong điều kiện nhiễm mặn

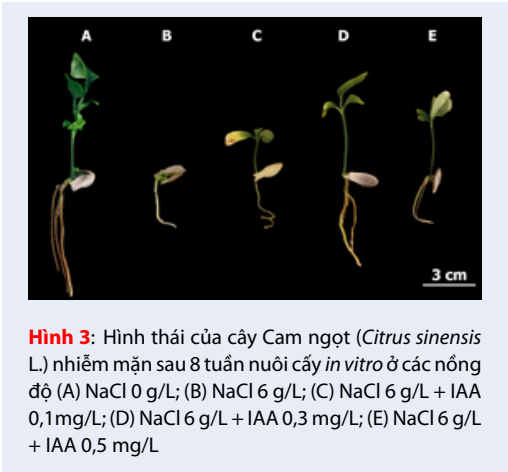
Kết quả thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của IAA đến các chỉ tiêu sinh hoá của cây Cam ngọt trong điều kiện nhiễm mặn *in vitro* sau 8 tuần nuôi cấy được trình bày tại Bảng 2.

Sau 8 tuần nuôi cấy trong môi trường nhiễm mặn NaCl 6 g/L có bổ sung IAA ở các nồng độ khác nhau cho thấy các chỉ tiêu sinh hoá của Cam ngọt được cải thiện đáng kể, đặc biệt ở thí nghiệm IAA

Bảng 2: Ảnh hưởng của IAA đến các chỉ tiêu sinh hoá của cây Cam ngọt (*Citrus sinensis* L.) bị nhiễm mặn sau 8 tuần nuôi cấy *in vitro*

Nghiem thức	Hàm lượng proline (mM.l ⁻¹ /g trọng lượng tươi)	Cường độ quang hợp (μmolO ₂ /dm ² /giờ)
Đối chứng dương	144,49 ± 2,92 ^e	68,70 ± 0,69 ^e
Đối chứng âm	239,54 ± 6,83 ^d	0,00 ± 0,00 ^a
IAA 0,1 mg/L	198,96 ± 2,40 ^c	10,03 ± 0,50 ^b
IAA 0,3 mg/L	161,88 ± 4,47 ^a	23,42 ± 0,76 ^d
IAA 0,5 mg/L	173,75 ± 3,33 ^b	15,44 ± 0,79 ^c

Số liệu trình bày dưới dạng Mean ± SD: trung bình ± độ lệch chuẩn. Các chữ cái a, b, c, d trong cùng một cột chỉ sự khác biệt về các chỉ tiêu sinh hoá ở các nghiệm thức bổ sung IAA ở các nồng độ khác nhau ở mức ý nghĩa thống kê (p < 0,05).



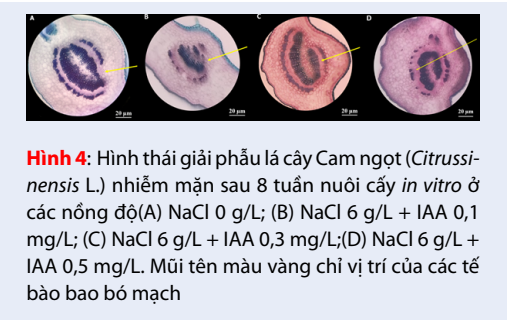
Hình 3: Hình thái của cây Cam ngọt (*Citrus sinensis* L.) nhiễm mặn sau 8 tuần nuôi cấy *in vitro* ở các nồng độ (A) NaCl 0 g/L; (B) NaCl 6 g/L; (C) NaCl 6 g/L + IAA 0,1 mg/L; (D) NaCl 6 g/L + IAA 0,3 mg/L; (E) NaCl 6 g/L + IAA 0,5 mg/L.

0,3 mg/L cường độ quang hợp đạt cao nhất là 23,42 μmolO₂/dm²/giờ và hàm lượng proline đạt thấp nhất là 161,88 mM.l⁻¹/g trọng lượng tươi (Bảng 2). Kết quả đều có sự khác biệt về mặt thống kê so với các nghiệm thức còn lại.

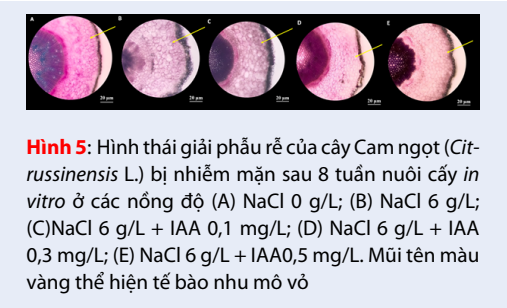
Kết quả khảo sát ảnh hưởng của IAA lên hình thái giải phẫu ở cây Cam ngọt (*Citrus sinensis* L.) nuôi cấy *in vitro* trong điều kiện nhiễm mặn

Hình thái giải phẫu lá
Nồng độ IAA có tác động lên cấu trúc giải phẫu của lá thể hiện qua chiều dài và chiều rộng của bó mạch tăng dần. Tuy nhiên, nghiệm thức IAA 0,5 mg/L chiều dài và chiều rộng của bó mạch ít hơn so với nghiệm thức IAA 0,3 mg/L (Hình 4). Điều này cho thấy khả năng sinh trưởng và phát triển của cây tăng đáng kể trong điều kiện nhiễm mặn khi được bổ sung IAA.

Hình thái giải phẫu rễ
Sau 8 tuần nuôi cấy trong môi trường nhiễm mặn có bổ sung IAA ở các nồng độ khác nhau, cấu trúc giải phẫu của rễ có sự thay đổi giữa các nghiệm thức. Khi



Hình 4: Hình thái giải phẫu lá cây Cam ngọt (*Citrus sinensis* L.) nhiễm mặn sau 8 tuần nuôi cấy *in vitro* ở các nồng độ (A) NaCl 0 g/L; (B) NaCl 6 g/L + IAA 0,1 mg/L; (C) NaCl 6 g/L + IAA 0,3 mg/L; (D) NaCl 6 g/L + IAA 0,5 mg/L. Mũi tên màu vàng chỉ vị trí của các tế bào bao bó mạch



Hình 5: Hình thái giải phẫu rễ của cây Cam ngọt (*Citrus sinensis* L.) bị nhiễm mặn sau 8 tuần nuôi cấy *in vitro* ở các nồng độ (A) NaCl 0 g/L; (B) NaCl 6 g/L; (C) NaCl 6 g/L + IAA 0,1 mg/L; (D) NaCl 6 g/L + IAA 0,3 mg/L; (E) NaCl 6 g/L + IAA 0,5 mg/L. Mũi tên màu vàng thể hiện tế bào nhu mô vỏ

thực hiện nhuộm kép mẫu với carmin – xanh methylene, phần nhu mô vỏ hóa lignin bắt màu xanh. Kết quả Hình 4 thể hiện độ dày lớp vỏ bị lignin hóa mỏng hơn ở các nghiệm thức bổ sung IAA so với nghiệm thức đối chứng, đặc biệt ở nghiệm thức IAA 0,3 mg/L, độ dày nhu mô vỏ của rễ bị hoá lignin mỏng hơn (Hình 5).

Thảo luận

IAA là chất điều hoà tăng trưởng thực vật với vai trò là chất kích thích cho sự sinh trưởng và phát triển của cây. Bên cạnh đó, IAA còn đóng vai trò quan trọng trong sự nảy mầm của hạt²³. Trong điều kiện môi trường thuận lợi, IAA không tác động đến quá trình nảy mầm của hạt. Tuy nhiên, khi môi trường có nồng độ muối cao, IAA hoạt động như một chất điều hòa

cho sự nảy mầm²⁴. IAA có thể kích thích sản xuất ethylene²⁵ và ethylene đóng vai trò tích cực trong việc giải phóng trạng thái ngủ và hạt nảy mầm²⁶. Do đó, IAA đã có tác động đến tỷ lệ nảy mầm của hạt trong điều kiện nhiễm mặn²⁷. Điều này phù hợp với kết quả thí nghiệm thu được, khi tăng nồng độ IAA từ 0,1 mg/L đến 0,5 mg/L, hạt tăng tỷ lệ nảy mầm và thời gian nảy mầm nhanh hơn so với nghiệm thức đối chứng. Tuy nhiên, vai trò của IAA trong quá trình nảy mầm còn phụ thuộc vào nồng độ xử lý²⁸. Do đó, khi nồng độ IAA tăng đến 0,5 mg/L thì tỷ lệ nảy mầm giảm hơn so với nghiệm thức bổ sung IAA ở nồng độ 0,3 mg/L.

Bên cạnh đó, sự sinh trưởng của cây Cam ngọt *in vitro* trong 8 tuần khảo sát được cải thiện đáng kể bởi nồng độ IAA thể hiện qua kết quả về các chỉ tiêu sinh trưởng như chiều cao cây; số lượng lá, chiều dài, chiều rộng lá; số lượng rễ, chiều dài rễ, sinh khối khô và sinh khối tươi đều tăng hơn so với nghiệm thức đối chứng. Nguyên nhân là do IAA giúp giảm sự mất nước và giảm tác động tiêu cực của độ mặn²⁹. IAA còn kích thích sự kéo dài tế bào, tăng chiều cao của cây và chiều dài của rễ giúp cây hút nước và các chất dinh dưỡng tốt hơn³⁰. Điều này phù hợp với kết quả nghiên cứu khi bổ sung IAA ở các nồng độ khác nhau trong điều kiện nhiễm mặn thì các chỉ tiêu sinh trưởng của cây được cải thiện rõ rệt. Tuy nhiên, cây còn có khả năng tự tổng hợp auxin nội sinh. Do đó, ở nồng độ auxin thích hợp sẽ kích thích quá trình sinh trưởng của cây, ngược lại, khi nồng độ auxin quá cao sẽ làm kìm hãm quá trình sinh trưởng, phát triển của cây³¹. Đồng thời, auxin còn tương tác qua lại với các chất điều hoà tăng trưởng thực vật khác và tác động lên sự tăng trưởng của cây Cam ngọt *in vitro*. Vì thế, nồng độ IAA 0,3 mg/L giúp cây phát triển tốt nhất.

IAA giúp cây sinh trưởng tốt làm tăng diện tích lá hấp thụ ánh sáng dẫn tới cường độ quang hợp tăng. Hơn nữa, IAA còn làm tăng hàm lượng chất diệp lục, duy trì tính ổn định của màng, cấu trúc của lục lạp và hình thái khí khổng dẫn đến cường độ quang hợp được cải thiện^{32,33}. Điều này phù hợp với kết quả nghiên cứu khi bổ sung IAA ở các nồng độ khác nhau vào môi trường nhiễm mặn, nghiệm thức bổ sung IAA có cường độ quang hợp tăng đáng kể. Kết quả nghiên cứu tương tự với nghiên cứu của Zoubida và Gherroucha cho thấy tác động của IAA đến Lúa mì (*Triticum durum* Desf.) trong điều kiện mặn các nồng độ NaCl khác nhau (0 g/L, 10 g/L, 15 g/L) giúp gia tăng diện tích lá, chất diệp lục a, b và carotenoids, cải thiện cường độ quang hợp của cây³⁴. Để chống chịu với nhiễm, thực vật thường tích lũy các chất hòa tan tương thích, chẳng hạn như proline, như một dạng phản ứng thích nghi của cây. Trong điều kiện mặn, auxin

đóng vai trò là chất truyền tín hiệu nội bào cảm ứng sự biểu hiện gene đáp ứng mặn, kích thích quá trình sinh trưởng của cây nên hàm lượng proline trong cây giảm³⁵.

Khi bổ sung IAA vào môi trường, IAA giúp cây chống chịu với nhiễm mặn và cải thiện về các chỉ tiêu sinh trưởng, sinh hoá cũng như cấu trúc giải phẫu của cây. Auxin giúp tăng các tế bào bao bó mạch để giúp cây vận chuyển nước và chất khoáng. Tuy nhiên, auxin có khả năng kích thích hay kìm hãm quá trình sinh trưởng còn phụ thuộc vào nồng độ xử lý và sự tương tác qua lại của các chất điều hoà sinh trưởng khác với auxin³⁶. Ở thực vật họ *Citrus*, thành tế bào ở lớp ngoại bì và nội bì của rễ bị lignin hóa để ngăn cản sự hấp thụ của các ion gây độc cho cây, đặc biệt trong điều kiện nhiễm mặn²⁰. Do đó, khi môi trường bổ sung IAA, cây được cải thiện sinh trưởng nên lớp ngoại bì và nội bì của rễ cây ít bị lignin hóa. Ngoài ra, nhiễm mặn còn ức chế quá trình tổng hợp các hormone tự nhiên như là auxin và cytokinin³⁷. Vì vậy, việc bổ sung IAA ngoại sinh được coi là một biện pháp hiệu quả để giúp thực vật chống chịu lại trong môi trường nhiễm mặn.

KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy khả năng nảy mầm, các chỉ tiêu sinh trưởng (chiều cao cây, số lá, chiều dài lá, chiều rộng lá, số rễ, chiều dài rễ, sinh khối tươi và sinh khối khô), các chỉ tiêu sinh hoá (cường độ quang hợp, proline) ở các nghiệm thức bổ sung IAA trong môi trường nhiễm mặn *in vitro* đều được cải thiện so với nghiệm thức đối chứng. Đặc biệt, ở nghiệm thức IAA ở nồng độ 0,3 mg/L được cải thiện tốt nhất.

Bên cạnh đó, IAA cải thiện đáng kể đến cấu trúc, hình thái giải phẫu lá và rễ. Khi bổ sung IAA ở nồng độ khác nhau, các tế bào bao bó mạch của rễ và lá dày hơn so với nghiệm thức đối chứng. Ở rễ, tế bào nhu mô vỏ và nội bì của rễ bị lignin hóa giảm dần hơn so với nghiệm thức đối chứng.

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

HgCl₂: Mercuric chloride

IAA: Indole Acetic Acid

MS: Murashige and Skoog Medium

NaCl: Sodium chloride

NT: Nghiệm thức

SPSS: Statistical Product and Services Solutions

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Các tác giả đồng ý không có bất kỳ xung đột lợi ích nào liên quan đến các kết quả đã công bố.

ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

Lương Thị Lệ Thơ định hướng, lên kế hoạch nghiên cứu, hoàn chỉnh bản thảo.

Bùi Thị Lan thực hiện các thí nghiệm, thu thập số liệu và viết bản thảo.

Lưu Tăng Phúc Khang xử lý số liệu và chỉnh sửa bản thảo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Vashisth T, Kadyampakeni D. Diagnosis and management of nutrient constraints in citrus. *Fruit crops*. 2020;p. 723–737.
- Zahr S, Zahr R, Hajj RE, Khalil M. Phytochemistry and biological activities of *Citrus sinensis* and *Citrus limon*: An update. *Journal of Herbal Medicine*. 2023;p. 100737. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2023.100737>.
- Mannucci C, Calapai F, Cardia L, Inferrera G, D'Arena G, Pietro M, et al. Clinical Pharmacology of *Citrus aurantium* and *Citrus sinensis* for the Treatment of Anxiety. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2018;2018(1):3624094. Available from: <https://doi.org/10.1155/2018/3624094>.
- Quan R, Lin H, Mendoza I, Zhang Y, Cao W, Yang Y, et al. SCABP8/CBL10, a Putative Calcium Sensor, Interacts with the Protein Kinase SOS2 to Protect *Arabidopsis* Shoots from Salt. *The Plant Cell*. 2007;19(4):1415–1431. Available from: <https://doi.org/10.1105/tpc.106.042291>.
- Park HJ, Kim WY, Yun DJ. A role for GIGANTEA: keeping the balance between flowering and salinity tolerance. *Plant Signaling & Behavior*. 2013;8(7):24820. Available from: <https://doi.org/10.4161/psb.24820>.
- Gong Z. Plant abiotic: New insights into the factors that activate and modulate plant responses. *Journal of Integrative Plant Biology*. 2021;63(3):429. Available from: <https://doi.org/10.1111/jipb.13079>.
- Zelm E, Zhang Y, Testerink C. Salt tolerance mechanisms of plants. *Annual review of plant biology*. 2020;71(1):403–433. Available from: <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050718->.
- Zhao S, Zhang Q, Liu M, Zhou H, Ma C, Wang P. Regulation of plant responses to salt. *International Journal of Molecular Science*. 2021;22(9):4609. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijms22094609>.
- Liu L, Yahaya BS, Li J, Wu F. Enigmatic role of auxin response factors in plant growth and stress tolerance. *Frontiers in Plant Science*. 2024;15:1398818. Available from: <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1398818>.
- Jing H, Wilkinson EG, Sageman-Furnas K, Strader LC. Auxin and abiotic stress responses. *Journal of Experimental Botany*. 2023;74(22):7000–7014. Available from: <https://doi.org/10.1093/jxb/erad325>.
- Ma C, Yuan S, Xie B, Li Q, Wang Q, Shao M. IAA plays an important role in alkaline stress tolerance by modulating root development and ROS detoxifying systems in rice plants. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022;23(23):14817. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijms232314817>.
- Walker RR, Sedgley M, Blesing MA, Douglas TJ. Anatomy, ultrastructure and assimilate concentrations of roots of citrus genotypes differing in ability for salt exclusion. *Journal of Experimental Botany*. 1984;35(10):1481–1494. Available from: <https://doi.org/10.1093/jxb/35.10.1481>.
- Gull M, Sajid ZA, Aftab F. Alleviation of salt stress in *Solanum tuberosum* L. by exogenous application of indoleacetic acid and l-tryptophan. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2023;42(5):3257–3273. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00344-022-10788-x>.
- Saberi RR, Ebrahimi-Zarandi M, Tamanadar E, Moradi PM, Thakur VK. Salinity stress: toward sustainable plant strategies and using plant growth-promoting rhizobacteria encapsulation for reducing it. *Sustainability*. 2021;13(22). Available from: <https://doi.org/10.3390/su132212758>.
- Shiraz M, Sami F, Siddiqui H, Yusuf M, Hayat S. Interaction of auxin and nitric oxide improved photosynthetic efficiency and antioxidant system of *Brassica juncea* plants under salt stress. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2021;40:2379–2389. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00344-020-10268-0>.
- Kaya C, Akram NA, Ashraf M. Kinetin and Indole acetic acid promote antioxidant defense system and reduce oxidative stress in maize (*Zea mays* L.) plants grown at boron toxicity. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2018;37:1258–1266. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00344-018-9827-617>.
- Kaya C, Ashraf M, Dikilitas M, Tuna AL. Alleviation of salt stress-induced adverse effects on maize plants by exogenous application of indoleacetic acid (IAA) and inorganic nutrients - a field trial. *Australian Journal of Crop Science*. 2013;7:249–354.
- Kaoutar K, Chetto O, Beniken L, Benkirane R, Hamid B. Screening test in vitro for the application of salt on friable calluses outcome from four genotypes of *Citrus Rootstocks*. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*. 2021;22(51):8–20. Available from: <https://ikprress.org/index.php/PCBMB/article/view/6975>.
- TTTT, L NN. Effects of copper concentration on germination and seedling growth of *Citrus maxima* in orange orchard soil in Cao Phong, Hoa Binh. *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*. 2016;32(15):350–356.
- H HC, H TTT, Do T K. Study on the salinity tolerance in *Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka. *Science & Technology Development Journal – Natural Sciences*. 2022;6(2):2023–2033. Available from: <https://doi.org/10.32508/stdjns.v6i2.1021>.
- Paquin R, Lechasseur P. Observations sur une méthode de dosage de la proline libre dans les extraits de plantes. *Canadian Journal of Botany*. 1979;57(18):151–1854. Available from: <https://doi.org/10.1139/b79-233>.
- Khánh TC. Thực tập hình thái và giải phẫu thực vật. NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp; 11981.
- Kucera B, Cohn MA, Leubner-Metzger G. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. *Seed Science Research*;15(4):281–307.
- Zhao T, Deng X, Xiao Q, Han Y, Zhu S, Chen J. IAA priming improves the germination and seedling growth in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) via regulating the endogenous phytohormones and enhancing the sucrose metabolism. *Industrial Crops and Products*. 2020;155:112788. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112788>.
- Jung JH, Park CM. Auxin modulation of salt signaling in *Arabidopsis* seed germination. *Plant Signaling & Behavior*. 2011;6(8):1198–1200. Available from: <https://doi.org/10.4161/psb.6.8.15792>.
- Arteca R, Arteca J. Effects of brassinosteroid, auxin, and cytokinin on ethylene production in *Arabidopsis thaliana* plants. *Journal of Experimental Botany*. 2008;59:3019–3026. Available from: <https://doi.org/10.1093/jxb/ern159>.
- Santos JAS, Garcia QS. Ethylene in the regulation of seed dormancy and germination: Biodiversity matters. *The Plant Hormone Ethylene*. 2023;p. 61–71.
- Akbari G, Sanavy SA, Yousefzadeh S. Effect of auxin and salt (NaCl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2007;10(15):2557–2561. Available from: <https://doi.org/10.3923/pjbs.2007.2557.2561>.
- Majidi M, Taghvaei M, Heidari G, Edalat M, Emam Y. Dormancy release of wild barley seed germination by using plant growth regulators. *Environmental and Experimental Biology*. 2016;14(3):145–150.
- Husen A, Iqbal M, Aref IM. IAA-induced alteration in growth and photosynthesis of pea (*Pisum sativum* L.) plants grown under salt stress. *Journal of Environmental Biology*. 2016;37:421–429.
- Luong TLT, Vo NKN. The effects of AIA on the growth of ST25 rice varieties in vitro culture in a salinity environment. *Journal of Science: Ho Chi Minh City University of Education*.

- 2022;19(12):2090–2102. Available from: [https://doi.org/10.54607/hcmue.js.19.12.3506\(2022\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.19.12.3506(2022)).
32. Ludwig-Müller J. Bacteria and fungi controlling plant growth by manipulating auxin: balance between development and defense. *Journal of plant physiology*. 2015;172:4–12. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.01.002>.
33. Taiz L, Zeiger E. *Plant Physiology*. vol. 3. Sunderland, MA: Sinauer Associates, Inc., Publishers; 2010. p. 484.
34. Zoubida B, Gherroucha H. Improvement of salt tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) by Auxin and Kenitin application. *European Scientific Journal*. 2017;13(9):96–110.
35. Chen C, Yu W, Xu X, Wang Y, Wang B, Xu S, et al. Research advancements in salt tolerance of Cucurbitaceae: From salt response to molecular mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024;25(16):9051. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijms25169051>.
36. Mazzoni-Putman SM, Brumos J, Zhao C, JM A, Stepanova AN. Auxin interactions with other hormones in plant development. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*. 2021;13(10):039990. Available from: <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a039990>.
37. Balasubramaniam T, Shen G, Esmaeili N, Zhang H. Plants' response mechanisms to salinity stress. *Plants*. 2023;12(12):2253. Available from: <https://doi.org/10.3390/plants12122253>.

Study on the growth performances of sweet orange (*Citrus sinensis* L.) in effect of indole acetic acid on the salt tolerance of sweet orange (*Citrus sinensis* L.) under *in vitro* salinity stress

Luong Thi Le Tho^{1,*}, Bui Thi Lan¹, Luu Tang Phuc Khang²



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

Sweet orange (*Citrus sinensis* L.) is a fruit that has nutritional and medicinal value because this plant contain natural compounds with high biological activities which are widely used as antibacterial, antidiabetic, antioxidant, antitoxic, and analgesic agents. Climate change, which causes drought and affects seed germination, growth, flowering, and fruiting of trees, is currently affecting the production and quality of *Citrus* plants. Therefore, finding a solution for enhancing this plant's growth is necessary. This study investigated the effects of IAA at different concentrations (0, 0.1, 0.3, and 0.5 mg/L) on the growth of sweet orange plants under *in vitro* saline stress. Seeds were cultured in MS medium supplemented with 0 g/L NaCl (positive control), 6 g/L (negative control), and IAA at different concentrations. After 8 weeks of culture, the plants significantly improved their germination, growth, biochemical, and micro-morphology compared to the control. The plant's best germination ability reached 80% at an IAA concentration of 0.3 mg/L, significantly improving growth indicators (plant height, number of leaves, leaf length, leaf width, number of roots, root length, fresh biomass, and dry biomass) and biochemical indicators (photosynthesis intensity, proline) compared to the remaining treatments. The results of anatomical morphology observations showed that IAA significantly improved the structure and anatomical morphology of leaves and roots. Compared with the control experiment, the vascular bundle sheath cells of roots and leaves were thicker, and the parenchyma cells of the cortex and endodermis of the roots were less lignified.

Key words: sweet orange, IAA, *in vitro*, salt stress, germination, growth

¹Ho Chi Minh city University of Education, Vietnam

²Chiang Mai University, Thailand

Correspondence

Luong Thi Le Tho, Ho Chi Minh city University of Education, Vietnam

Email: tholtl@hcmue.edu.vn

History

- Received: 26-07-2024
- Revised: 21-01-2025
- Accepted: 12-08-2025
- Published Online: 30-09-2025

DOI :

<https://doi.org/10.32508/stdjns.v9i3.1401>



Check for updates

Copyright

© VNUHCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Thi Le Tho L, Thi Lan B, Phuc Khang L T. Study on the growth performances of sweet orange (*Citrus sinensis* L.) in effect of indole acetic acid on the salt tolerance of sweet orange (*Citrus sinensis* L.) under *in vitro* salinity stress. *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.* 2025; 9(3):3444-3451.