

Tìm hiểu ảnh hưởng của stress hạn lên sự phát triển chồi ở cây cà chua (*Solanum lycopersicum* L.)

Nguy Minh Tuấn, Trần Thanh Thắng*, Trần Thanh Hương



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

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, tình trạng khô hạn đã ảnh hưởng nghiêm trọng đến sự phát triển và năng suất của cây cà chua. Việc nghiên cứu các biến đổi sinh lý trong quá trình đáp ứng với stress ở thực vật đang ngày càng được quan tâm. Trong bài báo này, ảnh hưởng của stress hạn (mannitol) lên sự phát triển chồi từ khúc cắt chồi được khảo sát. Các biến đổi hình thái và sinh lý trong quá trình phát triển chồi ở điều kiện hạn được phân tích. Dựa trên các kết quả phân tích, sự phối hợp cytokinin và gibberellin được áp dụng để gia tăng khả năng chịu hạn của cây. Kết quả cho thấy mannitol ở nồng độ từ 20 mg/L trở lên gây stress hạn ở cà chua. Stress hạn làm giảm chiều cao chồi, số lá, diện tích lá và số rễ so với đối chứng. Các cây tăng trưởng trong điều kiện stress hạn tạo nhiều gốc tự do như superoxide (O_2^-) và hydrogen peroxide (H_2O_2) ở vùng mô phân sinh, vùng kéo dài và vùng chóp rễ. Trong khi đó, ở cây đối chứng các gốc tự do chỉ tập trung ở vùng chóp rễ. Khô hạn dẫn đến cường độ hô hấp, hàm lượng proline, carotenoid và hoạt tính acid abscisic (ABA) của lá tăng mạnh trong khi hàm lượng chlorophyll, cường độ quang hợp, hoạt tính cytokinin và gibberellin giảm so với đối chứng. Xử lý phối hợp zeatin 0,5 mg/L và GA_3 0,5 mg/L giúp gia tăng khả năng chịu hạn của cây. Chiều cao, số lá, diện tích lá và số rễ của cây được xử lý zeatin 0,5 mg/L và GA_3 0,5 mg/L cao hơn so với ở cây không xử lý.

Từ khoá: Cà chua, mannitol, phát triển chồi, *Solanum lycopersicum* L., stress hạn

MỞ ĐẦU

Cây cà chua (*Solanum lycopersicum* L.) là loại cây thực phẩm được trồng ở nhiều quốc gia trên thế giới¹. Trái cà chua là nguồn thực phẩm giàu dinh dưỡng, có giá trị kinh tế và dược liệu cao. Trái cà chua chứa nhiều khoáng chất, vitamin như Fe, Zn, Mg, P, C,... và đặc biệt là lycopene². Trong tình trạng biến đổi khí hậu đang ngày càng gia tăng như hiện nay, hạn hán xảy ra ở nhiều nơi trên thế giới, trong đó có Việt Nam, đã ảnh hưởng mạnh đến sự phát triển của cây, đặc biệt là năng suất và chất lượng trái³. Stress hạn làm giảm nghiêm trọng sự tăng trưởng và phát triển của cây trồng do tác động lên quá trình biến dưỡng của cây. Sự mất áp suất trương và cân bằng các chất điều hòa tăng trưởng thực vật nội sinh làm xáo trộn quá trình phân chia, kéo dài và phân hóa của tế bào⁴. Do đó, việc nghiên cứu nhằm giúp cây trồng có khả năng phát triển được trong điều kiện hạn đang là vấn đề được các nhà khoa học chú ý. Trong nghiên cứu sinh lý stress, để thay đổi áp suất thẩm thấu việc bổ sung mannitol vào môi trường nuôi cấy thường được áp dụng để tạo điều kiện stress hạn. Việc xử lý cytokinin và gibberellin ngoại sinh cũng là một trong những xử lý giúp cải thiện sự tăng trưởng của cây trồng, vì cytokinin và gibberellin là hai yếu tố giúp kiểm soát sự

phân chia và kéo dài tế bào⁴. Tuy nhiên, nồng độ xử lý cytokinin và gibberellin phải tùy thuộc vào trạng thái sinh lý của cây trong điều kiện stress. Chính vì vậy, trong khuôn khổ bài báo này, chúng tôi tập trung tìm hiểu ảnh hưởng của stress hạn lên sự tăng trưởng chồi *in vitro* ở cây cà chua nhằm góp phần làm tăng khả năng chịu hạn của cây.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Vật liệu

Cây cà chua *in vitro* (giống trồng TN 704) 28 ngày tuổi tăng trưởng trên môi trường MS $\frac{1}{2}$ ở cường độ ánh sáng 2000 ± 200 lux, thời gian chiếu sáng 12 giờ/ngày, nhiệt độ 27 ± 2 °C và độ ẩm 58 ± 5 %. Giống trồng TN704 được cung cấp bởi công ty giống Trang Nông, có khả năng kháng bệnh virus xoắn đầu. Cây cho trái hình bầu dục, thịt dày, có năng suất cao và được trồng phổ biến ở khu vực Đông Nam Bộ.

Phương pháp

Khảo sát ảnh hưởng của mannitol ở các nồng độ khác nhau lên sự tăng trưởng của chồi ngọn cây cà chua

Các khúc cắt chồi ngọn có chiều cao 1 cm được cò lập từ cây *in vitro* 28 ngày tuổi tăng trưởng trên môi

Khoa Sinh học và Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Khoa học Tự Nhiên, ĐHQG-HCM, Việt Nam

Liên hệ

Trần Thanh Thắng, Khoa Sinh học và Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Khoa học Tự Nhiên, ĐHQG-HCM, Việt Nam

Email: trttthang@hcmus.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 30-3-2021
- Ngày chấp nhận: 20-4-2021
- Ngày đăng: 03-5-2021

DOI: 10.32508/stdjns.v5i2.1049



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: Tuấn N M, Thắng T T, Hương T T. **Tìm hiểu ảnh hưởng của stress hạn lên sự phát triển chồi ở cây cà chua (*Solanum lycopersicum* L.)**. *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 5(2):1208-1215.

trường MS $\frac{1}{2}$ và cấy vào ống nghiệm chứa 15 mL môi trường MS $\frac{1}{2}$ với sucrose 20 g/L (đối chứng) và mannitol ở các nồng độ khác nhau: 0, 20, 25, 30 hay 35 g/L. Mẫu cấy được đặt nuôi ở cường độ ánh sáng 2000 \pm 200 lux, thời gian chiếu sáng 12 giờ/ngày, nhiệt độ 27 \pm 2 $^{\circ}$ C và độ ẩm 58 \pm 5 %. Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên, mỗi nghiệm thức được lặp lại 5 lần, mỗi lần gồm 10 mẫu cấy. Sau 28 ngày nuôi cấy, chiều cao chồi (cm), số lượng lá, diện tích lá (cm²), số rễ bất định, chiều dài rễ dài nhất (cm) và thời điểm đầu tiên lá xuất hiện hoàng hóa (ngày) được ghi nhận. Diện tích lá được xác định bằng phần mềm LIA32.

Quan sát các biến đổi hình thái

Sự hình thành các gốc oxy hóa tự do trong rễ cây cà chua được xác định thông qua sự nhuộm với nitrobluetetrazolium 0,5 mg/mL trong 20 phút để quan sát superoxide (O₂⁻) hay 3,3-diaminobenzidine 1 mg/mL trong 10 phút để quan sát sự hiện diện của hydrogen peroxide (H₂O₂). Sau khi nhuộm, rễ được cố định bằng ethanol 70 % ở nhiệt độ 50 $^{\circ}$ C trong 5 phút và được quan sát dưới kính hiển vi soi nổi (SZ6, Olympus, Japan) ⁵.

Phân tích các chỉ tiêu sinh lý và sinh hóa

Vật liệu được dùng để phân tích là các lá thứ hai (tính từ chồi ngọn) của cây cà chua 21 ngày tuổi ở 2 nghiệm thức: đối chứng (MS $\frac{1}{2}$ với sucrose 20 g/L) và stress hạn (MS $\frac{1}{2}$ với sucrose 20 g/L và mannitol 20 mg/L)

Xác định hàm lượng chlorophyll và carotenoid

Cán 0,5 g lá thứ hai và nghiền trong 20 mL dung dịch ethanol 96 %. Sau đó, ly tâm dung dịch trong 10 phút với tốc độ 2500 vòng/phút và thu dịch nổi. Tiến hành đo OD dung dịch thu được bằng máy đo quang phổ (UV-2602, USA) ở các bước sóng 470 nm, 649 nm, 664 nm. Hàm lượng chlorophyll a, b và carotenoid được xác định theo công thức của Lichtenthaler (1987) với đơn vị là mg/g trọng lượng tươi (TLT) ⁶.

Chlorophyll a = 13,36.OD₆₆₄ - 5,19.OD₆₄₈

Chlorophyll b = 27,43.OD₆₄₈ - 8,12.OD₆₆₄

Carotenoid = (1000.OD₄₇₀ - 2,13.Chl_a - 97,64.Chl_b) / 209

Xác định hàm lượng proline

Cán 0,5 g lá thứ hai và nghiền trong 20 mL dung dịch ethanol 70 %. Dịch trích được ly tâm ở 6000 vòng/phút trong 15 phút, sau đó thu dịch nổi và thực hiện phản ứng màu với thuốc thử ninhydrin 1 %. Dung dịch phản ứng được đun cách thủy ở 95 $^{\circ}$ C trong 20 phút, sau đó chỉ số OD ở bước sóng 520 nm bằng máy đo quang phổ (UV-2602, USA). Hàm lượng

proline trong mẫu được xác định bằng cách so sánh với đường chuẩn proline ⁷.

Xác định cường độ quang hợp và hô hấp

Cường độ quang hợp (μ mol O₂/cm²/giờ) và hô hấp (μ mol O₂/g trọng lượng tươi/giờ) của các lá thứ hai được xác định bằng điện cực oxygen dựa trên sự tăng hàm lượng oxygen ở 2000 lux (cường độ quang hợp) hay sự giảm oxygen ở điều kiện tối (cường độ hô hấp) trong buồng đo (LeafLab2, Hansatech) theo thời gian, ở 27 $^{\circ}$ C.

Ly trích và xác định hoạt tính chất điều hòa tăng trưởng thực vật

Các chất điều hòa tăng trưởng thực vật: auxin (IAA), cytokinin (zeatin), gibberellin và acid abscisic (ABA) trong 0,5 g lá thứ 2 được ly trích và cô lập bằng cách dùng các dung môi thích hợp và thực hiện sắc ký trên bản mỏng silicagel 60 F254 (mã số 1.05554, Merck), ở nhiệt độ 29 $^{\circ}$ C với dung môi di chuyển isopropanol: amon hydroxide: H₂O (10:1:1 v/v). Vị trí của các chất điều hòa tăng trưởng thực vật được phát hiện bằng cách quan sát trực tiếp dưới tia UV. Hoạt tính các chất điều hòa tăng trưởng thực vật được đo bằng sinh trắc nghiệm: điệp tiêu lúa (*Oryza sativa* L.) cho auxin và acid abscisic, tử điệp dưa leo (*Cucumis sativus* L.) cho cytokinin và cây mầm xà lách (*Lactuca sativa* L.) cho gibberellin ⁸⁻¹⁰. Các số liệu ghi nhận sẽ được xử lý thống kê theo phương pháp T-test.

Áp dụng phối hợp cytokinin và gibberellin lên sự tăng phát triển của cây trong điều kiện hạn

Các khúc cắt chồi ngọn có chiều cao 1 cm được cô lập từ cây *in vitro* 28 ngày tuổi tăng trưởng trên môi trường MS $\frac{1}{2}$ và cấy vào các ống nghiệm chứa 15 mL của 3 môi trường khảo sát bao gồm: MS $\frac{1}{2}$ bổ sung sucrose 20 g/L; MS $\frac{1}{2}$ bổ sung sucrose 20 g/L và mannitol 20 g/L; MS $\frac{1}{2}$ bổ sung sucrose 20 g/L, mannitol 20 g/L, zeatin 0,5 mg/L và GA₃ 0,5 mg/L. Mẫu cấy được đặt nuôi ở cường độ ánh sáng 2000 \pm 200 lux, thời gian chiếu sáng 12 giờ/ngày, nhiệt độ 27 \pm 2 $^{\circ}$ C và độ ẩm 58 \pm 5 %. Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên, mỗi nghiệm thức được lặp lại 5 lần, mỗi lần gồm 10 mẫu cấy. Sau 14 ngày nuôi cấy, chiều cao chồi, số lượng lá, diện tích lá, số rễ bất định và chiều dài rễ dài nhất được ghi nhận.

Xử lý thống kê

Các số liệu ghi nhận được phân tích bằng phần mềm thống kê SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) dùng cho Windows phiên bản 20.0. Sự khác biệt có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$ của các giá trị trung bình được thể hiện bởi các mẫu tự kèm theo.

KẾT QUẢ

Ảnh hưởng của mannitol ở các nồng độ khác lên sự tăng trưởng chồi ngọn cây cà chua

Sau 28 ngày nuôi cấy, các chồi trên các môi trường hạn (có bổ sung mannitol 20, 25, 30 hay 35 mg/L) phát triển chậm hơn so với đối chứng ($MS \frac{1}{2}$ với sucrose 20 g/L). Chiều cao chồi, số lá, diện tích lá và số rễ bất định của cây trên các môi trường hạn giảm mạnh trong khi chiều dài rễ gia tăng (Bảng 1, Hình 1). Trong đó, chiều cao chồi và diện tích lá của cây tăng trưởng trên môi trường có bổ sung mannitol 20 g/L giảm gần 50 % so với đối chứng (từ $6,66 \pm 0,27$ cm giảm còn $3,40 \pm 0,28$ cm đối với chiều cao chồi và từ $9,06 \pm 0,23$ cm² giảm còn $5,71 \pm 0,45$ cm² đối với diện tích lá) (Bảng 1).

Mức độ hình thành gốc superoxide (O_2^-) và hydrogen peroxide (H_2O_2) tương ứng với sự bắt màu thuốc thử. Trong điều kiện hạn, các gốc O_2^- và H_2O_2 hình thành và tập trung nhiều ở vùng kéo dài, vùng mô phân sinh và vùng chóp rễ trong khi ở nghiệm thức đối chứng các gốc O_2^- và H_2O_2 chỉ hình thành ở vùng chóp rễ (Hình 2).

Ảnh hưởng của stress hạn lên sự thay đổi sinh lý và sinh hóa

So với đối chứng, lá thứ hai (tính từ ngọn) của cây cà chua 21 ngày tuổi tăng trưởng trong điều kiện hạn ($MS \frac{1}{2}$ với sucrose 20 g/L và mannitol 20 g/L) có hàm lượng chlorophyll a và b thấp hơn nhưng hàm lượng carotenoid và proline cao hơn (Hình 3). Cường độ quang hợp của lá thứ hai ở cây được xử lý hạn thấp hơn nhưng cường độ hô hấp cao hơn so với cây đối chứng (Hình 4).

Lá thứ hai (tính từ ngọn) của cây cà chua 21 ngày tuổi tăng trưởng trong điều kiện hạn có hoạt tính của cytokinin và gibberellin thấp nhưng hoạt tính của acid abscisic cao so với đối chứng (Bảng 2).

Ảnh hưởng của sự phối hợp cytokinin và gibberellin lên sự tăng phát triển của cây trong điều kiện hạn

Sau 14 ngày nuôi cấy, chồi ngọn tăng trưởng trên môi trường $MS \frac{1}{2}$ với sucrose 20 g/L, mannitol 20 g/L, zeatin 0,5 mg/L và GA_3 0,5 mg/L có chiều cao, số lá, diện tích lá và số rễ bất định cao hơn so với điều kiện hạn không bổ sung chất điều hòa tăng trưởng thực vật (Bảng 3, Hình 5).

THẢO LUẬN

Trong điều kiện hạn, các cây cà chua giảm tăng trưởng, chiều cao chồi, số lá và diện tích lá thấp hơn so

với cây trong điều kiện bình thường (Bảng 1, Hình 1). Các quan sát tương tự cũng được ghi nhận ở cây cà tím¹¹. Khi thiếu nước, các phản ứng biến dưỡng trong tế bào bị gián đoạn đặc biệt là các hoạt động liên quan đến việc tạo ATP¹². Nước là thành phần tham gia vào pha sáng của quá trình quang hợp, sự thiếu nước làm giảm tốc độ truyền điện tử dẫn đến hiệu suất quang hợp giảm. Bên cạnh đó, sự thiếu nước còn làm tăng độ nhớt của tế bào chất, làm cản trở hoạt động của các enzyme tham gia vào quá trình quang hợp¹³. Kết quả phân tích cường độ quang hợp cho thấy lá cây cà chua tăng trưởng trong điều kiện hạn có cường độ quang hợp giảm mạnh so với đối chứng (Hình 4). Sự giảm cường độ quang hợp còn liên quan đến sự giảm hàm lượng cytokinin và chlorophyll (Bảng 2, Hình 3). Theo Bùi Trang Việt (2016), tín hiệu của cytokinin giúp cảm ứng gen mã hóa invertase (CIN1) và các thể vận chuyển giúp tăng sự vận chuyển chất dinh dưỡng đến lá¹². Trong điều kiện khô hạn, cường độ quang hợp của lá giảm dẫn đến sự thiếu hụt dinh dưỡng và cảm ứng con đường phân giải của chlorophyll ở lá. Ngược lại với sự giảm hàm lượng chlorophyll, hàm lượng carotenoid trong lá có sự tăng mạnh (Hình 3). Carotenoid đóng vai trò cản sự hình thành các gốc oxy hóa tự do trong tế bào bằng cách nhận điện tử và giải phóng năng lượng dưới dạng nhiệt¹⁴.

Kết quả thí nghiệm cũng cho thấy cường độ hô hấp của lá cây cà chua tăng trưởng trong điều kiện hạn rất cao so với đối chứng (Hình 4). Cường độ hô hấp cao giúp cung cấp năng lượng để duy trì các hoạt động biến dưỡng diễn ra ở mức tối thiểu, đảm bảo cho thực vật có thể tồn tại trong điều kiện stress hạn. Hoạt động hô hấp không những tạo năng lượng mà còn cung cấp tiền chất cho các phản ứng sinh tổng hợp các chất điều hòa áp suất thẩm thấu, đặc biệt là proline¹⁴. Hàm lượng proline tăng cao trong điều kiện stress hạn (Hình 3) giúp cây cân bằng áp suất thẩm thấu với môi trường bên ngoài và giúp cây thích nghi với điều kiện hạn¹³. Trong điều kiện hạn, chiều dài của rễ dài hơn so với trong điều kiện bình thường (Bảng 1). Theo Bhatla và Lal (2018), khi thiếu nước rễ thường kéo dài rất mạnh nhằm giúp thực vật gia tăng khả năng tìm kiếm nguồn nước¹⁵. Sự kéo dài rễ cần nhiều năng lượng để cung cấp cho sự phân chia và phân hóa tế bào ở vùng mô phân sinh và vùng kéo dài của rễ. Việc hô hấp quá mức làm tích tụ điện tử tại phức hệ I và III ở màng trong ti thể và có thể dẫn đến sự hình thành các gốc oxy hóa tự do¹². Quan sát sự hình thành các gốc oxy hóa tự do ở rễ cho thấy trong điều kiện stress hạn O_2^- và H_2O_2 được hình thành nhiều ở vùng mô phân sinh và kéo dài (Hình 2).

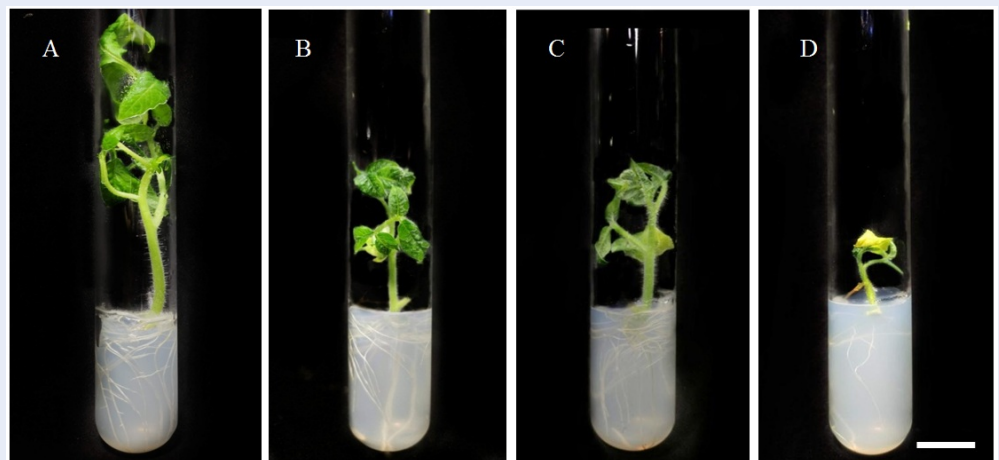
Trong điều kiện stress hạn, hoạt tính ABA tăng rất cao so với đối chứng. Ngược lại, hoạt tính cytokinin và

Bảng 1: Ảnh hưởng của mannitol ở các nồng độ khác nhau lên sự phát triển chồi ngọn của cây cà chua sau 28 ngày nuôi cấy

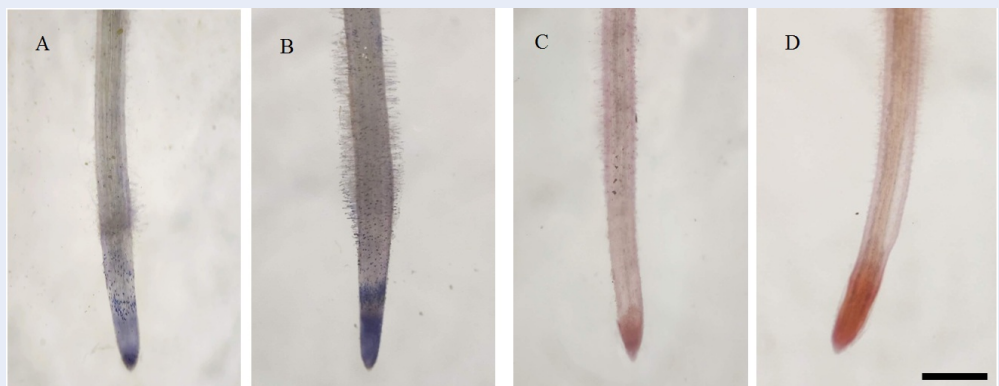
Mannitol (g/L)	Chiều cao chồi (cm)	Số lá/cây	Diện tích lá (cm ²)	Số rễ bất định/cây	Chiều dài rễ dài nhất (cm)	Thời điểm xuất hiện hoàng hóa (ngày)
Đối chứng*	6,66 ± 0,27 ^a	4,40 ± 0,55 ^a	9,06 ± 0,23 ^a	4,27 ± 0,59 ^a	5,45 ± 0,35 ^b	-
20	3,40 ± 0,28 ^b	3,87 ± 0,48 ^{ab}	5,71 ± 0,45 ^b	3,53 ± 0,70 ^b	5,47 ± 0,24 ^b	21,00 ± 0,81 ^a
25	3,12 ± 0,32 ^c	3,70 ± 0,64 ^{ab}	4,61 ± 0,18 ^b	3,50 ± 0,73 ^b	5,99 ± 0,34 ^a	9,00 ± 0,81 ^b
30	2,41 ± 0,24 ^c	3,33 ± 0,82 ^{bc}	3,91 ± 0,22 ^c	2,57 ± 0,76 ^c	6,06 ± 0,46 ^a	8,50 ± 0,57 ^b
35	1,83 ± 0,19 ^d	2,67 ± 0,58 ^c	2,12 ± 0,23 ^d	1,92 ± 0,95 ^d	6,10 ± 0,50 ^a	7,00 ± 0,82 ^c

(*) MS ½ với sucrose 20 g/L; (-), không xuất hiện hoàng hóa

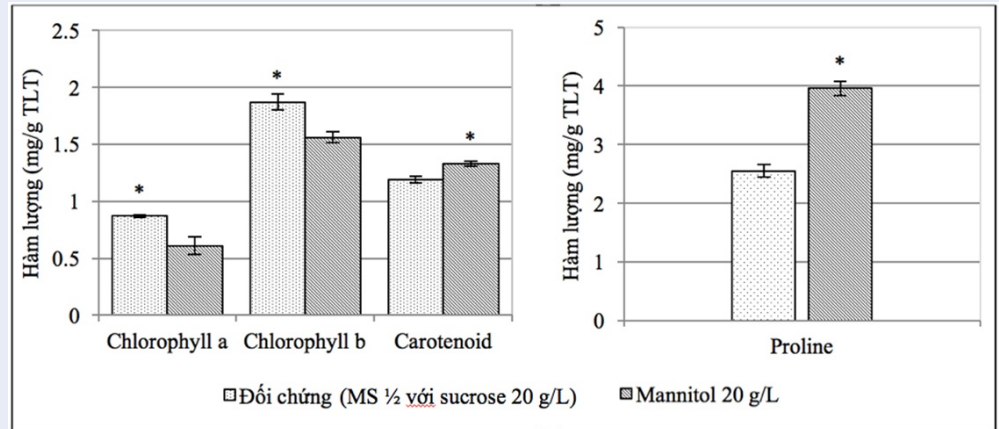
Các số trung bình trong cột với các mẫu tự khác nhau khác biệt với mức $p \leq 0,05$



Hình 1: Sự phát triển của chồi ngọn cây cà chua trên môi trường có hay không bổ sung mannitol ở các nồng độ khác nhau. Thanh ngang 1 cm. (A) Đối chứng (MS ½ với sucrose 20 g/L); (B) Mannitol 20 g/L; (C) Mannitol 25 g/L; (D) Mannitol 35 g/L.

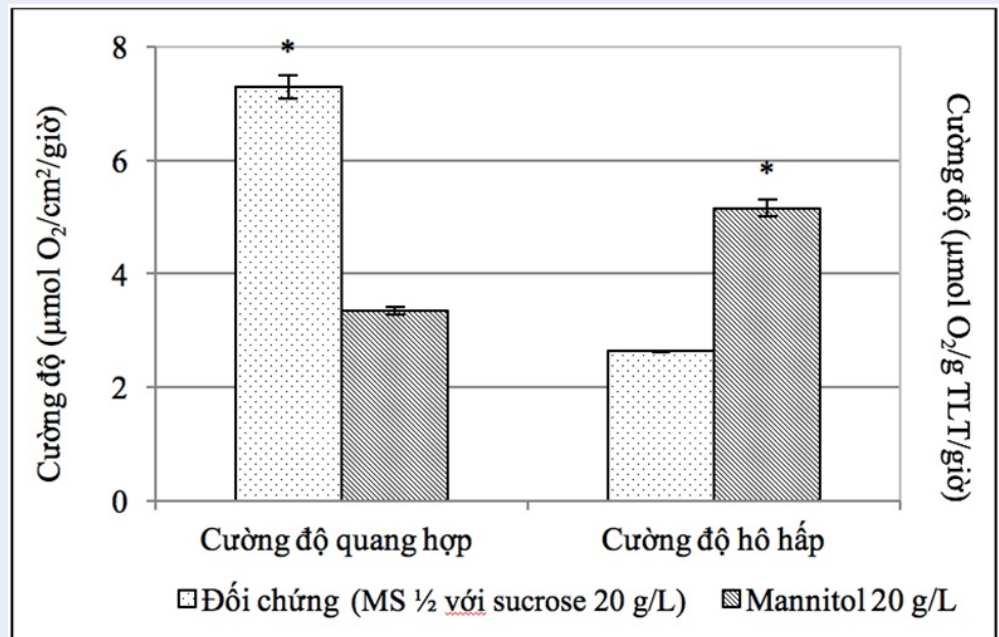


Hình 2: Ảnh hưởng của stress hạn lên sự hình thành các gốc oxy hóa tự do ở rễ cây cà chua in vitro sau 21 ngày nuôi cấy. Thanh ngang 1 mm. (A) Sự hình thành O₂⁻ ở rễ cây tăng trưởng trên môi trường đối chứng (không có mannitol); (B) Sự hình thành O₂⁻ ở rễ cây tăng trưởng trên môi trường có mannitol 20 g/L; (C) Sự hình thành H₂O₂ ở rễ cây tăng trưởng trên môi trường đối chứng (không có mannitol); (D) Sự hình thành H₂O₂ ở rễ cây tăng trưởng trên môi trường có mannitol 20 g/L.



Hình 3: Ảnh hưởng của điều kiện hạn lên sự thay đổi hàm lượng chlorophyll a, b, carotenoid và proline của lá.^a

^aTrong cùng một chỉ tiêu theo dõi sự khác biệt ở mức $p \leq 0,05$ (T-Test)



Hình 4: Ảnh hưởng của điều kiện hạn lên sự thay đổi cường độ quang hợp và hô hấp của lá.^a

^aTrong cùng một chỉ tiêu theo dõi sự khác biệt ở mức $p \leq 0,05$ (T-Test)

Bảng 2: Ảnh hưởng của điều kiện hạn lên sự thay đổi hoạt tính các chất điều hòa tăng trưởng thực vật trong lá

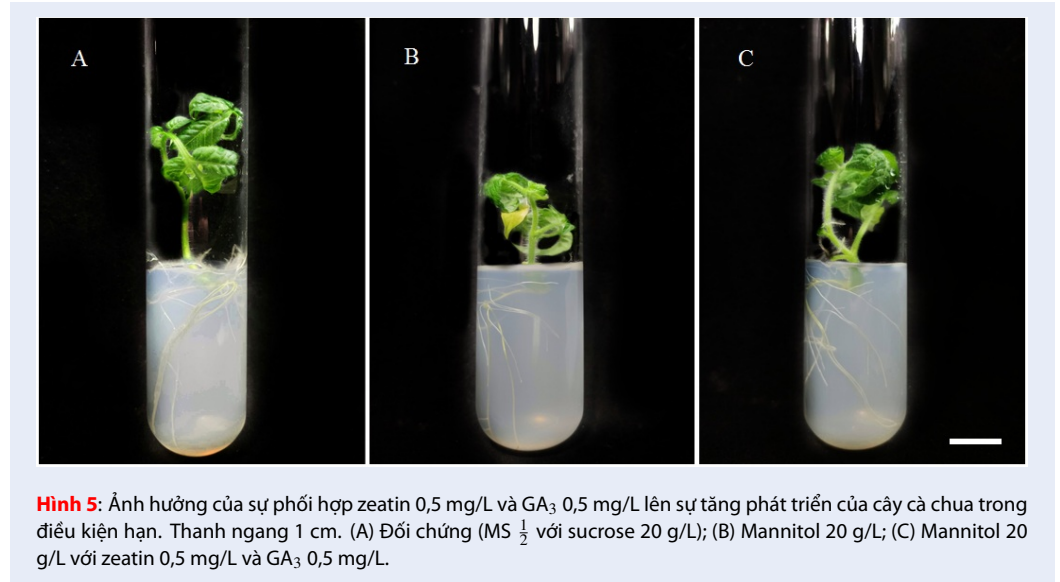
Nghiệm thức	Hoạt tính các chất điều hòa tăng trưởng thực vật (mg/L)			
	Auxin	Cytokinin	Gibberellin	Acid abscisic
Đối chứng (MS 1/2 với sucrose 20 g/L)	0,48 ± 0,05	1,87 ± 0,05 *	1,10 ± 0,08 *	0,21 ± 0,01
Mannitol 20 g/L	0,56 ± 0,04	1,56 ± 0,07	0,27 ± 0,04	0,61 ± 0,01 *

(*), các số trung bình trong cột có sự khác biệt ở mức $p \leq 0,05$ (T-Test)

Bảng 3: Ảnh hưởng của sự phối hợp zeatin 0,5 mg/L và GA₃ 0,5 mg/L lên sự tăng phát triển chồi của cây cà chua trong điều kiện hạn (mannitol 20 g/L) sau 14 ngày nuôi cấy.

Nghiệm thức	Chiều cao chồi (cm)	Số lá/cây	Diện tích lá (cm ²)	Số rễ bất định/cây	Chiều dài rễ dài nhất (cm)
Đối chứng (MS $\frac{1}{2}$ với sucrose 20 g/L)	1,75 ± 0,12 ^a	2,25 ± 0,17 ^a	4,92 ± 0,31 ^a	3,12 ± 0,10 ^a	4,42 ± 0,32 ^a
Mannitol 20 g/L	0,82 ± 0,05 ^c	1,53 ± 0,25 ^c	3,43 ± 0,27 ^c	2,42 ± 0,09 ^b	4,31 ± 0,29 ^a
Mannitol 20 g/L, zeatin 0,5 mg/L và GA ₃ 0,5 mg/L	1,09 ± 0,04 ^b	2,00 ± 0,00 ^b	4,08 ± 0,25 ^b	3,01 ± 0,07 ^a	4,05 ± 0,37 ^a

Các số trung bình trong cột với các mẫu tự khác nhau khác biệt với mức $p \leq 0,05$



Hình 5: Ảnh hưởng của sự phối hợp zeatin 0,5 mg/L và GA₃ 0,5 mg/L lên sự tăng phát triển của cây cà chua trong điều kiện hạn. Thanh ngang 1 cm. (A) Đối chứng (MS $\frac{1}{2}$ với sucrose 20 g/L); (B) Mannitol 20 g/L; (C) Mannitol 20 g/L với zeatin 0,5 mg/L và GA₃ 0,5 mg/L.

gibberellin giảm rất mạnh. Cytokinin và gibberellin được biết đến là hai tín hiệu giúp điều hòa quá trình tăng trưởng ở thực vật. Một nghiên cứu trên cây *Agrostis canina* chuyển gen SAG12-IPT cho thấy, việc tăng cường biểu hiện cytokinin giúp cảm ứng sự phân hóa tế bào thông qua việc làm tăng tỉ lệ cytokinin/ABA nội sinh. Ngoài ra, hàm lượng cytokinin cao ở cây chuyển gen còn giúp duy trì tính toàn vẹn của màng tế bào và duy trì hoạt động của các enzyme chống oxy hóa (catalase và superoxide dismutase)¹⁶. Theo Zhou và cs. (2020), sự cân bằng giữa cytokinin và gibberellin kiểm soát sự biểu hiện của gen phiên mã cytochrome P450, đóng vai trò kích thích sự tăng trưởng ở thực vật¹⁷. Kết quả áp dụng zeatin 0,5 mg/L và GA₃ ở nồng độ 0,5 mg/L cho thấy hiệu quả trong việc cải thiện tăng trưởng của chồi cà chua *in vitro* trong điều kiện hạn (Bảng 3, Hình 5). Theo Bhatla và Lal (2018), trong điều kiện khô hạn, sự bổ sung cytokinin không những giúp hoạt hóa các protein kinase để đáp ứng với các tín hiệu stress mà còn tăng cường sự tổng hợp các acid amin và carbohydrate¹⁵.

Sự tích lũy các chất chuyển hóa này có vai trò điều chỉnh áp suất thẩm thấu của tế bào và giúp thực vật đáp ứng với tình trạng thiếu nước tốt hơn¹⁴. Một số nghiên cứu cũng cho thấy việc áp dụng gibberellin ngoại sinh góp phần làm chậm quá trình lão suy của lá của các cây *Paris polyphylla* và một số loài thuộc chi *Alstromeria* thông qua việc gia tăng hoạt động của enzyme catalase, giảm sự phân giải lipid và protein trong tế bào^{18,19}. Do đó, các chồi cà chua được xử lý zeatin 0,5 mg/L và GA₃ 0,5 mg/L tăng trưởng tốt hơn so với không xử lý. Trong điều kiện stress hạn, sự biểu hiện của gen mã hóa enzyme oxidase trong con đường sinh tổng hợp gibberellin giảm đã dẫn đến sự giảm chiều cao của cây¹⁹. Theo Katyayini và cs. (2020), gibberellin là nhân tố chính giúp gia tăng chiều cao ở thực vật nhờ kích thích hoạt động của các gen liên quan đến sự nối lỏng vách tế bào như EXPA4, EXPB4, XET1 và XET2 trong việc kéo dài tế bào²⁰. Tuy nhiên việc áp dụng gibberellin để cải thiện chiều cao của cây chỉ bù đắp một phần các triệu chứng do khô hạn gây ra, do đó cần nghiên cứu sâu hơn ảnh hưởng của các

chất điều hòa tăng trưởng thực vật để gia tăng khả năng chịu hạn của cây cà chua.

KẾT LUẬN

Sử dụng mannitol từ 20 g/L trở lên (bổ sung vào môi trường MS $\frac{1}{2}$ với sucrose 20 g/L) gây stress hạn ở cây cà chua. Stress hạn làm lá bị hoàng hóa, chiều cao chồi, số lá, diện tích lá và số rễ bất định giảm nhưng chiều dài rễ lại tăng. Lá của các cây tăng trưởng trong điều kiện hạn có hàm lượng chlorophyll, cường độ quang hợp, hoạt tính cytokinin và gibberelin giảm nhưng hàm lượng carotenoid, proline, cường độ hô hấp và hoạt tính ABA tăng. Việc áp dụng phối hợp zeatin 0,5 mg/L và GA₃ 0,5 mg/L giúp tăng chiều cao chồi, số lá, diện tích lá và số rễ của cây tăng trưởng trong điều kiện stress hạn.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số C2019-18-22.

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

ABA: Acid abscisic
GA₃: Gibberellic acid
IAA: Indol acetic acid
MS: Murashige and Skoog
TLT: Trọng lượng tươi

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Tác giả khẳng định không có bất cứ xung đột lợi ích nào.

ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

Tác giả Nguyễn Minh Tuấn thực hiện thao tác thí nghiệm, thu thập và xử lý số liệu. Tác giả Trần Thanh Thắng phân tích, giải thích kết quả và viết bản thảo. Tác giả Trần Thanh Hương đưa ra ý tưởng, thiết kế thí nghiệm, phân tích, giải thích và chỉnh sửa bản thảo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Hartz T, Hanson B. Drip irrigation and fertigation management of processing tomato. Vegetable Research and Information Center, University of California, USA. 2009;
- Toor RK, Savage GP. Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. Food research international. 2005;38(5):487–494. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.10.016>.
- Chen J, et al. Quantitative response of greenhouse tomato yield and quality to water deficit at different growth stages. Agricultural water management. 2013;129:152–162. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.07.011>.
- Salehi-Lisar SY, Bakhshayeshan-Agdam H. Drought stress in plants: causes, consequences, and tolerance. In Drought Stress Tolerance in Plants. Springer, Cham. 2016;1:1–16. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-319-28899-4_1.
- Thordal-Christensen H, Zhang Z, Wei Y, Collinge DB. Sub-cellular localization of H₂O₂ in plants. H₂O₂ accumulation in papillae and hypersensitive response during the barleypowdery mildew interaction. The Plant Journal. 1997;11(6):1187–1194. Available from: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3113.1997.11061187.x>.
- Lichtenthaler HK. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in enzymology. 1987;148:350–382. Available from: [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(87\)48036-1](https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1).
- 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):1851–1854. Available from: <https://doi.org/10.1139/b79-233>.
- Việt BT. Tim hiểu hoạt động của các chất điều hòa sinh trưởng thực vật thiên nhiên trong hiện tượng rụng “bông” và “trái non” Tiêu (Piper nigrum L.). Tập san khoa học ĐHTH TP HCM. 1992;1:155–165.
- Meidner H. Class experiments in plant physiology. G. Allen & Unwin. 1984;167.
- Yokota T, Murofushi N, Takahashi N. Extraction, purification, and identification. In Hormonal regulation of development I. Springer, Berlin, Heidelberg. 1980;p. 113–201. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-642-67704-5_3.
- Wakchaure GC, et al. Effect of plant growth regulators and deficit irrigation on canopy traits, yield, water productivity and fruit quality of eggplant (Solanum melongena L.) grown in the water scarce environment. Journal of environmental management. 2020;262:110320. PMID: 32250803. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110320>.
- Việt BT. Sinh lý thực vật đại cương (lưu hành nội bộ). Đại học Khoa học Tự nhiên - ĐHQG. HCM. 2016;.
- Hoekstra FA, Golovina EA, Buitink J. Mechanisms of plant desiccation tolerance. Trends in plant science. 2001;6(9):431–438. Available from: [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(01\)02052-0](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(01)02052-0).
- Dar MI, Naikoo MI, Rehman F, Naushin F, Khan FA. Proline accumulation in plants: roles in stress tolerance and plant development. In Osmolytes and plants acclimation to changing environment: emerging omics technologies. Springer, New Delhi. 2016;p. 155–166. Available from: https://doi.org/10.1007/978-81-322-2616-1_9.
- Bhatla SC, Lal MA. Plant physiology, development and metabolism. Springer. 2018; Available from: <https://doi.org/10.1007/978-981-13-2023-1>.
- Merewitz EB, Gianfagna T, Huang B. Protein accumulation in leaves and roots associated with improved drought tolerance in creeping bentgrass expressing an ipt gene for cytokinin synthesis. Journal of Experimental Botany. 2011;62(15):5311–5333. Available from: <https://doi.org/10.1093/jxb/err166>.
- Zhou J, et al. CYP71D8L is a key regulator involved in growth and stress responses by mediating gibberellin homeostasis in rice. Journal of experimental botany. 2020;71(3):1160–1170. Available from: <https://doi.org/10.1093/jxb/erz491>.
- Qiu Y, Yu D. Over-expression of the stress-induced Os-WRKY45 enhances disease resistance and drought tolerance in Arabidopsis. Environmental and experimental botany. 2009;65(1):35–47. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2008.07.002>.
- Omena-Garcia RP, et al. Growth and metabolic adjustments in response to gibberellin deficiency in drought stressed tomato plants. Environmental and experimental botany. 2019;159:95–107. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2018.12.011>.
- Katyayini NU, et al. Dual role of gibberellin in perennial shoot branching: Inhibition and Activation. Frontiers in Plant Science. 2020;11:736. Available from: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00736>.

Effects of drought stress on shoot development of tomato (*Solanum lycopersicum* L.)

Nguy Minh Tuan, Tran Thanh Thang*, Tran Thanh Huong



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

ABSTRACT

In recent years, drought stress was strongly affected on the development and yield of tomatoes. There are increasing interests in the study of physiological transformations in adaption to stress in plants. In this study, effects of drought stress (mannitol at different concentration) on the development of tomato shoot were studied. Morphological and physiological changes during the development of shoot under drought stress conditions were analyzed. Based on the analysis results, the combination of cytokinin and gibberellin was treated to increase the drought stress tolerance of plants. Results showed that mannitol at 20 g/L induced tomato drought stress. Shoot height, number of leaves, leaf area, and the number of roots significantly decreased in the drought stress condition compared to the control. The formation superoxide (O_2^-) and hydrogen peroxide (H_2O_2) occurred in the meristem, elongation region and cap of the roots in the drought stress condition instead of only cap root in the control. In the drought stress condition, there was an increase in respiration intensity, proline and carotenoid content, and abscisic acid activity. In contrast, the content of chlorophyll, photosynthesis intensity, cytokinin and gibberellin activity decreased in comparison with the control. The combination treatment of zeatin 0.5 mg/L and GA3 0.5 mg/L improved the drought stress tolerance of plants. The shoot height, number of leaves, leaf area and number of roots of the treated plants were higher than those of the control plants.

Key words: Drought stress, mannitol, shoot development, *Solanum lycopersicum*, tomato

Faculty of Biology and Biotechnology,
University of Science, VNU-HCM,
Vietnam

Correspondence

Tran Thanh Thang, Faculty of Biology
and Biotechnology, University of
Science, VNU-HCM, Vietnam

Email: trtthang@hcmus.edu.vn

History

- Received: 30-3-2021
- Accepted: 20-4-2021
- Published: 03-5-2021

DOI : 10.32508/stdjns.v5i2.1049



Copyright

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



Cite this article : Tuan N M, Thang T T, Huong T T. **Effects of drought stress on shoot development of tomato (*Solanum lycopersicum* L.).** *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 5(2):1208-1215.